

O futuro da Física

*José Dias Urbano**



A diminuição do número de estudantes de Física e a escassez de financiamentos começam a preocupar a comunidade dos físicos dos países industrializados, o que não deixa de constituir uma ironia amarga quando se pensa que o aumento da prosperidade desses países se deve, precisamente, à... Física. Mas não há razões para considerar que esta se encontra ameaçada, pois o mundo não acabou para a Física.

A comunidade dos físicos dos países industrializados começa a interrogar-se sobre o futuro da sua ciência, devido à diminuição do número de estudantes que frequentam os cursos de Física e ao aumento das dificuldades para financiar grandes projectos de investigação nesta área.

Há uma certa ironia nesta situação porque se alguém pretendesse atribuir a uma única ciência o extraordinário aumento da prosperidade daqueles países durante a segunda metade do presente século, a escolha teria forçosamente de recair sobre a Física. Parece pois que a Física começa a ser vítima do seu próprio sucesso, o que até certo ponto é verdade.

Pela confluência favorável de factores de vária ordem, a

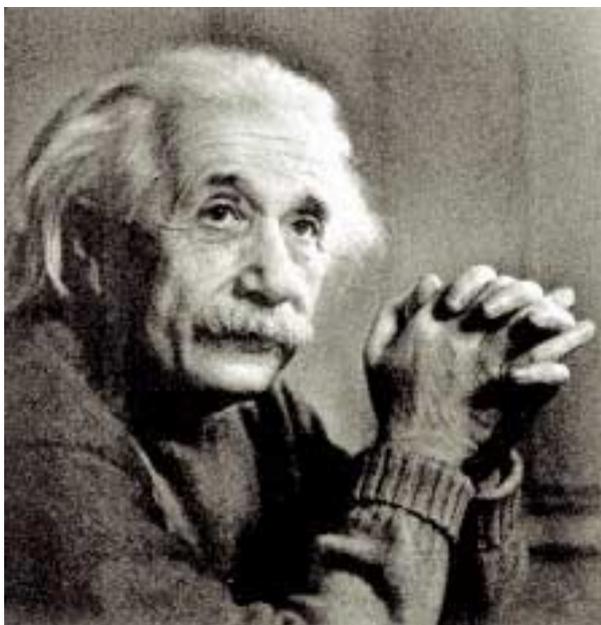
Física gozou durante cinco décadas consecutivas de condições verdadeiramente excepcionais para o seu desenvolvimento. Contudo essa confluência terminou com o fim da guerra-fria e dificilmente se repetirá. Justifica-se assim uma certa ansiedade quanto ao futuro desta ciência.

Entendemos, no entanto, que o futuro da Física não se encontra ameaçado pois há indícios de que estão reservados para esta ciência papeis que, embora diferentes daqueles que tão soberanamente desempenhou no século que agora finda, continuarão a possuir uma grande relevância científica e social, o que conduzirá necessariamente à revalorização da sua apreciação pública.

Favores públicos

O apreço público pela Física começou com o surpreendente sucesso mediático de Albert Einstein, como personificação da inteligência e da criatividade individuais. Três décadas depois, com a sua decisiva participação na vitória das forças aliadas na Segunda Guerra Mundial, os físicos surgiram aos olhos do mundo como símbolo do poder ilimitado da ciência organizada, em defesa dos valores da democracia. Os vencedores agradeceram e recompensaram-nos generosamente, proporcionando-lhes recursos financeiros praticamente ilimitados para os seus programas de investigação grandiosos.

Contudo, a contribuição decisiva dos físicos para a vitória das forças democráticas não foi a única razão dos favores especiais que a Física gozou junto da opinião pública e dos governos durante décadas consecutivas do século que agora finda. Há outras, como veremos, e tanto aquela como estas brotaram duma única criação científica excepcional, concretamente a formulação da Mecânica Quântica no intervalo entre as duas guerras mundiais, mais precisamente nos anos de 1925 e 1926.



A Mecânica Quântica

A Mecânica Quântica é uma teoria física que foi inventada para descrever o comportamento de sistemas atômicos, mas cujo âmbito de aplicação é muito mais geral. A sua formulação originou uma revolução científica da mesma amplitude e impacto daquela que eclodiu em virtude da descoberta do método científico moderno durante o século XVII.

