

Ciência e Tecnologia V¹:

inter-relações e relações com a sociedade



H. Gil Ferreira

Departamento de Química da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Para que serve?

“An open society, that is, a society based on the idea of not merely tolerating dissenting opinions, but of respecting these opinions, and a democracy, that is, a form of government devoted to the protection of an open society, cannot flourish if science becomes the exclusive possession of a circumscribed set of specialists.”

“Science: problems, aims and responsibilities”, Karl Popper

“We are beginning to suspect that ... there is a simplicity, a beauty, that we are finding in the rules that govern matter that mirrors something that is built into the logical structure of the universe at a very deep level. I think that this kind of discovery is something that is going on in our present civilisation at which future men and women and not just the physicists will look back with respect.”

“Newtonianism, reductionism and the art of congressional testimony”, S. Weinberg

¹ Conferência proferida na Universidade Aberta em 6 de Maio de 1997

Congressista Fawell: “...*You said you suspect that it isn't all an accident that there are rules which govern matter and I voted down, will this make us find God?*”

.....

Congressista Ritter: “*If this machine does that I am going to come around and support it.*”

Da audiência no Senado dos EUA sobre o financiamento do Superconducting Supercollider

Um texto muito claro sobre os objectivos da ciência, já parcialmente citado, deve-se a Steven Weinberg que afirma que as escolhas finais entre estratégias de investimento em ciência competem aos políticos, uma vez ouvidos os depoimentos *técnicos* dos físicos. Nesse contexto apresenta o seu argumento: “A justificação para se gastarem grandes somas de dinheiro na física das partículas elementares é porqueela é, em certo sentido, *mais fundamental* do que outras áreas da física”.

Esta posição tem pelo menos dois aspectos importantes para nós: no país que lidera há quase um século a investigação aplicada, a justificação que se apresenta aos Congressistas, leigos em ciência, é a importância científica suprema do empreendimento; os cientistas em geral e os portugueses em particular, não poderão assumir uma postura idêntica porque, se forem pragmáticos, terão que se contentar com objectivos muito mais modestos: não podem sequer criar a ilusão na cabeça dos leigos que as suas descobertas conduzirão à porta estreita que dá entrada no Reino de Deus.

Conscientes disso tem acenado a bandeira das aplicações e estão a pagar com língua de palmo a propaganda e as promessas que têm feito a respeito da sua actividade.

Na outra área, a da tecnologia, continua a pensar-se que esta é uma derivação da ciência e sua mais fundamental justificação.

O desenvolvimento da ciência directamente relacionável com os produtos do dia a dia - as máquinas, os produtos químicos, a agricultura científica, a medicina científica, etc., data do século passado. A chamada Revolução Industrial, essencialmente baseada no desenvolvimento de máquinas que aumentaram enormemente a rentabilidade dos trabalhadores - as fábricas dos nossos dias - foi *anterior* à explosão da ciência. James Watt, o inventor da máquina a vapor, já depois de célebre

afirmou num conferência pública a respeito dos trabalhos do famoso físico James Black que, supostamente, teriam servido de base à sua descoberta: “*ainda que sempre tenha sentido e reconhecido o que lhe devo pela informação que dele recebi em conversas e em particular pelo conhecimento da doutrina do calor latente, nunca considere nem podia considerar as melhorias que introduzi como resultantes dessas conversas.*” Há até quem defenda que os avanços tecnológicos são *anteriores* aos avanços científicos.

É muito fácil arranjar argumentos para justificar os investimentos em ciência. Durante a segunda guerra mundial foram cientistas (matemáticos) que descobriram como funcionavam as famosas máquinas Enigma, usadas pelos alemães para codificar mensagens. Um desses cientistas Turing (Hodges, 1983) foi um dos inventores dos princípios matemáticos em que se baseiam os computadores dos nossos dias. Os avanços da genética permitiram os apuramentos de espécies vegetais e animais que estão na base da grande rentabilidade da agricultura e da pecuária dos países avançados. Porquê continuar? Tudo isto é inegável mas, como já vimos, é também perigoso como critério para o investimento em ciência.

O argumento contrário - *os avanços científicos resultaram dos avanços tecnológicos* - tem mais consistência se formulado no contexto correcto. A maioria dos cientistas sabe que a sua actividade diária depende do recurso a tecnologias. No caso específico das ciências naturais a colheita de dados e a capacidade de os trabalhar está dependente do recurso a instrumentos. Novos instrumentos permitem observações novas. Isto acontece em relação à observação de objectos muito grandes - na astronomia - e na observação de objectos muito pequenos - na física de partículas. É evidente que o desenho de novos instrumentos para investigação é ele próprio influenciado pelas solicitações e pelas indicações dos cientistas mas a tecnologia em que assenta não deriva linearmente dos conhecimentos científicos. Há mil e uma soluções para os problemas técnicos como seja o empacotamento dos componentes, a protecção contra fontes de ruído mecânicas, eléctricas, devidas a radiações, a maneira como os dados são apresentados. A tecnologia é feita de detalhes ao passo que a ciência faz afirmações gerais.

