

## Ciência básica ou aplicada? Faz sentido essa pergunta?

**Francisco Caruso**

Francisco Caruso é pesquisador titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), professor associado do Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e professor colaborador do Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HCTE-UFRJ). Escreveu em coautoria com Vitor Oguri o livro Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos, que ganhou o 2º lugar do Prêmio Jabuti 2007 na categoria Ciências, Engenharias e Informática. As pesquisas que desenvolve estão relacionadas com os seguintes temas principais: fenomenologia das interações fortes, investigações sobre o efeito Casimir e conceito de espaço e sua dimensionalidade.

Cada vez mais fica evidente que os progressos científicos e tecnológicos ditam o ritmo das transformações no mundo atual, com grande impacto nas relações humanas e na forma como as pessoas se relacionam com o próprio mundo. Por paradoxal que seja, numa época na qual é cada vez mais fácil e rápido o acesso à comunicação, vemos uma exacerbação do individualismo, do egoísmo. Enquanto a engenharia genética vem propiciando aumentos significativos nas safras de grãos e outros produtos, a fome não é erradicada no planeta. Os avanços da medicina não chegam aos hospitais públicos. Há, na realidade, uma enorme lista de sucessos científicos e tecnológicos que não necessariamente levaram a uma melhor qualidade de vida da maioria das pessoas, como muitos cientistas, filósofos e sociólogos apregoam ser um corolário do desenvolvimento científico.

O fato é que qualquer impacto social depende, em última análise, de decisões políticas, nem sempre triviais e nem sempre pautadas em critérios objetivos e sinceros. Tais decisões podem constituir-se em sério entrave para o próprio progresso da ciência em um país, impondo uma política equivocada de financiamento público de pesquisas. Isso ocorre, por exemplo, quando se privilegiam resultados imediatos ou de curto prazo, apostando-se nas aplicações e na falácia que é a chamada transferência de *know-how*, sem o investimento necessário nas bases que possibilitam o desenvolvimento de *know-how*. Embora a sociedade contemporânea dependa cada vez mais desses avanços, ainda não há uma consciência nela arraigada do valor da ciência básica e da importância de sua interdependência com a aplicada. Esperamos deixar claro para o leitor que neste assunto há uma resposta única à pergunta popular “o que vem primeiro, o ovo ou a galinha?”.

Em primeiro lugar, queremos enfatizar que estamos convencidos de que a questão sobre em que tipo de ciência se deve investir é tão descabida quanto aquela que pretende definir se é melhor investir na escola primária ou no ensino universitário. Tanto a base quanto o topo da pirâmide de formação acadêmica são igualmente importantes, pois a educação é um ciclo permanente, que se retroalimenta. O apoio, seja à área de educação, seja à de ciências, deve ser planejado e executado com políticas de longo prazo, da forma mais integrada possível, vendo ambas como atividades complexas e essenciais ao desenvolvimento de qualquer país hoje em dia. E não faltam exemplos históricos neste sentido.

A Revolução Industrial\* teve início na segunda metade do século XVIII, na Inglaterra, com a mecanização dos sistemas de produção. Enquanto na Idade Média o artesanato era a forma de produzir mais utilizada, na Idade Moderna tudo mudou a partir de uma nova cosmovisão mecanicista de inspiração newtoniana. A burguesia industrial, ávida por maiores lucros e menores custos, e desejosa de acelerar sua produção, buscou alternativas para melhorar a produção de mercadorias e investiu no desenvolvimento e produção de máquinas industriais.

Em 1698, Thomas Newcomen (1663-1729) inventa uma máquina para drenar a água acumulada nas minas de carvão. Esta foi a primeira máquina movida a vapor, patenteada em 1705. Cabe notar que essa foi uma típica invenção por tentativa e erro, desenvolvida para resolver um problema técnico específico, importante para o bom funcionamento das minas. Essa máquina foi aperfeiçoada em 1765 por James Watt (1736-1819). Os motores de Watt começam a ser construídos, em 1785, pelo industrial Matthew Boulton (1728-1809). Este invento é considerado deflagrador da Revolução Industrial e serve de base para a mecanização de toda a indústria. George Stephenson (1781-1848) revoluciona os transportes com a invenção da locomotiva a vapor.

Foi ainda mais profunda a relação posterior, no século XIX, entre o desenvolvimento tecnológico e as pesquisas científicas em torno da teoria cinética dos gases, da termodinâmica, da eletricidade e do magnetismo. Por um lado, do ponto de vista técnico-científico, ressaltamos o aprimoramento da máquina a vapor, a invenção do dínamo e do motor a combustão como consequência direta dos frutos da pesquisa básica. Por outro, devemos considerar o impacto dessas descobertas sobre a Segunda Revolução Industrial na Inglaterra, no final do século XIX. Mas o leitor pode perguntar: relação mais “profunda” em que sentido? Veremos a seguir que, embora se saiba que os frutos da Primeira Revolução Industrial dependeram do

desenvolvimento técnico-científico, tal tipo de dependência é muito mais nítido e imbricado quando se trata da Segunda Revolução Industrial. Em nossa opinião, é a partir desse momento que se pode afirmar que não há mais desenvolvimento tecnológico sem desenvolvimento científico. De fato, foi possível há muitos séculos a construção de enormes catedrais antes da consolidação de um conhecimento teórico formal sintetizado pela Mecânica de Newton. Mas não se pode construir um simples transistor, de dimensões próximas a da ponta de uma caneta esferográfica, sem os conhecimentos teóricos da Física Quântica e da Relatividade. Voltaremos a este ponto mais adiante.

