ANTOLOGIA

SÔBRE AS CIÊNCIAS E A TÉCNICA

por Henri Mineur

(duma conferência realizada em Paris)

São múltiplas as ligações da ciência e da técnica. A ciência tem um objectivo técnico num certo número de casos mas sempre de início ou quando dum renascimento. A astronomia egípcia é o resultado das circunstâncias materiais da vida humana no vale do Nilo; o renascimento da astronomia no século XVI é o resultado da economia nesta época.

A técnica, pelo contrário, tem por vezes o seu objectivo fixado pela ciência que procura auxiliar e isto acontece sempre que a ciência adquiriu um desenvolvimento suficiente para ter a sua vida própria sem ter um fim técnico definido. É o caso da mecânica de precisão e da fabricação das superfícies ópticas.

Entre estes extremos encontram-se todos os casos intermédios. Capítulos há da ciência com um objectivo técnico preciso no passado e para os quais êsse objectivo se tornou mais vago e mais longínquo, como a Mecânica Celeste. Encontramos também capítulos da ciência que não actuam senão indirectamente sôbre a técnica por intermédio de outros domínios da ciência, como acontece com alguns capítulos da astrofísica. Outros capítulos da ciência que tiveram determinado objectivo técnico perderam-no substituindo-o por um outro como acontece com o problema das longitudes.

Em suma, um impulso inicial é dado pela técnica à ciência e desde que esta adquiriu desenvolvimento assistimos a reações múltiplas, mais ou menos complexas entre a ciência e a técnica.

Notam-se domínios da ciência que não têm objectivo utilitário nem longínquo nem próximo mas que o têm filosófico: o de dar uma explicação total do universo.

Isto faz-nos compreender porque tôdas as ciências estão ligadas e quanto a história das ciências é complexa, visto que os resultados dumas actuam sôbre as outras e estamos habituados a ver investigações desinteressadas de comêço darem origem a resultados práticos da mais alta importância no fim de alguns séculos; tal é o caso da electricidade.

Não só as ciências estão intimamente ligadas entre si em cada instante como reagem umas sôbre as outras no tempo; os trabalhos de mecânica estatística dos gazes do século XIX, por exemplo, sofreram a influência dos trabalhos astronómicos do século XVII.

Vemos também a estrutura social e as tendências filosóficas de cada época influir duma maneira considerável na investigação científica estimulando-a ou procurando asfixiá-la ou canalisá-la, ao mesmo tempo que observamos os resultados da ciência levar o homem a modificar a sua concepção filosófica do universo.

Estamos em presença dum complexo de fenómenos que actuam uns sôbre os outros e onde se torna muitas vezes impossível destacar as relações simples de causa e efeito. Pode precisar-se esta íntima ligação da ciência, da técnica e da vida social tentando responder à seguinte questão: ¿Pode imaginar-se a história da ciência, a da técnica e a da sociedade idênticas ao que já foram mas desfasadas no tempo, isto pelo menos em certos domínios? Penso que um tal desfasamento não pode exceder senão poucos anos e convencer-nos-emos disto fàcilmente estudando cada caso particular.

Tal diminui muito o papel dos génios na ciência e creio que cada sociedade tem os sábios e a ciência que deve ter; numa colectividade tão numerosa, como a humanidade, uma descoberta encontra sempre um autor quando as circunstâncias científicas, económicas e sociais são favoráveis.

De resto, o trabalho de um sábio é função do trabalho dos seus pioneiros e dos seus contemporâneos. A ciência só se faz colectivamente; as investigações dum trabalhador distinguem-se mal, a maioria das vezes, das dos que o acompanham no espaço e no tempo; quando uma tal distinção é possível não é muitas vezes mais do que uma ilusão.

Além disso, para trabalhar, o sábio deve ter um objectivo e, ainda que o não distinga, não é menos verdade que êle trabalha porque atribui um valor ao seu trabalho; ora, o que constitui o valor da ciência para o sábio é o seu carácter colectivo porque tôda a ciência constitui um edifício que cada sábio construiu com os que o precederam e com os seus contemporâneos e ao qual não trouxe mais do que uma pedra. Não se fantasia finalmente um sábio trabalhando numa ilha deserta e sabendo que o seu trabalho não será continuado.

