

José Maria Filardo Bassalo
Departamento de Matemática

NEUTRALIDADE CIENTÍFICA E INTUIÇÃO

Para nós, a CIÊNCIA é NEUTRA, pelo menos a ciência tomada como um dos três pilares fundamentais de uma sociedade: CIÊNCIA, TECNOLOGIA e DESENVOLVIMENTO. Procuremos definir nossas idéias, utilizando, como ponto de apoio, o livro de Rogério Cerqueira Leite, *Tecnologia e Desenvolvimento Nacional* (Duas Cidades, 1976). De acordo com o referido físico, *Ciência* é o conjunto de conhecimentos, empiricamente confirmados, sobre os fenômenos naturais; *Tecnologia* é o conjunto de mecanismos que permitem a redução de conhecimentos científicos à produção de bens. *Desenvolvimento* é a minimização de certos males (fome, doença, ignorância, coerções políticas, religiosas e raciais, desconforto físico, etc.) que afligem uma sociedade. Tendo em vista essas definições, será fácil demonstrar, segundo cremos, através de exemplos históricos, a neutralidade da ciência em relação à da tecnologia. Esta, sim, não é neutra, a nosso ver, já que está sempre engajada num sistema sócio-político-ideológico.

A neutralidade que poderia estender-se aos dois outros membros do trinômio, rompe-se à altura da tecnologia, pela intervenção do homem, já que a produção de bens poderá ser favorável e/ou desfavorável à sociedade, e essa decisão é puramente político-ideológica. Apesar de que a ciência esteja, cada vez mais, dependendo da tecnologia, essa dependência não compromete sua

neutralidade, conforme mostraremos mais adiante, analisando os principais fenômenos físicos que deram origem às Revoluções Industriais, as quais representam inovações tecnológicas.

A primeira Revolução Industrial - a navegação - baseou-se em dois pontos fundamentais: o cálculo astronômico da *latitude*, através da determinação da altura angular da estrela polar, (conhecida desde os gregos) e o uso generalizado da *bússola* por Flávio Gioja, a partir de 1303, que a conheceu através dos estudos das propriedades magnéticas do ímã, feitos por Pedro, o Peregrino, em 1269. As viagens eram realizadas seguindo as costas dos continentes e ao longo de paralelos, como se pode ver nos descobrimentos do Oriente (Cruzadas, 1290, Marco Polo, 1294, etc.), do Ocidente (Colombo, 1492, Fernão de Magalhães, 1519, etc.), e no do Sul (Bartolomeu Dias, 1480, Vasco da Gama, 1497, Pedro Álvares Cabral, 1500, etc.). Embora as propriedades magnéticas dos ímãs fossem conhecidas desde priscas eras, o comportamento das agulhas imantadas, em relação à Terra, foi explicado a partir do trabalho de William Gilbert, em 1600, o qual mostrava que nosso planeta era um imenso magneto. O ponto culminante da navegação só seria atingido por volta de 1730, quando a técnica da fabricação de relógios e de instrumentos ópticos, utilizados em astronomia (sextantes e telescópios), permitiu o cálculo da *longitude*, e, portanto, das rotas ortodrômicas, isto é, em linha reta, conforme salienta Wiener, em *Cibernética e Sociedade* (Cultrix, 1973). A relojoaria deveu-se, fundamentalmente, à teoria do pêndulo simples (Galileu, 1582) e do pêndulo cicloidal (Huyghens, 1656). O telescópio foi descoberto por Lippershey, em 1608, e seu uso disseminado em Astronomia por

Galileu, a partir de 1609. É claro que o uso da navegação, para efeito de conquistas, foi uma decisão político-ideológica, muito embora dela participassem cientistas, direta ou indiretamente, como acontece nos dias atuais. Por isso, basta ver a participação de cientistas no projeto Manhattan (fabricação de bomba atômica), na década de 1940, e no projeto Jason (guerra do Vietnã), no fim da década de 1960 e no começo da de 1970, (Cf. Lévy-Leblond e Jaubert, *Auto-critique de la science*, Seuil, 1975).

