

# O PAPEL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NO MUNDO CONTEMPORÂNEO

*Ronaldo Mota\**

*As relações entre povos, bem como entre grupos sociais de um mesmo povo, sempre apresentaram componentes econômicos determinando a dinâmica da sociedade e condicionando sua organização social e suas expressões culturais. Nesse sentido, o trabalho está na base de todas as relações humanas, configurando-se como uma atividade intencional que envolve formas de organização e objetivando a produção de bens necessários à vida. Tal organização e divisão de trabalho são estabelecidas pelo nível técnico e pelos meios disponíveis em cada época.*

*Contrariamente à história passada, explorar, nos dias atuais, não significa mais ter colônias ou controlar o fluxo de matérias-primas. No mundo contemporâneo, que distribui indústrias em todo o globo, que menospreza a mão-de-obra, sobretudo a não altamente especializada, não se abre mão é do saber científico e dos mecanismos que engendram tecnologia de ponta. A tecnociência constitui, de fato, a única mercadoria com valor decisório, impondo-se como elemento diferenciador e definidor dos diálogos entre os países.*

---

\* Professor do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Maria.

## A base da ciência: o conhecimento racional

As sociedades primitivas organizavam-se no sentido de garantir o consumo mínimo de sobrevivência, sem a geração ou a preocupação do excedente. Foram os desenvolvimentos de técnicas e utensílios, associados a uma utilização adequada, os principais responsáveis por novas formas de organizações entre os homens.

Nos primeiros agrupamentos humanos, por um longo período, as interpretações da natureza baseavam-se no medo e no sobrenatural<sup>1</sup>. O início do uso de um método de investigação, que não fosse baseado no misticismo, ocorre somente por volta do século VI a.C. com os filósofos gregos. Eles tomavam como referência a observação e a lógica, sem a necessidade, pela primeira vez, do sobrenatural.

Para compreender a civilização helênica há que se entender o papel do desenvolvimento mercantil e o escravismo, componentes fundamentais daquela civilização. Analisar o pensamento grego e as condições em que ele foi gerado, é essencial para entender o pensamento científico-filosófico<sup>2</sup>.

Para os gregos, o conhecimento racional opunha-se ao mítico, à medida que sobre ele se problematiza e não simplesmente se crê. O conhecimento requer uma explicação, por meio de discussão, superando as visões de fé indiscutíveis. Na Grécia antiga, a observação e a lógica são elementos essenciais. A experimentação, por sua vez, é atividade para artesãos, os quais raciocinavam na base do funciona ou não funciona, pouco interessados em perguntar por que funciona. Tal divórcio de enfoques irá perdurar na história do homem ocidental por mais quase um milênio.

Um outro momento importante, em que as ciências e as técnicas tiveram papel relevante na transformação das sociedades foi a segunda etapa da Idade Média.

A Idade Média corresponde aproximadamente ao período que vai do século V (queda do Império Romano) ao XV (tomada de Constantinopla pelos turcos otomanos)<sup>3</sup>. Podemos destacar aí duas fases bem distintas: uma que vai do século V ao XI, caracterizada por uma economia de subsistência e quase ausência de produção intelectual de qualquer natureza, e outra, que vai do século XII ao XIV, quando tem início uma fecunda atividade intelectual e artística. Neste último período florescem a arte gótica e a

---

<sup>1</sup> MOTA, Ronaldo. *Magia, ciência e ceticismo*. *Ciência & Ambiente*. Santa Maria: UFSM, vol. 14, 1997, pág. 43.

<sup>2</sup> ANDERY M. A. e outros. *Para compreender a ciência*. São Paulo: EDUC, 1999.

<sup>3</sup> KOYRÉ, Alexandre. *Estudos de história do pensamento científico*. Brasília: UnB, 1982.

filosofia escolástica, apoiada, principalmente, em Aristóteles. Curioso observar que o conhecimento dos filósofos gregos, de certa forma abandonado durante o Império Romano (pós-Grécia antiga e antes da Idade Média), é retomado por meio de contato com o mundo árabe. Assim, a obra de Aristóteles, por exemplo, não é traduzida diretamente do grego para o latim, mas sim do grego para o árabe e depois do árabe para o latim. O início da segunda fase da Idade Média, em torno dos séculos XI e XII, marca o reencontro da Europa com Aristóteles, Platão etc., tendo sido os árabes depositários do saber helênico por aproximadamente quinze séculos.

Também, na segunda fase da Idade Média, ocorre o acesso às novas técnicas de plantio e armazenagem, assim como a introdução de formas avançadas de arados. Além disso, através do manuseio adequado do cavalo, da introdução de sistemas de rodízio e do aproveitamento correto das águas, gera-se um excedente agrícola.

