

TRABALHO SOBRE TEXTOS: MENDELEIEV E WEATHERALL

Ary Nepote

1º TEXTO — “O edifício da ciência exige em sua construção material e plano; sem material o plano é apenas um castelo no ar, uma simples possibilidade; por sua vez, o material sem o plano não passa de coisa inútil. No trabalho da ciência, o artista, o arquiteto e o construtor são freqüentemente o mesmo indivíduo, mas outras vezes há uma diferença entre si.

O plano pode ter sido concebido por um e realizado por outro. Outras vezes é totalmente feito o trabalho-plano e realização — pelo mesmo indivíduo; outras vezes, ainda, a execução do trabalho decorre da manipulação e preparo de material anteriormente acumulado.

O livre acesso ao edifício da ciência não é assegurado apenas àqueles que traçaram o plano ou desenharam as plantas minuciosas, nem também àqueles que preparam o material ou empilharam os tijolos; é assegurado, também, àqueles que têm desejo de travar conhecimentos estreitos com o planejamento estabelecido e o prédio construído, àqueles que não querem morar nos subterrâneos ou nas águas furtadas onde os trastes inúteis são guardados.”

(MENDELEIEV.)

INTERPRETAÇÃO

Em uma linguagem metafórica, o texto nos oferece um quadro de vários aspectos fundamentais da ciência, de tal modo que pode ser abordado sob diferentes ângulos.

Pensar no “edifício da ciência” implica considerarmos, de um lado, o problema de sua “construção” e, de outro, o “edifício” em si mesmo. Em outros termos, o texto faz referência a dois significados diferentes, inerentes ao próprio termo “ciência”.

Ciência como processo e ciência como produto.

Conceber e realizar planos, preparar e manipular material, empilhar tijolos, são atividades que se reportam a operações como observar, raciocinar, ler interpretar, organizar projetos de pesquisa, experimentar, etc. e, que visam ao “edifício”, à ciência-produto, isto é, um conjunto de declarações que se propõe a descrever este ou aquele aspecto da realidade, e que corresponde ao nosso conhecimento científico.

Mas, como se dá a construção do edifício? Que procedimentos a orientam?

Ao colocar que “plano” e “material” são necessários, mas que isoladamente são estéreis, Mendeleiev nos lembra o caráter empírico do conhecimento científico: se a ciência significa o conhecimento sobre o universo, a ele deve reportar-se e, com ele, suas declarações devem ser consistentes. Por outro lado, a coleta, a preparação de material é inútil sem a existência de um plano orientador. Com essa idéia, Mendeleiev põe em relevo a abordagem teórico-formal, hipotético-dedutiva do trabalho científico. NAGEL apresenta posição semelhante quando afirma: “como os fatos não são relevantes ou irrelevantes por si mesmos, o cientista está obrigado a adotar algumas hipóteses preliminares acerca de quais fatos de interesse para o problema que enfrenta... Ausentes estas hipóteses, a pesquisa é cega e sem objetivo” (1). Da mesma forma se situa POPPER, para quem “a observação é sempre observação à luz de teorias. A ciência... não pode principiar com observações ou com a coleta de dados, como crêem alguns estudiosos do método. Antes de poder coligir dados, o nosso interesse por dados de certa espécie deve ter-se manifestado: o problema surge sempre antes” (2).

Mendeleiev leva em consideração, também, o caráter social da ciência (atividade científica), ao ressaltar que o “plano pode ter sido concebido por um e realizado por outro”, e que, “outras vezes é totalmente feito o traba-

(1) NAGEL, E. **The Structure of Science**. New York, Harcourt Brace & World, 1961, cap. I.

(2) POPPER, K. **The Poverty of Historicism**. London, Routledge and Kogan Paul, 1957, pág. 121. Cit. in HEGENBERG, Leônidas — **Explicações Científicas**, Introdução à Filosofia da Ciência, São Paulo, Ed. USP — Herder, 1969, pág. 110.

lho — plano e realização — pelo mesmo indivíduo; outras vezes, ainda, a execução do trabalho decorre da “manipulação e preparo de material anteriormente acumulado”. O autor põe em evidência o fato de que os cientistas não trabalham num vácuo, visto que é possível também a possibilidade de o investigador lançar mão, partir de conhecimentos anteriormente adquiridos, destacando, em última análise, o caráter cumulativo do conhecimento científico.

E como tal caráter é garantido ?

