

Proposições sobre a natureza da ciência e do trabalho científico¹

1. A observação (científica) é seletiva: exige um objeto, um ponto de vista, um interesse especial, um problema. As observações são intrincadas misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos. Não há observações neutras.

“São as pessoas que vêem e não seus olhos”². Efetivamente, há muito mais coisas no ato de ver do que as imagens que se formam na retina do observador. A experiência visual que alguém tem ao ver um objeto depende de seus conhecimentos, de suas vivências, de suas expectativas, de suas interpretações. Quando diferentes observadores olham para um mesmo objeto, em igualdade de condições, há um certo sentido em se dizer que “todos eles estão ‘diante de, ‘olhando para’ e, assim, ‘vendo’ a mesma coisa. Mas não podemos concluir que eles tenham experiências perceptivas idênticas”³.

No sentido estritamente biológico:

Quando olhamos na direção de algum objeto, a imagem atravessa a córnea e chega à íris, que regula a quantidade de luz recebida por meio de uma abertura chamada pupila. Quanto maior a pupila, mais luz entra no olho. Passada a pupila, a imagem chega ao cristalino, e é focada sobre a retina. A lente do olho produz uma imagem invertida, e o cérebro a converte para a posição correta. Na retina mais de cem milhões de células fotorreceptoras transformam as ondas luminosas em impulsos eletroquímicos, que são decodificados pelo cérebro.⁴

Quer dizer, estar diante dos mesmos ‘dados’ não é sinônimo de observar a mesma coisa, por exemplo, devido a alteração na estrutura, na forma, na organização daquilo que se observa à luz do repertório conceitual e das habilidades do observador, como ilustram as figuras de *Gestalt*⁵.

A Figura 1a mostra um cubo, que pode ser observado de duas diferentes perspectivas: ‘de cima para baixo’, quando ficam visíveis suas faces superior, frontal e direita, e de ‘baixo para cima’, quando se expõem as suas faces inferior, frontal e esquerda. A escada, na Figura 1b, segue a mesma perspectiva. Na Figura 1c pode-se visualizar um vaso ou duas faces se entreolhando.

¹ Texto Extraído de PEDUZZI, L. O.; RAÍCIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência**. Agosto, 2019, 57p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br

² Hanson, 1975, p. 130.

³ Chalmers, 1999, p. 49, 52.

⁴ Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2017 (www.cbo.com.br).

⁵ Gestalt é um termo alemão, sem tradução exata para o português ou qualquer outro idioma, que significa, aproximadamente, o todo, a estrutura, a forma, a organização (Braghirolli *et al.*, 1997). “A psicologia da Gestalt, originalmente ocupada com o estudo da percepção, enfatiza sistemas holísticos, nos quais as partes estão dinamicamente inter-relacionadas, de modo que o todo não pode ser inferido das partes separadamente.” (Moreira, 2011, p. 44). O todo não é o resultado de um processo de simples adição dos elementos que o formam.

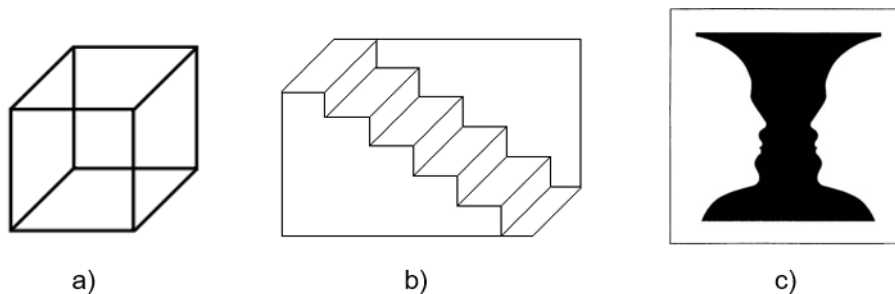


Figura 1 – Figuras de Gestalt: a) o cubo de Necker; b) a escada; c) o vaso de Rubin (extraídas de Hanson, 1958, Chalmers, 1999, Rubin, 1921, respectivamente)

As Figuras 2a, 2b, e 2c. ilustram os ‘pares’ coelho-pato, cavalo-sapo, moça-velha.