Em decorrência do excesso de produtos agrícolas, há demanda de comercialização. O comércio implica entrepostos comerciais, os quais geram cidades. Por sua vez, nas cidades nascem, fruto daquele excedente e da existência de grupos abastados, embriões de centros universitários.

Mesmo nesse ritmo de ocorrências, comparativamente bem maior do que no período anterior (primeira fase da Idade Média), o conhecimento dos centros de saber apóia-se na observação e na lógica, distante da experimentação e separado das inovações técnicas, abundantes no período.

Em que contexto a ciência associa-se à técnica e, juntas, produzem tecnociência?

### **Como chegamos à tecnociência**

Contemporaneamente a tecnociência é a palavra-chave para definir uma relação de poder básica: quem a detém tudo pode, quem não tem perspectivas de obtê-la tem pouco futuro a negociar para si e para os seus. Curiosamente, os países que hoje se destacam na posse da tecnologia de ponta não são aqueles que estiveram associados ao berço da ciência. As origens do saber científico estão associadas à alquimia chinesa, à filosofia natural grega e ao conhecimento e à capacidade de transmissão dos árabes. Assim, dos gregos herdamos a astronomia ptolomaica, a geometria euclidiana, a matemática de Pitágoras, os pensamentos de Platão e Aristóteles. Da China, vieram os fundamentos para compreender as coordenadas astronômicas, a idéia de espaço infinito, a cartografia e invenções como a pólvora, o papel, a bússola, a correia de transmissão, etc. Da Índia, herdamos a base dos numerais, o zero, a álgebra, a teoria do atomismo e o conhecimento de

ervas e minerais. Aos árabes, devemos a álgebra aperfeiçoada, a trigonometria, os laboratórios astronômicos.

Entender porque a ciência moderna surge na Europa e tem seu marco referencial em Galileu, no século XVI, e não naqueles países que deram os pressupostos do saber científico, implica compreender que, somente a partir de um certo ponto, a ciência é caracterizada como instrumento. Ou seja, através da tecnologia, pode-se, mais do que observar e entender, alterar o mundo à sua volta. O saber científico, produzido pela observação das leis naturais, é utilizado para criar aparelhos que permitem ao homem controlar a natureza. A ciência não se resume mais ao saber contemplativo e especulativo da natureza, mas sim consolida-se como um instrumento de desenvolvimento e de definição econômica de supremacias e de dependência entre nações.

Os procedimentos metodológicos adotados por Galileu no século XVI são baseados na observação e na experimentação como teste para o conhecimento científico, o que se constitui em novidade em relação aos procedimentos adotados usualmente na Grécia e na Idade Média, onde a autoridade dos pensadores e a concordância com a fé religiosa costumavam ser preponderantes.

Dessa forma, podemos afirmar que, até o século XV, o método científico não estava completo, dado que o uso exclusivo da observação e da lógica, sem a experimentação, não era suficiente<sup>4</sup>. Os experimentalistas surgidos na Europa naqueles séculos duvidavam de sua própria lógica e, assim, a especulação deu lugar à experimentação. Nicolau Copérnico, Johannes Kepler e Galileu Galilei consolidam o método científico. Descartes<sup>5</sup> com o *Discurso do Método*, em 1637, rompe com Aristóteles e com a Escolástica.

Estabelecer o método científico significa rigorosamente também separar conhecimento em geral de conhecimento científico. Nem todo conhecimento é científico. Por exemplo, os conhecimentos religiosos e populares são respeitáveis, podem ser conhecimentos sem ser (às vezes, nem sequer se pretendem) científicos. Vejamos o que é conhecimento científico.

Inicialmente todo conhecimento é crença. Porém, é possível um conhecimento no qual se crê, e mesmo sendo verdadeiro, não ser científico? A resposta, por incrível que pareça, é sim. Para exemplificar: um sujeito está

---

<sup>4</sup> DE MEIS, Leopoldo. *O método científico*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997.

<sup>5</sup> DESCARTES, R. *Discurso do método e meditações*. São Paulo: Abril Cultural. Coleção Os Pensadores, 1988.

convencido (ele crê) que existam vidas em outros planetas e, suponhamos, por especulação, que de fato existam, no entanto nenhum contato foi ainda efetivado. Seria isso conhecimento científico? A resposta é não. Por quê? Simplesmente porque não há uma justificativa. Conforme Newton da Costa<sup>6</sup>, conhecimento científico é crença verdadeira e justificada. Tem que ser crença, tem que ser verdadeiro e tem que ser justificado.