Dos estudos de como os gases se comportam a diferentes temperaturas e pressões – que é uma das vertentes das pesquisas científicas do século XIX –, os físicos e os químicos chegaram a uma série de leis e, por meio delas, começaram a compreender cientificamente uma série de fenômenos envolvendo os gases. Se desses estudos resultou, por acaso, a descoberta da panela de pressão e, não por acaso, o aprimoramento das máquinas e motores térmicos, a partir deles também se foi formando e consolidando a Teoria Atômica Científica da Matéria, para a qual contribuíram expoentes como John Dalton (1766-1844), Amedeo Avogadro (1776-1856), Gay-Lussac (1778-1850), Michael Faraday (1791-1867), James Clerk Maxwell (1831-1879), dentre outros.

A outra vertente de pesquisa do século XIX está relacionada aos estudos sobre a eletricidade e o magnetismo, que culminaram com a fabulosa síntese teórica de Maxwell, capaz de unificar esses dois ramos do conhecimento físico em sua nova teoria eletromagnética, mostrando que esses são fenômenos correlacionados. Foi com base nesses conhecimentos que se criou o dínamo e se criaram os primeiros motores elétricos, essenciais para a Segunda Revolução Industrial na Inglaterra. De fato, historiadores apontam que, a partir de 1860, um conjunto de novas transformações técnicas e econômicas produziu grandes mudanças no processo de industrialização que se estendeu até o início da Primeira Guerra Mundial. Entre os fatores que assinalaram o começo da Segunda Revolução Industrial, três merecem destaque especial: o desenvolvimento do processo de transformação do ferro em aço; a invenção do dínamo, que criou condições para a substituição do vapor pela eletricidade como princípio motor das máquinas; a utilização do petróleo como força motriz em navios e locomotivas. Dentre as várias consequências dessa revolução, pode-se citar uma que veio para ficar: a *produção em série* – tudo passa a ser produzido de maneira uniforme e padronizada.

No século XX, duas foram as novas teorias que revolucionaram a Física Moderna, com enormes impactos sobre a construção de um novo mundo, de uma nova tecnologia, de uma nova ordem. Uma delas foi a Teoria de Relatividade de Einstein (1879-1955), que põe em evidência as limitações da Física clássica quando as velocidades envolvidas são comparáveis à da luz; a outra foi a Mecânica Quântica, que tem como fundador Max Planck (1858-1947). A formalização teórica da Mecânica Quântica deu-se em 1925-26, com Werner Heisenberg (1901-1976) e Erwin Schrödinger (1887-1961).

O que importa saber para a discussão do tema deste artigo é que essa nova teoria vem substituir a Mecânica Newtoniana como “a teoria” do microcosmo. Esses novos conhecimentos de Física básica vão permitir, só para citar um exemplo bem conhecido, o desenvolvimento da eletrônica moderna, que mudará enormemente a face do mundo, de modo irreversível. É a era da eletrônica que vai possibilitar, dentre outras coisas, o desenvolvimento das máquinas que “pensam”: os computadores. Essas máquinas terão grande impacto social e vão permitir a execução de uma série de tarefas de modo muito mais eficaz e rápido do que é possível de ser realizado pelo ser humano. Vai permitir, por exemplo, pôr o homem na Lua, em 1969.

Junto a isso, também houve todo o desenvolvimento da Física Nuclear, igualmente dependente do domínio de conhecimentos teóricos avançados. A bomba atômica é o triste marco de uma nova era, mas não podemos nos esquecer de tantas outras aplicações pacíficas da Física Nuclear: a fabricação de combustível nuclear, a irradiação de alimentos visando à sua preservação, o tratamento de câncer, diagnósticos vários utilizando isótopos radioativos etc.

Por fim, mas não menos importante, cabe notar que o esforço norte-americano para desenvolver a bomba atômica e vencer a Segunda Guerra Mundial, representado pelo sucesso do Projeto Manhattan, inaugurou uma nova relação entre ciência básica e aplicada, entre laboratórios de pesquisa e indústria. Tal modelo de interação serviu e ainda serve de paradigma para tais relações em várias partes do mundo. Um exemplo típico de sucesso é o CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear), localizado em Genebra, onde ciência básica e tecnologia de ponta são compartilhadas pelos países membros da Organização.

Portanto, fica cada vez mais evidente que sem o domínio da ciência básica não há desenvolvimento tecnológico autônomo. Haverá sempre uma dependência crescente dos países subdesenvolvidos em relação aos países que dominam a vanguarda de Ciência e Tecnologia (C&T), caso não haja uma decisão firme de investir fortemente em Educação e em Ciência Básica, como tem feito, por exemplo, a Coreia do Sul, nos últimos 40 anos. Resta-nos aguardar que o Brasil realmente decida entrar para o seleto clube dos países desenvolvidos, que são os que mais investem nessas duas áreas estratégicas.

NOTA:

\* A denominação "Revolução Industrial" se difundiu, a partir de 1845, para designar o conjunto de transformações técnicas e econômicas que caracterizam a substituição de energia do esforço físico pela energia mecânica, da ferramenta pela máquina, e da manufatura pela fábrica, no processo de produção capitalista.