

Notas sobre *Philosophy of Natural Science*, de C. G. Hempel. Cap. 2: “Scientific Inquiry: Invention and test”.

Prof. Silvio S. Chibeni.

Departamento de Filosofia, Unicamp.

2.1 Um caso histórico como exemplo.

Esse caso histórico é analisado com mais detalhes e com objetivos distintos em Oliveira, M. B. & Fernandez, B. P. M. [Hempel, Semmelweis e a verdadeira tragédia da febre puerperal](#). *Scientiae Studia*, v.5 n.1, p. 49-79, 2007. Textos de jornais que se referem ao caso Semmelweis no contexto da pandemia Covid-19: 1. Artigo na [BBC-News Brasil](#); 2. Artigo FSP 14-4-20, p. [Quando tudo acabar](#). Texto sobre o médico chinês [Li Wenliang](#) e a interferência política na ciência (D. Magnoli, *FSP* 2-5-20). Marlova Noletto (Unesco): “[Ciência, cooperação e uma nova noção de humanidade](#)” (*FSP*, 3/5/20, p. 3).

2.2. Passos básicos no teste de uma hipótese.

Nesta seção Hempel usa o caso Semmelweis para iniciar a exposição dos elementos básicos do processo, fundamental para a ciência, de submeter hipóteses a teste, ou seja, a um confronto com a realidade empírica (fatos observáveis, fenômenos). Ele relega para a seção seguinte a análise de possíveis processos pelos quais hipóteses são “inventadas” na ciência. Hempel segue, portanto, a distinção, já clássica em sua época - mas posteriormente questionada - entre um “contexto de descoberta” (ou, com certa liberdade, ‘invenção’, ‘criação’) e um “contexto de justificação” (ou busca de fundamentos), na ciência. A ênfase dele e de todo o grupo de filósofos da ciência até então, no séc. XX, é neste segundo contexto. O primeiro era em geral relegado ao domínio não sistematizável da criatividade humana.

A busca de justificação de uma hipótese ou teoria faz sempre apelo, para os empiristas (i.e. praticamente todos os cientistas naturais, pelo menos), ao plano empírico, dos fatos observáveis (já observados, ou que eventualmente possam ser observados). Uma fórmula simples de pensar

nisso é a do *teste da hipótese*. Informalmente, pensa-se em duas possibilidades: passa no teste, ou não passa no teste.

Hempel introduz aqui uma formalização mínima - a ser refinada nos dois capítulos seguintes – do processo de testagem de hipóteses.

A noção central é a de *implicação de teste*, que é, grosso modo, a extração, da hipótese, de alguma consequência, ou predição, empírica, que possa, portanto, ser constatada, ou não, na experiência. Vamos simbolizar isso por $H \rightarrow I$, que vamos ler como ‘H implica I’, ou ‘H leva a I’.

Feito isso (um trabalho teórico de lidar com a hipótese), devemos ir à experiência e ver se, nas condições propostas por H, I ocorre de fato ou não.

Começemos com a situação em que I *não* ocorre. Simbolizemos isso por $\neg I$, que se lê ‘Não-I’, ou ‘I é falsa’.

Temos agora os ingredientes para montar um raciocínio, ou, mais tecnicamente, um *argumento* (ver Chibeni, “[Notas sobre tipos de argumentos](#)”), que é o seguinte:

$$\begin{array}{l} H \rightarrow I \\ \neg I \\ \hline \neg H \end{array}$$

As duas primeira linhas são as *premissas* do argumentos (i.e. os pontos assumidos como verdadeiros); depois do traço, está sua *conclusão*. Se o argumento for *logicamente válido*, a conclusão se segue inevitavelmente das premissas. É o caso desse argumento, ao qual os filósofos medievais deram o nome de *modus tollens*.

Interpretando: se I é falsa, H também o é. Ou seja, neste caso temos uma *refutação, ou falseação da hipótese*. Ela deve, portanto, ser rejeitada.

Vejam agora a situação em que I *ocorre*, ou seja, I é verdadeira (observa-se I, e não alguma coisa diferente e incompatível com I). Poderíamos ser tentados, por analogia com o caso precedente, pensar que argumento agora é o seguinte:

$$\begin{array}{l} H \rightarrow I \\ I \\ \hline H \end{array}$$

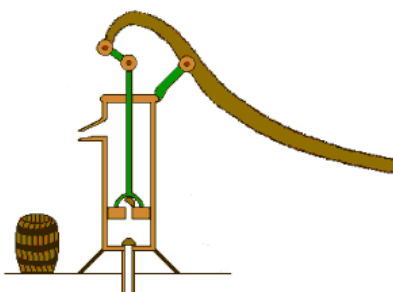
A conclusão seria que, agora, H é verdadeira, se seguiria da verdade de I e da implicação $H \rightarrow I$. *Mas isso não é o caso, pois o esquema acima não é de um argumento válido. A conclusão de fato não se segue das premissas!* O esquema é chamado de ‘falácia da afirmação do conseqüente’.

