

A Descoberta do Mundo Físico

A ciência que os homens constroem

Sempre, em todos os tempos, existiram pessoas interessadas em observar a Natureza. Não nos referimos às pessoas que olham para a Natureza porque há nela flores bonitas, aves de penas coloridas, penedias soberbas de grandes alturas e ribeiros alegres que saltam entre seixos. Referimo-nos às pessoas que observam a Natureza com o desejo de quererem saber o motivo por que certas coisas acontecem nela.

Por exemplo: porque é que chove? De onde vem a água da chuva? Porque é que o Sol nasce sempre à direita de quem está voltado para o norte e se põe sempre à esquerda? Por onde é que anda o Sol durante a noite? E porque é que há noites? E porque é que umas vezes há frio e outras vezes há calor? E os relâmpagos, o que são? Porque é que os relâmpagos são acompanhados de trovões, que fazem tanto barulho? E porque é esse barulho? E porque é que o trovão se ouve, às vezes, quase ao mesmo tempo que se vê o relâmpago, e outras vezes só passado algum tempo?

Há pessoas que fazem perguntas destas sem se importarem muito com as respostas, mas há outras que não sossegam enquanto não arranjam respostas que as satisfaçam.

Assim, em todos os tempos houve homens que observaram a Natureza e que, pouco a pouco, deram resposta às suas interrogações. O que então foram descobrindo

comunicaram aos seus filhos, e os filhos aos netos, e os netos aos bisnetos, ou por boca ou por escrito, e assim pelos tempos fora. Cada nova geração de homens que aparece no Mundo tem à sua disposição tudo quanto os homens antes deles pensaram e descobriram. Podem até os novos repensar o que os seus antepassados já tinham pensado e acharem que estavam erradas as respostas que eles deram. Então procurarão dar respostas melhores, e assim sucessivamente.

O conjunto de conhecimentos que os homens possuem em determinada época constitui a *ciência* dessa época.

A ciência e a técnica

A vida dos primeiros homens na Terra foi muito difícil e até custa a compreender como sobreviveram a tantos perigos a que estiveram sujeitos. Toda a Natureza se apresentava como sua inimiga: o Sol que queima, a neve que enregela, os ventos que derrubam, as trovoadas que metem medo, os raios que incendeiam, as chuvas que inundam, os animais que atacam. A tudo os homens resistiram, inventando as suas primeiras defesas: os abrigos, os trajes, os machados, as flechas; e inventando construções que lhes facilitaram a vida: os carros de rodas, as pirogas e as canoas, os moinhos de vento, as azenhas dos cursos de água. Inventar as rodas dos carros ou as velas dos moinhos exigiu a meditação de muitas gerações de homens que, para isso, teriam observado atentamente e realizado grande número de experiências; são duas das mais notáveis descobertas da Humanidade, embora hoje, ao pé de tudo quanto temos, nos pareçam de pouco valor. A observação da Natureza, de tudo quanto os rodeava, foi-lhes, dia a dia, aumentando o saber, o qual depois aplicaram em construções úteis.

O saber é a *ciência*; a aplicação da ciência é a *técnica*. Descobrir, por exemplo, que uma pedra de grandes dimensões se desloca melhor quando colocada sobre paus roliços do que directamente sobre o solo, e perceber a razão disso, é ciência; construir um carro de rodas em que se aproveite esse conhecimento, é técnica.

No nosso tempo a ciência e a técnica estão muito avançadas, e até há pessoas, homens e mulheres, cuja ocupação é a de fazerem descobertas. São os *investigadores científicos* e os *investigadores técnicos*; o seu trabalho profissional é investigar. A sociedade precisa muito dessas pessoas porque delas depende grande parte do nosso bem-estar. Enquanto os primeiros homens ficavam aterrorizados com os relâmpagos e os raios, imaginando deuses, zangados com eles, que os castigavam dessa maneira, nos colocamos pára-raios nos edifícios e para lá dirigimos os raios, à nossa ordem. Enquanto os primeiros homens estavam completamente à mercê das chuvas para o desenvolvimento das suas sementeiras e plantações, nós sabemos montar sistemas de irrigação das terras, e até, em certas condições, somos capazes de fazer a própria chuva. Tudo isso foram consequências dos progressos da ciência e da técnica.