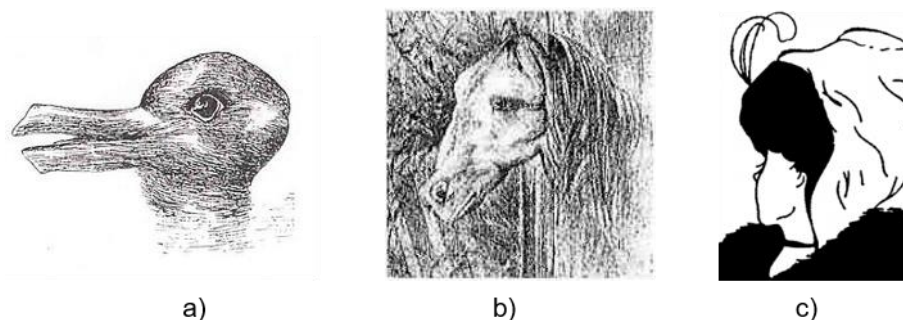


Figura 2 – a) coelho-pato; b) cavalo-sapo; c) moça-idosa (extraídas de Jastrow, 1900, Internet, Hanson, 1958)

A percepção de Jesus Cristo na Figura 3 (e não a imagem de um homem qualquer) reitera como as concepções de um indivíduo exercem influência sobre o que ele é capaz de ver.



Figura 3 – Jesus Cristo (extraída de Hanson, 1958)

A arte contemporânea do pintor ucraniano Oleg Shuplyak⁶, que utiliza magistralmente a ilusão de óptica em suas obras, é mais um exemplo de como as observações não são neutras. Ele traz telas como a dos ‘dois passáros’, mostrada na Figura 4, que não exigem do espectador mais do que a sua mera atenção para distinguir as sutilezas proporcionadas pelo artista; assim como inúmeras outras que demandam conhecimentos específicos para serem apreciadas em seu alcance cultural mais amplo, como o rosto de Vincent van Gogh nas pinceladas impressionistas do quadro na Figura 5, ou o de Isaac Newton no cenário que evoca o mito da maçã, na Figura 6.

⁶Oleg Shuplyak disponibiliza em galeria online várias obras de suas coleções (Shuplyak, 2019).



Figura 4 – “Pássaros de uma mesma pena” (extraída de Shuplyak, 2019)

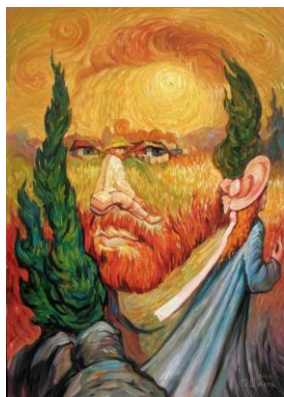


Figura 5 – “Retrato duplo de Van Gogh” (extraída de Shuplyak, 2019)



Figura 6 – “Newton no jardim das ideias” (extraída de Shuplyak, 2019)

Por certo, observação e interpretação interligam-se como coisas indissociáveis:

Separar a urdidura do tecido destrói o produto; separar a pintura da tela destrói o quadro; separar matéria e forma numa estátua torna-a ininteligível. Assim também, separar os sinais-de-apreensão-de-sensações da apreciação-do-significado desses sinais destruiria o que entendemos por *observação científica*.⁷

⁷ Hanson, 1975, p. 128.

“O significado de uma observação é função de sua localização numa rede de hipóteses e inferências.”⁸ A natureza não se mostra por si só: é interagindo com ela, submetendo-a a condições específicas, que se visa compreendê-la.⁹

Na perspectiva de Ludwik Fleck (1896-1961), o observar envolve, primeiramente, o ver inicial e pouco claro e, posteriormente, a percepção da forma desenvolvida e imediata. Este segundo momento, exige a inserção do sujeito em uma área do conhecimento: “somente após muitas vivências, talvez após uma formação prévia, adquire-se a capacidade de perceber, de maneira imediata, um sentido, uma forma e uma unidade fechada”. Isto quer dizer, em outras palavras, que a observação sem pressuposições “psicologicamente, é um contrassenso e, logicamente, uma brincadeira”.¹⁰

Sem dúvida, é possível olhar sem nada ver, por exemplo, quando se está absorto em pensamentos que distanciam o indivíduo do seu entorno. Por isso também se diz que não há observação sem a consciência daquilo que é observado, sem uma efetiva interação entre sujeito e objeto.

13. A experimentação não tem apenas o papel de corroborar ou de refutar teorias em sua forma final. Ela é parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, que envolve o diálogo entre as expectativas e convicções teóricas do investigador e as observações que ele realiza.

“Explicações teóricas e verificações empíricas complementam-se e estimulam-se umas às outras”, como observa o físico David Bohm (1917-1992) em “Causalidade e acaso na física moderna”¹¹. O processo é contínuo e acaba levando ao aperfeiçoamento das teorias, das técnicas experimentais, dos sistemas de análise. Nesse cenário, “a experiência pode fazer parte de procedimentos ainda pouco estruturados, que comportam uma diversidade de caminhos; ela se ajusta ao contexto e à própria situação investigativa”¹².