Este carácter colectivo da ciência mostra-nos porque, apesar das aparências, ela forma um todo com a vida técnica, social e filosófica da humanidade e esta é a causa por que não se pode separar a ciência dos outros domínios da actividade humana.

Tradução de M. ZALUAR.

«EPPUR SI MUOVE!»

[TODAVIA, MOVE-SE!]

por Gino Loria

Segundo voz que corre mundo há séculos e que provém de qualquer anónimo contemporâneo de *Galileo*, êste gigante, uma vez assinada a abjuração, teria gritado de cabeça erguida, na presença dos seus juízes: «Eppur si muove!». Trata-se de uma lenda criada, ou por um admirador de *Galileo* para demonstrar a firmeza das suas opiniões científicas, ou por qualquer detractor para apresentá-lo como perjuro [1]; mas, trata-se, certamente, de pura invenção, sendo inadmissível que êle, no estado de ânimo resultante dos interrogatórios e da abjuração e nas suas deploráveis condições de saúde, tenha podido dar uma prova de coragem verdadeiramente leonina. Se êle tivesse pronunciado aquelas tremendas palavras, uma nova pira ter-se-ia acendido em *Campo dei Fiori*, *Giordano Bruno* teria contado com um grande partidário e uma nova página teria sido escrita para a história dos mártires da liberdade do pensamento.

Todavia, a humanidade, ao aceitar sem duvidar da autenticidade e ao divulgar aquele episódio piedoso, acreditou e quiz afirmar que não existe fôrça humana, nem a que emana dum tribunal a sentenciar em nome de deus, capaz de arrancar do ânimo dum verdadeiro homem de ciência uma convicção amadurecida depois de demorados estudos e reiteradas experiências.

E que em *Galileo* tenha permanecido inabalável a confiança na doutrina copernicana demonstram, de forma a não admitir contestação, as seguintes palavras por êle escritas nas margens dum exemplar do famoso *Dialogo* [2]:

«Sôbre a introdução de novidades.

«¿Quem duvida que a nova introdução de querer que os intelectos, criados livres por deus, se tornem escravos da vontade de outrem, não seja causadora de escândalos gravíssimos?

«¿E o querer que outros neguem os próprios sentidos e os posterguem ao arbítrio dêles?

«¿E o admitir que pessoas ignorantíssimas duma ciência ou arte sejam juízes dos inteligentes, e que pela autoridade concedida, tenham poderes para a dirigir a seu modo?

«Estas são as novidades capazes de arruïnar as repúblicas e subverter os estados.

«Prudentes, teólogos, que querendo fazer matéria de fé das proposições referentes ao movimento ou à imobilidade do sol e da terra, vos expondes ao perigo de ter, por fôrça do tempo, de condenar como heréticos os que afirmam estar a terra imóvel e mover-se, de há muito, o sol: com o tempo, digo, quando sensata e necessàriamente vos fôr demonstrado, o movimento da terra e a imobilidade do sol».

E, isto é afirmar muito mais do que exclamar: «Eppur si muove!». (de «Galileo Galilei»)

---

(1) O leitor desejoso de pormenores sôbre a origem desta lenda, encontrá-los-à nos artigos: *G. Berthold, «Eppur si muove»*, (Zeitschr. f. Math. u. Phys. 42 Jahg. 1897, Hist. lit. Absh. p. 5 e Bibl. mathem. Nouv. Sés. T. XI, 1897, p. 57); *A. Favaro, Allo ricerca delle origine di «Eppur si muove»* (Atti del R. Ist. Ven., T. LXX, 1919-11). Limitamo-nos aqui a notar que, apesar de repetidas e cuidadosas investigações não se chegou, contudo, a uma conclusão definitiva acêrca da célebre frase; a sua citação mais antiga encontrar-se-ia num quadro flamengo de autor desconhecido, mas dos meados do século XVII, quadro que teria constituido uma antecipação do muito conhecido quadro de *Nicoló Barabino*.

