

O PULSO DA CIÊNCIA

Alfredo Marcos

Catedrático de Filosofia da Ciência da Universidade de Valladolid.
Doutor em Filosofia pela Universidade de Barcelona

INTRODUÇÃO: A CIÊNCIA COMO AÇÃO PESSOAL

Para alguns filósofos, sobretudo na tradição positivista, a ciência é constituída por enunciados teóricos e observacionais, aqueles que encontramos tipicamente nos artigos, informes de laboratório e livros. A produção desses enunciados se regeria por um suposto método científico, baseado exclusivamente na observação e na inferência lógica. Essa visão da ciência é, minimamente, parcial, e está superada atualmente.

A ciência deve ser entendida como ação humana. Abrem-se assim novas dimensões para a filosofia da ciência. A dimensão linguística não fica anulada, mas integrada a uma nova perspectiva, já que muitas das ações que compõem a ciência são de caráter linguístico. Só que, ao pensar a ciência como ação, podemos nos perguntar também pelas dimensões morais das ações e dos cientistas, por sua integração ao conjunto da vida humana, por seu sentido político, pelos recursos da criatividade científica, pelos aspectos didáticos, de divulgação ou estéticos da ciência, pelo valor de suas aplicações, pelo tipo de sociedade para o qual aponta cada ação científica e pelo tipo de sociedade do qual brota... Como se vê, um novo e dilatado horizonte de questões¹.

1 Cf. Alfredo Marcos (2010).

Na formulação anterior, afirmei que a ciência é ação humana individual e social. Agora quero esclarecer esses termos. O indivíduo que faz ciência é sempre uma *persona* humana, e, precisamente por sê-lo, está inserido num contexto social, pois a sociabilidade pertence à própria natureza humana. Não há cientistas, mas pessoas que fazem ciência, do mesmo modo que ninguém mais fala de deficientes, mas de pessoas com deficiências. Queremos dizer que é preciso observar a pessoa enquanto tal em sua integridade, e não só a umas poucas de suas características diferenciais. Ao falar de *personas que fazem ciência*, quero ressaltar que a ciência é ação e produto de pessoas, tomadas de forma integral, e não apenas de umas poucas capacidades ou funções das mesmas. São capacidades suas de raciocínio lógico e observação, mas, obviamente, as pessoas são muito mais que isso. E a ciência resulta das pessoas em sua totalidade, com todas as suas (in)capacidades, atitudes e circunstâncias. Isso inclui emoções, sentimentos, motivações, afetos, interesses, capacidade de atenção, intuição, imaginação e memória, sentido estético e moral, contexto social (diálogo) e histórico (tradições)... Alguém dirá que todas essas dimensões pessoais, e portanto subjetivas, são precisamente as que devem ser deixadas na porta do laboratório para que a objetividade científica não seja ferida. Não acredito. Melhor dito, penso que não se pode fazer ciência se não for a partir da totalidade da pessoa. Além disso, a integração, a dosagem e o equilíbrio de todas essas capacidades pessoais se alcançam graças ao bom senso, ou, dito em termos mais filosóficos, graças a uma atitude prudencial.

AÇÃO PESSOAL E OBJETIVIDADE CIENTÍFICA

Entendo as reticências que podem surgir diante dessa visão da ciência. Pode-se pensar que a ciência, quando transformada em uma *questão pessoal*, perderá inexoravelmente a objetividade. Se misturarmos as emoções à investigação científica, é possível que a objetividade sofra. Mas, por outro lado, sem emoções nem sequer nos disporíamos a fazer ciência. É óbvio que ninguém quereria dedicar seu tempo vital, seu trabalho e esforço, a uma tarefa que lhe resultasse indiferente. Como podemos enfrentar esse aparente paradoxo? Proponho para isso uma metáfora: vejamos a atividade científica como um fenômeno pulsátil, como uma espécie de batimento ou de respiração, com fases de expansão e contração.

Na fase de diástole entra no coração o sangue procedente de todo o organismo, enquanto a contração ou sístole deixa uma quantidade mínima de sangue em suas cavidades. De modo análogo,

quando inspiramos incluímos em nossos pulmões o ar procedente do nosso entorno, enquanto a expiração nos deixa com uma quantidade muito menor de gás. A ciência também pulsa e respira, ao menos metaforicamente. Em certas fases, precisa de todas as capacidades da pessoa que citamos anteriormente, enquanto em outras fases deve rebaixar transitoriamente a presença de algumas delas e centrar-se propriamente na inferência lógica ou na observação. Em certas fases, a ação científica requer muitos recursos exteriores, procedentes do entorno social e cultural, tomados das mais diversas tradições, enquanto em outras fases esses elementos externos têm uma presença menor.

