

censuras externas e internas. Estas são mais graves por dizerem respeito às autocensuras de mais difícil cura. Restrições de todas as sortes que inibem, cerceiam, coagem e punem os rebeldes. Nós não devemos esquecer que o desvio das normas aceitas desempenhou papel importante no desenvolvimento da civilização. George Bernard Shaw expressou isso em seu estilo inigualável: "O homem sensato adapta-se ao mundo; o insensato persiste em tentar adaptar o mundo a si próprio. Conseqüentemente, todo o progresso depende do homem insensato." Bertrand Russel expressou a mesma noção em outras palavras: "Não receie expressar uma opinião excêntrica, porque cada opinião hoje geralmente aceita foi uma vez excêntrica."

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUTINHO, A. B. *Da Natureza da Vida*. Recife, Editora Universitária, Brasil, 1985.
- KORNBERG, A. *Science and Medicine at the Millennium*. Brazilian Journal of Medical and Brazilian Journal 30:1379-1386, 1997.
- MCGRUVAN, F. J. *Scientific Proof vs Scientific Aesthetics*. 1996. The outline of a speech given at the 1996. Ohio State Bar Association Convention.
- Webster's ninth new collegiate dictionary. Merriam-Webster Inc., Publishers, Springfield, Massachusetts, Estados Unidos, 1989.
- www.biologie.de: A Chronology of Significant Historical Developments in the Biological Sciences: <http://www.chemie.biologie.de/history.html>

EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

LEOPOLDO DE MEIS

Os artesãos e os sacerdotes; os filósofos gregos; a distorção da lógica pelos mitos do sobrenatural; os experimentalistas e o método científico.

A ciência é uma atividade através da qual o homem procura entender a natureza que o cerca. É mais uma atitude, uma maneira de pensar, do que um acúmulo de informações, um corpo de conhecimentos.

A ciência moderna é bastante recente. Iniciou-se com a descrição do método científico há cerca de três séculos. O método mudou a forma pela qual o homem passou a entender a natureza e causou a explosão do conhecimento que continuamente muda a maneira de ser do homem.

Os Artesãos e os Sacerdotes

A nossa espécie, *Homo sapiens*, surgiu há cerca de 200 a 300 mil anos. A primeira interpretação que deu à natureza no início de sua jornada no planeta estava associada com o divino. Os fenômenos naturais, os relâmpagos, as tempestades, as doenças eram interpretadas como manifestações de deuses, na maior parte das vezes caprichosos e cruéis. Durante muito tempo a noção do divino inibiu o homem de questionar a natureza. No imaginário do homem os deuses eram entidades muito mais poderosas do que ele e exigiam submissão – não se podia questioná-los e muito menos contrariá-los.

Nesse cenário primitivo, surgem duas atividades diferenciadas que passam a ocupar posições de destaque nos conjuntos sociais: os sacerdotes e os artesãos. Ambos lidavam de alguma forma com o desconhecido, mas de maneira totalmente distinta. O feiticeiro, mágico ou sacerdote procurava interpretar a natureza através do divino. Buscava proteger sua comunidade das doenças e outras calamidades através da evocação e da submissão a poderes superiores. Através do

divino procurava o porquê, a origem, a causa de todas as coisas. Os artesãos, por outro lado, não tinham essa preocupação. Para eles, o porquê perdia importância perante o valor prático dos objetos. Buscavam maneiras de tornar as coisas exequíveis. Um exemplo: acreditamos que os primeiros artesãos descobriram as pontas lascando pedras. Não importava o motivo que fazia com que uma pedra fosse mais dura do que outra. O importante era que, batendo umas com as outras conseguiam-se pontas e, com elas, armas mais eficientes como a lança e a flecha, que facilitavam a caçada. A tentativa e o erro eram, portanto, uma das normas de trabalho do artesão, e os novos artefatos descobertos tinham que passar pelo teste fundamental: funciona ou não funciona? Se a lança se mostrasse eficiente e funcionasse, ela era adotada. Mas se algum instrumento surgisse e seu uso não revelasse serventia prática ou valor estético que agradasse à comunidade, era abandonado e esquecido.