É inegável que se falarmos em riqueza gerada de maneira visível teremos de aceitar o papel esmagadoramente dominante da tecnologia por intermédio da indústria e, nos nossos dias, por intermédio do aumento de produtividade de actividades como os serviços, devida ao uso de produtos industriais (computadores, meios de comunicação, etc.).

Fica de pé a pergunta: qual é a rentabilidade económica da ciência?

Tem havido e há continuamente argumentos sobre esta questão mas não há um acordo sobre a maneira de fazer as contas, como não há uma maneira consensual de fazer as contas em relação a outros sectores da sociedade como a saúde e a educação. As dificuldades resultam em grande parte da complexidade da questão e sobretudo da postura política e filosófica de quem analisa. Em última análise é preciso perguntar: rentabilidade para quê? Essa é a questão fundamental. Se a afluência se justifica porque contribui para o bem estar das sociedades o mesmo critério pode ser aplicado aos serviços de saúde e ao sistema educacional.

A pergunta que temos de pôr a seguir é: será que *os conhecimentos científicos são úteis no nosso dia a dia?*

O nosso dia a dia está de tal modo influenciado pela ciência que é impossível inventariar as situações em que clara ou implicitamente isso é patente. As mais elementares derivam da nossa existência como componentes activos de comunidades. Os cidadãos são chamados diariamente a tomar decisões que raramente não têm uma certa fundamentação científica. Sem as atitudes que descrevemos como características da *SOCIEDADE CIENTÍFICA*, dificilmente nos poderemos defender das práticas ocultistas nas suas diferentes formas. As mais perigosas são obviamente as adoptadas pelos governos, pelo estado, pelas instituições laicas ou religiosas, políticas, cívicas ou outras. O dogmatismo e o ocultismo retiram ao indivíduo a capacidade de julgar e conseqüentemente de se defender de prepotências gratuitas. Não podemos esquecer que foi em nome da ciência mas por via de posições dogmáticas e ocultistas que se cometeram os maiores crimes neste século. Os aspectos concretos desta nossa participação inevitável, directa ou indirecta, nas decisões políticas, económicas ou financeiras que afectam a sociedade em que vivemos são muitas. Os governantes, os políticos, os técnicos e os jornalistas bombardeiam-nos quase diariamente com afirmações expressas numa linguagem em que pululam termos científicos que podem ir desde conceitos matemáticos simples até palavrões como poluição SIDA, nicho ecológico, espécies em vias de extinção, placa tectónica, inteligência artificial, buraco do ozono, etc. Como já vimos muitas destas palavras têm um significado no uso comum e outro ou outros, em contextos científicos definidos.

Os cientistas, os supostos portadores na cultura científica, não transferem para o seu dia a dia as práticas dessa cultura. É de Popper a afirmação: " Os cientistas não são eles, próprios, objectivos" . A que deve contrapor-se a sua outra afirmação: " A objectividade científica consiste apenas na atitude crítica - no facto de que se estamos inclinados para uma dada teoria os amigos e os colegas farão todos os esforços ... para refutar as nossas teorias preferidas se isso estiver ao seu alcance.". E ainda: "O método científico é essencialmente o método da discussão crítica de conjecturas e hipóteses que competem entre si." Portanto, a despeito das limitações dos cientistas há algo de encorajador na cultura científica se atendermos ao mundo em que vivemos.

Num plano puramente intelectual, o atractivo da cultura científica resulta por um lado de não haver outra que mais favoreça o funcionamento aberto das instituições e o diálogo construtivo e por outro de os países mais avançados e mais democráticos serem também os que são cientificamente mais avançados. Qual é a causa e qual é o efeito neste caso? Apetece fazer nesta altura uma citação "*O conhecimento secreto é frágil; o conhecimento aberto é robusto. No fim a dominância do conhecimento científico deriva primariamente do seu esforço para ser acessível a toda a gente. Seth Lloyd, Scientific American, 274, 93, 1996*". As citações não provam nada, mas podem tornar mais claro um ponto de vista.