Assim, a tecnociência forma-se à medida que o saber científico, fruto da observação e da lógica, funde-se com o saber instrumental baseado no experimento e na comprovação<sup>7</sup>. Os filósofos e os artesãos encontram-se finalmente. Após milênios separados, esses saberes fundem-se, gerando um conhecimento transformado. Fruto do amadurecimento desses processos, eclode a revolução industrial que vem gerar nossos tempos.

Atualmente a concepção de tecnociência ganha novas conotações. Não se resume mais em máquinas e equipamentos, sendo também tecnologia os mecanismos de organização, sistematização das atividades humanas e os modos gerenciais administrativos associados<sup>8</sup>. A chamada tecnologia física ou pesada apoia-se principalmente nas leis naturais e a tecnologia não física ou leve alicerça-se nas ciências do comportamento. Dessa forma, um sistema de gerência administrativa é uma tecnologia tanto quanto um dispositivo eletrônico. Uma discussão interessante acerca de tecnologias leves (e de como alguns países menosprezaram esta concepção) é apresentada por Castoriadis<sup>9</sup>.

## Os tempos modernos

O liberalismo clássico baseia-se na crença da eficiência das forças do mercado. A bem da verdade, nos primórdios do capitalismo, o liberalismo surge na defesa dos interesses de indivíduos de uma classe ascendente contra governos absolutistas. Assim foi no caso da Revolução Inglesa no século XVII, no caso da Revolução Francesa, um século mais tarde, a partir das quais estabeleceram-se as bases do mundo moderno nos próximos duzentos anos.

---

<sup>6</sup> COSTA, Newton C.A. *O conhecimento científico*. São Paulo: Discurso Editorial, 1997.

<sup>7</sup> O'HEAR Anthony. *Karl Popper: filosofia e problemas*. São Paulo: UNESP, 1997.

POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1998.

<sup>8</sup> MOTA, R.. Tecnologia: ter, saber e poder. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria: UFSM, ano 2, n. 2, 1991, p. 41.

<sup>9</sup> CASTORIADIS, C. *Revolução e autonomia*. Belo Horizonte : Cooperativa Editora de Cultura e Ciências Sociais Ltda., 1981.

O livro de Adam Smith, *A Riqueza das Nações*, de 1776, torna-se o livro sagrado dos economistas clássicos. Consolida-se a visão da mão invisível do mercado enquanto promotora do desenvolvimento.

No entanto, em que pese todos esses conceitos, nesse período, na prática, a presença do estado no suporte à iniciativa privada, visando gerar desenvolvimento, foi sempre muito forte. Por exemplo, nas primeiras décadas do século XVIII, a Inglaterra investe no mapeamento do litoral sul-americano, diretamente interessada no comércio potencial dos portos da região. Ou seja, o conceito de que informação é poder vem de longa data. Assim, contraditoriamente à concepção, no nível do discurso, de não interferência estatal na economia, a verdade é que, há muito tempo, em todos esses países do primeiro mundo, o desenvolvimento econômico esteve diretamente associado à produção de ciência e tecnologia, fortemente financiadas pelo Estado.

Em 1703, Inglaterra e Portugal celebram um tratado que perdurará até 1835, através do qual abriam-se os mercados portugueses (Brasil incluído) à próspera tecelagem inglesa em troca de acesso do vinho português na Inglaterra. Foi um mecanismo, de muito interesse para a Inglaterra, para repassar para os seus cofres o ouro extraído do Brasil, com passagem breve por Portugal. Assim, Portugal das epopéias das descobertas, da grande Escola de Sagres, vira entreposto comercial, renunciando a qualquer projeto autônomo de desenvolvimento industrial.

Em várias outras oportunidades, tanto Portugal como Brasil, optaram por caminhos diferentes daqueles que permitiriam o desenvolvimento de uma base científica e tecnológica própria, que amparassem uma sociedade dinâmica, em condições de enfrentar o atraso, a miséria e a falta de soberania.

Em particular, nos nossos tempos, chegamos a mais uma encruzilhada. Essa talvez mais perversa que as anteriores. Se a prioridade e a essencialidade da tecnociência, assim como o acesso em escala geral a uma educação de bom nível, forem minimizadas, certamente não podemos esperar no futuro por situações diferentes das dificuldades que caracterizaram o passado.

### **Poder, tecnociência e criatividade**

Uma característica central de nossos tempos é a penetração da ciência e tecnologia em todos os setores institucionais da sociedade, patrocinando uma racionalização progressiva em nome do progresso científico<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> CASTORIADIS, C. *Op. cit.*

Habermas<sup>11</sup> alertava há algum tempo que a aplicação tecnológica pode constituir-se no mais sofisticado mecanismo de exercício de poder elaborado pelo homem. Uma dominação metódica, científica, calculada e calculadora. Ao contrário de períodos remotos da sociedade humana, quando os poderosos primitivos buscavam suas afirmações através do apelo à tradição cultural, utilizando imagens místicas, religiosas e metafísicas, a tecnologia constitui-se enquanto poder em si mesmo, sendo ela própria dominação. Enquanto nas sociedades capitalistas tradicionais o exercício da dominação se dá principalmente a partir da base do trabalho social, nas sociedades de alta tecnociência se pretende instaurar algo semelhante, com base em normas de racionalidade científica. Tal objetividade extrema pretenderia convencer racionalmente cada indivíduo de seu ajuste particular, enquanto subsistema acoplado e dependente de forma inexorável ao todo.