(2) «Dialogo di Galileo Galilei Linceo, matematico sopraordinario dello studio di Pisa, e filosofo e matematico primario del Serenissimo Gr. Duca di Toscana, dove ne i congressi di quatro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano, proponendo indeterminatamente le ragioni filosofiche e naturalitanto per l'una quanto per l'altra parte».

Tradução de A. SÀ DA COSTA.

BOM SENSO E RACIONALISMO CIENTÍFICO

por P. Couderc

(de «La Relativité», Col. «Que sait-je?»)

Para abordar o exame das idéias novas com a permeabilidade necessária, para ter perante o veredicto da experiência a docilidade conveniente, pensemos nas derrotas mais famosas do bom senso. Vejamos se esta «puissance de bien juger et distinguer le vrai d'avec le faux» como diz *Descartes*, é um guia suficiente no estudo da natureza.

a) A observação corrente mostra a Terra plana, com irregularidades locais de relêvo. Às primeiras concepções da sua *esfericidade*, pelo século IV a. C., o bom senso dos Antigos replica que não se pode caminhar de cabeça para baixo e nega a existência dos antípodas.

b) Alguns séculos mais tarde, a esfericidade da Terra é aceita; a Terra é uma esfera que se sabe já medir. Mas, o bom senso afasta com espanto a sua *rotação* sôbre si mesma, que alguns filósofos encaram. Nós bem vemos que está imóvel, se não sentiríamos bem a trepidação da máquina! Um astrónomo eminente — *Ptolomeu* — rejeita a rotação com um argumento de bom senso um pouco mais elevado: «Uma roda que gira, escreve êle, possue uma fôrça centrífuga tanto mais intensa quanto maior fôr a velocidade; se a Terra girasse em 24 horas, como alguns propõem, os pontos do seu equador teriam uma velocidade fantástica [1] e os seres, as casas, as pedras, as águas, seriam lançados nos ares; o próprio solo voaria em estilhaços [2].»

c) A Terra gira em tôrno do Sol num ano. Desde o ano 270 a. C., *Aristarco de Samos* admite êste movimento de translação. Mas, a imobilidade da Terra, o «fogo» das suas profundezas e a necessidade da sua posição central no Universo eram para os Gregos dogmas filosóficos ou religiosos. Lê-se em *Plutarco: «Cleanto* o estóico pretendia que *Aristarco* fôsse processado por ter proposto, à custa duma profanação sacrílega, a deslocação do fôgo do Mundo».

Dezóito séculos mais tarde, *Copernico* ressuscita a teoria de *Aristarco:* o seu livro é incluído no Index *(«donec corrigatur!»)*; a seguir é a famosa condenação de *Galileo,* por ter defendido a heresia do movimento da Terra, é *Descartes* a destruir para sempre a sua Física ao saber destas perseguições: tantas perdas a imputar a uma fé cega nas aparências.

d) Como o bom senso, enfim, enganou a humanidade sôbre os princípios da Mecânica! O senso comum ensinou aos Antigos que um movimento não mantido se interrompe e que o movimento *natural* dos astros é circular. Estes dois erros iniciais reduziram a nada os esforços dos Gregos para edificar uma Mecânica; 2.000 anos decorreram até que *Galileo* e *Descartes* descobrissem a lei da inércia: um movimento não perturbado persiste indefinidamente rectilíneo.

Haverá alguma coisa mais revoltante para o bom senso que êste princípio da inércia? Todavia, sem êle não teria podido surgir a dinâmica.

Assim, o bom senso de ontém não será amanhã mais do que cegamente obstinado: desconfiemos do guia que tanto prejudicou a ciência. A História mostra que as aparências são falaciosas e que a razão humana, por si só, é incapaz de descobrir a verdade. As discussões escolásticas que esterilizaram a Idade Média são exemplos dos desvios da razão quando ela trabalha em falso, sem mergulhar no real.

O verdadeiro guia, o racionalismo científico, cujo mérito se mede pelo progresso acelerado das ciências, reside na aplicação do método experimental, no qual a experiência e a razão se apoiam mùtuamente

(1) 450 metros por segundo.

(2) Foi preciso esperar pelo ano de 1669 para que êste paradoxo desaparecesse perante uma interpretação correcta. *Huygens* mostrou que a fôrça centrífuga tem por expressão v^2/r. No caso da Terra r é tão grande que êste quociente é quási nulo.