Na medida em que o cientista documenta as conclusões a que chegou, ele assegura que outros, cientistas ou não, entrem em contato com elas, compartilhem delas no presente ou no futuro, preservando assim a possibilidade de acumular conhecimentos.

Essa comunicação de resultados libera, pois, o acesso ao “edifício da ciência” e pode ser considerada sob duas perspectivas.

A difusão do conhecimento científico dá relevo ao **papel social**, ao **valor cultural** da ciência na modificação dos sistemas de crenças e hábitos vigentes.

Por outro lado, a comunicação de resultados, como parte da atividade científica, é essencial à **sistematização da ciência**.

Encarando um problema, a meta do cientista é compreendê-lo e chegar a uma solução. Nessa busca de solução, o cientista pode ter idéias e intuições que lhe permitem elaborar hipóteses explicativas sobre o fenômeno. Poderíamos dizer que, nessa fase, o cientista põe em jogo seus dotes criativos, semelhantes àqueles que permitem a criação artística. Mas, como diz NAGEL: “ainda que se deva admitir que a imaginação criadora tem um papel a desempenhar no campo da investigação científica, a ciência não é poesia nem especulação; as hipóteses levantadas durante a pesquisa, assim como outras explicações propostas para certas classes de fenômenos, devem ser submetidas à comprovação” (3).

Para isso, o primeiro passo consiste na colocação das idéias e hipóteses em linguagem compreensível por outros e, o segundo, na divulgação dos resultados do estudo, pois tal procedimento garante à comunidade científica a possibilidade de criticar, estudar e reproduzir as investigações feitas, o que em última análise, preserva à ciência seu requisito de objetividade. Citando mais uma vez NAGEL, podemos dizer que “a objetividade se deve a uma comunidade de pensadores, cada qual deles a criticar severamente as afirmações dos demais.

(3) cf. op. cit.

Nenhum cientista é infalível e todos apresentam suas peculiares deformações intelectuais e emocionais; ...as idéias que sobrevivem às críticas de numerosos espíritos independentes revelam maior probabilidade de ser legítimas do que as concepções tidas por válidas simplesmente pelo fato de parecerem auto-evidentes a um pensador isolado" (4).

Partindo das considerações acima, podemos concluir que Mendeleiev pretendeu enfatizar neste texto a importância da **linguagem** como instrumento básico e imprescindível à elaboração do conhecimento científico.

Consideramos tal aspecto fundamental dentro do texto, pois, os vários aspectos da natureza da ciência por ele suscitados, interligam-se à linguagem — tanto no contexto da investigação, em que o cientista lida essencialmente com fenômenos extralingüísticos, como no contexto da ciência-produto. O papel da linguagem é central na medida em que a própria formulação de problemas e elaboração de hipóteses é guiada por um sistema de conceitos e teorias.

Ainda mais, o próprio recurso metafórico empregado pelo autor para expressar tais idéias, corrobora tal conclusão.

É sempre útil lembrarmos, com KORZYBSCKY (5): "as realizações humanas se assentam no uso de símbolos" e a ciência não constitui uma exceção.

2º TEXTO — "Cabe examinar os processos através dos quais um cientista é levado à elaboração de hipóteses.

Durante séculos supôs-se que ele raciocinasse partindo de casos particulares para chegar a leis gerais; à primeira vista, essa forma de entender a marcha daquele raciocínio o propicia, aparentando uma visão vista e razoável do modo de agir. Não obstante, o processo de argumentar passando do particular para o geral é de justificação lógica impossível, conquanto o processo inverso, o de argumentar passando do geral para o particular seja perfeitamente aceitável. Hoje em dia, a tendência é entender que o cientista "inventa" hipóteses, em vez de chegar a elas por meio de um raciocínio logicamente defensável, passando em seguida, a verificar se

(4) Cf. op. cit.

(5) KORZYBSCKY, Alfred. **Science and Sanity: an Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics**. Lancaster, Pa., Science Press Printing Co., 1938. Cit. in HAYAKAWA, S.I. **A Linguagem no Pensamento e na Ação**. São Paulo, Bibl. Pioneira de Administração e Negócios, 1963, pág. 17.

as conclusões possíveis de deduzir daquelas hipóteses apresentam ou não coerência com os fatos observados.

A distinção não importa muito, entretanto, a um cientista atuante que não tem necessidade de preocupar-se com o saber se chega às suas hipóteses por indução ou por meio da imaginação e só se preocupa em chegar a elas”.

