

Rómulo de Carvalho

A Descoberta do Mundo Físico

Sá da Costa



Cadernos de Iniciação Científica **1**

Os *Cadernos de Iniciação Científica*, destinados especialmente aos jovens estudantes dos 9 aos 15 anos, pretendem ser um meio de informação atracente, pela simplicidade da linguagem e pela apresentação gráfica, de conceitos fundamentais das ciências físicas sem os quais se torna duvidosa a aquisição consciente de conhecimentos de níveis mais elevados. De facto a experiência escolar dos professores tem mostrado que uma das causas de insucesso dos estudantes nos cursos complementares resulta exactamente da insegurança com que esses estudantes utilizam as ideias de base, sem as quais não lhes é possível progredir nos estudos. Os presentes *Cadernos* não respeitam nenhuma programação oficial mas acompanham-na, como não podia deixar de ser, na intenção de transmitir conhecimentos indispensáveis para a interpretação dos fenómenos que estão na base de toda a construção científica. O autor, sempre pronto a aceitar críticas e a corrigir erros, aguarda a opinião dos seus leitores a respeito destes *Cadernos*.

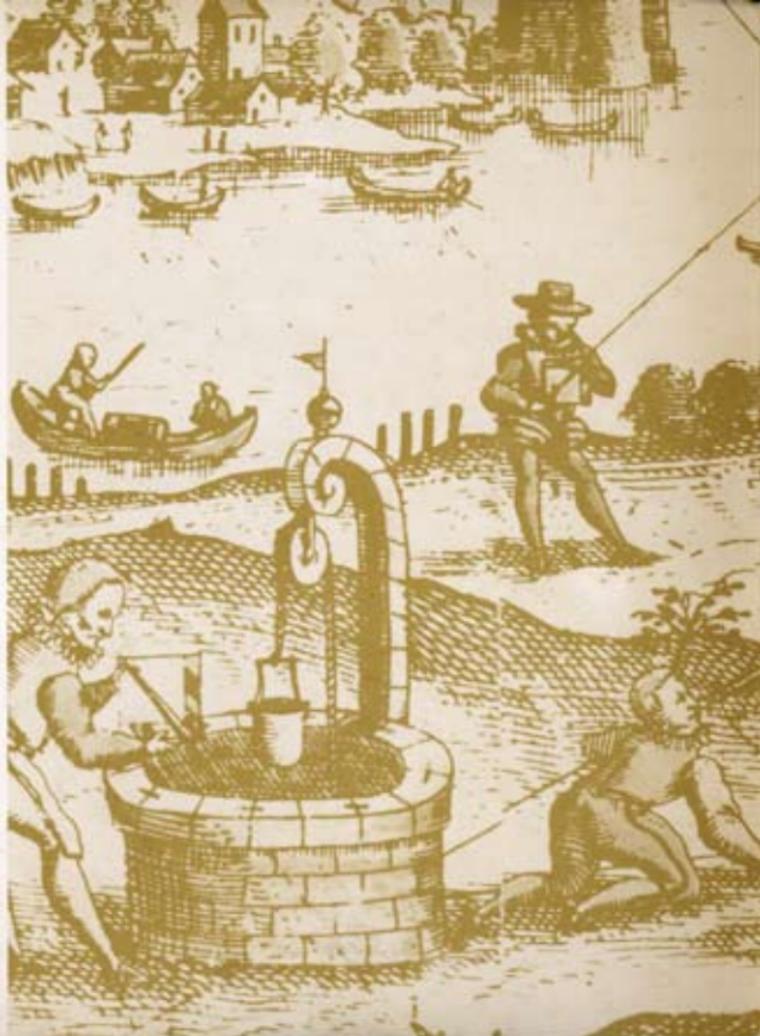
Capa:
Gravura do século XVII em que se faz realçar o grande entusiasmo dos homens dessa época pelas observações científicas.