As influências mais óbvias da cultura científica têm que ver com a nossa saúde: a prevenção de contaminações dos alimentos com microorganismos ou produtos químicos, a escolha de uma alimentação variada, a procura de cuidados especializados (médicos) na prevenção e tratamento de doenças, os cuidados na manipulação de produtos químicos mais conhecidos, a utilização de drogas de uso comum. Depois há todas aquelas situações em que, como consequência do uso das tecnologias ligadas à nossa actividade profissional nós temos de perceber o funcionamento de máquinas ou de processos industriais e agrícolas. Podem dizer-me que instruções nas embalagens, e manuais de instrumentos e outros elementos informativos resolvem o problema. A verdade é que se por um lado os inquéritos recentes aos portugueses revelaram um grau considerável de analfabetismo cultural será difícil demonstrar que os portugueses não foram *contaminados* pela cultura científica e que portanto esta não desempenha qualquer papel na nossa vida.

Um aspecto emergente que pode afectar qualquer de nós diz respeito a opções que podemos ser forçados a tomar, em que os elementos a considerar são de natureza científico - técnica. Muitos destes

problemas são médicos: em geral autorizar ou não os médicos a fazer determinadas intervenções. São problemas chamados de bioética.

A consciência de que a importância destes problemas cresce continuamente levou governos, parlamentos, instituições e até estruturas supranacionais como a União Europeia a criar comissões éticas, em especial de bioética.

Os exemplos mais simples são postos pela prática médica de que são exemplos o aborto, a manutenção ou não de doentes em respiradores, a aplicação de testes diagnósticos cujos resultados podem ter implicações sociais ou profissionais para os doentes (SIDA), a utilização de terapêuticas em fase experimental, o racionamento de terapêuticas escassas (rim artificial, transplantações). Em muitas situações médicas razões técnicas ou simplesmente legais impõem uma autorização por parte do doente para que lhe sejam aplicadas certas manobras o que nem sempre pode ser feito satisfatoriamente pela incapacidade do doente perceber os argumentos em que deve basear a sua decisão.

Um outro problema de consequências ainda não completamente avaliadas é posto por técnicas de diagnóstico cujos resultados (eventualmente positivos) podem ser obtidos antes do ser humano nascer ou muito precocemente, muito antes da doença eclodir.

Um terceiro grupo de problemas é posto pela divulgação da informação científica. Em que circunstâncias ou de que maneira devem a sociedade ou certas comunidades ser informadas de certos factos cuja má interpretação pode conduzir a situações de pânico ou de desnecessária ansiedade.

Não há uma ética científica porque *o valor moral do comportamento humano* não pode ser determinado pelos métodos da ciência e será necessário considerar as opções dos indivíduos neste campo com a mesma tolerância que aplicamos às opções religiosas e políticas. *Nestas condições não pode nunca competir às comissões de ética emitir juízos de valor ex cathedra relativamente a problemas éticos. As suas funções devem limitar-se a informar quem de direito as consulte sobre o quadro legal das questões e sobre os argumentos técnicos identificáveis a que as opções devem atender. É portanto abusivo que os membros das comissões de ética façam, como tal, declarações públicas que implicam juízos de valor, ainda que fiquem livres mas isso não seja aconselhável de emitir opiniões pessoais.*

Os cientistas activos são os agentes difusores da cultura científica através da investigação que fazem e divulgam, da formação de outros cientistas e técnicos, do apoio directo ou indirecto ao ensino da ciência a todos os níveis, do apoio técnico-científico à sociedade em geral, ao estado, à indústria, aos políticos e ao aparelho científico. Para que se perceba a inter - penetração entre investigação e os outros aspectos da actividade do cientista temos de ter sempre presente o facto de que a *ciência - saber* é eminentemente volátil. Aquilo que se sabe está em contínua evolução e também evoluem continuamente os métodos de investigar e os conceitos científicos e tecnológicos em que se baseiam. Isto significa que um cientista que deixa de fazer investigação é como o modelo de uma máquina à saída da fábrica - por oposição a um protótipo em desenvolvimento - vai ter uma vida útil limitada, mais curta em certas áreas - na biologia, por exemplo - do que noutras - nas matemáticas por exemplo. *Não é apenas a competência científica que caduca é sobretudo a capacidade de aprender.* Um cientista que deixa de investigar, rapidamente fica incapaz de ler primeiro os artigos originais e depois os próprios livros de texto, entendendo-se por *ler a capacidade de perceber e manipular novas descobertas.* Não se infira destas considerações que os melhores cientistas são também os melhores professores mas simplesmente que, em condições de igualdade em relação ao talento didáctico, os cientistas são os mais bem colocados para ensinar

Aceitar estas constatações como argumentos para defender os investimentos em ciência é dizer: a cultura científica é intrinsecamente útil, os cientistas são os seus agentes mais importantes, os cientistas só difundem ciência se forem activos portanto vamos pagar a sua investigação.