Estamos diante de uma questão de grau, não de tudo ou nada. Nem o coração nem os pulmões chegam a esvaziar-se completamente em seu funcionamento normal e saudável. Do mesmo modo, a ciência nunca pode prescindir completamente do conjunto de capacidades pessoais, nem das influências do entorno social. E, desde logo, a ação científica em seu conjunto é ação pessoal e (portanto) social. Esses aspectos subjetivos são perfeitamente compatíveis com a objetividade científica, que resulta do ritmo, da dosagem, da harmonia e do equilíbrio dos pulsos em seu conjunto, do mesmo modo que o correto funcionamento dos pulmões ou do coração depende de seus ritmos e equilíbrios, e não poderia ser conseguido através de só contrações ou só expansões.

AS FASES DA ATIVIDADE CIENTÍFICA

Tentemos agora seguir um pouco mais detalhadamente esses movimentos pulsáteis que acontecem ao longo da atividade científica. Para isso vamos distinguir várias fases da mesma. O que vou apresentar é um esquema supersimplificado das fases pelas quais passa a atividade científica. É tão somente um dos possíveis itinerários que o cientista pode seguir. Nem sequer pretende representar a ordem cronológica real da investigação. Além disso, e em favor da brevidade, deixarei de lado todos os ciclos de retroalimentação. Prescindo também do aspecto fractal que tem a ação científica, ou seja, cada uma das fases consta por sua vez de subfases e possui uma certa complexidade interna. Em suma, não quero que se confunda esse esquema com uma exposição de um presumido método científico. Há muitos métodos em ciência. Cada campo de investigação tem sua própria idiosincrasia metodológica, que ademais varia historicamente. Além disso, a atividade científica não consiste principalmente na aplicação algorítmica de algum desses métodos, mas todos

eles vão sendo criados ao passo que se realiza a investigação. Suponhamos, pois, com todas as ditas cautelas, que a atividade científica se move através destas fases:

- (i) Identificação e proposição de um problema
- (ii) Formulação de hipóteses e seleção entre as mesmas
- (iii) Identificação dos pressupostos auxiliares e extração de consequências empíricas
- (iv) Observação e experimentação
- (v.i) Verificação empírica provisional
- (v.i.i) Explicação e predição
- (v.i.ii) Transferência e aplicação
- (v.i.iii) Comunicação e ensino
- (v.i.iv) Detecção ou construção e proposição de novos problemas
- (v.ii) Falsificação empírica provisional
- (v.ii.i) Reproposição do problema, da hipótese ou dos pressupostos auxiliares

O PULSO DA CIÊNCIA

IDENTIFICAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE PROBLEMAS

Pensemos agora na primeira das fases assinaladas (*i*), a que se refere aos problemas. A investigação científica nem sequer teria início sem ela. Nessa fase são identificados – às vezes construídos – e propostos os problemas para a investigação. É óbvio que a identificação de problemas depende da nossa capacidade de assombro e da nossa curiosidade, assim como do entorno social e das tradições em que nos encontremos inseridos. Desde seu início, pois, a atividade científica depende radicalmente de emoções e sentimentos como a curiosidade ou o espanto. Depende também de contextos sociais e de tradições históricas. O que para Heródoto (484-425 a.C.) constituía um enigma digno de investigação, o ciclo do rio Nilo, foi para outros muitos um simples dado da realidade que não pedia especial explicação. O que, em um contexto ou tradição, pode ser visto como problema, talvez passe inadvertido em outros. O que, para um cientista, não constitui um problema, para outro, sim. Por quê? Talvez por uma diferença de sensibilidade estética, ou social ou moral. Talvez por uma diferença de interesses. Quicá a alguns lhes preocupe mais a coerência, a

simplicidade ou a elegância, enquanto outros apreciam mais os matizes morais, ecológicos ou sociais, ou ainda os aspectos práticos e funcionais, ou os econômicos, ou qualquer combinação pessoal de todos esses aspectos ou outros. São diferentes sensibilidades e motivações, condicionadas pela personalidade e pelas circunstâncias de cada pessoa que faz ciência, todas elas legítimas, todas elas enriquecedoras na hora de identificar e formular problemas, todas elas necessárias para a tarefa colaborativa que é a ciência.

