

Para compreender a ciência

PERSPECTIVA HISTÓRICA

- **Olhar para a história**

Caminho para a compreensão da ciência hoje

- **A descoberta da racionalidade no mundo e no homem**

Grécia Antiga: Homero, Hesíodo, Tales, Anaximandro, Anaxímenes, Pitágoras, Heráclito, Parmênides, Demócrito, Sócrates, Platão, Aristóteles

- **A fé como limite da razão**

Europa Medieval:

Santo Agostinho, São Tomás de Aquino

- **A ciência moderna se institui**

A transição para o capitalismo:

Galileu, Bacon, Descartes, Hobbes, Locke, Newton

- **A história e a crítica redimensionam o conhecimento**

O capitalismo nos séculos XVIII e XIX:

Berkeley, Hume, os iluministas franceses, Kant, Hegel, Comte, Marx

María Amália Andery • Nilza Micheletto
Tereza Maria Pires Sérgio • Denize Rosana Rubano
Melania Moroz • Maria Eliza Pereira
Sílvia Catarina Gioia • Mônica Gianfaldoni
Marcia Regina Savioli • Maria de Lourdes Zanotto

09/05/2019

© Autoras, 1988, 2004

Catálogo na Fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros

Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica / Maria Amália Pie Abib Andery...
et al. - Rio de Janeiro: Garamond; São Paulo: EDUC, 2004.

436 p.; 21 cm.

Bibliografia.

ISBN: 85-86435-98-8

1. Ciência - Metodologia. 2. Ciência - Filosofia. 3. Ciência - História. I. Andery, Maria Amália.

CDD 500.18

501

509

Produção Editorial

Eveline Bouteiller Kavakama
Maria Eliza Mazzilli Pereira

Impressão

ParkGraf Editora Ltda

Revisão

Sonia Montone
Berenice Haddad Aguerre

Capa

Garamond

Sobre os quadros, da esquerda para a direita: "Retrato de Nicolau Kratzer" (1528), de Hans Holbein; "O astrônomo" (1668), de Vermeer de Delft; "Retrato de Erasmo de Rotterdam" (1526), de Hans Holbein; "O geógrafo" (1669), de Vermeer de Delft

Editoração Eletrônica

Elaine Cristine Fernandes da Silva
Maurício Fernandes da Silva

EDUC - Editora da PUC-SP

Rua Ministro Godói, 1213, Perdizes
05015-001 - São Paulo - SP
Fonefax: (11) 3873-3359
E-mail: educ@pucsp.br

Editora Garamond Ltda

Rua Santa Cristina, 18
20241-250 - Rio de Janeiro - RJ
Fonefax: (21) 2224-9088
E-mail: garamond@garamond.com.br

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Olhar para a história: caminho para a compreensão da ciência hoje 9

PARTE I

A DESCOBERTA DA RACIONALIDADE NO MUNDO
E NO HOMEM: A GRÉCIA ANTIGA 17

Capítulo 1 – O mito explica o mundo 23

Maria Amália Pie Abib Andery

Nilza Micheletto

Tereza Maria de Azevedo Pires Sério

Capítulo 2 – O mundo tem uma racionalidade, o homem pode descobri-la .. 33

Maria Amália Pie Abib Andery

Nilza Micheletto

Tereza Maria de Azevedo Pires Sério

Capítulo 3 – O pensamento exige método, o conhecimento depende dele 57

Maria Amália Pie Abib Andery

Nilza Micheletto

Tereza Maria de Azevedo Pires Sério

Capítulo 4 – O mundo exige uma nova racionalidade, rompe-se a
unidade do saber..... 97

Maria Amália Pie Abib Andery

Nilza Micheletto

Tereza Maria de Azevedo Pires Sério

Referências 127

Bibliografia 129

**A INDUÇÃO PARA O CONHECIMENTO
E O CONHECIMENTO PARA A VIDA PRÁTICA:
FRANCIS BACON (1561-1626)**

Mas aqueles dentre os mortais, mais animados e interessados, não no uso presente das descobertas já feitas, mas em ir mais além; que estejam preocupados, não com a vitória sobre os adversários por meio de argumentos, mas na vitória sobre a natureza, pela ação; não em emitir opiniões elegantes e prováveis, mas em conhecer a verdade de forma clara e manifesta; esses, como verdadeiros filhos da ciência, que se juntem a nós, para, deixando para trás os vestibulos das ciências, por tantos palmilhados sem resultado, penetrarmos em seus recônditos domínios.
Bacon