O fato de, na tentativa de formalizar o processo em que uma hipótese “passa” no teste, mediante a observação de uma de suas implicações empíricas, toparmos com esse problema lógico incontornável, levou, desde sempre, e com mais atenção ainda em décadas recentes, a uma viva discussão filosófica. Há um contraste aqui entre a análise lógica, que aponta a falácia, e um certo “senso comum” científico, que diz que, apesar dela, a hipótese pode, sim, ser vista com “apoiada” pelo resultado do teste. Os termos ‘corroboração’ e ‘confirmação’ são usualmente empregados aqui, para contrastar com o termo ‘prova’, que não se aplica, pois implicaria uma conclusão *certa*. Mas não há garantia de certeza aqui; apesar de passar no teste, H ainda pode se mostrar falsa em alguma outra ocasião, ou seja, outra implicação de teste dela, I^* , digamos, pode vir a se constatar como falsa, o que refutará H.

Após notar a falácia, Hempel prossegue, como faria qualquer cientista, e procura “salvar” o teste via senso comum, num importante parágrafo da p. 8: para a avaliação de H, ter uma de suas implicações de teste mostrada ser verdadeira *é melhor do que nada, e em particular melhor do que ter sido falseada*. Neste curso vamos adotar essa posição de senso comum, deixando o debate especializado para outra ocasião. (Ver, a propósito, S. S. Chibeni, *Afirmando o conseqüente: Uma defesa do realismo científico* (?!). [*Scientiae Studia* 4 \(2\): 221-249, 2006.](#))

Subsídios para a compreensão do segundo caso de teste de hipóteses da seção 2.1.

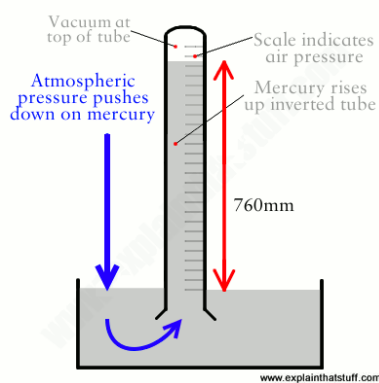
Fenômeno que requeria explicação: Limitação das bombas de sucção (“problema de Galileo”). Bombas de sucção, como a esquematizada na figura abaixo, só funcionam para poços de até cerca de 10 m de profundidade. Por que?



Veja-se a animação da bomba que funciona e da que não funciona: <https://digilander.libero.it/calchic/english1/enigma.html>

Hipótese de Torricelli (discípulo de Galileo): o que faz a água subir é o “peso” do ar sobre a água que está no poço. Essa hipótese era altamente heterodoxa, à época, pois na cosmologia ou ciência aristotélica o ar não poderia ter peso, e sim “leveza”. Essa visão do mundo estava começando a ser corroída, principalmente pelos esforços de Galileo e Descartes, na época em que Torricelli propôs sua hipótese.

A implicação de teste que Torricelli extraiu de sua hipótese é que se trocarmos a água por mercúrio, um líquido cerca de 14 vezes mais “pesado” (denso, diríamos hoje) o ar só teria “força” para fazê-lo subir 10/14 metro, ou seja, 70 e poucos centímetros. Para imitar o poço de mercúrio, Torricelli projetou o dispositivo abaixo, hoje conhecido como *barômetro*. O experimento confirmou a previsão de teste e, portanto, a hipótese de Torricelli.



Uma segunda implicação de teste da hipótese de Torricelli foi extraída por Blaise Pascal: se o aparelho de Torricelli for levado para um lugar bem alto, em que haja, portanto, menos ar em cima, a altura do mercúrio no tubo será menor do que é no lugar mais baixo. Esse experimento foi conduzido pelo cunhado de Pascal, Périer, no monte Puy-de-Dôme, na França, que por essa

razão é hoje um ponto turístico. Novamente, a implicação de teste mostrou-se verdadeira e, portanto, corroborada a hipótese de Torricelli.