Na verdade, após a descoberta em 1932 do neutrão, a partícula que faltava para completar a composição dos sistemas atômicos e nucleares, a Mecânica Quântica permitiu construir uma base comum para todas as ciências experimentais, tendo-se iniciado então um frenético e extremamente fecundo período de labor científico, para o qual ainda se não vislumbra o fim. As ciências clássicas foram revisitadas uma e uma, e todas elas renovadas com resultados surpreendentes. A ligação química foi compreendida pela primeira vez, assim como os fundamentos das propriedades mecânicas, eléctricas, magnéticas, ópticas e termodinâmicas das substâncias e dos materiais. Descobriram-se em sistemas banais propriedades físicas fascinantes cuja aplicação adquiriu enorme valor social e económico. Alargou-se imensamente a possibilidade de criar substâncias e materiais não existentes normalmente na natureza. Descobriu-se, à escala sub-nuclear, um mundo novo e completamente insuspeitado, que permitiu lançar uma nova luz sobre a constituição e evolução do universo, desde a sua origem. E criaram-se as novas ciências da informação, dos materiais e da vida.

As descobertas da física quântica alteraram profundamente os processos de criar, produzir, comunicar e comerciar; e modificaram também o papel que os humanos haviam reservado para si desde a criação do método científico. De observador activo do mundo que o rodeia, o homem passou a ser também um sistema físico como os demais, uma parte integrante dum universo de contornos ainda mal definidos, mas constituída da mesma forma, sujeita às mesmas forças e governada pelas mesmas leis que todas as outras partes. O próprio funcionamento da mente é hoje considerado um processo físico.

Esta nova concepção do homem alterou irreversivelmente o padrão das relações sociais, e pode revelar-se determinante para a sobrevivência de uma espécie que tem vindo a alterar o ambiente biológico onde se desenvolveu o seu património genético.

A Física e a prosperidade das nações

As aplicações tecnológicas da física quântica e das novas ciências de base quântica lançaram para a idade pós-industrial as sociedades que lideraram os processos da criação científica a partir do último quartel do século XIX, trazendo para os referidos países benefícios incalculáveis, associados a níveis de prosperidade nunca antes atingidos em tão larga escala. Uma das manifestações desta prosperidade foi o acesso generalizado dos jovens à formação terciária, do mesmo modo que a industrialização generalizou a formação secundária.

A Física apareceu intimamente associada a esta prosperidade e também à sua sustentabilidade. Em primeiro lugar como a ciência básica que fornece o método, a composição, as forças e as leis que permitiam prever os comportamentos dos sistemas físicos estudados por cada ciência experimental e aplicados em cada tecnologia. Em segundo lugar porque os seus sucessos espectaculares contribuíram para reforçar a actual cultura de esperança no poder ilimitado da ciência organizada em torno de objectivos de interesse comum. Esta atitude permite, em particular, esperar que se venham a vencer algumas doenças hoje incuráveis e que os países industrializados possam manter os actuais padrões de prosperidade quando se esgotarem as reservas de combustíveis fósseis. Finalmente, a Física era a ciência que garantia a segurança colectiva das sociedades desenvolvidas.

O fim do estado de graça

O fim da guerra-fria causou uma perturbação súbita e irreversível na apreciação pública e governamental do valor dos papéis que a Física vinha desempenhando. Devido aos novos meios de localização e comunicação, a segurança colectiva passou a depender muito mais da possibilidade de destruir forças e meios inimigos em qualquer pequeno local do mundo com “precisão cirúrgica” do que da capacidade de retaliar em larga escala com armas nucleares.

Com esta mudança de estratégia, recrudescceu o ataque da indústria petroquímica à alternativa energética nuclear, a qual já se encontrava numa fase de desinvestimento por causa da reacção pública aos acidentes em reactores nucleares de vários países. Como consequência, a simples palavra “nuclear” passou a ter uma conotação depreciativa, mesmo em aplicações médicas.

Concomitantemente, os políticos começaram a notar coisas que já eram evidentes, mas que passavam despercebidas na euforia geral. Uma delas foi que os físicos não tinham cumprido a promessa de fornecer quantidades ilimitadas de energia barata e absolutamente segura. A outra foi que se tinha deixado de verificar a regra mágica da reconstrução europeia, ou seja a existência duma relação linear entre os níveis de investimento em ciência e tecnologia, por um lado, e os de desenvolvimento económico e social, pelo outro.



Além disso, o extraordinário desenvolvimento da Física teve como consequência natural que começassem a rear os problemas simples e interessantes, em particular aqueles de cuja solução se poderia esperar descobertas notáveis. Isto levou muitos dos jovens que tradicionalmente escolheriam a Física a procurar áreas de investigação mais estimulantes.