Nesse contexto, a submissão do homem à técnica e pela técnica dar-se-ia através de sua alienação, fruto principalmente do contato e da utilização, sem consciência e sem conhecimento adequado, de novas tecnologias. Muito embora seja impensável a qualquer cidadão, mesmo nos países mais avançados, estar completamente atualizado com tantas inovações no campo da técnica, as dimensões desse descompasso entre o conhecer e o uso será muito mais sensível naqueles países que não tiverem um lastro educacional minimamente compatível com a dinâmica da evolução e implantação de novidades tecnológicas.

A tendência nos países periféricos, com camadas expressivas da população desprovidas de educação científica, marginalizadas do contexto cultural onde brotam os novos saberes tecnocientíficos, será de estabelecer uma separação radical entre os níveis de decisão e de execução. Ou seja, o contato ignorante e inconsciente com tecnologias avançadas por parte de indivíduos despreparados tende a gerar pessoas sem iniciativas, sem criatividade e sem capacidade de crítica. Há, sem dúvida, o risco de nesse nível de modernização tecnológica atingir-se profundamente a estrutura do tecido social, eliminando resquícios de valores culturais próprios.

Assim, em um mundo em que o poder e o nível de desenvolvimento não se definem mais a partir da extensão territorial do país, nem sequer pelas suas riquezas naturais, mas essencialmente pela capacidade de produzir conhecimento e técnica de ponta, o nível de perversidade que pode estar associado a tal processo de dominação faz com que os modelos ante-

---

<sup>11</sup> HABERMAS, Jürgen. *La technique et la science comme ideologie*. Paris: Gallimard, 1973.

riores sejam ante-salas de preparação para a intensidade de exclusão social que esses elementos permitem.

A criatividade é, por certo, o maior capital dos países ricos. A capacidade de criar, por sua vez, depende de um equilíbrio delicado entre razão e emoção, entre fantasia e senso prático. Sendo assim, a criatividade não é potencialmente exclusividade de ninguém. Como bem apontado pelo sociólogo do trabalho, Domenico de Masi, não basta ser criativo, há que se ser empreendedor. Há cinco séculos Michelângelo Buonamoti coordenou milhares de trabalhadores na construção da cúpula da Basílica de São Pedro, em Roma.

Nesses termos, se a questão atual, em termos de produção de ciência e tecnologia de ponta, remete diretamente à capacidade de criar, a pergunta é quais são as condições e receitas associadas ao ato criativo. Descobrimos então que, ao longo dos últimos séculos, aprimoramos, uns mais e outros menos, o nosso saber acerca de como produzir bens materiais. No entanto, sabemos ainda muito pouco sobre como se produzem os ambientes nos quais podem brotar idéias.

Parece ser uma constante no processo de criação o espírito de equipe, em contraposição à tradição anterior de trabalhos geniais isolados. Em geral, nos grupos mais criativos, observa-se a convivência na mesma equipe de pessoas com personalidades e características gerais bastante díspares. Certamente é necessário um ambiente acolhedor, tal que o trabalho não seja tão rigidamente separado do lazer e vice-versa. Ao contrário da inflexibilidade no cumprimento de prazos e metas, costuma-se incentivar a flexibilidade e o sincronismo.

Por um lado, é bem estabelecido que a ciência e a tecnologia impõem separações claras, quase cristalizadas. Por outro, a sua evolução está diretamente ligada à capacidade criativa e aos processos a ela associados, o que ainda contém elementos a ser desvendados, portanto ainda não consolidados. Assim, o mundo contemporâneo abre perspectivas para mudanças de rumos, seja para indivíduos, grupos sociais ou nações.

As receitas para gerar uma sociedade que se caracterize por produzir idéias ainda não existem. No entanto, com certeza os caminhos passam necessariamente por uma educação científica e tecnológica abrangente e generalizada para toda a população. Não há rumos se não forem contempladas estratégias de superação da miséria, tornando amplo o espectro de consumidores e, potencialmente, produtores de novas tecnologias. Finalmente, o despertar do potencial criativo é condição indispensável de um exercício pleno de soberania e satisfação. Seja no plano individual, coletivo ou universal.