Note-se que como a confirmação de hipóteses não é um processo definitivo - não é uma prova – pelo caráter inválido do argumento em que procura basear-se, é importante testar a hipótese com *várias implicações de teste distintas*. Se todas se verificarem, o “grau” de confirmação da hipótese aumenta, segundo uma percepção do senso comum, adotada pelos cientistas. (Incidentalmente, Hempel foi um dos filósofos que mais se ocuparam de tornar mais rigorosa a noção de “grau de confirmação”. Entre outras coisas, ele descobriu que a formalização mais plausível dessa noção gera diversos paradoxos, conhecidos com “paradoxos da confirmação”, ou “paradoxos de Hempel”. Em capítulos mais avançados do livro que estamos estudando, há uma descrição simplificada desse assunto.

2.3. O papel da indução na investigação científica

Nesta seção Hempel discute a indução como possível rota para tratar-se mais sistematicamente o processo de descoberta, gênese, ou criação de hipóteses. Esse caminho foi tentado com variados graus de sofisticação ao longo da história da filosofia, desde o séc. XVII até o XX. Há razoável clareza hoje de que não é uma rota cheia de grandes problemas, razão pela qual não a exploraremos muito no nosso curso.

Indução é o nome dado para uma forma de argumento, diferente dos argumentos lógicos, como o *modus tollens*, em que se diz que há uma dedução. (Ver as Notas sobre tipos de argumentos, referida acima.)

Hempel procura didaticamente introduzir o conceito de indução por contraste com um tipo especial de dedução, aquele em que de uma premissa

que expressa uma lei geral se infere um caso particular que caia sob essa lei.
Exemplo simples:

Todo homem é mortal (premissa 1)

Sócrates é homem (premissa 2)

Sócrates é mortal (conclusão)

Um argumento indutivo poderia ser, por exemplo, aquele em que se relatam diversos casos de homens que morreram e daí se conclui que todo homem é mortal (por acaso, justamente a premissa 1 do argumento lógico acima; mas isso é irrelevante).

Tales morreu

Demócrito morreu

Sócrates morreu

Aristóteles morreu ...

Todo homem é mortal

(Usamos o traço duplo aqui para significar que não é uma dedução, e sim uma indução.)

Nesse caso, a indução vai de casos particulares para uma lei geral. Mas também seria um raciocínio indutivo ter concluído, das mesmas premissas, que eu, S. S. C., também morrerei, mais cedo ou mais tarde.

O essencial para caracterizar a indução é que, nessa forma de inferência, há uma *extensão da evidência empírica para mais um caso semelhante, ou para todos os casos semelhantes*. Argumentos indutivos não são, porém, logicamente válidos, ou seja, suas premissas não garantem, num sentido estrito de *prova*, a sua conclusão. As tentativas de encontrar alguma forma de mitigar essa limitação ficaram conhecidas como *problema da indução*. Um texto clássico sobre esse problema é o cap. 6 do livro de Bertrand Russell [*The Problems of Philosophy*](#). Tradução de J. Conte [aqui](#).

A ideia que Hempel explora é a de que as hipóteses científicas, que na maioria dos casos, são leis gerais, sejam “geradas” indutivamente.

Quando sistematizada, essa proposta muitas vezes é chamada de *indutivismo*. O indutivismo, assim concebido, a seu turno acabou muitas vezes sendo entendido como um método da ciência, ou ainda, *o método científico*. Essa abordagem foi duramente criticada por filósofos da ciência,

especialmente a partir da segunda metade do séc. XX. Hempel foi um dos críticos, justamente aqui nesta seção. Ele mostra várias das limitações dessa proposta, tomando como mote uma citação compacta de um autor economista, A. B. Wolfe. Importante notar as objeções levantadas por Hempel contra o “indutivismo” descrito nessa passagem (que, aliás, pode ser apenas uma caricatura do autor, como o próprio Hempel admite; o recorte desse trecho pode não ser justo para com a posição real do referido cientista).

O seguinte esquema pode ser usado para fixar ideias do que seria, grosso modo, a visão indutivista da ciência:



Figura 1

A crítica de Hempel é bastante clara e não a comentarei mais aqui. Uma sugestão de leitura complementar é a dos capítulos ou seções de um livro introdutório de filosofia da ciência da autoria de A. F. Chalmers, *What is this thing called Science*. A figura acima foi tirada desse livro. Ele teve 3 edições, bem diferentes uma das outras, mas em todas elas há uma explicação do indutivismo, seguida de críticas semelhantes às de Hempel, complementares a elas. Recomenda-se fortemente a leitura dessas porções desse livro, agora (e depois, também, sobre outros tópicos que encontraremos no curso, já a partir dos tratados por Hempel nos caps. 3 e 4). Vejam-se, depois, as notas de aula sobre esses capítulos, disponíveis na seção Textos Didáticos do site do professor.