A atitude dos cientistas

Uma das mais importantes tarefas dos investigadores científicos é a de conseguirem dar explicação aos factos que observam. Voltemos àquele exemplo da pedra de grandes dimensões que se reconheceu poder-se transportar mais facilmente quando colocada sobre paus roliços do que quando assente no solo. O cientista, ao verificar este facto, não se satisfaz apenas com o seu conhecimento, mas quer saber porque sucede assim. Qualquer pessoa dirá logo que sucede assim porque a

superfície da pedra é rugosa, e a do solo também, muito irregular. A pedra, portanto, não desliza bem sobre ele. Além disso, essa qualquer pessoa também dirá que a pedra posta no solo assenta nele numa superfície muito grande, ao passo que, colocada sobre paus roliços, a superfície da pedra em contacto com eles é muito pequena. E até mesmo dirá que por serem roliços mais fácil se torna o deslocamento.

Tudo isto está certo, mas para um cientista esta resposta ainda não chega. Continua a perguntar: mas porque é que no caso de uma superfície rugosa (a da pedra), em contacto com outra também irregular (a do solo), o movimento de uma sobre a outra é mais difícil do que se forem polidas? O investigador científico tem que ir ao fundo das questões. Uma resposta que serve para qualquer pessoa, não serve para ele. No tratamento da ciência o investigador tem sempre uma atitude muito exigente.

A construção das hipóteses

Quando o cientista procura arranjar explicações para os factos que observa, começa por estabelecer *hipóteses*, isto é, toma, como ponto de partida para o que pretende explicar, certas afirmações que lhe parecem úteis para chegar ao fim que deseja. Vamos imaginar uma história que faça entender o que é uma hipótese científica.

Suponhamos que o Sr. Silva chegou a sua casa, de regresso de férias, depois de uma longa ausência. A casa tinha ficado fechada e durante aquele tempo ninguém lá tinha entrado porque só o Sr. Silva possuía a respectiva chave. O Sr. Silva chegou a casa, abriu a porta, entrou, fechou-a, e foi dar uma vista de olhos pelos compartimentos, não fosse o caso de ter havido qualquer novidade durante a sua ausência: uma torneira que ficasse mal fechada, ou coisa semelhante.

Ao entrar na salinha, o Sr. Silva teve um sobressalto: estava uma cadeira tombada no chão! Ele tinha a «certeza» de que deixara a cadeira na sua posição normal quando partiu para férias, nem fazia sentido que a tivesse deixado caída.

Eis um facto concreto: a cadeira estava tombada no chão. Era preciso explicar aquele facto porque a cadeira não caía só por si.

O Sr. Silva pôs imediatamente uma *hipótese*, aquela que, normalmente, todos nós poríamos no caso dele: a casa fora assaltada durante a sua ausência.

A hipótese, para ser válida, precisava de ser confirmada por consequências que dela decorressem, como seja a falta de objectos de valor que teriam sido então roubados. O Sr. Silva correu imediatamente ao seu quarto onde tinha um pequeno cofre com dinheiro na mesa-de-cabeceira. Lá estava o cofre, e lá estava também o respectivo dinheiro. O Sr. Silva deu volta à casa toda e não deu por falta de nada. Com certeza que um ladrão não entrava em casa, e saía, sem ter levado coisa nenhuma consigo.

Assim reconheceu o Sr. Silva que a sua hipótese não servia, mas a verdade é que a cadeira estava tombada no chão.

Teria havido, durante a sua ausência, um tremor de terra que fizesse tombar a cadeira? Seria outra hipótese. Mas não; esta hipótese não podia ser válida. O Sr. Silva não tinha tido notícia de nenhum tremor de terra e, se tivesse havido algum, teria sido de tal violência, para inclinar a cadeira até a deitar ao chão, que o prédio também deveria ter caído.

O Sr. Silva voltou à hipótese do ladrão. Custava-lhe muito a acreditar que um ladrão lhe entrasse em casa e não roubasse nada. A hipótese era muitíssimo improvável mas, contudo, não era impossível. O ladrão podia ter entrado, ter começado o seu trabalho pela salinha e, entretanto, ter-se assustado com qualquer coisa e fugido precipitadamente sem chegar a levar nada consigo. Ao

fugir, teria deitado a cadeira ao chão. Assim já a hipótese do ladrão se tornava mais válida.

