

Introdução à filosofia da ciência

Prof. Dr. Silvio Seno Chibeni

Departamento de Filosofia, Unicamp

www.unicamp.br/~chibeni

Aula 2. Objetivos da ciência

- 2.1. [Ciência: Teoria e experiência](#)
- 2.2. [Objetivo 1: predição de fenômenos](#)
- 2.3. [Objetivo 2: explicação de fenômenos](#)
- 2.4. [Sites e livros recomendados](#)

2.1. Ciência: Teoria e experiência

No tópico precedente, enfatizamos a importância da experiência, ou, mais particularmente, dos experimentos, para a ciência. É a experiência que constitui o fundamento de todo conhecimento científico do mundo físico. Além disso, a própria motivação para a busca de conhecimento científico quase sempre está ligada à observação de algum tipo de fenômeno, quer no âmbito do dia-a-dia, quer da própria ciência. (A palavra *fenômeno* significa, em sua origem grega, “aquilo que aparece”, isto é, aquilo de que temos experiência direta.)

No entanto, a mera observação e registro de fenômenos, por mais importante que seja, não constitui uma ciência. Para tanto, esse conhecimento experimental ou “empírico” (na linguagem filosófica) precisa ser integrado em uma *teoria*. A construção de teorias capazes de absorver e concatenar de forma sistemática o conhecimento empírico é uma das marcas principais da ciência, tal qual hoje entendida, e que ajuda a traçar a distinção do conhecimento científico relativamente a outras formas de conhecimento.

O estudo da demarcação entre ciência e não-ciência constitui um dos temas mais importantes de uma área da filosofia chamada *filosofia da ciência*, comportando desdobramentos complexos, que não serão abordados aqui. Diversos pontos a serem analisados neste tópico e nos próximos contribuirão, no entanto, para, de maneira simples, esclarecer a questão.

Antes de mais nada, é importante notar que, do ponto de vista da filosofia da ciência, a noção de teoria não tem o sentido pejorativo que usualmente recebe nos contextos ordinários, em que “teoria” se opõe a “prática”, no sentido de que a “prática” seria o que é certo e o que importa, enquanto que a teoria seria uma especulação incerta e, no fim das contas, dispensável. Não. Teorias são parte essencial da ciência. São elas que por assim dizer “carregam” o conhecimento científico em sua forma mais

completa e sistemática. Das teorias depende, ademais, a consecução dos dois grandes objetivos da ciência, como veremos a seguir.

Outro ponto que convém deixar claro desde o início é que a razão de ser de uma teoria científica são os fenômenos. Se ela não estiver de algum modo conectada a fenômenos, não passará de uma idéia vazia de conteúdo científico. As conexões das teorias científicas com o plano da experiência, ou seja, com os fenômenos, são bastante complexas. Há, por um lado, os fenômenos que serviram de *motivação* para a formulação da teoria. Usualmente, esse papel motivador dos fenômenos cai no âmbito da psicologia do cientista, ou da comunidade científica, e não é considerado tão importante quanto o segundo papel dos fenômenos: o de *justificar* a aceitação ou rejeição de uma teoria científica, uma vez formulada por alguém. Na próxima seção já teremos condições de começar a ver como essa importante questão epistemológica pode ser abordada.

2.2. Objetivo 1: Predição de fenômenos

Um primeiro ponto importante para a análise da questão mencionada no final da última seção é que não há como *provar* teorias a partir de fenômenos, no sentido estrito do termo, tal qual usado na lógica ou na matemática. Simbolizando uma teoria por ‘T’ e um fenômeno (ou grupo de fenômenos) por ‘F’, teríamos então o esquema:

$$F \not\rightarrow T$$

(Leia-se, “F não implica T”.) No entanto, é possível em geral estabelecer a relação oposta, ou seja, é possível inferir fenômenos a partir de teorias:

$$T \rightarrow F$$

Essa relação é de fundamental importância. Ela mostra que uma teoria científica não é uma especulação solta, desvinculada da realidade experimental. Na linguagem filosófica, uma teoria científica genuína *tem implicações empíricas*.

Quando uma relação do tipo de $T \rightarrow F$ se estabelece, dizemos que a teoria *prevê*, ou *prediz* o fenômeno F. Esse esquema, na verdade, simplifica uma relação mais complexa, pois a inferência de F a partir de T requer que se especifiquem também as chamadas “*condições iniciais*” do problema, que são os fenômenos que descrevem a situação em que o objeto investigado se encontra, quando a previsão é feita. Deixaremos, porém, essa qualificação implícita na discussão que se segue.

Pois bem: a predição de fenômenos é um dos dois grandes *objetivos da ciência*. O cientista e, mais do que ele, também o tecnólogo, que recorre à ciência para intervir na natureza, está interessado em se antecipar ao desenrolar dos processos naturais, prevendo o que acontecerá, se tais e tais objetos estiverem dispostos de tal e tal modo. Por exemplo, ao soltarmos simultaneamente da mesma altura duas esferas de mesmo diâmetro, uma de chumbo e outra de madeira, queremos saber, de antemão, como elas

cairão. Nesse caso, a teoria mecânica desenvolvida por Galileo poderia ser usada para fazer a previsão. Como já notamos no tópico anterior, essa teoria leva à previsão de que (desconsiderando-se o atrito com o ar) ambas as esferas cairiam juntas, percorrendo, ao longo da queda, espaços proporcionais ao quadrado do tempo de queda.