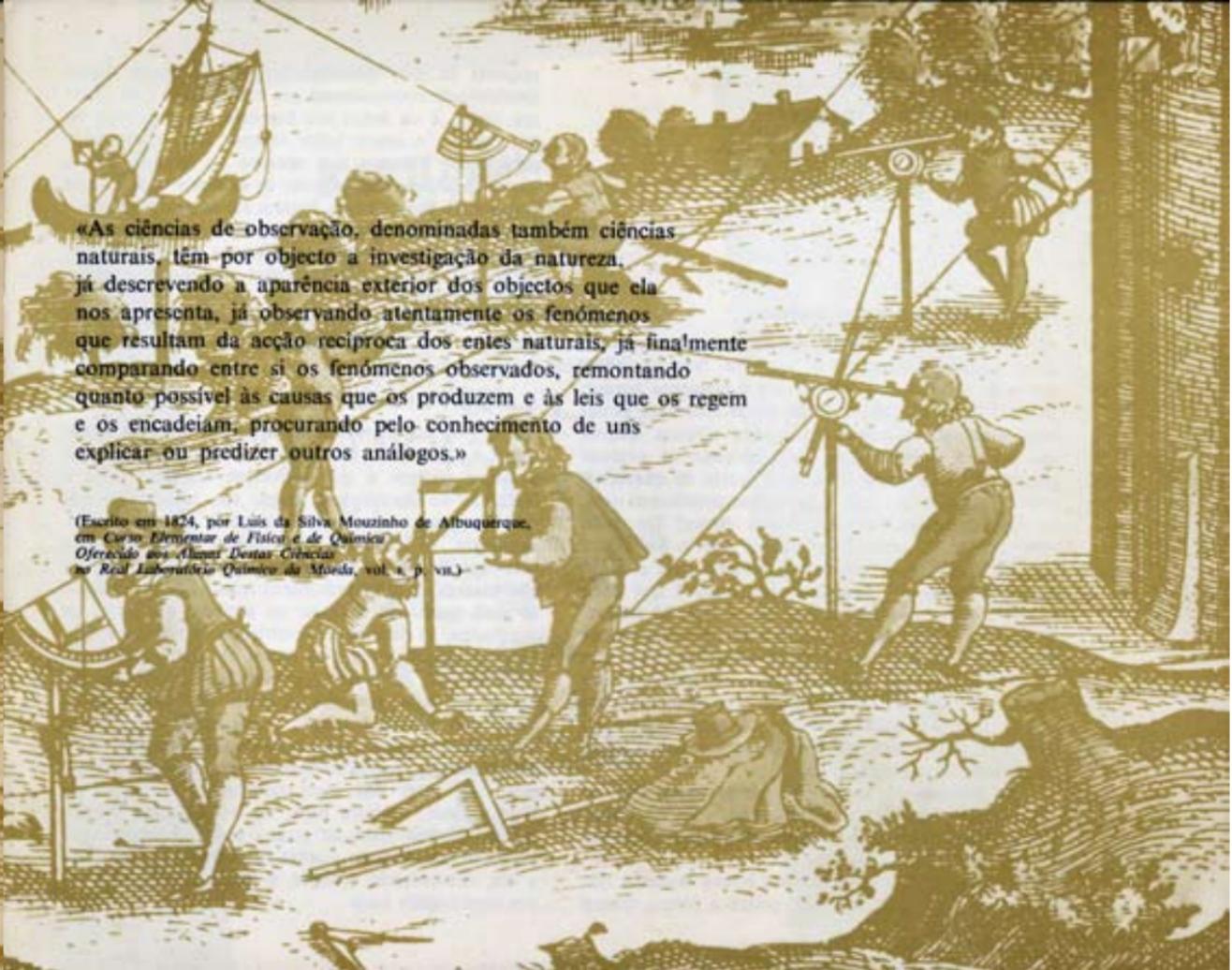
Livraria Sá da Costa Editora
Rua Garrett, 100-102, Lisboa,
Augusto Sá da Costa, Lda.

© Sá da Costa Editora, 1978

1.ª edição, 1979

Máquina de Sebastião Rodrigues
Desenhos de José Gomes
Fotografias de Fernando Costa
Impresso em Manuel A. Pacheco, Lda.