Tradução de A. SA DA COSTA.

MENTALIDADE MATEMÁTICA

por Federigo Enriques

(de «Le Matematiche nella storia e nella cultura»)

Para compreender bem o lugar correspondente na cultura às Matemáticas e aos matemáticos, não pode prescindir-se da análise dalguns problemas psicológicos.

Antes de tudo, ¿que coisa distingue a mentalidade do matemático?

Segundo a observação comum, os rapazes que, na escola, mostram um certo talento para as matemáticas não são sempre os mais inteligentes; são tímidos, embaraçados, concentrados, por nada se interessam além dos seus cálculos e das suas figuras. Então, os camaradas apelam de boa vontade para o antigo adágio *«mathematicus purus, purus asinus»*. Em substância, o juízo pode atribuir-se a *Aristóteles*: «um homem estúpido — diz êle — pode ser um excelente geómetra, como sucede com *Hipócrates de Chio,* que, sendo comerciante, perdeu o seu dinheiro por inaptidão e estultícia, deixando-se defraudar pelos cobradores da alfândega de Bisâncio».

Esta tendência para considerar a matemática uma faculdade independente das outras atitudes do intelecto (e também a nossa ciência um compartimento isolado, como a música), é valorizada pela constatação de brilhantes qualidades de engenho em homens que se reconhecem e confessam incapazes de compreender a mais simples verdade matemática, a demonstração dum teorema ou duma fórmula assaz elementar. Mas, os juízos da opinião comum sôbre esta matéria não podem aceitar-se sem crítica.

Em primeiro lugar, os rapazes que, como se disse, parecem dotados dum exclusivo talento matemático e negações para qualquer outro estudo, não é de crer que cheguem a ser matemáticos de algum mérito. Se se examinarem exemplos mais conhecidos, o engenho matemático em grau um pouco elevado, pode apresentar lacunas e, por vezes, aspectos bizarros, mas requere um conjunto de qualidades que conferem ao possuidor uma grande versatilidade, além da aptidão para aprofundar os mais diversos campos do conhecimento. Não há testemunhos para verificar ou contestar o que *Aristóteles* disse de *Hipócrates de Chio* (embora a distracção ou inaptidão de quem se deixa defraudar revele antes um defeito de inteligência prática em lugar duma não inteligência em geral), mas, entre os matemáticos célebres da história, encontram-se alguns dos melhores talentos da humanidade: homens que, não só conseguem dominar outros ramos da ciência teórica ou possuir uma técnica, mas também são, simultâneamente, filósofos, juristas, médicos, artistas, escritores de estilo maravilhoso como *Galileo* e *Pascal*, por vezes até poetas.

As disposições práticas repartem-se desigualmente entre os matemáticos. Na antiguidade muitos ocuparam cargos políticos nas suas cidades, como *Archita di Taranto*, que foi sete vezes estratega e chefe do govêrno de Taranto. *Napoleão*, que estimava as matemáticas e dizia que «o seu estudo está intimamente ligado com a prosperidade do estado», nomeou para o govêrno *Laplace*, mas, poucos dias depois, demitia o seu ministro com esta observação: «cet homme portait dans les affaires publiques l'esprit des infiniments petits». Todavia, não deveriam perder-se, igualmente, nas minúcias *Monge* e *Carnot*. O primeiro é o fundador da Escola Politécnica de Paris, inspirada no mais alto sentido prático, que tem dado à França os seus estrategas e alguns dos seus mais célebres matemáticos, um organismo de estudos que deixa ainda a sua marca na formação espiritual de todo o país. O outro, o altivo jacobino da Convenção Nacional, é o *organizador da vitória*, que nas horas mais trágicas da Revolução Francesa salvou a nação da invasão do estrangeiro.