No período compreendido entre a metade do século XVI e a metade do século XVII, em que se foi consolidando na Inglaterra a passagem do catolicismo ao protestantismo (mais especificamente, ao anglicanismo), esse país passou por um período de grandes mudanças no sistema produtivo; a rápida expansão industrial transformou-o na maior potência protestante da época, com grande força política e centro dos conflitos culturais que acompanharam o surgimento dos novos tempos.

Nesse período viveu Francis Bacon, que, influenciado pelo espírito de seu tempo, defendia a aplicação da ciência à indústria, a serviço do progresso. Compreendeu a importância do conhecimento nesses novos tempos e afirmou repetidas vezes que “saber é poder”.

Bacon foi um jurista e ocupou altos cargos públicos, desempenhando intensa atividade política. Foi um defensor da monarquia absoluta, embora fosse contrário à censura de opinião.

Apesar de ter estado sempre no centro da vida pública, dedicou grande parte de seu tempo a refletir sobre o conhecimento e sobre a melhor forma de colocá-lo a serviço do homem. Não descobriu qualquer nova lei, não elaborou uma teoria própria em qualquer ramo de investigação; em vez disso,

propôs uma forma para se chegar a novas teorias, um método que, a seu ver, possibilitaria a construção de um conhecimento correto dos fenômenos.

Bacon entendia que o bem-estar do homem dependia do controle científico obtido por ele sobre a natureza, o que levaria à facilitação da sua vida. Assim, julgava imprescindível o domínio do homem sobre a natureza, a partir do conhecimento de suas leis. Isso o mostram os trechos que se seguem, retirados do *Novum organum*¹, sua mais conhecida obra, parte de *A grande instauração*, um amplo projeto que não chegou a completar.

(...) a nossa disposição é de investigar a possibilidade de realmente estender os limites do poder ou da grandeza do homem e tornar mais sólidos os seus fundamentos. (*Novum organum*, I, afor. 116)

Em primeiro lugar, parece-nos que a introdução de notáveis descobertas ocupa de longe o mais alto posto entre as ações humanas (...).

(...) Mas se alguém se dispõe a instaurar e estender o poder e o domínio do gênero humano sobre o universo, a sua ambição (se assim pode ser chamada) seria, sem dúvida, a mais sábia e a mais nobre de todas. Pois bem, o império do homem sobre as coisas se apóia, unicamente, nas artes e nas ciências. A natureza não se domina, senão obedecendo-lhe. (*Novum organum*, I, afor. 129)

Esses trechos evidenciam um aspecto fundamental da visão de Bacon: a verdadeira finalidade da ciência é contribuir para a melhoria das condições de vida do homem; de fato, para Bacon o conhecimento não tem valor em si, mas sim pelos resultados práticos que possa gerar.

Um outro aspecto importante da visão de Bacon é que, para que o conhecimento cumpra sua finalidade de se colocar a serviço do homem, ele tem que estar fundado em fatos, numa ampla base de observação. Eis o que ele afirma a esse respeito;

O homem, ministro e intérprete da natureza, faz e entende tanto quanto constata, pela observação dos fatos ou pelo trabalho da mente, sobre a ordem da natureza; não sabe nem pode mais. (*Novum organum*, I, afor. 1)

Resta-nos um único e simples método, para alcançar os nossos intentos: levar os homens aos próprios fatos particulares e às suas séries e ordens, a fim de que eles, por si mesmos, se sintam obrigados a renunciar às suas noções e comecem a habituar-se ao trato direto das coisas. (*Novum organum*, I, afor. 36)

Aqui se evidencia a tendência empírica de Bacon; para ele, o homem tem que entrar em contato com a natureza, se deseja conhecê-la. Opõe-se a

1 Essa obra, em seus dois livros, é composta de um conjunto de aforismos, que são proposições acerca do homem, da natureza, do conhecimento e da relação entre esses elementos.

qualquer idéia predeterminada da natureza e acha que seu conhecimento só se dará pela via empírica e experimental² e não pela via especulativa.