«As ciências de observação, denominadas também ciências naturais, têm por objecto a investigação da natureza, já descrevendo a aparência exterior dos objectos que ella nos apresenta, já observando atentamente os fenómenos que resultam da acção reciproca dos entes naturais, já finalmente comparando entre si os fenómenos observados, remontando quanto possível às causas que os produzem e às leis que os regem e os encadeiam, procurando pelo conhecimento de uns explicar ou predizer outros análogos.»

(Escrito em 1824, por Luís da Silva Mouzinho de Albuquerque, em *Curso Elementar de Física e de Química*, Oferecido aos Alunos destas Ciências no Real Laboratório Químico da Moura, vol. 1, p. VII.)

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: por que é que chove? De onde vem a água da chuva? Por que 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 por que é que há noites? E por que é que umas vezes há frio e outras vezes há calor? E os relâmpagos, o que são? Por que é que os relâmpagos são acompanhados de trovões, que fazem tanto barulho? E por que é esse barulho? E por que 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 satisfazam.

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 trajos, 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.

RARIDADES
D A
NATUREZA,
E DA ARTE,

Divididas pelos quatro Elementos.

Escritas, e dedicadas

A' MAGESTADE FIDELISSIMA DE ELREY
Nosso Senhor

D. JOSEPH I.

FOR

PEDRO NORBERTO
DE AUCOURT E PADILHA,

*Cavalleiro professo na Ordem de Christo, Fidalgo
da Casa Real, e Escrivaõ da Camera da
Sua Magestade na Mesa do Desem-
bargo do Paço.*



LISBOA,

Na Officina Patriarcal de FRANCISCO LUIZ AMENO.

M. DCC. LIX.

Cem as licenças necessarias.

Frontispicio de uma obra
publicada em Lisboa,
em 1759, em que o autor
descreve acontecimentos
invisgares observados na
Natureza.

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, nós 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 por que 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 por que 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 sobresalto: 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 preparar 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 caia-lo. Alguns inquilinos cá do

prédio já se tinham queixado ao senhorio porque o saguão estava sujíssimo com as porcararias 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: por que é que a água exposta ao ar se evapora?, por que é que os corpos têm peso?, por que 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 às seguintes condições:

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

2.º 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: por que 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.

Por que 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.

Por que 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

COMPENDIO
DE
OBSERVAÇOENS,

Que fórmaó o plano da Viagem Política,
e Filofolica, que se deve fazer dentro da Patria.

DEDICADO
A SUA ALTEZA REAL
O SERENISSIMO
PRINCIPE DO BRASIL
PELO DOUTOR
JOSE ANTONIO DE SA'

*Oppofitor de Cadeiras de Leis da Universidade da
Coimbra, e Correfpondente da Academia das
Sciencias de Lisboa.*



L I S B O A

Na Officina de Francisco Borges de Souza.

ANNO M.DCC.LXXXIII.

Com Licença da Real Mesa Censoria.

Frontispício de uma obra,
Compendio de Observações,
publicada em Lisboa, em 1783,
em que o autor apresenta
um plano para se explorar
cientificamente o território
nacional.

ADVERTENCIAS AO VIAJANTE.

*Dos instrumentos, que devem levar-se
em huma Viagem.*

O Filósofo, que quer observar a natureza, a fim de esquadriñar, e preparar os seus productos deverá ir preparado de todos os instrumentos precisos para este fim, como são Machados, Foices, Picaretas, Escopros, Cunhas, Malhos, Brocas, Serras, Serrotes, Navalhas, Tesouras, Fiugas, Tenazes, Martelos, Cuetellos, Escarpellos, Espingardas, Polvora, Chumbo, Redes de todo o genero, Anzoes, Alfinetes, Papel parnero, e branco, Sacos, Pannos de Linho, Cordas, Cordeis, Guitas, Arames, Bitumes, Rezina, Cera, Solimaõ, Ago-ardente, Pedra hume, Enxofre, Garrafas, Vasos de Lata, Algudaõ, Estopa, e infinitos outros, que são indispensaveis para os trabalhos Filosoficos da natureza.

Por-

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 circunstâncias, os factos se repetem sempre do mesmo modo. Isto permite-nos dizer que existem *leis* na Natureza.