Também a ostentada incompreensão total da matemática por parte de homens inteligentes deve ser posta em dúvida. Na maioria dos casos, trata-se duma antipatia que afasta dêste estudo jovens cujo interêsse se não soube despertar; e a responsabilidade cabe ao professor. Proponha-se a um ignorante em geometria que duplique um quadrado: possìvelmente êle, como o escravo do *Menone* platónico, será levado, em primeiro lugar, a duplicar o lado; um sentido de falsa analogia a induz em êrro. Mas, corrigir-se-á logo que lhe seja mostrada a figura do quadrado de lado duplo decomposta em quatro quadrados. Anàlogamente, compreenderá fàcilmente o significado geométrico da identidade

$$(a-b)^2=a^2+b^2-2ab.$$

Contudo, se esta lhe fôr apresentada como expressão abstracta dum cálculo algébrico, deve esperar-se que ela desperte a sua repugnância: na verdade é preciso explicar com cuidado ao principiante o que significam os símbolos a e b, isto é, como são substituidos por números arbitrários e, depois, compreender a lei distributiva do produto em relação à soma. Enfim, a referida fórmula, para ser compreendida e assimilada, exige uma preparação não muito curta do aluno, feita com senso pedagógico; na falta desta, se a fórmula é comunicada por um simples repetidor, como uma regra mecânica, suscitará rebeliões não de todo injustificadas, que surgem naturalmente no nosso espírito contra o uso duma língua estrangeira desconhecida.

Resta, de qualquer maneira, um pequeno número de espíritos aos quais repugna totalmente a disciplina lógica da dedução matemática, que são de facto incapazes de seguir um raciocínio abstracto ou de impedir os movimentos efectivos das associações psicológicas, atentando na própria abstracção. São os que no *homo œconomicus* de *Adam Smith* vêem, não o tipo de relações económicas, mas um monstro privado dos sentimentos mais humanos de «pai», de «irmão» ou de «cidadão», a pôr à margem da humanidade. Ou, aquêles que vêem na hipótese, de que parte um raciocínio de redução ao absurdo, uma «concessão» que se faz ao adversário. São homens, inaptos para todo o trabalho pròpriamente científico, aos quais falta a faculdade elementar da lógica, no sentido estricto da palavra, e que, inferiorizados não se vangloriam decerto das suas deficiencias. Não se exclui, todavia, que entre êsses surjam tipos de excepção, extraindo o vigor da sua própria afectividade indisciplinada, que comunicam muitas vezes à sua arte ou à sua personalidade, nas relações com os outros homens. Até há nesta categoria génios filosóficos, como *Hegel* (tão pobre inteligência, no sentido estricto do têrmo por êle próprio definido!), mas de tal ninguém deve admirar-se, porque os filósofos não devem tomar-se como uma espécie de santos do pensamento, exemplos do bem raciocinar, mas, pelo contrário como representantes de diversas atitudes do espírito, que muitas vezes, são chamados a exprimir na sua pureza e até como paradoxo: então não é o equilíbrio das diferentes faculdades, mas a proeminência característica dada a alguns motivos e, por isso, o aspecto unilateral da sua inteligência, pelo qual influem sôbre as idèias correntes, que lhes confere uma importância histórica particular.

A grandeza dêstes homens não afecta, em qualquer caso, o juízo sôbre o que falta à sua inteligência: do ponto de vista fisiológico são, igualmente, deficiências que, em circunstâncias especiais, são largamente compensadas, mas, nem por isso, deixam de ser deficiências efectivas.

Entre os espíritos avessos, dêste modo, à compreensão científica, pode recordar-se o grande romântico histórico *Carlyle* que considerava ridículo que alguém pudesse ocupar-se da velocidade de deslocamento dum glaciar. *C. Darwin*, que com êle estava ligado pela amizade do irmão *Erasmo*, dizia: «Por quanto posso julgar, nunca encontrei um homem cujo espírito seja tão pouco dado à investigação científica» e, acrescentava, «as suas descrições são vivas: ¿são também exactas?»

Como acontece habitualmente com as coisas humanas, o que é capaz de suscitar os maiores entusiasmos provoca também, naturalmente, o ódio e o desprêzo dos que não sabem compreender o seu valor; por isso não pasma o juízo desfavorável que têm formulado, sôbre a matemática e sôbre a ciência em geral, alguns poetas:

«Verdadeiro deserto que dos vates é tumba». *(Monti).*

«O ensino das matemáticas faz do homem máquina e degrada o pensamento. A alma dum povo não é êsse número mudo e morto com auxílio do qual êle conta as quantidades e mede as extensões: a toesa e o compasso fazem outro tanto» *(Lamartine).*

«Desconfiai das bruxarias e das atracções diabólicas da geometria» *(Fenelon).*

Owen, filósofo da natureza, pretendia constituir uma subespécie humana com o «homo mathematicus».