(WEATHERALL)

INTERPRETAÇÃO

Pelo exposto, notamos que Weatherall assume uma posição concernente ao procedimento hipotético-dedutivo, refutando a validade da indução de hipóteses.

Cabem, então, algumas considerações sobre o próprio emprego da indução e da dedução na elaboração de hipóteses.

Segundo o procedimento indutivo, pode-se chegar a hipóteses apropriadas inferindo-as a partir de dados anteriormente coligidos.

A inferência indutiva difere da inferência dedutiva em vários pontos importantes. Na dedução, a conclusão relaciona-se com as premissas de tal maneira que, sendo estas verdadeiras, a conclusão também o será. As inferências indutivas partem de premissas de casos particulares a uma conclusão que tem caráter de generalização. Neste caso, entretanto, a verdade das premissas não garante a verdade da conclusão. Logo, podemos dizer que, a conclusão de uma inferência indutiva é apenas provável, o que, segundo Weatherall, constitui obstáculo à sua validade como instrumento na formulação de hipóteses.

Por outro lado, o procedimento hipotético-dedutivo pode ser descrito nos seguintes termos:

1. Inicia-se com uma familiarização com o fenômeno no campo de estudo: observação inicial. Nessa fase já deve participar ativamente do processo de “teorizar”; deve constantemente estar formulando “alvos” em relação a que procurar e deve observar de acordo com eles. Nas palavras de POPPER: “A teoria domina o trabalho experimental desde o seu plano inicial até as partes finais no laboratório” (1).

(1) POPPER, K. *The Logic of Scientific Discovery*. English E. London, Hutchinson, 1 959, pág. 107. Cit. in TATSUOKA, M. e TIEDEMAN, D. *Statistics as an Aspect of Scientific Method in Research on Teaching*. In Gage, N.L. Ed. *Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand Monally, 1 953, cap. 4.

2. Invenção criativa de construtos e hipóteses — passo-chave no trabalho científico e que coloca tal trabalho no mesmo plano da criatividade imaginativa que caracteriza o trabalho artístico e literário.

É difícil dar uma descrição completa desse passo. De fato, os filósofos da ciência não estão de acordo com relação à exeqüibilidade de tal descrição. Para os nossos propósitos aqui, é suficiente notar que, em geral, a analogia com princípios estabelecidos no Campo em estudo e com aqueles de disciplinas relacionadas, desempenha um papel importante na "invenção" de hipóteses teóricas.

O problema de inventar construtos teóricos pode ser alternativamente caracterizado como o de procurar variáveis apropriadas para uso em um sistema teórico. A experiência em outras ciências mostra que termos do dia-a-dia não serão, em geral, os mais apropriados para uso em uma teoria... Especulação, analogia, ensaio-e-erro e mesmo sorte (pura) contribuem para o desenvolvimento de construtos e hipóteses.

3. Este passo é de pura dedução, seguida de interpretação, com vistas a derivar conseqüências observáveis da teoria. Isto é, "traduzir" alguns construtos hipotéticos em variáveis observáveis, através de definições coordenadoras, resultando daí, um conjunto de hipóteses empiricamente testáveis, que afirmam inter-relações entre variáveis observáveis, inter-relações essas esperadas com base na teoria.

4. Projetar experimentos ou observações para testar empiricamente tais hipóteses.

Pela descrição do procedimento hipotético-dedutivo (ver fig. 1), somos levados à conclusão de que nenhuma ciência experimental é válida, exceto se tiver um prévio modelo teórico que oriente a formulação de hipóteses. Entretanto, verificamos que, especialmente nos desenvolvimentos iniciais de uma ciência, difilmente encontramos sistemas de conceitos e postulados que propiciem a formulação de teorias.

Outro aspecto a considerar, em relação aos passos do procedimento hipotético-dedutivo e à própria colocação feita por Weatherall de que o cientista "inventa" hipóteses, parece-nos mais uma forma ilusória de resolver o problema, uma vez que o termo "invenção" não explicita o processo subjacente de raciocínio, deixando margem a que se conclua que o resultado pode ter decorrido tanto de uma indução como de uma dedução.