Por outro lado, uma mesma pessoa pode ver-se em algum momento surpreendida e atraída por diversos problemas de investigação. E, no entanto, é provável que tenha de se decidir, que tenha de tomar um rumo ou outro. Não existe, está claro, um algoritmo que nos permita tomar essas decisões de forma puramente mecânica ou lógica. Para fazê-lo, requer-se a concorrência de todas as facetas da pessoa. Sua imaginação, sua intuição, sua sensibilidade, seu senso prático, sua experiência lhe dirão qual dos problemas identificados e sentidos como tais merece sua atenção imediata, qual deles parece inabordável, qual poderá ser postergado agora e retomado depois em melhores circunstâncias; seu senso lógico lhe dirá se algum deles depende da prévia resolução do outro; o diálogo com colegas, às vezes inclusive o conselho de pessoas leigas, assim como as vivências cotidianas e as fontes tradicionais da sabedoria, podem lhe propiciar muita ajuda para decidir-se. Todas as facetas e circunstâncias da pessoa entram em jogo e jogam como uma equipe coordenada e equilibrada graças ao bom senso da pessoa que faz ciência.

Em algum momento se haverá de passar, aí sim, da identificação do problema à proposição do mesmo, de um modo entendível e pertinente para a comunidade científica e a sociedade em geral, com a qual se compartilha um fundo comum de sentido, garantido por nossa comum natureza humana. Nesse trânsito, é provável que seja necessário colocar em jogo a capacidade lógica para argumentar, as habilidades linguísticas e retóricas para convencer, a capacidade de observação para acabar de perfilar o problema, para certificar-se, na medida do possível, de sua pertinência e viabilidade. A vontade decidida de resolução de um problema oferece uma guia, uma orientação, gestada desde o início por uma certa sensibilidade, um objetivo a serviço do qual se colocam as capacidades lógicas e observacionais que permitirão passar da identificação do problema à clara e frutífera proposição do mesmo. Aqui diminuirão sua presença as considerações mais emocionais, estéticas ou morais, especialmente em suas facetas mais idiossincráticas,

mas não desaparecerão por completo em nenhum momento, entre outras coisas, porque a pessoa que faz ciência se dirige também a pessoas, dotadas de emoções e interesses tanto quanto da capacidade lógica e da capacidade de observação.

FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DE HIPÓTESES

Depois da proposição do problema começa a busca de hipóteses para abordá-lo (ii). Parece óbvio que a produção de hipóteses dependerá criticamente das capacidades imaginativas da pessoa. Não obstante, alguns filósofos trataram de reduzir a produção de hipóteses a uma inferência ora dedutiva, ora indutiva. Inclusive pensaram alguns que esse passo inferencial poderia ser executado de modo algorítmico ou mecânico. A partir de princípios gerais ou transcendentais certos – assim pensaram alguns filósofos da tradição racionalista –, poderiam ser inferidas dedutivamente as leis científicas. Para outros – na tradição empirista –, o princípio da inferência tem de estar na observação. A partir de reiteradas observações poderiam ser inferidas por indução leis gerais certas. Tanto em uma como em outra tradição, os enunciados produzidos por inferência perdem seu caráter hipotético e se apresentam, já desde a origem, como leis certas. No entanto, hoje sabemos que os enunciados da ciência nunca perdem por completo seu caráter hipotético, sempre os acompanha uma sombra de incerteza e de provisoriedade, por tênue que seja, e sabemos também que na produção de hipóteses não estão em jogo apenas a inferência lógica e a observação, mas sim a inteira capacidade criativa da pessoa.

Como se produz esse ato criativo? O cultivo da nossa criatividade requer ações de todo gênero aconselhadas pelo bom senso. Mas das raízes últimas da criatividade pouco sabemos. O filósofo francês Pierre Duhem (1861-1916) comenta com ironia que aqueles que acreditam que a ideia brota no cientista do nada, como por arte de magia, é como a criança que vê sair o pinto da casca do ovo e crê que foi ele criado nesse instante, não imagina sequer a complexidade de um longo processo de gestação. O cientista costuma preparar o terreno mediante o estudo, a meditação e o exercício imaginativo, a conversa, o debate, a observação, a leitura... Apesar de tudo, a hipótese – segundo Duhem – “germina nele sem ele”. E, uma vez que concebe uma ideia, de novo sua “livre e trabalhosa atividade deve entrar em jogo” para “desenvolvê-la e fazê-la frutificar” (DUHEM, 1914, p. 390-391). Dizemos das ideias que elas nos ocorrem, e não que “lhes ocorreremos”, mas

gestamos livremente as condições nas quais podem surgir. Essas condições implicam a totalidade da pessoa e dependem, igualmente, dos contextos e tradições em que a pessoa se localiza (fase de inspiração!).