É necessário que façamos aqui uma observação: embora Bacon defenda que o conhecimento deva ser aplicável à vida do homem, ele não propõe que cada conhecimento particular tenha que ter utilidade imediata; é o conjunto do saber que deve estar voltado para atender às necessidades do homem. Isso fica claro quando Bacon faz uma distinção entre experimentos que trazem frutos e experimentos que trazem luz sobre importantes problemas teóricos (e que mais tarde acabam por trazer também conseqüências práticas):

(...) a esperança de um ulterior progresso das ciências estará bem fundamentada quando se recolherem e se reunirem na história natural muitos experimentos que em si não encerram qualquer utilidade, mas que são necessários na descoberta das causas e dos axiomas. A esses experimentos costumamos designar por *luciferos*, para diferenciá-los dos que chamamos de *frutíferos*. (*Novum organum*, I, afor. 99)

A partir da defesa que fez da utilidade do conhecimento, Bacon preocupou-se com as noções falsas que, segundo ele, impediam os sábios de alcançar a verdade e, conseqüentemente, de produzir um conhecimento que servisse verdadeiramente ao homem, e afirmou a necessidade de um instrumento para corrigir essas falsas noções. Para Bacon, são de quatro tipos os erros que o homem pode cometer ao produzir conhecimento, se seguir seu impulso natural. A esses erros Bacon chamou de *ídolos* e, a menos que os homens os compreendam e tomem precauções contra eles, podem constituir-se em sérios obstáculos à ciência.

Os primeiros são os *ídolos da tribo*, que são falhas inerentes à própria natureza humana, falhas, tanto dos sentidos quanto do intelecto, comuns a todos os homens. Segundo Bacon, as percepções são parciais, portanto não se pode confiar nas informações fornecidas pelos sentidos, senão quando corrigidas pela experimentação. De acordo com Bacon, "os sentidos julgam somente o experimento e o experimento julga a natureza e a própria coisa" (*Novum organum*, I, afor. 50). Da mesma forma como os sentidos, também o intelecto humano está sujeito a falhas, uma das quais a tendência a generalizar a partir de casos favoráveis, sem atentar para as instâncias negativas.

2 Segundo Farrington (1971), Bacon utiliza a expressão "método experimental" em sentido amplo, compreendendo qualquer interferência intencional na natureza, o que inclui todos os processos industriais, as artes e os ofícios associados à agricultura e à manufatura.

Nas palavras de Bacon,

o intelecto humano tem o erro peculiar e perpétuo de mais se mover e excitar pelos eventos afirmativos que pelos negativos, quando deveria rigorosa e sistematicamente atentar para ambos. Vamos mais longe: na constituição de todo axioma verdadeiro, têm mais força as instâncias negativas. (Novum organum, I, afor. 46)

Os segundos erros são os ídolos da caverna, que são distorções que se podem interpor no caminho da verdade, em função de características individuais do estudioso. Essas distorções são decorrentes de sua história de vida, de seu ambiente, de sua formação, de seus hábitos, das leituras que faz, de seu estado de espírito no momento em que se põe a buscar um determinado conhecimento, e o farão abordar seu objeto de estudo a partir de um prisma determinado.

O terceiro tipo de ídolos são os ídolos do foro, que são falhas provenientes do uso da linguagem e da comunicação entre os homens. As palavras que usamos limitam nossa concepção das coisas, porque pensamos sobre as coisas a partir das palavras que temos para exprimi-las. As palavras assumem o significado que o uso corrente da linguagem acaba por lhes imprimir e que é, geralmente, muito vago, impreciso ou parcial. Quando se tenta precisá-las para fazer com que correspondam mais fielmente ao que se encontra na natureza, esbarra-se numa grande resistência imposta pelo uso que vulgarmente se fez delas ao longo do tempo. Como as palavras constituem o meio pelo qual se trocam as idéias, o uso de palavras vagas, de palavras sem correspondência com qualquer aspecto do real, acaba por gerar inúmeras contradições em torno de nomes. Para garantir uma comunicação eficiente em ciência, seria necessário dotar as palavras de resultados de experiências, porque as próprias definições não fornecem uma solução satisfatória, uma vez que também elas são compostas de palavras.