Fig. 1

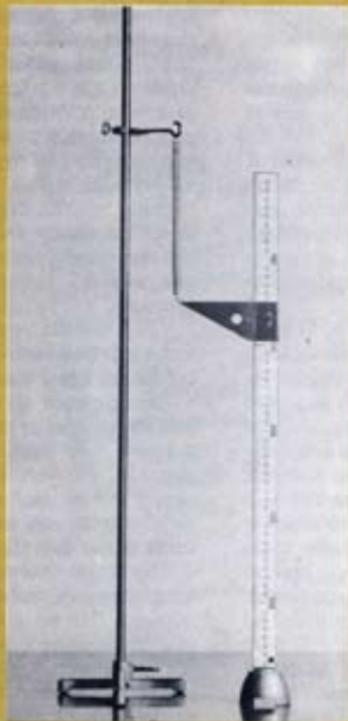


Fig. 1 — Mola em hélice,
suspensa de um suporte.

Fig. 2

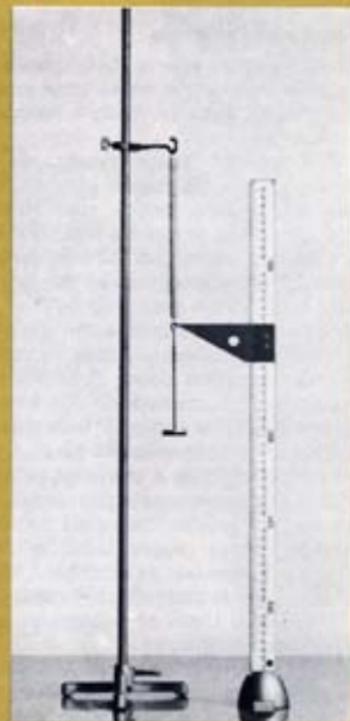


Fig. 2 — Sob a acção do peso
do corpo suspenso da mola
esta deforma-se, alongando-se.

O Sol nasce, todos os dias, à direita de quem está voltado para o norte. É uma lei. Ninguém admite que amanhã, para variar, o Sol nasça do lado esquerdo, em relação à pessoa voltada para o norte.

Os líquidos correm sempre, *espontaneamente*, de um nível mais alto para um nível mais baixo, e nunca ninguém viu o contrário. É uma lei.

O açúcar é solúvel na água. É uma lei.

Um íman atrai um prego de ferro. É uma lei.

A corrente eléctrica que torna incandescente o filamento de uma lâmpada, aquece-o. É uma lei. Etc., etc.

Leis qualitativas e leis quantitativas

Há certas leis que se podem traduzir por relações numéricas. Nos exemplos de leis que acabámos de dar nenhuma delas trata de relações numéricas. Quando se diz que o açúcar é solúvel na água, não se diz que *quantidade de açúcar* se poderá dissolver em certa *quantidade de água*, em determinadas condições. Quando se diz que o filamento da lâmpada de incandescência se aquece ao ser percorrido por uma corrente eléctrica, não se diz quanto vale essa corrente nem de quanto se eleva a temperatura do filamento, em determinadas condições. As leis apresentadas como exemplos são *leis qualitativas* porque não se referem a quantidades. Quando se referem a quantidades, isto é, quando indicam relações numéricas, são *leis quantitativas*. Daremos disso um exemplo fácil de compreender.

A figura 1 apresenta uma mola em hélice, suspensa de um suporte; a figura 2 mostra a mesma mola da qual se suspendeu um corpo de certo peso. É evidente que o corpo, por ser pesado, fez "esticar" a mola; tornou-a mais comprida. O aumento de comprimento que a mola sofreu pode ser medido (como se vê nas figuras) utilizando uma régua ao longo da qual se faz deslizar um ponteiro que se

regula de modo que a sua extremidade aguçada aponte a extremidade inferior da mola, antes e depois de o peso ter sido suspenso.