A origem de uma hipótese científica deve ser buscada em lugares aparentemente distantes da ciência, como podem ser a formação artística de uma pessoa ou suas convicções metafísicas ou religiosas. Tomemos aqui como caso histórico o de Johannes Kepler (1571-1630). Sua luta de mais de uma década para resolver o problema da trajetória de Marte levou à famosa hipótese da elipse. Sem as precisas observações de Tycho Brahe (1546-1601) não se haveria produzido esse avanço científico; sem a capacidade matemática e a lógica de Kepler também não teria sido possível. De fato, ambos sabiam que se necessitavam mutuamente, acima de tudo por esse caráter complementar de suas habilidades. Mas nada teria surgido, nenhuma hipótese nova e genial, sem outras capacidades de Kepler e de Brahe, entre as quais se contam a garra, a disciplina, o amor ao trabalho científico, a admiração que professavam pela ordem dos céus, sua imensa curiosidade. Nada de interesse seria produzido sem o conhecimento que Kepler tinha da história das matemáticas, e em particular dos estudos antigos sobre as curvas cônicas, sem suas profundas convicções metafísicas de raiz pitagórica, sem sua visão religiosa do Cosmos, que era para ele o reflexo da Santíssima Trindade, sem seu sentido estético e apreço pela simplicidade e elegância. A criação da hipótese ligava-se também aos interesses pessoais de ambos os atores, assim como a suas circunstâncias sociais, muito peculiares, opostas e em certo sentido também complementares. Como se vê, a hipótese nesse caso é fruto da pessoa em suas integridade e circunstâncias.

Consideremos, por último, antes de passar para a fase seguinte, a situação na qual um cientista – uma pessoa que faz ciência – ou uma comunidade científica tem que decidir entre as várias hipóteses alternativas para a abordagem de um mesmo problema. É uma situação frequente. Não me refiro à escolha entre duas ou mais hipóteses testadas, mas sim à eleição inicial entre hipóteses emergentes, um trabalho discriminatório que nos diz quais hipóteses merecem ser seguidas e quais não. Trata-se de decidir qual ou quais delas merecem ser provadas empiricamente, qual ou quais são mais promissoras. De novo nos encontramos com o fato de que esse tipo de decisão é fruto da ação pessoal, de todas as capacidades da pessoa orquestradas por seu bom senso. Aqui

há capacidades, dificilmente formalizáveis, como a intuição, a experiência², as indicações contextuais e tradicionais, a imaginação de novo, e seguramente outras, que intervêm de modo crucial.

PRESSUPOSTOS AUXILIARES E CONSEQUÊNCIAS EMPÍRICAS

Uma vez proposto o problema, geradas e filtradas as hipóteses, consideremos as fases de comprovação empírica. Para provar uma hipótese temos de extrair consequências empíricas da mesma. Mas isso é impossível se não somarmos à hipótese alguns casos tomados do corpo de conhecimentos comumente aceitos (*iii*). Por exemplo, a química desenvolvida por Georg Ernst Stahl (1660-1734) tratava de explicar fenômenos como a calcinação dos metais – o que hoje chamamos oxidação – a partir da hipótese do flogisto. Segundo a mesma, a calcinação e outros fenômenos, como a combustão ou a respiração, produzem-se sempre com liberação na atmosfera de uma hipotética substância denominada flogisto. Parece seguir-se, como consequência empírica, que o metal perderá peso durante a calcinação. Mas essa consequência a obtemos apenas quando supomos que o peso do flogisto é positivo, ou seja, que é um grave e não um leve. Como se vê, a conclusão empírica se deriva da hipótese *mais* uma série de pressupostos aceitos que às vezes abarcam toda uma disciplina científica e inclusive teorias de outros campos. Para não falar de pressupostos mais triviais, mas também necessários, como os que se referem à confiança no instrumental, nos informes de colegas ou em nossos próprios sentidos e estados de consciência. O que se prova empiricamente em cada caso não é uma hipótese isolada, mas um amplo conjunto de pressupostos (essa ideia se conhece pelo o nome de *holismo*).