Por último, há os ídolos do teatro, que são distorções introduzidas no pensamento advindas da aceitação de falsas teorias, de falsos sistemas filosóficos. Aqui, Bacon faz severas críticas a várias escolas filosóficas, particularmente à de Aristóteles e ao que chama de seus seguidores modernos, os escolásticos. Entre as críticas que faz estão as de dogmatismo, infecundidade e esterilidade para a produção de resultados práticos, que beneficiem a vida do homem. Critica também o fato de esses filósofos elaborarem teorias sobre a natureza que saem de suas cabeças, em vez de relacionarem-se com a natureza por meio da experimentação antes de concluírem algo sobre ela.

(...) Aristóteles estabelecia antes as conclusões, não consultava devidamente a experiência para estabelecimento de suas resoluções e axiomas. E tendo, ao seu arbitrio, assim decidido, submetia a experiência como a uma escrava para

conformá-la às suas opiniões. Eis porque está a merecer mais censuras que os seus seguidores modernos, os filósofos escolásticos, que abandonaram totalmente a experiência. (Novum organum, I, afor. 63)

Segundo Bacon, a razão da estagnação das ciências está na utilização de métodos que barram o seu progresso: não partem dos sentidos ou da experiência, mas da tradição, de idéias preconcebidas e se abandonam aos argumentos. O caminho correto para o avanço das ciências estaria na realização de grande número de experiências ordenadas, das quais seriam retirados os axiomas e, a partir destes, propor-se-iam novos experimentos. Essa idéia se explicita na comparação que Bacon faz entre o método correntemente utilizado nas ciências e o método por ele proposto:

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. Esta é a que ora se segue. [Aqui se explicita a crítica de Bacon à forma de proceder que, partindo de algumas observações esparsas e assistemáticas, algumas sensações, propõe princípios gerais.] A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado. [Aqui, a proposta de Bacon: construção gradual de princípios gerais a partir de e baseada em grande número de observações particulares.] (Novum organum, I, afor. 19)

Tanto uma como a outra via partem dos sentidos e das coisas particulares e terminam nas formulações de mais elevada generalidade. Mas é imenso aquilo em que discrepam. Enquanto que uma perpassa na carreira pela experiência e pelo particular, a outra aí se detém de forma ordenada, como cumpre. Aquela, desde o início, estabelece certas generalizações abstratas e inúteis; esta se eleva gradualmente àquelas coisas que são realmente as mais comuns na natureza. (Novum organum, I, afor. 22)

A diferença entre as duas propostas de método não está, necessariamente, no recurso, ou não, à experiência, mas na forma como se recorre a ela, no peso e na amplitude que a ela se dá.

Ao método que propôs, Bacon deu o nome de indução e sobre ele afirma ainda o seguinte:

Na constituição de axiomas por meio dessa indução, é necessário que se proceda a um exame ou prova: deve-se verificar se o axioma que se constitui é adequado e está na exata medida dos fatos particulares de que foi extraído, se não os excede em amplitude e latitude, se é confirmado com a designação de novos fatos particulares que, por seu turno, irão servir como uma espécie

de garantia. Dessa forma, de um lado, será evitado que se fique adstrito aos fatos particulares já conhecidos; de outro, que se cinja às sombras ou formas abstratas em lugar de coisas sólidas e determinadas na sua matéria. Quando esse procedimento for colocado em uso, teremos um motivo a mais para fundar as nossas esperanças. (*Novum organum*, I, afor. 106)

A indução é, pois, um processo de eliminação, que nos permite separar o fenômeno que buscamos conhecer — e que se apresenta misturado com outros fenômenos na natureza — de tudo o que não faz parte dele. Esse processo de eliminação envolve não só a observação, a contemplação do fluxo natural dos fenômenos, como também a execução de experiências em larga escala, isto é, a interferência intencional na natureza e a avaliação dos resultados dessa interferência. Caberia ainda ao processo indutivo multiplicar e diversificar as experiências, alterando as condições de sua realização, repeti-las, ampliá-las, aplicar os resultados; verificar as circunstâncias em que o fenômeno está presente, circunstâncias em que está ausente e as possíveis variações do fenômeno.