Quando uma teoria prediz corretamente um fenômeno, não podemos dizer que ela foi provada pelo fenômeno, é claro. Mas essa idéia contém uma intuição correta: que a teoria é, de algum modo, *confirmada* ou *corroborada* pela efetiva observação do fenômeno. Para ver isso, pense na situação oposta, em que a teoria prevê um fenômeno F e de fato se observa um fenômeno F*, incompatível com F. Neste caso, a teoria errou a predição, e deve, portanto, ser rejeitada, ou modificada, para que essa *refutação* ou *falseação* seja evitada.

A dinâmica de extrair predições a partir das teorias é, pois, essencial não somente para fins práticos – pôr a teoria a serviço da tecnologia – mas também para a própria *avaliação* da teoria. Esse processo a rigor não acaba nunca: novas predições podem sempre ser feitas; se se confirmarem, a teoria poderá continuar sendo aceita; caso sejam desmentidas pelos fatos, a teoria deverá ser abandonada ou modificada. Poderíamos então dizer que o preço que a ciência paga para avançar, por meio de teorias que levam a novas predições, é expor-se permanentemente ao risco de algum fenômeno contradizer uma predição teórica, acarretando a necessidade de correções.

2.3. Objetivo 2: Explicação de fenômenos

O segundo dos dois principais objetivos da ciência é o de fornecer *explicações* para os fenômenos. Numa visão filosófica tradicional, adotada daqui em diante nestas notas, esse objetivo deve ser buscado apontando-se as *causas* dos fenômenos. Essa é uma tarefa que envolve mais problemas científicos e filosóficos do que a predição de fenômenos. É que em grande parte dos casos relevantes para a ciência essas causas não são itens disponíveis na experiência, como por exemplo o impacto de uma porta, que ordinariamente seria dado como a causa – e portanto a explicação – de um determinado som que se ouviu. A ciência precisa desse tipo simples de relação causal, evidentemente, mas em geral não se limita a ele. A curiosidade científica quer, por assim dizer, penetrar mais fundo na busca de causas.

É nesse ponto que as teorias se fazem, mais uma vez, necessárias. Além de seu poder preditivo – que, como vimos, depende da existência de uma implicação que vai da teoria ao fenômeno predito –, a maioria (embora não todas, como veremos depois) das teorias científicas da física, química e biologia contemporânea (para mencionar apenas as ciências consideradas básicas) se propõem a fornecer explicações para os fenômenos de que tratam. E fazem isso *postulando, a título de hipóteses, diversos entes, mecanismos e processos inobserváveis* que seriam, segundo a teoria, as causas daquilo que percebemos diretamente, ou seja, dos fenômenos.

Consideremos um exemplo simples. A lei de Boyle, segundo a qual em uma porção de gás mantida a temperatura constante a pressão é inversamente proporcional ao volume ($pV = \text{const.}$) é uma lei dita *fenomenológica*, pois nada mais expressa senão

uma relação direta entre fenômenos (as leituras de manômetros, régua e termômetros), podendo em princípio ser confirmada pela observação cuidadosa e sistemática de fenômenos. Mas ela não explica *por que* o gás se comporta desse modo. Robert Boyle, que descobriu essa lei, no século XVII, queria também responder a essa questão. Para tanto, formulou um conjunto de hipóteses sobre a constituição do gás, depois chamado de “teoria cinética dos gases”. Grosso modo, propôs que um gás seria formado por corpúsculos microscópicos que se moveriam no espaço vazio, obedecendo a certas leis mecânicas. Assim, a pressão seria explicada pelo impacto de tais corpúsculos com as paredes do recipiente, a temperatura por sua “agitação”, etc. Com isso, conseguiu uma explicação quantitativa bastante plausível, e que continua, em seus traços gerais, sendo aceita ainda hoje.

Essa explicação de Boyle inegavelmente foi uma contribuição importante para física; mas por outro lado suscitou o problema filosófico (ou mais propriamente epistemológico) de como sua teoria explicativa poderia ser justificada. A cruz da questão é que essa teoria envolve itens inobserváveis: não é possível verificar diretamente se o que a teoria diz sobre o gás é verdadeiro ou não. No tópico seguinte trataremos com mais detalhes desse problema epistemológico, bastante discutido pelos filósofos em nossos dias.

2.4. Sites e livros recomendados

- Notas de aula “Algumas observações sobre o ‘método científico’”, Prof. Silvio S. Chibeni, <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/metodocientifico.pdf>
- Artigo: “Um passeio pelas principais correntes da filosofia da ciência”, Prof. Marcos Rodrigues da Silva (UEL). *ComCiência*, Revista Eletrônica de Jornalismo Científico (UNICAMP): <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=58&id=740>
- Notas de aula “Teoria cinética”, Profa. Tatiana da Silva (Grupo de Pesquisa em Ensino de Física, UFSC) http://tati.fsc.ufsc.br/webfisica/calorimetria/icf2-mod5-aula2/2_INTRODUCAO.swf
- HEMPEL, C. G. *Filosofia das Ciências Naturais*. Trad. P. S. Rocha. Rio, Zahar, 1974. (*The Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1966.)
- NAGEL, E. *La Estructura de la Ciencia*. Trad. Néstor Miguéz. Barcelona, Paidós Iberica, 2006. (*The Structure of Science*. Indianapolis and Cambridge, Hackett Publishing Company, 1979.)