Também é evidente que suspendendo corpos de pesos diferentes, na mola, esta se alonga tanto mais quanto mais pesados forem esses corpos. Se procedermos assim em experiências sucessivas, e fomos sempre efectuando as necessárias medições, ficaremos em condições de descobrir se haverá alguma relação numérica entre os valores dos pesos dos corpos suspensos e os valores dos aumentos de comprimento que a mola sofre relativamente a cada um desses pesos. É de crer que, pelo menos até certo limite, o aumento de comprimento da mola seja tantas vezes maior quantas vezes maior for o peso do corpo que a "estica", isto é, um peso duplo (triplo, etc.) de determinado peso, deve provocar um aumento de comprimento da mola que será duplo (triplo, etc.) do aumento provocado por esse determinado peso. Se for essa a conclusão que nos pareça mais acertada¹ estamos em condições de estabelecer uma lei, que será uma lei quantitativa, e que poderemos enunciar do seguinte modo (em linguagem, aliás, muito imprópria mas que de seguida corrigiremos): o aumento de comprimento da mola é tantas vezes maior quantas vezes for maior o peso do corpo que a faz esticar.

A linguagem científica

A ciência tem uma linguagem própria para descrever os factos que observa, assim como para exprimir as suas hipóteses e as suas leis. As palavras de que nos servimos agora ao falarmos das experiências com a mola, são muito incorrectas mas foram usadas assim de propósito para as compararmos melhor com os termos científicos adequados.

Dissemos que a mola "esticava" por acção dos pesos dos corpos a que foi sujeita. "Esticar" significará que ficou mais comprida. O que convém notar



Gravura do *Tratado da Esfera* (1537), livro de cosmografia do inglês Sacrobosco, traduzido do latim, e anotado, pelo cosmógrafo português Pedro Nunes, que foi cientista de fama universal.

Tratado da Spera do
mundo tirado de latim em lingoagẽ portugues
Com hũa carta que hũ grãde doutor Allexam may
dou a el Rey de Portugall dom Joam ho segundo.

é que a mola tinha determinada forma e que, por acção dos pesos dos corpos suspensos, a sua forma variou. Em linguagem científica diz-se que a mola sofreu uma *deformação*.

As deformações da mola, nas citadas experiências, resultaram de a termos sujeitado à acção de *forças*. As forças para isso usadas foram os pesos dos corpos que suspendemos da mola. Contudo, as forças que a deformaram poderiam ter sido exercidas, por exemplo, por nós próprios, puxando a mola com os dedos pela sua extremidade inferior. O que importa, portanto, para a conclusão, é que a mola se deforma quando se lhe aplicam forças, qualquer que seja a origem dessas forças.

Note-se também que as forças que se aplicaram à mola, não foram aplicadas de qualquer maneira. Se déssemos um portapé na mola também lhe estávamos a aplicar uma força, mas isso não interessaria para o fim em vista. As forças foram aplicadas na mola de maneira a deformá-la aumentando-lhe o comprimento. As forças aplicadas de modo a obter este efeito têm um nome próprio: chamam-se *forças de tracção*. Diremos então que a *deformação* causada na mola por *forças de tracção* tem como consequência um aumento de comprimento da mola. Assim já estamos a falar melhor.

Agora vamos chamar *alongamento* ao aumento de comprimento que a mola sofre quando é deformada por tracção. As experiências efectuadas com a mola levar-nos-iam à conclusão de que esses alongamentos eram tanto maiores quanto maiores fossem os valores das forças de tracção aplicadas à mola. Diremos então que os *alongamentos* sofridos pela mola são tanto maiores quanto maiores forem as *intensidades das forças* de tracção que a deformam.

E concluiríamos mais. Concluiríamos que o alongamento duplicava quando a intensidade da força duplicava, e que triplicava quando a intensidade da

força triplicava. Se continuássemos as experiências, naturalmente reconheceríamos que o alongamento era quatro, cinco, seis, etc., vezes maior quando a intensidade da força aplicada fosse quatro, cinco, seis, etc., vezes maior, e sempre assim, na mesma proporção?

Estamos então em presença de uma lei que poderá enunciar-se assim: os alongamentos provocados numa mola em hélice por forças de tracção são proporcionais às intensidades dessas forças.