Temos, pois, de eleger nossos pressupostos auxiliares e modular a confiança que colocamos neles. De novo estamos diante de uma operação que só pode surgir da integridade da pessoa. Uma vez realizada, nos encontramos na posição de inferir a partir da hipótese, H, e dos pressupostos auxiliares, A, alguma consequência empírica observável, O. E agora manda a lógica: $(H \wedge A) \rightarrow O$. Imaginemos que Stahl houvesse eleito sua hipótese do flogisto e um conceito de massa newtoniano. Daí se segue – *caeteris paribus* – que a calcinação deve ir acompanhada por uma perda de peso no metal. Pode ser que Stahl não gostasse

2 Refiro-me aqui à experiência em um sentido amplo, no sentido que dão a essa noção pensadores como Aristóteles e os pragmatistas contemporâneos. É a experiência como conjunto do tempo vivido do qual aprendemos, como vivência reflexiva. Não se trata, está claro, da noção empirista de experiência.

dessa consequência empírica, mas seus gostos não podem interferir no mecanismo inferencial.

OBSERVAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO

Já temos um enunciado empírico que podemos comparar com os dados observáveis (*iv*). Pode-se pensar que a fase empírica está completamente despida de elementos pessoais. Mas sabemos, ao menos desde os tempos de Thomas Kuhn (1922-1996), que não é assim, que inclusive a mais simples observação está condicionada por nossas expectativas, sem falar dos complexos experimentos que se requerem em boa parte das disciplinas científicas. Em muitos deles, a ação dos cientistas praticamente constrói o objeto ou o fenômeno em questão, como manifestou o filósofo canadense Ian Hacking (1936-). A percepção, inclusive a mais simples, não é simplesmente passiva, mas é factível graças à atividade do sujeito. Os filósofos deram a esse fenômeno o nome de *carga teórica dos fatos*. Com ele dão a entender que as observações empíricas estão mediadas ou condicionadas pela perspectiva teórica, ou, em palavras de Kuhn, pelo paradigma a partir do qual se investiga. Mas os condicionantes da observação vão além das próprias teorias e paradigmas científicos. É muito ilustrativo nesse sentido o caso histórico da observação lunar realizada por Galileu (1564-1642)³. Como se sabe, Galileu foi dos primeiros a empregar o telescópio para a observação do céu. Através do mesmo conseguiu ver certas sombras na Lua. Imediatamente interpretou essas sombras como indícios do relevo lunar. Todo mundo conhece as famosas representações pictóricas do relevo lunar feitas por Galileu. Mas *ver* o relevo lunar não é algo tão simples como colocar o olho diante do telescópio. Prova disso é que, na mesma época, o britânico Thomas Harriot (1560-1621) observou também a Lua com um telescópio, mas com outra formação e expectativas, e não conseguiu ver como relevo as pautas de luz e sombra que chegavam. Nesse caso, a formação pictórica de Galileu nas técnicas de claro-escuro condicionou – facilitou – suas observações lunares.

Essas revelações não deveriam nos conduzir a conclusões relativistas. No final das contas, a Lua, *sim*, tem relevo, e assim chegou a aceitá-lo Harriot. Por sorte, dispomos também de uns borrões da superfície lunar desenhados por Harriot. Um deles desenhado antes e outro depois de conhecer a descrição de

3 Sigo aqui as ideias que aparecem em Holton (1993).

Galileu. Os dois rascunhos são drasticamente diferentes. No primeiro vemos simplesmente um círculo plano dividido por uma linha quebrada, que representa o limite da zona lunar iluminada. No segundo aparecem com clareza crateras e vales. Uma vez que Harriot leu Galileu, aprendeu a ver de outra maneira, conseguiu *ver* o relevo da Lua. O que nos faz recordar que, inclusive na fase de observação, intervém todo um *background* pessoal. Mas imaginemos que Harriot por apego a suas posições prévias, por interesse ou por nostalgia, tivesse se negado a reconhecer o que de fato conseguiu ver depois da leitura dos informes de Galileu. Está claro que, quando se assume um certo cenário, o que se vê é o que se vê, e as considerações de outro tipo ficam fora de lugar.