Em contraste, Francis Bacon, considerado por muitos como o primeiro filósofo experimental da ciência moderna, argumentava em sua principal obra, o *Novum Organum*¹³ que para se ter acesso ao conhecimento genuíno dos fenômenos naturais, era preciso fazer pesquisa à luz da experiência metodicamente organizada. A experiência pura e simples, sem planejamento, seria mero tateio que, como tocha apagada na escuridão, nada mais faria do que confundir e obscurecer a mente do experimentador.

⁸ Oliva, 1994, p. 17.

⁹ Iglesias, 2004.

¹⁰ Fleck, 2010, p. 141-142.

¹¹ Bohm, 2015, p. 60.

¹² Praia; Cachapuz; Gil Pérez, 2002, p. 257.

¹³ Bacon, 1979.

A verdadeira ordem da experiência, ao contrário, começa por primeiro, acender o archote e, depois, com o archote mostrar o caminho, começando por uma experiência ordenada e medida – nunca vaga e errática –, dela deduzindo os axiomas e, dos axiomas, enfim, estabelecendo novos experimentos¹⁴.

Não obstante, em “Of the dignity and advancement of learning”¹⁵ ele destacou que a invenção das ciências ou das artes procede de duas formas: tanto da indicação de um experimento para outro, quanto dos experimentos para axiomas; axiomas esses que sugerem novos experimentos. A primeira conduta ele chamou de *experientia literata* (experiência instruída), a outra de Interpretação da Natureza ou *Novum Organum*.

A *experientia literata* “é o método escolhido para explorar o mundo natural e para construir as correlações empíricas de coisas”¹⁶. Em que pese a desatualidade dos fundamentos epistemológicos da filosofia baconiana presentes em seu principal e mais conhecido livro, com sua exarcebada ênfase no método e no valor funcional da observação no processo de constituição e justificação de teorias¹⁷, a experiência instruída indica, como aponta Friedrich Steinle (1957-)¹⁸, algumas funções epistêmicas importantes da experiência, que incluem diferentes atividades na produção de novos fenômenos e a classificação desses fenômenos. É nesse sentido que ela apresenta nítidas sobreposições com o que se poderia classificar de *experimento exploratório*.

De acordo com a conceitualização de Steinle, os *experimentos exploratórios* representam uma categoria de experimentos que, normalmente, aparecem na ciência em momentos em que não há um quadro teórico de conhecimento bem estabelecido. Conceitos ainda estão sendo elaborados, fenômenos melhor investigados, classificações sendo iniciadas. As experiências são conduzidas, sobretudo, pelo desejo de obter regularidades empíricas e “descobrir” conceitos apropriados por meio dos quais essas regularidades podem ser formuladas. Não servem, simplesmente, para corroborar ou refutar teorias. É nesse sentido que Ian Hacking (1936-) argumenta que o experimento pode ter vida própria¹⁹. Apesar da sua autonomia quanto à teoria, o experimento pode ser, e muitas vezes o é, sistemático e dirigido, inclusive por objetivos epistêmicos; entender, compreender, “descobrir”²⁰.

A *experimentação exploratória* não perpassa por um processo específico e bem definido, isto é, não segue regras ou métodos prescritivos, como almejava Bacon no *Novum Organum*, mas inclui todo um conjunto de diferentes abordagens experimentais, similares àqueles da *experientia literata*. Algumas características comuns podem ser identificadas quando esses experimentos são

¹⁴ Bacon, 1979, I, LXXXII, p. 50.

¹⁵ A obra *Of The Dignity and Advancement of Learning* (1623) é uma versão latina e expandida de *Advancement of Learning*, publicado em 1605.

¹⁶ Georgescu, 2011, p. 109.

¹⁷ A metodologia baconiana apresenta-se como “uma espécie de panacéia da invenção e da justificação dos resultados científicos. Deixa de haver *criação* para passar a existir apenas *constação*: os resultados obtidos são consequências inevitáveis da aplicação adequada das regras estipuladas” (Oliva, 1990, p. 16-17).

¹⁸ Steinle, 2002.

¹⁹ Hacking, 2012.

²⁰ Raicik e Peduzzi, 2015.

analisados. Normalmente, vê-se a busca por uma regularidade empírica, a variação de um grande número de parâmetros experimentais (o tipo de material, as condições sob as quais se encontram, entre outros), a análise de quais parâmetros afetam o efeito/fenômeno em questão e quais são essencialmente necessários, e a possível formação de novos conceitos.