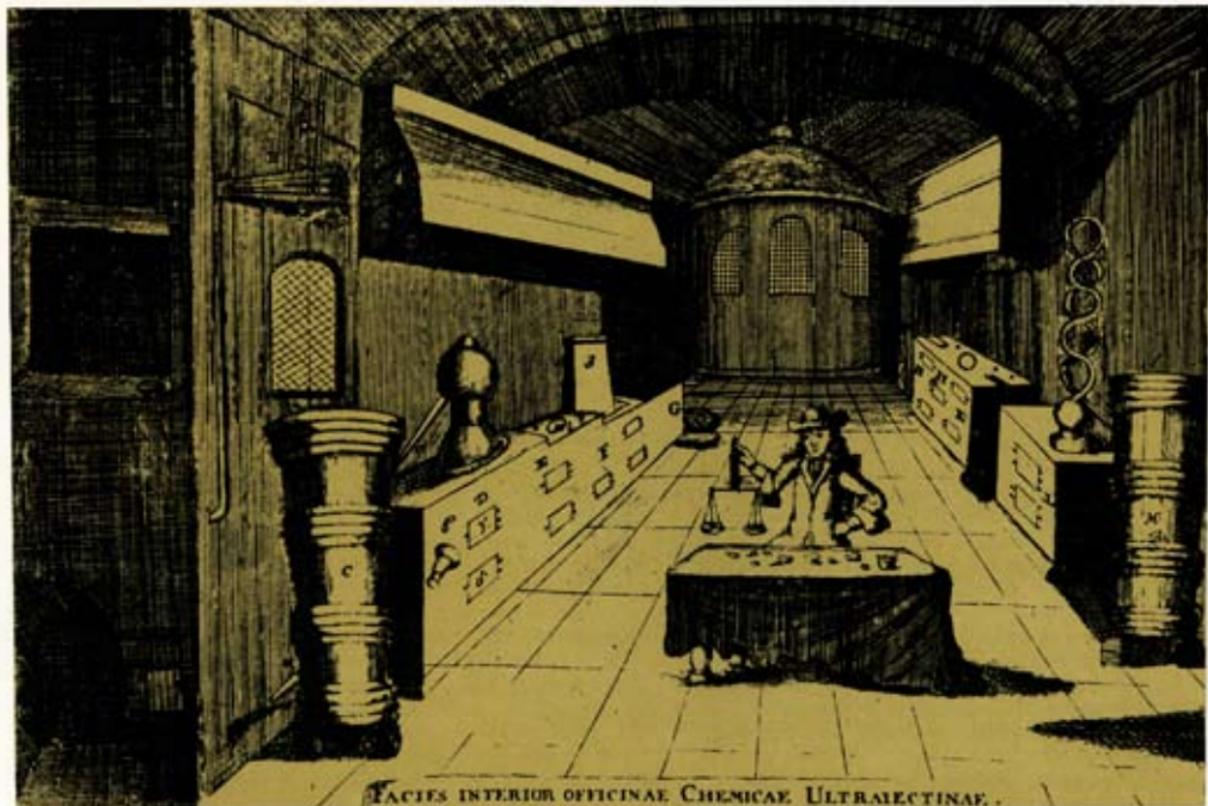
Isto é um exemplo do uso da linguagem científica. Ter uma linguagem própria não é um privilégio da ciência. Todos os ramos de actividade têm a sua linguagem própria: o desporto, o cinema, a política, a caça, etc. Quando se fala de ciência deve-se utilizar a linguagem da ciência.