VERIFICAÇÃO E FALSIFICAÇÃO

Uma vez obtidos os resultados empíricos, mediante observação ou experimentação, pode acontecer que coincidam, plena ou parcialmente, com o previsto ou que sejam completamente diferentes. No caso de a coincidência não ser total, apelaremos para certa capacidade de estimação que nos dirá se o grau de coincidência é ou não significativo. Por exemplo, os resultados empíricos obtidos por Gregor Mendel (1822-1884) em seus célebres experimentos com ervilhas não se ajustavam exatamente a suas previsões teóricas, mas estavam muito próximos, o suficiente para que dessem as previsões por acertadas, tomando os leves desvios como meras perturbações. Algo similar sugere Galileu, em seus *Discorsi*, quando admite que os dados empíricos sobre a queda de corpos não se ajustam com total e perfeita exatidão a suas previsões teóricas, mas que a física aristotélica expõe desajustes muito maiores, que não podem já ser atribuídos a perturbações. As respectivas inexatidões são de ordens de magnitude muito distantes; diferem – diz Galileu – como um grão de areia de uma pedra de moinho, como um cabelo de uma corda.

Ao que parece, tanto Mendel quanto Galileu fizeram bem ao passar por alto pequenas inexatidões atribuíveis a perturbações controladas. Os resultados empíricos, apesar delas, confirmavam suas respectivas hipóteses. Mas não é fácil, nem muito menos automático, decidir quando uma divergência desse tipo é desprezável e quando não. Esse tipo de estimativa depende – de novo – de numerosas capacidades e circunstâncias orquestradas pela sensatez da pessoa que faz ciência. Mas, uma vez adotada a decisão de levar ou não em conta a discrepância, encontramos que a prova

empírica ora reforça, ora refuta a hipótese. No primeiro caso falaremos de *verificação* (v.i); no segundo, de *falsificação* (v.ii). Agora sim, vamos nos perguntar até que ponto um acerto ou uma falha empírica verificam ou falseiam respectivamente a hipótese. O esquema lógico da verificação seria este:

$$(H \wedge A) \rightarrow O$$

$$O$$

Dessas duas premissas não se pode inferir legitimamente a afirmação do antecedente da primeira, $(H \wedge A)$, logo a pura lógica não nos autoriza a dar por verificada uma hipótese depois de uma confirmação empírica da mesma. A acumulação de acertos empíricos também não ajuda muito. Não faz com que cresça a probabilidade da hipótese, dado que a probabilidade se calcula pela relação entre casos possíveis e casos favoráveis. Quando os casos possíveis são infinitos, como costuma ser o caso, a acumulação de casos favoráveis não faz crescer a probabilidade. E, no entanto, algo nos diz que um acerto empírico deveria contar de algum modo a favor da correspondente hipótese. Assim é, em efeito, mas o modo como conta não podemos captar a partir da lógica pura, nem do cálculo probabilístico, mas sim precisamente a partir do conjunto de faculdades humanas que uma pessoa pode manejar de modo harmônico graças ao bom senso.

O mesmo podemos dizer a respeito da falsificação, cujo esquema formal é o seguinte:

$$(H \wedge A) \rightarrow O$$

$$\neg O$$

$$\neg(H \wedge A)$$

$$\neg H \vee \neg A$$

Ou seja, quando o observado, $\neg O$, diverge significativamente do previsto, O , sabemos que algo vai mal no antecedente, ou seja, que $\neg(H \wedge A)$, mas não podemos saber a partir da lógica pura se os problemas estão na hipótese ou em algum dos pressupostos

auxiliares, isto é, só sabemos que ou $\neg H$ ou $\neg A$. O que fazemos nesse caso? Recusamos a hipótese ou algum dos pressupostos prévios?

Há casos históricos para todos os gostos. Darei alguns exemplos para que se possa alcançar pelo menos a complexidade do assunto. Mas antes permitam-me uma reflexão. Há filósofos que pretenderam, talvez guiados pelas suas preferências psicológicas, pelos seus interesses, sentimentos ou convicções metafísicas, extrair dos dados empíricos consequências que a lógica simplesmente não permite. Assim, os verificadores, como Rudolf Carnap (1891-1970), queriam que o acerto empírico já servisse como verificação segura e definitiva da hipótese. Por sua vez, os falsacionistas, como Karl Popper, sustentaram que a refutação de uma hipótese seguramente segue o desacerto empírico. No entanto, a lógica não permite tais conclusões, e a lógica nos diz que, ainda depois da observação, as decisões estão abertas: podemos optar por manter nossa hipótese ou por descartá-la.

Passemos agora aos casos históricos prometidos. Consideremos de novo o caso do flogisto. Diante da observação de que os metais se calcinam com ganho de peso, o teórico do flogisto pode optar por descartar sua hipótese ou por mantê-la às custas da revisão de algum dos pressupostos auxiliares. Pode propor, por exemplo, que o flogisto na realidade tem um peso negativo. Está claro que essa manobra o colocará diante de novas dificuldades, mas em princípio pode fazê-la. Nós, com a vantagem que nos dá a história, lhe sussurraríamos ao ouvido: “não o faça, renuncia à tua hipótese, o flogisto não existe”.