A segunda Revolução Industrial ou Revolução Industrial Geral, conforme a denominação de Wiener (op.cit.), tem início com a máquina a vapor. Provavelmente, a primeira máquina a vapor haja sido construída por Heron, por volta dos anos 40 de nossa era. No entanto, somente quinze séculos depois, ela foi utilizada como um bem social, ao ser empregada nas minas de carvão para bombeamento de água, substituindo, então, a tração humana e animal. O bombeamento de água nas minas de carvão passou a ser feito pela máquina a vapor inventada por Savery, em 1698. Newcomen, em 1712, aperfeiçoou essa máquina com a introdução dos pistões de compressão e Watt, em 1762, completaria o ciclo de aperfeiçoamento da máquina a vapor, com a introdução do condensador. O invento de Watt permitiu o desenvolvimento do campo de utilização social daquela máquina ao ser aplicada na indústria têxtil (através de sua adaptação ao tear de Arkwright, em 1790) nos transportes marítimos (com o navio a vapor de Fitch, ainda em 1790) e nos transportes terrestres (com a locomotiva a vapor de Trevithick, por volta de 1801). Em 1807, Fulton disseminou seu uso e, a partir de 1825, Stephenson a aperfeiçoaria (Cf. Azimov, *Os Gênios da Humanidade*,

Bloch, 1974; Bernal, *História Social de la Ciência*, Ed. Península, 1964).

Embora algumas propriedades físicas do calor fossem conhecidas desde os antigos, como atesta a façanha de Teodoros, por volta do século VI, a.C., ao introduzir um sistema de aquecimento central no templo de Diana, em Éfeso (Ferrington, *A Ciência Grega*, IBRASA, 1961), o estudo teórico das máquinas a vapor só seria feito a partir do trabalho de Carnot, em 1818, em seu célebre *Réflexions Sur la Puissance Motrice du Feu*. Como afirma M. Rocha e Silva (*A Evolução do Pensamento Científico*, HUCITEC, 1972), o papel de Carnot, em suas reflexões sobre a potência motora do fogo, era o de compreender o funcionamento da máquina a vapor de Savery-Newcomen-Watt. O ponto culminante da segunda Revolução Industrial ocorreu no início da década de 1880, com a invenção do gerador e do motor elétricos, respectivamente, por Faraday e Henry, apoiando-se na indução eletromagnética, por eles descoberta, como suporte teórico para tal invenção. Esse equipamento veio revolucionar a transmissão da força motriz na indústria, de vez que as conexões mecânicas constituídas de linhas, eixos, mancais, correias e polias, foram substituídas por conexões elétricas (motores) bastante reduzidas em seus tamanhos, e de grande eficiência. No entanto, a utilização, em larga escala, da energia elétrica, decorrente desse novo tipo de gerador, só seria conseguida com a invenção do transformador, por Tesla, em 1890. Desse fato, talvez, originou-se o comentário dos ingleses, com relação à descoberta de Faraday: "Para que serve isto?"

A terceira Revolução Industrial, a nos-
ver, fundamentou-se na válvula eletrônica

relativo à Física das Partículas Elementares depende, fundamentalmente, do resultado de experiências realizadas com esses constituintes últimos da matéria. Todavia, para a realização de tais experiências, há necessidade cada vez maior, de ampliar o "range" de energia dos aceleradores de partículas. Daí a comunidade científica que trabalha nesse ramo da Física, depender da disponibilidade energética e de tecnologia apropriada.

Em vista do exposto acima, poderíamos, de maneira apressada, concluir que não existe neutralidade para a Ciência, já que ela depende, fundamentalmente, do grau de desenvolvimento de uma sociedade. No entanto, a dificuldade, com relação à Física das Partículas Elementares, não está intimamente ligada ao grau de desenvolvimento de uma sociedade científica, e sim a dificuldades matemáticas conceituais. É claro que o grau de desenvolvimento e uma política científica aceleram, mas não subordinam o processo de crescimento científico, como se viu recentemente com a detecção dos gluons (quanta mediadores da interação entre quarks). Em virtude de uma redução de verbas para ampliação do anel de colisão de Batavia (Illinois, EEUU), os cientistas americanos perderam a corrida, na caça aos gluons, para os cientistas alemães que trabalham no anel de colisão PETRA, em Hambourg, Alemanha, quando estes anunciaram em Junho de 1978, em Genebra, e posteriormente em agosto de 1979, em Chicago, a existência daquelas partículas. (La Recherche, 106, Dez., 1979; Science News, 116 (16), Oct., 1979).