As várias ciências

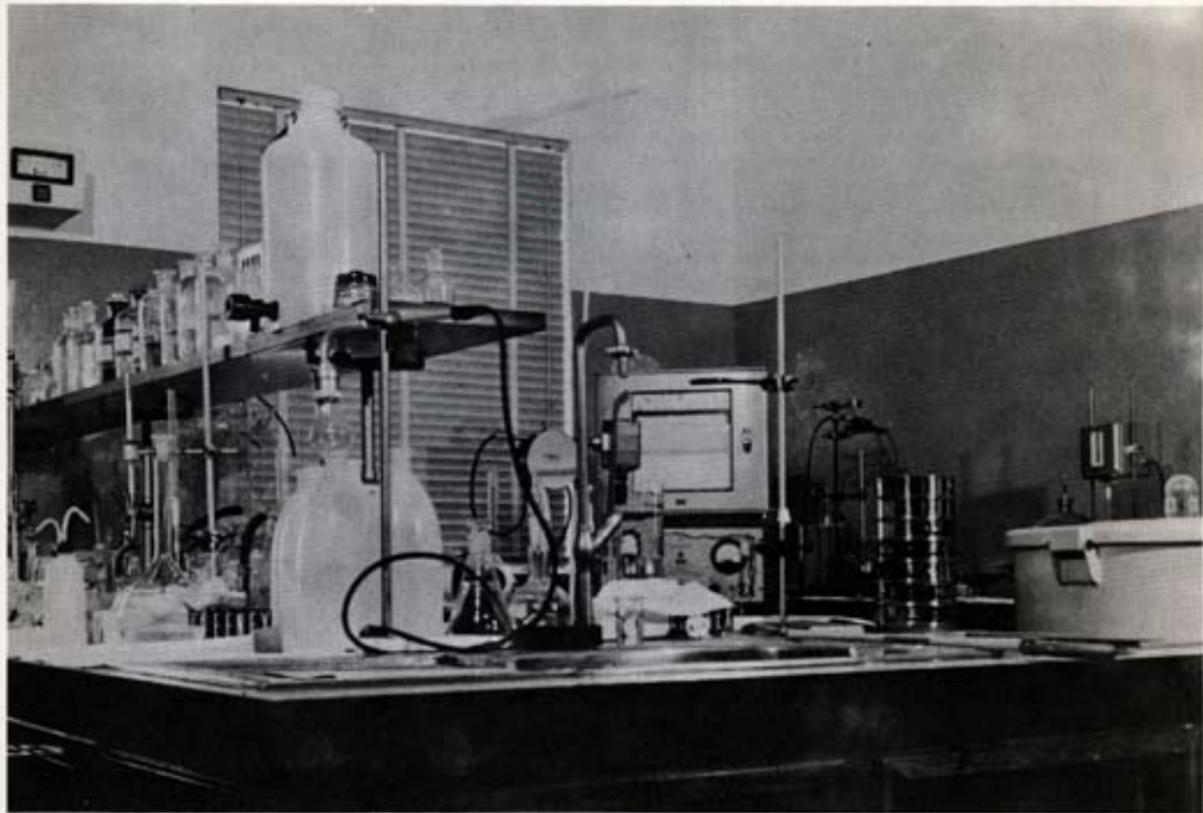
Quando usamos a palavra "ciência", conforme temos estado a utilizá-la, referimo-nos à totalidade dos conhecimentos humanos.

Já houve tempos em que um mesmo homem possuía todos os conhecimentos da sua época. Sabia de tudo, tanto do corpo humano como das plantas, como dos astros, etc. O saber total era pouco, de modo que qualquer pessoa estudiosa e interessada podia falar sobre todas as coisas. Actualmente, e isso já não é só de hoje, cada cientista dedica-se apenas ao estudo de determinados aspectos científicos. A "ciência" dividiu-se em muitas "ciências".

A Medicina, por exemplo, é uma dessas ciências, a ciência que trata do corpo humano, e só aí são tantos os conhecimentos que, por sua vez, ainda a Medicina se dividiu em outras ciências, como sejam a que trata dos ossos (Osteologia), a que trata da pele (Dermatologia), a que trata dos olhos (Oftalmologia), etc., e cada uma delas tem os seus especialistas.



Laboratório do Século XVIII.
Gravura impressa em 1718,
que representa um laboratório
de investigação na
Universidade de Utreque,
na Holanda.



Laboratório do século XX.
A fotografia mostra um dos
laboratórios de investigação
da Junta de Energia Nuclear,
em Sacavém.

A Física

De todas as ciências interessa-nos falar de uma que se chama Física, à qual são dedicados os cadernos desta colecção.