Em meu entender o aspecto mais importante da actividade científica é que a sua prática é (deve ser) intrinsecamente democrática. Se as suas regras que obrigam os cientistas e as instituições onde trabalham a uma actividade aberta e objectivamente analisável por critérios impessoais fosse genericamente adoptada muitas das prepotências da nossa sociedade dissolver -se - iam.

A ciência reserva prazeres para todos: para os génios e para os cientistas modestos. Vivê-las só exige curiosidade.

Depois desta análise sobre as possíveis funções da ciência na sociedade fica-se reduzido a um conjunto de convicções cuja aceitação é puramente afectiva . A minha posição pessoal resume-se como se segue.

A investigação e o ensino da ciência são indissociáveis como o são o ensino e a prática da arte. A ciência é um componente importante da cultura ocidental que responde a um anseio irreprimível do ser humano: a curiosidade perante o mundo que nos rodeia.

As práticas do mundo científico são caracterizadas pela disciplina intelectual, pela preocupação com rigor e objectividade nas afirmações, características só compatíveis com sociedades democráticas. A capacidade de compreender os conhecimentos científicos pode ser útil na nossa vida diária e é simultaneamente uma fonte inesgotável de prazer e de auto aperfeiçoamento como é capacidade de apreciar as obras artísticas nas suas formas mais variadas. A cultura científica tem florescido sobretudo nas sociedades mais esclarecidas e democráticas e foi abafada em todas as ditaduras deste século. A cultura científica pode promover o progresso material facilitando o aparecimento de produtos industriais e tornando as sociedades mais aptas para a utilização dos produtos da tecnologia. A cultura científica pode facilitar a participação activa e esclarecida dos indivíduos na sociedade uma vez que os torna mais capazes de analisar e discutir criticamente muitas opções postas aos políticos e à sociedade civil, cuja escolha pode depender de factores de carácter técnico. Consequentemente a cultura científica é uma das maneiras de combater o obscurantismo político ou social, a intolerância científica ou religiosa e de promover o intercâmbio racional e tolerante de pontos de vista. Ainda que as decisões éticas não sejam de carácter científico, a ciência desempenha um papel cada vez maior no esclarecimento de muitos problemas éticos profissionais, particularmente nas áreas do direito e da saúde. A aplicação dos métodos dos cientistas pode ser útil na resolução de problemas intelectuais ou técnicos sejam eles da área da engenharia, da saúde, ou das humanidades. A ciência é completamente internacional e portanto facilita o derrubar de barreiras políticas, étnicas ou religiosas. A investigação científica só muito raramente conduz a avanços tecnológicos.

É uma actividade lúdica e as actividades lúdicas desempenham um papel fundamental na vida das pessoas. Não é possível impedir as pessoas de produzirem comida saborosa, de decorarem as casas e de se vestirem de maneira que consideram requintada, de produzirem ou de usufruírem obras de arte. Todas estas actividades aparentemente supérfluas que podem ser usadas para fins comerciais porque são essenciais para vida das sociedades, são fontes inesgotáveis de prazer. São simultaneamente a utilização mais construtiva e socialmente mais inócua do lazer humano.

A arte começou por ser um “serviço” mas desde o século passado que é o produto da actividade do artista como indivíduo autónomo. O cientista não pode funcionar dessa maneira porque não consegue trabalhar fora de instituições. Isto significa que é muito mais fácil estrangular a actividade científica do que a actividade artística.

Porque razão gozam as actividades artísticas de uma estima junto do público que não existe em relação à ciência? É muito provável que a *iniciação científica* seja muito mais difícil, menos *natural* do que a iniciação artística. O problema complicou-se com fragmentação estética que se operou no mundo das artes plásticas, da música e até da própria literatura desde o último quartel do século passado e que resultou da libertação económica e social dos artistas, que assim puderam explorar a sua imaginação sem se preocuparem com as exigências dos patrões. A consagração, ao longo deste século, de artistas e correntes artísticas esteticamente esotéricas para muita gente criou verdadeiras multidões de filesteus que se recusaram a confessar a sua incapacidade, perfeitamente compreensível - em arte ou se gosta ou não se gosta - para “compreender” esses esoterismos. A ciência que defende a estruturação racional do que se afirma ainda que com base na experimentação ficou numa posição mais frágil à medida que os seus conceitos e a até as suas linguagens deixaram de ser compreensíveis sem uma iniciação prolongada. A situação agravou-se quando os cientistas em nome de vantagens a curto prazo apregoaram a utilidade do que fazem. Surpreendentemente outros intelectuais que lançaram mão de muitas das técnicas dos cientistas a ponto de denominarem, abusivamente a meu ver, de científicas as suas áreas, não cometeram os mesmos erros. Ninguém advoga a utilidade prática dos estudos de linguística, ou de arqueologia, ou de antropologia, ou de numismática ou de museologia ou de musicologia. Ninguém pergunta para que servem os estudos de história. Acontece até que qualquer intelectual que se presa teria vergonha de apreciar estas numerosas *logias* numa base estritamente utilitária.