Outra consequência do extraordinário desenvolvimento da Física foi o desmesurado crescimento dos custos de cada peça de conhecimento novo nesta área, que começaram a atingir valores dificilmente suportáveis pelos orçamentos de países democráticos, cujos contribuintes se preocupam mais com a resolução dos problemas sociais e ambientais que os afligem do que com a procura de respostas para questões científicas cuja complexidade os transcende e cuja utilidade os ilude.

A conjugação de todos estes factores levou ao fim abrupto do estado de graça dos físicos junto dos governantes e da opinião pública, situação essa com que agora nos defrontamos.

A exclusão científica

Pode inferir-se do que ficou dito que a Física é uma ciência do passado? Julgamos que não! Pelo contrário, sendo a principal responsável pela invasão de todos os domínios de actividade pelas chamadas novas tecnologias, a Física encontra-se particularmente bem colocada para colaborar na procura de soluções para os problemas das

sociedades democráticas pós-industriais, entre os quais sobressai o da exclusão científica.

A idade pós-industrial caracteriza-se em particular pelo predomínio do conhecimento científico experimental sobre os outros factores de produção. Na sua forma mais evoluída, o conhecimento experimental é constituído por representações matemáticas da natureza, validadas pela experimentação. É, até ao momento, o único tipo de conhecimento que é simultaneamente acumulável e progressivo, o que prova o acerto do método que orienta os processos da sua aquisição. Na verdade, o conhecimento experimental mantém-se útil nos regimes de aplicação em que foi validado, mas encontra-se em progresso permanente, quer em precisão quer em generalização, numa dinâmica que é determinada tanto pela necessidade de corrigir desajustamentos entre previsões e medições como pela insaciável curiosidade humana.

Todavia, o conhecimento experimental é difícil de compreender, de adquirir e de aplicar, e estas dificuldades tendem a aumentar com o seu progresso. É de difícil compreensão porque só se pode exprimir em linguagem matemática recorrendo a conceitos cada vez mais distantes das nossas percepções correntes, que são representados por estruturas matemáticas crescentemente complexas e abstractas. É de difícil aquisição por causa dos custos crescentes dos meios humanos e materiais necessários à descoberta de novos factos relevantes. E é de difícil aplicação porque as dificuldades que se verificam na sua aquisição afligem igualmente a sua aplicação técnica que, em muitos casos, fica ao alcance apenas das empresas que possuem os meios necessários para o desenvolvimento e comercialização de produtos de base científica.

As dificuldades apontadas levam o cidadão comum a afastar-se do conhecimento experimental. Este fenómeno preocupa quem acredita nas virtudes democráticas porque a democracia impôs-se como regime político e social quando assumiu o ideário de proporcionar as mesmas oportunidades a todos os cidadãos. E embora esta promessa nunca tivesse sido integralmente cumprida, ela foi credibilizada pela possibilidade de o fazer, recorrendo aos benefícios da aplicação da ciência experimental. Contudo, na era do capitalismo global as decisões sobre as oportunidades e sobre a distribuição da riqueza estão progressivamente a transitar dos eleitos para as administrações das grandes empresas, cujo ideário de maximização dos lucros é difícil, senão mesmo impossível, de compatibilizar com o ideal democrático.

Ora a diminuição do poder dos eleitos é ajudada pelos próprios eleitores que, cativados pelo consumo e pelo prazer imediato, se indisponibilizam para os esforços intelectuais, usando a soberania democrática para se auto-excluírem da criação científica e da compreensão das tecnologias. Como consequência, acentuam-se as

desigualdades entre os cultos e os incultos, entre os activos e os passivos, e entre os pobres e os ricos, tanto entre as nações como entre os cidadãos. E não é fácil inverter esta tendência, porque são precisamente os que mais poderiam beneficiar da ciência que menos se apercebem da sua utilidade, deixando assim as mais-valias do conhecimento para benefício de apenas alguns.

A renovação do padrão educativo

A situação que descrevemos configura uma situação perigosa para o futuro dos valores democráticos. Tendo sido originada pela aplicação do conhecimento, essa situação só pode ser corrigida com mais conhecimento. E tendo resultando do aproveitamento das mais-valias do conhecimento experimental por minorias esclarecidas, tem de ser corrigida pela generalização do conhecimento experimental.

Conscientes deste facto, os cientistas passaram a desenvolver acções de mediatização da ciência, mas têm perdido na competição pela atenção das mentes, distraídas pelos profissionais dos conteúdos fáceis. Embora se deva insistir em acções desse tipo, elas só poderão ter o sucesso esperado quando se aliarem a uma renovação do padrão educativo que atribua à Física um estatuto semelhante ao da Matemática.