Em cada nova experimentação, o arranjo e a maneira como o experimento vai ser conduzido e analisado tornam-se diferentes e, ainda não são, em sua totalidade, estáveis; estão sujeitos a falhas, a erros, a imprevistos e a especulações casuais. Em semelhança à experiência instruída, Bacon aconselha:

ninguém deve ser desencorajado ou confundido se as experiências [instruídas] que ele tenta não responderem a sua expectativa. Pois, embora uma experiência bem-sucedida seja mais agradável, uma malsucedida, muitas vezes, não é menos instrutiva²¹.

A experiência científica é orientada pelo enquadramento teórico do investigador que, em interação com ela, a submete a um interrogatório de respostas não definitivas. Hipóteses, corroboradas ou não, conduzem a novas observações e a novos experimentos que podem ampliar o escopo da pesquisa ao evidenciarem novas regularidades empíricas. Essas, por sua vez, demandam “novas explicações, seja por modificações nas hipóteses existentes, seja pela revisão de uma ou mais hipóteses subjacentes”²².

Hacking salienta que a experimentação exerce diferentes funções, na busca do entendimento da natureza, na procura de novas “descobertas” e que portanto não se enquadra em um método rígido. Algumas experimentações, por exemplo, “criam fenômenos que não existiam anteriormente em um estado puro”²³. Esses fenômenos são frutos, não raro, de um intenso diálogo entre o experimento e as hipóteses que foram desenvolvidas antes e durante o processo de construção do conhecimento. Neste contexto, a experimentação deixa de ser apenas corroboradora ou falseadora de uma teoria, passando a possuir um papel independente dela, ou ainda de mesma relevância²⁴.

14. No âmbito da observação e da experimentação na ciência, o acaso (a descoberta acidental, serendípica) só favorece a mente preparada.

A frase “dans les champs de l’observation le hasard ne favorise que les esprits préparés” (no campo das observações o acaso só favorece o espírito preparado)²⁵, proferida pelo químico francês Louis Paster (1822-1895), por ocasião de seu discurso de posse como reitor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lille, em 1854, é famosa na história da ciência. Com ela, Pasteur

²¹ Bacon, 1882, p. 83.

²² Bohm, 2015, p. 60.

²³ Hacking, 2012, p. 57.

²⁴ Garcia; Estany, 2010.

²⁵ Lejeune, 1998, p. 61; Stauffer, 1953, p. 309.

frisava a importância dos conhecimentos, da carga teórica do investigador no desenvolvimento de seu trabalho, ao se referir à controversa questão do acaso na descoberta do físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851), em 1820, de que o conflito elétrico (corrente) em um fio conectado a ambos os polos de uma pilha voltaica produz efeitos magnéticos circulares em torno do fio. Independentemente de ter havido, ou não, predição no episódio de Oersted, “fatores lógicos, como hipóteses, não eliminam fatores acidentais”²⁶.

Com efeito, certos eventos, ditos casuais, impactam determinados estudiosos, mas não outros, que ficam indiferentes a eles. Reconhecendo o imprevisto, e sua possível fecundidade para a pesquisa, o investigador passa a estudá-lo. Assim, admitir algo 'novo' a partir de um acaso não presume neutralidade, já que os acidentes ou ‘erros’ tornam-se descobertas pela sagacidade do estudioso em entender esse novo fato²⁷. Via de regra, o acaso beneficia os pesquisadores que estão imersos em determinada investigação. “Profundidade e amplitude de conhecimento são pré-requisitos virtuais”²⁸, como adverte o prêmio Nobel Paul Flory (1910-1985) em discurso proferido por ocasião do recebimento da medalha Priestley, conferida pela Sociedade Americana de Química, ou, do contrário, “a fagulha proverbial do gênio [não só dele, mas do cientista em geral], se ela se manifestar, provavelmente não encontrará nada para incendiar”²⁹.

O acaso, como um importante elemento da descoberta científica, muitas vezes é parte de um processo pouco ou nada linear e (mesmo) ‘racional’, embora com frequência se apresente dessa maneira em livros textos, em reconstruções históricas e nos relatos dos cientistas.³⁰

²⁶ Kipnis, 2005, p. 20.

²⁷ Roberts, 1995.

²⁸ Ibid, p. 16.

²⁹ Ibid., p. 16.

³⁰ Piccolino; Bresadola, 2013, p. 5.