Bem, e o que diríamos a Copérnico? Segundo sua hipótese, a Terra orbita em torno do Sol. Isto é, nós, como observadores terrestres, viajamos pelo espaço, e vemos estrelas a partir de uma posição que muda ao longo do ano. Daí se segue uma predição empírica: deveríamos ver como a forma das constelações vai mudando ao longo do ano. Dito de modo mais técnico, deveríamos observar a paralaxe estelar. Copérnico olha para o céu e não observa paralaxe. As constelações mentem sua forma durante todo o ano. Logo, ou sua hipótese é falsa ou aceitamos algum pressuposto errôneo. E nós, montados nos ombros de gigantes, diríamos a Copérnico o contrário do que dissemos a Stahl: “resiste, leva em consideração tuas intuições, teu sentido estético de harmonia, teu pitagorismo solar; não renuncies à tua hipótese; a terra, sim, orbita; revisa os pressupostos auxiliares”. Isso foi o que fez Copérnico. Advogou por revisar um pressuposto comumente aceito, relativo

ao tamanho do universo. Sugeriu que talvez o universo fosse muitíssimo maior do que havia sido suposto até o momento. Desse modo, as estrelas estariam tão distantes de nós que o tamanho da órbita terrestre seria desprezível em relação à distância que nos separa delas. Não viveu o suficiente para observar por um bom telescópio. A partir dele teria podido observar, efetivamente, a paralaxe estelar que sua hipótese predizia e que não se pode observar a olho nu, dada a enorme distância que nos separa inclusive da mais próxima das estrelas (*Alpha Centauri*).

O que está claro é que nós jogamos com vantagem, e nem assim temos um algoritmo ou um método uniforme que nos permita recomendar, diante de certa observação, o caminho a seguir. A Stahl recomendaríamos o contrário que a Copérnico. Sabemos já que a ação científica é ação pessoal, mas não existe uma receita universal que nos diga em que dose se devem combinar todas as facetas da pessoa, em que fases convém ser mais restritivo ou mais inclusivo. A mesma formação pictórica que deu vantagem a Galileu diante de Harriot o impediu de aceitar as órbitas elípticas propostas por Kepler. Galileu as recusou devido a sua preferência classicista pelo círculo e a seu desprezo pelas formas elipsoides dos maneiristas. Contudo, queremos que a investigação seja racional. Mas aqui a racionalidade deve se entender como bom senso, não como algoritmo. Há racionalidade onde há seres racionais, isto é, pessoas. Como assinalou Pierre Duhem, a mensagem da ciência se dirige ao bom senso (*bon sens*), à pessoa em seu conjunto.

EXPLICAÇÃO, APLICAÇÃO E MUITO MAIS

Baseados no bom senso decidimos, pois, que hipóteses serão aceitas e com que grau de confiança. A partir daí buscamos – via inferência dedutiva – as explicações e predições que se possam acrescentar (*v.i.i*). Exponhamos dessa vez um caso contemporâneo. No terreno da oncologia existem atualmente duas hipóteses principais em jogo, cada uma delas com suas variantes. Trata-se da STM (*Somatic Mutation Theory*), segundo a qual as mutações genéticas nas células somáticas são a causa básica das formações cancerígenas, e da TOFT (*Tissue Organization Field Theory*), segundo a qual o câncer procede, em última instância, de uma incorreta organização tecidual (cf. BERTOLASO, 2012). Cada uma das hipóteses traz uma explicação diferente das patologias em questão. Aqui, de novo, passam para segundo plano outras considerações alheias à própria inferência e observação. Ocupa primeiro plano o êxito de cada uma das hipóteses na explicação

de fenômenos vinculados ao câncer, como a própria carcinogênese, a metástase, a heterogeneidade celular, a reversão espontânea e outros.

Por outro lado, Karl Popper costumava dizer que a ciência progride de problemas em problemas. Se recusarmos uma hipótese, teremos que propor novamente o problema original (*v.ii.i*); se a aceitarmos, aparecerá toda uma prole de novos problemas (*vi.iv*). Isto é, a explicação de um fenômeno mediante uma hipótese não é só um final de trajeto, mas também o começo da identificação e da proposição de novos problemas, talvez mais profundos, ou mais precisos, ou mais bem formulados ou mais práticos, nos quais a hipótese aceita servirá como guia *heurístico*. Se adotarmos a SMT, trataremos de identificar oncogenes, enquanto se adotarmos a TOFT orientaremos a pesquisa na direção das configurações teciduais patogênicas.