Aceita a hipótese de que a tecnologia não é neutra, e tendo em vista a sua má utilização contra a humanidade (bomba atômica, napalm,

etc), pergunta-se: não existe alternativa para os habitantes da terra? A resposta é afirmativa. Conforme conta-nos Dixon em *Para que serve a ciência?* (Companhia Editora Nacional e EDUSP, 1976) o cientista Robin Clarke, em 1972, no País de Gales, fundou uma comunidade a fim de pesquisar uma *Tecnologia alternativa* ("soft technology"), a qual objetiva eliminar todos os males da *tecnologia convencional* ("hard technology"), tecnologia essa que deveria ser desenvolvida pelos países do Terceiro Mundo.

Discutido o problema da neutralidade científica, passemos ao da intuição. O professor Coimbra, em seu "questionamento" apoiado em Bachelard, pergunta se a intuição a que nos referimos, apoiados em Schemberg, não apresentava uma certa ambiguidade? Não estaríamos falando de dois atos diversos do entendimento humano? Creio que a resposta a essa questão pode ser dada utilizando-se a classificação de Bazarian (1973). Conforme nos conta Rose Marie Maron da Cunha em *Criatividade e processos cognitivos* (Vozes, 1977), Bazarian classifica a intuição em *evidência* e a *Heurística*. Através da primeira se processa o conhecimento direto, que permite ao indivíduo contar com a clareza de uma idéia. Por intermédio da segunda, o indivíduo "pressente" a verdade, "advinha" a solução de um problema ou descobre alguma coisa nova". Cremos que é sobre essa segunda forma de intuição que podemos aceitar a afirmação de Schemberg. Foi sobre essa segunda forma que Einstein se referiu ao declarar que os seus dois postulados da relatividade eram intuições ("Vermutungen"); e foi dela que falou Weiskopf quando a propósito atribuiu à intuição a idéia de Fermi, sobre a desintegração beta,

conforme salienta Holton em *A Imaginação Científica* (Zahar, 1979). Acredito, ainda, que é sobre esse tipo de intuição que MORENTE (*Fundamentos de Filosofia, Mestre Jou, 1979*), se refere ao afirmar que "a intuição é um ato simples, por meio do qual captamos a realidade ideal de algo".

Ao sairmos do seminário do dia 26 de maio, pensávamos que pudéssemos substituí-la por imaginação. No entanto, depois de lermos o livro do Holton (op. cit.) vimos que nem sempre a imaginação científica decorre de uma intuição heurística. A imaginação prende-se mais à capacidade de realizar modelos e teorias e, associada à inteligência, deverá ser cultivada. A imaginação, portanto, decorre, diretamente, do grau de cultura do indivíduo. No caso, por exemplo, de Faraday, suas contribuições à Ciência foram quase todas decorrentes de intuição: de evidência, no caso das linhas de indução de um campo elétrico, e heurística, no caso da lei da indução eletromagnética.

Como a palavra intuição está carregada de metafísica e, portanto, soa "pejorativa" (isto foi-nos alertado pelo professor Adão Bacheга) no meio científico, tenta-se uma outra palavra para poder explicar o "espocar do insight", como afirma Wertheimer (1945), (Cf. Rose Cunha, op. cit.) ao referir-se a uma idéia nascente. Poderíamos usar a palavra *criatividade*. Porém, ser criativo não é ser imaginativo?

Carlos Coimbra e Haroldo Calado

Departamento de Filosofia

DOIS TÓPICOS DA DISCUSSÃO

I - Reportando-se à definição de ciência utilizada pelo autor ("conjunto de conhecimentos empiricamente confirmados sobre os fenômenos naturais"), o professor Carlos Coimbra afirma que não existe definição sem pressupostos filosóficos e ideológicos. Poderíamos separar - pergunto - esse "conjunto de conhecimentos empiricamente confirmados sobre os fenômenos naturais" das atividades culturais que os alimentam, sobre as quais se apoiam, e que os tornam ao mesmo tempo possíveis? Teremos que chegar à questão das "políticas científicas", após a Segunda Guerra Mundial, conexas ao financiamento da investigação, por sua vez orientada pelos interesses da indústria e dos programas militares armamentistas. Coimbra o debatedor não só a tese de Marcuse (a técnica e a ciência como legitimadoras da dominação), como a posição de Habermas sobre a racionalidade da técnica no capitalismo em fase tardia. "No capitalismo, a pressão institucional, para aumentar a produtividade do trabalho pela introdução de novas técnicas, sempre existiu. Toda as inovações dependiam de invenções esporádicas que, por sua vez, podiam ser induzidas economicamente, tendo entretanto ainda o caráter de crescimento natural. Isso mudou, na medida em que o progresso técnico entrou em circuito retroativo com o progresso da ciência moderna. Com a