Mas, nesse caso, por onde teria entrado o ladrão? A fechadura da porta estava intacta; não se notava nela, nem na porta, qualquer sinal de violência. Pelas janelas o ladrão não poderia ter entrado pois o Sr. Silva morava num 3.º andar e não havia possibilidades de acesso por aí. Pelo telhado também não porque o prédio tinha seis andares.

Entretanto, pelo sim pelo não, o Sr. Silva foi ver se alguma das janelas apresentaria sinal de ter sido forçada, mas achou tudo em ordem. Havia somente uma fresta, por sinal aberta, na dispensa que dava para o saguão, fresta com 10 cm de largura e por onde ninguém poderia passar, mesmo na hipótese de ser possível alcançar-se, por ali, o 3.º andar. Se fosse um gato ainda passaria, mas um homem, de modo nenhum, nem mesmo uma criança.

É verdade! — pensou o Sr. Silva. — E se fosse um gato? Certamente um gato poderia entrar por aquela fresta e, uma vez dentro de casa, como os gatos fazem toda a espécie de tropelias, poderia ter saltado para a cadeira, e daí para o chão, em correrias loucas, e a cadeira tombar. Era uma hipótese. Mas como é que o gato conseguia chegar ao 3.º andar? Impossível. Seria necessário haver qualquer coisa onde o gato se agarrasse para trepar até àquela altura, e a verdade é que não havia nada que servisse para isso. Se houvesse uns andaimes, por exemplo, seria fácil ao gato subir por eles e alcançar a fresta para entrar em casa.

O Sr. Silva espreitou pela fresta e não viu andaimes nenhuns, nem esperava vê-los.

Intrigado como estava, foi o Sr. Silva bater à porta do vizinho do lado e perguntar-lhe se tinha havido alguma novidade durante a sua ausência. Tudo bem, disse o vizinho. Houve apenas aí umas obras no saguão. Estiveram a caíá-lo. Alguns inquilinos cá do prédio já se tinham queixado ao senhorio porque o saguão estava

sujíssimo com as porcarias que as andorinhas fazem para aí todos os anos, na Primavera.

O Sr. Silva teve um sorriso de orgulho. A hipótese do gato era válida.

Note-se que o Sr. Silva não viu o gato, nem sabia se havia algum gato nas vizinhanças, nem estava mesmo interessado em saber se havia. Contudo, aceitou a hipótese do gato, e firmou-se nela. A hipótese era válida porque:

1.º Deu-lhe uma boa explicação para o facto observado (a cadeira caída no chão);

2.º Permitiu-lhe *prever* que teriam sido colocados andaimes no saguão, e verificou que essa previsão era correcta.

É claro que podia não ter sido nenhum gato que deitasse a cadeira ao chão. Podia até ter sido o próprio Sr. Silva que ao sair de casa para férias, nas últimas voltas domésticas, talvez um pouco apressadas, tivesse dado um encontrão na cadeira, que era leve e que nem faria barulho ao cair porque o chão da salinha estava coberto de um tapete muito fofo.

A verdade, porém, se era essa, não importa. O que importa é que a hipótese escolhida serviu para o que se pretendia explicar com ela, isto é, era *útil*.

As hipóteses científicas

Quando os cientistas querem interpretar os factos que observam, estabelecem hipóteses. Por exemplo: porque e que a água exposta ao ar se evapora?, porque é que os corpos têm peso?, porque é que a luz atravessa um vidro transparente e não atravessa uma chapa de metal?

Os cientistas baseiam as suas respostas em hipóteses, e essas hipóteses são aceites desde que satisfaçam as seguintes condições:

1.ª Permitirem interpretar os factos que estão em estudo;

2.ª Permitirem fazer previsões de outros factos, que deverão ser confirmadas por experiências.

Pode sempre suceder que, a partir de uma hipótese já aceite, se preveja outro facto que a experiência não confirme. Se isso acontecer, a hipótese deixa de servir, embora tivesse servido bem até aí. Terá que ser substituída por outra.

Não tem sentido pôr-se a questão de uma hipótese científica ser, ou não, «verdadeira». Isto não tem significado. O que se exige da hipótese é que seja *útil*, isto é, que sirva para interpretar certos factos observados e permita prever novos factos que a experiência confirme.