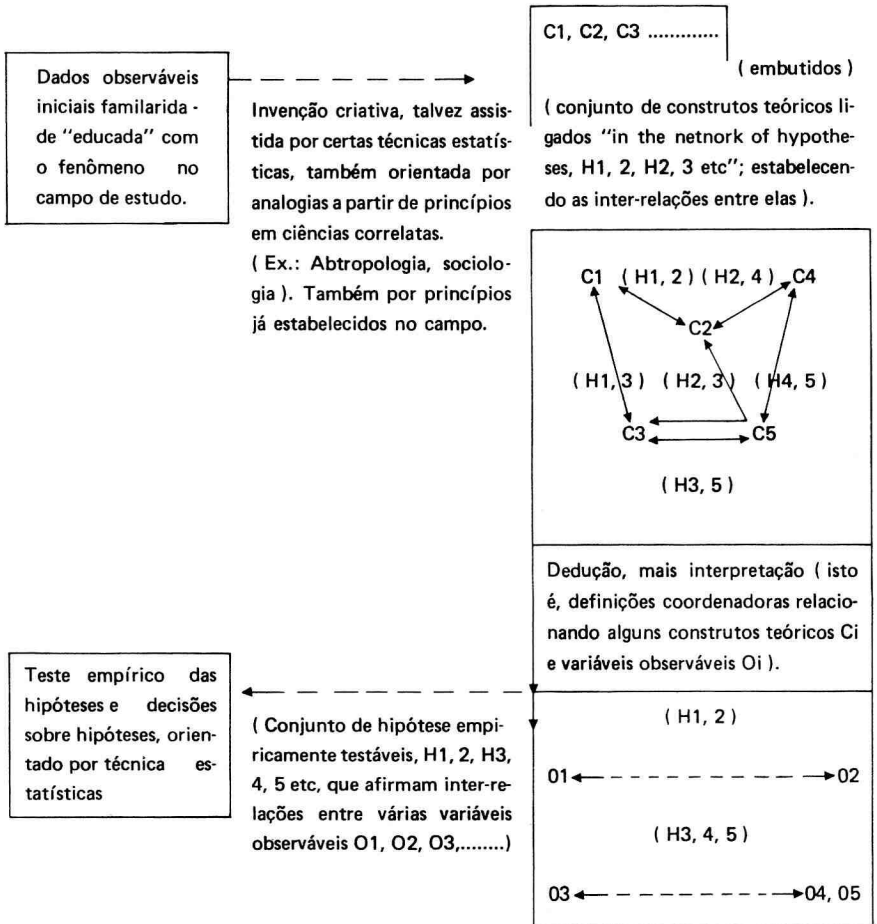


Fig. 1 — "Procedimento observacional hipotético-dedutivo".

Ainda mais, a ênfase posta por Tatsuoka e Tiedman (2) no processo de **analogia** como um meio de elaboração de hipóteses, coloca a indução novamente em relevo, ainda que atribuindo caráter mais amplo.

Em síntese, adotando ou não o procedimento hipotético-dedutivo, parece-nos impossível refutar o valor da indução na formulação de hipóteses, haja vista que sempre será um conjunto particular, específico, de fatos observados que suscitem a necessidade de uma explicação, que levem à formulação de um problema e, em última análise, a de uma hipótese.

Do ponto de vista do valor da indução, cabe, ainda, outra ordem de considerações.

Tomando como referência o problema específico da formulação de leis a partir da comprovação de hipóteses, novamente nos defrontamos com a questão da indução, independente de termos empregado anteriormente o procedimento hipotético-dedutivo ou não na elaboração de hipóteses.

Em outros termos, a questão se recoloca, uma vez que, verificada uma hipótese, o objetivo posterior do cientista é extrapolar suas conclusões para o geral, ou seja, ele induz seus resultados na forma de leis universais. Ora, se a indução é aceitável em tal fase do processo científico, por que não o será na etapa da formulação de hipóteses? Se a indução é **logicamente** indefensável na primeira fase da pesquisa científica, também o será na fase posterior da elaboração de leis.

No campo das ciências empíricas devemos lembrar que o cientista (o investigador) não tem elementos para chegar a princípios gerais que não os representados pelo estudo de casos particulares do fenômeno em tela e, como tal, tem de apelar à conduta indutiva. Tal procedimento implica, portanto, aceitar como válida a indução como instrumento formulador de hipóteses.

Tendo em vista tais considerações e, também, a própria ambigüidade da expressão "invenção de hipóteses" delineada no texto, concluímos que lhe falta coerência e validade.

(2) TATSUOKA, M. M. e TIEDEMAN, D. V. **Statistics as an Aspect of Scientific Method in Research on Teaching**, In Gage, N. L. Ed. Handbook of Research on Teaching. Chicago: Rand Monally, 1 963, cap. 44.