Quando a mensagem de Galileu e de Newton - de que a natureza só se deixa compreender em linguagem matemática - foi absorvida pelas elites dirigentes, a Matemática passou a fazer parte do núcleo curricular da educação dos jovens das sociedades industrializadas. Depois da criação da Mecânica Quântica, a Física passou a constituir a base de todas as ciências experimentais. Quando este facto for apreendido pelos dirigentes das democracias desenvolvidas, a Física passará a acompanhar a Matemática na educação básica dos jovens da sociedade pós-industrial.

O ensino da Matemática também lucrará com a renovação proposta, porque deixará de ser apresentada aos jovens como uma espécie de desporto intelectual que nem todos gostam de jogar, para passar a constituir a linguagem incontornável para se conhecerem e ao mundo que os rodeia.

A inclusão da Física a par da Matemática na formação geral dos jovens das sociedades desenvolvidas hodiernas constituirá assim uma das chaves para o estabelecimento de uma nova cultura científica que permitirá o uso esclarecido da soberania popular na era do conhecimento.

Multidisciplinaridade e questões em aberto

Mas, para além da renovação do padrão educativo, aos físicos estão também reservados papéis relevantes nas instituições e nas empresas. A sua formação no conhecimento dos processos elementares torna-os particularmente dotados para colaborar na identificação e resolu-

ção de problemas complexos que exigem o concurso de várias disciplinas, ou a utilização de aproximações transdisciplinares. Pelo menos uma das mais avançadas escolas de ciência e tecnologia de todo o mundo desenvolvido já começou a reagir a este desafio, incluindo doses igualmente importantes de matemática e de física no núcleo curricular comum de todos os seus cursos de licenciatura. Inclui também uma dose considerável de ciências sociais e humanas.

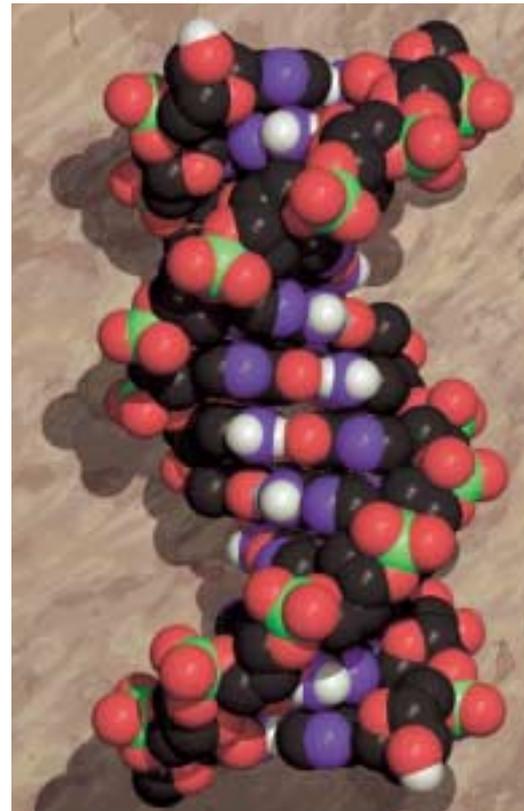
A inclusão das ciências sociais e humanas na formação dos cientistas e dos técnicos deve ser realçada por constituir um outro elemento-chave do padrão educativo da era do conhecimento. As razões são fáceis de

perceber, mas a sua exposição alongaria demasiadamente este texto.

Para além das referidas novas oportunidades educativas e profissionais, existem ainda em aberto muitas questões que os físicos devem continuar a investigar. A investigação poderá não envolver números tão elevados como no passado, mas não deve ser descontinuada enquanto se não obtiverem respostas adequadas. Não as mencionaremos até porque são bem conhecidas, mas há uma que merece destacada. Referimo-nos às circunstâncias em que os sistemas complexos adquirem a capacidade de se auto-reproduzirem. Nestas, como noutras questões, a familiaridade dos físicos com os métodos de simulação computacional poder-se-á revelar crucial para a utilidade da sua colaboração.

Conclusão

Como se vê, o mundo não acabou para a Física. É certo que se encerrou um período glorioso do seu desenvolvimento, que dificilmente se repetirá. Mas abriram-se novas perspectivas que só agora começam a ser exploradas.



*Departamento de Física na Universidade de Coimbra e Presidente da SPF

urbano@teor.fis.uc.pt