Outra consequência habitual da aceitação de uma hipótese é a transferência e aplicação (*v.i.ii*), ou tentativa de aplicação, da mesma ao campo prático e tecnológico. Aqui nos movemos em um domínio de grande complexidade, pois não há quase nunca possibilidade de aplicação automática de uma hipótese à resolução de problemas práticos, antes requerendo essa aplicação certa arte, certa capacidade de adaptação ao terreno. Não é possível em um texto breve apresentar toda a complexidade da ciência aplicada e da tecnologia. Satisfaço-me em recordar que, efetivamente, cada um desses níveis constitui em si mesmo uma arte e uma tradição complexa, e não resulta de uma simples translação mecânica da ciência teórica. Inclusive a fase chamada de transferência científica, na qual os conhecimentos adquiridos na investigação passam ao sistema produtivo, requer uma sabedoria própria. Tanto a transferência quanto a aplicação exigem de novo a contribuição equilibrada de um grande número de capacidades humanas. Pensemos nas dificuldades que comporta transferir à indústria farmacêutica os conhecimentos científicos sobre o câncer, para que daí possam derivar novas aplicações. Imaginemos, por um momento, a quantidade de habilidades humanas e sociais que são empenhadas para que se veja um medicamento eficaz na farmácia, assim como o quão delicado pode ser o trabalho de equilibrar todas elas.

O mesmo podemos dizer da comunicação e ensino (*v.i.iii*). A comunicação da ciência se realiza através dos meios, das obras de divulgação, dos museus científicos, do cinema e da literatura, entre outros canais. É óbvio que não se trata de uma atividade automatizável, e que não basta possuir conhecimentos científicos para

executá-la com êxito. É uma tarefa de mediação na qual o comunicador deve criar novas metáforas, e que deve desempenhar com certa liberdade crítica, buscando novos equilíbrios entre distintos valores, como o rigor e a amenidade, por exemplo. Também o ensino da ciência, no meio escolar e universitário, precisa que todas as capacidades humanas, tanto do professor quanto dos estudantes, funcionem de modo harmônico, desde a criatividade até a empatia, desde a clareza expositiva até a honra intelectual, e seguramente outras muitas. Daí que o ensino da ciência não busca a formação de cientistas, mas de *peessoas* capazes de fazer ciência.

CONCLUSÃO

Neste texto busquei apresentar a ciência como uma atividade realizada por pessoas, com todas as suas capacidades, atitudes e circunstâncias. A ciência não é uma atividade modular, que se possa reduzir somente à capacidade de observação e de inferência lógica de um indivíduo, mas uma *atividade pessoal* integral. Em correspondência com essa ideia, apresentei a racionalidade científica como uma forma de harmonia ou de equilíbrio, fruto da dosagem e do ritmo com que se conjugam todas as capacidades e circunstâncias referidas. Utilizei aqui as metáforas do pulso cardíaco e da respiração para insinuar precisamente essas imagens de dose e ritmo. Conforme a metáfora do pulso cardíaco, a pessoa que faz ciência toma, de acordo com o momento, uma maior ou menor dose de cada uma de suas capacidades. De acordo com a metáfora da respiração, essa pessoa inclui também no seu fazer científico uma maior ou menor dose de circunstâncias sociais ou históricas do seu entorno. A dosagem e o ritmo se dão devido ao bom senso da pessoa, de sua sensatez ou prudência.

REFERÊNCIAS

- BERTOLASO, M. *Il cancro come questione: modelli interpretativi e presupposti epistemologici*. Milão: Franco Angeli, 2012.
- DUHEM, P. *La théorie physique*. 2. ed. Paris: Marcel Rivière, 1914. p. 390-391.
- HOLTON, G. "La imaginación en la ciencia". In: PRETA, L. (Org.). *Imágenes y metáforas en ciencia*. Madri: Alianza, 1993. p. 29-58.
- MARCOS, A. *Ciencia y acción: una filosofía práctica de la ciencia*. México: FCE, 2010.
- VILLAR, A.; SÁNCHEZ, A. (Org.). *Una ciencia humana: libro homenaje a Camino Cañón Loyes*. Madri: UPCO, 2014. p. 169-182.