Muitas têm sido as hipóteses científicas apresentadas em todos os tempos, e que, mais tarde, se rejeitaram. Foram úteis no seu tempo, os homens de ciência acharam-nas excelentes e, contudo, acabaram por não servir, e até hoje nos rimos delas quando as ouvimos. Por exemplo: porque é que certos líquidos, como o vinagre, são azedos? Hipótese: os líquidos azedos são formados por corpúsculos, pequeníssimos, esféricos e todos cobertos de picos. São esses picos que picam na língua e, por isso, dão a impressão de azedo.

Porque é que uma pedra que cai de alto, vai aumentando a sua velocidade à medida que cai? Hipótese: um corpo, ao cair, faz um vazio atrás de si. O ar corre para esse vazio e empurra o corpo para baixo. Isto, continuamente, fá-lo andar mais depressa.

Porque é que pondo um objecto quente em contacto com outro, frio, o primeiro arrefece e o segundo aquece? Hipótese: todos os corpos guardam em si uma matéria invisível, em maior ou menor quantidade conforme estão mais quentes ou menos quentes. Quando se põem dois corpos em contacto entre si, que possuam

quantidades diferentes dessa matéria, o que tiver maior quantidade dela dá uma parte ao outro, ficando, por isso, menos quente, enquanto o outro fica mais quente.

Todas estas hipóteses já foram aceites e foram úteis, mas todas falharam, futuramente, na explicação de certos factos relacionados com elas. Por esse motivo foram rejeitadas.

Os factos e os fenómenos

Temos usado a palavra «facto» para nos referirmos aos acontecimentos que observamos, mas poderíamos ter redigido o texto de modo a usarmos a palavra «fenómeno».

Na linguagem vulgar fala-se em «fenómeno» quando se trata de algum acontecimento muito extraordinário, raro, nunca visto: uma vaca que nasceu com cinco pernas ou uma couve que atingiu três metros de altura. Em ciência, porém, a palavra «fenómeno» não corresponde a nada que seja extraordinário, como vamos ver.

Muitas vezes se tomam como sinónimas as palavras «facto» e «fenómeno», mas, rigorosamente, não significam a mesma coisa. Podemos distinguir os seus significados considerando que o *facto* se refere a um acontecimento concreto, bem determinado, e o *fenómeno*, a um acontecimento geral. A água, devidamente aquecida, ferve: é um facto; todos os líquidos, aquecidos a temperaturas convenientes, fervem: é o *fenómeno* da ebulição. Com cada líquido se observa o facto de ferver porque todos os líquidos estão sujeitos ao fenómeno da ebulição. Não é preciso verificar o facto de determinado líquido ferver porque acreditamos que todos os líquidos estão sujeitos ao fenómeno da ebulição.

Analogamente falamos no *fenómeno* da queda dos corpos e falamos no *facto* de determinado corpo cair;

falamos no *fenómeno* da reflexão da luz e falamos no *facto* de um feixe de luz entrar pela janela do nosso quarto e se reflectir no espelho que está na parede.

Convém-nos fazer estas distinções, embora o assunto pudesse ser tratado doutro modo.

As leis da Natureza

Se perguntarmos a alguém o que sucede quando largamos determinada pedra que seguramos na mão, responder-nos-á que cai. Isto significa, evidentemente, que a pessoa pensa que a pedra não se manterá no lugar em que a largamos e que sairá dele dirigindo-se para o solo. Ninguém tem dúvidas sobre isto e se perguntarmos à pessoa se está certa de que tal acontece, ela dirá que sim, e jurará se for preciso, embora, na verdade, nunca tivesse feito a experiência com «aquela» pedra. Resulta a sua certeza de a pessoa já ter verificado muitas vezes, durante a sua vida, que os corpos caem quando se largam, e entende que não há motivo para que aquela pedra faça excepção.

Esta atitude prova que a pessoa acredita que os factos que se observam estão sujeitos a regras. Conhecer ou descobrir essas regras é ciência.

Imaginemos que ao largar uma pedra no espaço podiam suceder as mais variadas coisas: por exemplo, a pedra ficar parada no sítio onde a largássemos; elevar-se, em vez de cair; ir para a esquerda ou ir para a direita; mover-se traçando uma curva em vez de uma recta; cair umas vezes muito devagar e outras vezes muito depressa.

Se neste exemplo, e em todos os mais que imaginássemos, tudo se passasse sempre *de qualquer maneira*, sem ser possível prever o que iria acontecer, não havia ciência. Foi possível criar ciência porque, nas mesmas