Esse último ponto, aliás, gerou a divisão que Bacon faz das experiências em três índices: o índice de presença, no qual seriam registradas todas as condições sob as quais se produz o fenômeno que se busca entender; o índice de ausência, que conteria as condições sob as quais o fenômeno estudado não se verifica; e, finalmente, o índice de graduação, contendo registros das condições sob as quais o fenômeno varia.

A partir dessa proposta de Bacon, fica clara a diferença que existe entre a indução conforme ele a define e aquela utilizada por Aristóteles: esta última se limita ao registro das condições em que se verifica o fenômeno cuja compreensão se busca e desconsidera as outras duas situações mencionadas por Bacon. Como diz Bréhier (1977a),

é fácil ver em que essa operação difere da indução de Aristóteles, que se faz por enumeração simples. Aristóteles enumerava todos os casos em que determinada circunstância (...) acompanhava o fenômeno (...) cuja causa buscava. Limitava-se apenas aos casos anotados por Bacon em seu índice de presença: a utilização de experiências negativas é, nesse domínio, a verdadeira descoberta de Bacon. (pp. 40-41)

De acordo com esse mesmo autor, a indução indica-nos o que deve ser excluído do fenômeno que estamos estudando; não nos indica, porém, em que momento as exclusões terminam, de forma que novos fatos poderiam nos obrigar a novas exclusões. O resultado da indução é, portanto, provisório.

Para se chegar a um resultado definitivo, Bacon propõe o uso de “auxílios mais poderosos” à razão, dentre os quais inclui os “fatos privilegiados” ou “instâncias prerrogativas”, que se refeririam a fenômenos mais prováveis

de esclarecer de forma definitiva o objeto de estudo. Bacon menciona uma série de 27 desses “fatos privilegiados”. Entretanto, ainda segundo Bréhier, nenhum dos fatos mencionados garante a comprovação definitiva de uma afirmação; eles apenas permitem constatar que ela não foi contraditada até dado momento. Só as negações são comprovadas.

Com relação ao apelo a “fatos privilegiados” para a conclusão definitiva acerca de dado objeto de estudo,

embora com frequência [Bacon] dê a impressão de que não confia em que serão coroadas de êxito as investigações que propõe, ele nos faz acreditar que a interpretação da natureza não é a empresa desesperançada que as filosofias anteriores quiseram fazer parecer. (Farrington, 1971, p. 131)

Também segundo Farrington, no que diz respeito à possibilidade ou não de se chegar à verdade, problema que muito preocupava a filosofia, Bacon considerava ser essa uma questão que teria de ser respondida na prática, comprovando-se e não apenas discutindo. Era, portanto, uma questão pela qual se poderia terminar e não uma questão da qual se devesse partir. Dessa forma, Bacon dava uma resposta histórica e não lógica ao problema da verdade.

De outra parte, os antigos filósofos gregos, aqueles cujos escritos se perderam, colocaram-se, muito prudentemente, entre a arrogância de sobre tudo se poder pronunciar e o desespero da acatalepsia³. Verberando com indignadas queixas as dificuldades da investigação e a obscuridade das coisas (...) perseveraram em seus propósitos e não se afastaram da procura dos segredos da natureza. Decidiram, assim parece, não debater a questão de se algo pode ser conhecido, mas experimentá-lo. (*Novum organum*, I, Prefácio)

3 Literalmente, incompreensibilidade; estado resultante do princípio cético de dúvida à possibilidade da verdade, Nova Academia, Arcesilau (316-241 a.C.) e seus discípulos.