Durante muitos séculos chamou-se "Física" ao estudo da Natureza, qualquer que fosse o assunto que se lhe referisse. O estudo das plantas, dos animais, dos astros, etc., tudo pertencia à Física. O estudo do corpo humano, também. O que designamos por "Medicina" também era Física, e até durante séculos os médicos se chamaram *físicos*. O nosso Gil Vicente tem uma peça de teatro chamada *Farsa dos Físicos*, em que os físicos são os médicos.

No tempo actual o significado da palavra "Física" já não corresponde ao que teve no passado. O objectivo da Física é menos fácil de concretizar do que o de muitas outras ciências. Pode dizer-se com simplicidade, e sem erro, que a Zoologia estuda os animais, que a Botânica estuda as plantas, que a Mineralogia estuda os minerais, etc. Mas a Física, que estuda? Em linguagem moderna podemos dizer que a Física estuda as transformações e as transferências de energia e, sendo assim, compreende-se que a Física intervenha na Zoologia, na Botânica, na Mineralogia, na Medicina, na Agronomia, na Meteorologia, na Biologia, na Astronomia, etc., etc., porque todas estas ciências precisam de informações que só os físicos lhes podem dar.

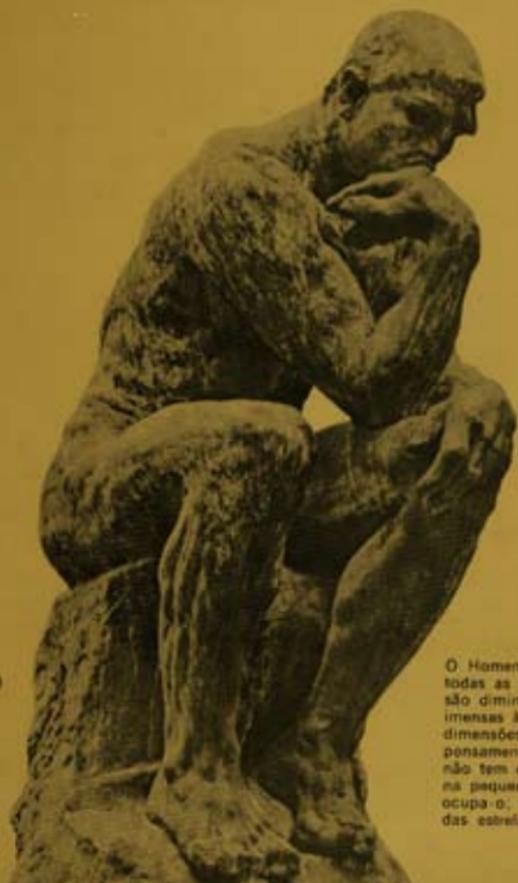
O significado do objectivo que apontamos para a Física irá sendo compreendido à medida que formos avançando na leitura destes cadernos¹.

Notas

¹ Essa é exactamente a conclusão a que se chegaria, conforme veremos no Caderno n.º 2 desta colecção.

² Isto só é verdade até certo limite. Se as forças aplicadas tiverem intensidades exageradas, a mola, depois de subtraída à acção da força, já não regressa ao comprimento que tinha inicialmente, e a proporcionalidade deixa de se verificar. A lei só é válida dentro de certos limites.

³ O Caderno n.º 6 será especialmente dedicado à "energia".



(O Pensador,
escultura de Rodin.)

O Homem é a medida de todas as coisas. Os átomos são diminutos e as estrelas imensas à escala das dimensões do Homem. Mas o pensamento humano, esse, não tem dimensões. Penetra na pequenez do átomo e ocupa-o; invade a vastidão das estrelas e preenche-as.

Cadernos publicados:

1. A Descoberta do Mundo Físico
2. A Experiência Científica
3. A Natureza Corpuscular da Matéria

Próximos Cadernos:

4. Moléculas, Átomos e Iões
5. A Estrutura Cristalina
6. A Energia



O famoso teste americano
Benjamin Franklin (1706-1790)
comparou as 21 mil palavras
de volta, com as correspondentes
A ciência de Franklin
na 1.ª edição a origem
dos relâmpagos