Ao contrário, *Sully Prudhomme* conta assim a felicidade dos geómetras: «Oh, produzir a beleza indiscutível, como a dum teorema demonstrado com uma simplicidade engenhosa, com elegância numa palavra, e dum alcance tão largo que dela depende a predição dos movimentos celestes! É-vos permitida tal coisa, a vós artistas, a vós sobretudo poetas, experimentar jamais o orgulho tranqüilo duma tal criação?»

Tradução de A. SÁ DA COSTA

MATEMÁTICAS ELEMENTARES

Exames de Aptidão às Escolas Superiores (1941)

Licenciaturas em ciências físico-químicas e em ciências matemáticas, cursos preparatórios das escolas militares e de engenheiro geógrafo.

Ponto n.º 1

1091 — Determine as condições a que devem satisfazer os valores de x que verificam a desigualdade: $3+1:(x-1)>1:(2x+1)$. R: *A desigualdade proposta é equivalente a* $\frac{3x-3+1}{x-1}-\frac{1}{2x+1}>0$ *ou* $\frac{(3x-2)(2x+1)-(x-1)}{(x-1)(2x+1)}>0$ *ou ainda* $(6x^2-2x-1):[(x-1)\times(2x+1)]>0$. *Os valores de* x *pedidos são então os que tornam simultâneamente positivos ou negativos ambos os termos da fracção primeiro membro desta última desigualdade. Ora o primeiro termo é positivo para valores de* x *superiores a* $\frac{1+\sqrt{7}}{6}$ *ou inferiores a* $\frac{1-\sqrt{7}}{6}$, *e negativo para os valores de* x *compreendidos entre êstes dois valores. O segundo têrmo torna-se positivo para valores de* x *superiores a* $+1$ *ou inferiores a* $-\frac{1}{2}$, *e negativo para os valores de* x *compreendidos entre estes dois valores. Logo os valores de* x *que verificam a desigualdade proposta são os valores de* x *que verificam uma qualquer das desigualdades:* $x<-\frac{1}{2}$; $x>1$ *e* $\frac{1-\sqrt{7}}{6}<x<\frac{1+\sqrt{7}}{6}$.

1092 — Forme a equação do 2.º grau cujas raízes são: $-3+2i$ e $-3-2i$. R: *A equação é* $(x+3-2i)(x+3+2i)=0$ *ou* $x^2+6x+13=0$.

1093 — Enuncie os teoremas que conhece sôbre a existência das soluções inteiras e a existência de soluções inteiras e positivas da equação do 1.º grau em x e y.

1094 — Sendo $\operatorname{tg} x=b/a$ verifique que é $a\cos 2x+b\operatorname{sen} 2x=a$. R: *De* $\operatorname{tg} x=b/a$ *deduzem-se sucessivamente as igualdades* $a\operatorname{sen} x=b\cos x$; $a\operatorname{sen}^2 x=b\operatorname{sen} x\cos x$; $2a\operatorname{sen}^2 x=2b\operatorname{sen} x\cos x$; $a\operatorname{sen}^2 x+a\operatorname{sen}^2 x=b\operatorname{sen} 2x$; $a(1-\cos^2 x)+a\operatorname{sen}^2 x=b\operatorname{sen} 2x$ *ou finalmente* $a=a\cos 2x+b\operatorname{sen} 2x$.

1095 — Determine sem recorrer às tábuas os valores do seno e do coseno de um ângulo de 3º quadrante cuja tangente é igual a $3/4$. R: *como* $\operatorname{tg} x=3/4$ *é* $\operatorname{sen}^2 x/\cos^2 x=9/16$ *e* $25\operatorname{sen}^2 x=9$ *donde* $\operatorname{sen} x=\pm 3/5$ *e como o arco é de* 3º *quadrante será* $\operatorname{sen} x=-3/5$ *e* $\cos x=-4/5$.