Se admitirmos que a cultura científica é benéfica, ou útil para a espécie humana é preciso perguntar em que condições se usufruem os benefícios. Basta existir uma minoria que lhe tenha acesso? Ou será necessário divulgá-la às massas. Na primeira hipótese qual é tamanho da minoria a partir do qual se justificar pagar a cultura científica com dinheiros públicos? Ou terá de ser uma maioria especialmente qualificada? Governantes, por exemplo? No segundo caso será necessário identificar os mecanismos de difusão cultural compatíveis com os recursos financeiros disponíveis.

Neste caso a análise do problema reduz-se à discussão do papel da ciência na educação e ao papel da educação na difusão da ciência que são duas questões distintas.

Quais são afinal as promessas da ciência? Não são com certeza a descoberta do segredo do universo, da fórmula mágica que tudo explica e a partir da qual é possível deduzir as fórmulas que explicam os aspectos mais miúdos do universo. As leis que regem o mundo das partículas elementares e das suas interacções permitem compreender as propriedades da matéria so no sentido em que propriedades particulares possam ser “em princípio” compreensíveis, não mais. É possível elaborar uma explicação que partindo do conhecimento de uma zona da molécula de AND permite compreender o aparecimento de uma proteína, a partir do conhecimento da estrutura linear desta inferir as características genéricas da maneira como ele se pregueia e cria “sítios” com propriedades particulares que por sua vez expliquem a sua reactividade e portanto a maneira como pode interagir com outras moléculas ou estruturas. Para um leigo parece claro mas para quem sabe é óbvio que sempre que se sobe o nível de complexidade estrutural ficam para trás saltos por explicar. Nós vivemos no mundo das propriedades observáveis, “emergentes” - é o nome da moda. Vivemos no mundo dos tecidos, dos órgãos, das espécie, das sociedades, dos nichos ecológicos, da terra, cujas propriedades não são deriváveis por um processo lógico sem interrupção a partir das propriedades das partículas elementares. Aí estão em grande parte as dificuldades das ligações entre ciência fundamental e tecnologia

BIBLIOGRAFIA

- Bailar III e Medina, A. (1997). Cancer Undefeated. N. Eng. J. Med. 336, 1569 - 1574.
- Brown, F. "Zola", Macmillan, 1996.
- Bruner, J. "The Culture of Education". 1996
- Crick, F. "what a mad pursuit", Penguin Books, 1990.
- Debré, P. "Louis Pasteur", 1994.
- Ferreira, H. G. ""As relações entre as ciências médicas e a medicina revisitadas", Rev. da Fac. Med. Lisboa, Série III, 1, 65-74.
- Feynman, R. "Surely you are joking Mr Feynman", Unwin Paperbacks, 1985.
- Galison, P. E Hevly, B. (Eds.) "Big Science", Stanford University Press, 1992.
- Gleick, J. "Chaos". Penguin Books, 1988.
- Hodges, A. "Alan Turing; the enigma of intelligence", Counterpoint, 1985.
- Kealey, T. "The economic laws of scientific research", Macmillan Press Ltd, 1996.
- Kuhn, T. S. "The structure of scientific revolutions", University of Chicago Press, 1962.
- Polanyi, M. "Personal Knowledge", 1958.
- Popper, K. "Unended Quest", Flamingo, 1986
- Russell, B. "History of Western Philosophy" , Unwin, 1946.
- Sackett, Richardson, W. S. E Haynes, R. B. "Evidence Based Medicine", Churchill Livingstone, 1997.
- Waldrop, M. M. "Complexity" Penguin Books, 1994.
- Weinberg, S. (1987). "Newtonianism, reductionism and the art of congressional testimony". Nature, 330, 433 - 437.
- Westfall, R. "The life of Isaac Newton", Cambridge University Press, 1993
- Wolpert, L. "The unnatural nature of Science. Faber and Faber, 1993.