O artesão não ocupava a posição social de destaque do mágico-sacerdote. Ele não se ocupava das questões maiores, como a defesa contra calamidades, os conceitos de vida, da morte e do pós-morte. Seu trabalho era valorizado porque buscava meios para melhorar o cotidiano do homem. Se a casa ficasse em pé e agradasse, a maneira de construí-la teria sido boa, e o artesão-arquiteto repetiria essa construção. Se ela caísse, a maneira como havia sido feita seria esquecida. Assim, sob o conceito do prático, surgem as primeiras ciências exatas, nas quais testa a validade de suas idéias e observações. Um conceito que não podia ser adotado pelos sacerdotes, que lidavam com o sobrenatural.

A matemática parece ter surgido da busca dos artesãos por soluções práticas. Na Mesopotâmia e antes de 2500 a.C., os sumérios e os babilônios tinham noções avançadas de matemática. Ali surgiram as primeiras tábuas de multiplicação, utilizadas para calcular a extensão das terras e a área de superfícies. Multiplicando a altura pela largura e profundidade, os sumérios e os babilônios eram capazes de calcular o volume de diversas formas, como tijolos, fardos de mercadorias, cilindros etc. O valor do π foi provavelmente deduzido pela primeira vez na Mesopotâmia como sendo aproximadamente três. O mesmo valor foi mais tarde registrado entre os egípcios, dessa vez com maior precisão, como sendo de 256/81. As primeiras civilizações chinesas de que se têm registros escritos datam de cerca de 1500 a.C. e no ano 1000 a.C., havia entre os chineses um trabalho chamado aritmética em nove sessões em que estavam registradas as regras para o cálculo da área de triângulos, trapézios e círculos. No ano 200 a.C. o valor de π foi

deduzido pelos chineses como sendo a raiz quadrada de 10. Portanto, em paralelo à ciência superior que estava associada à divindade e que ambicionava explicar o grande esquema do universo, havia uma outra ciência que não se preocupava com os grandes mistérios da natureza, mas buscava coisas úteis e se baseava no princípio do funciona-ou-não funciona. Na busca de meios que facilitassem a vida, os artesãos se tornaram mestres construtores, arquitetos e engenheiros que levantaram castelos e templos; agricultores que descobriram meios de irrigar os campos, procurando melhorar as colheitas, e assim por diante. A razão de ser das coisas porém não era explorada pelos artesãos e continuava a cargo dos sacerdotes. Alguns desses artesãos, como os mestres construtores, usavam as noções de matemática disponíveis na época como ferramenta de trabalho. Esta não era, no entanto, uma prática universal de todos os artesãos.

Os Filósofos Gregos

A importância do divino modificou-se aproximadamente no século 600 a.C., quando surgiram na Grécia os filósofos chamados de naturalistas, questionando a premissa de que só se poderia interpretar a natureza através de deuses. Os filósofos pela primeira vez postularam que a causa de muitos dos fenômenos naturais pode ser deduzida através da observação e da lógica e que nem todas as coisas estão necessariamente relacionadas a causas divinas. O homem deixa de ser completamente submisso às divindades e passa, pela primeira vez, a utilizar o seu pensamento para interpretar a natureza de forma independente, ou seja, passa a questionar como funcionam as coisas. Um dos expoentes deste período foi Aristóteles, considerado um dos maiores naturalistas de sua época. Ele se empenhava em estudar a anatomia de diversos animais. Talvez tenha sido o fundador da anatomia comparada. Observou que o golfinho tinha placenta e amamentava sua cria após o nascimento e a partir desta observação, concluiu que o golfinho não era um peixe e o classificou entre os animais de terra. Foi também um dos primeiros a postular que a Terra era redonda, pela observação do lento e gradual desaparecimento das embarcações no horizonte e pela sombra da Terra projetada na Lua durante o eclipse.

Os filósofos não afastavam de todo a noção do divino. Sim, havia o divino, mas não era necessário evocá-lo para explicar todas as coisas. Nesse momento o homem passa a raciocinar sobre o Universo de

uma forma independente, não mais submissa aos deuses sob a égide do medo, mas usando desafiadoramente o raciocínio e a lógica.

Para os filósofos gregos, a lógica do homem era suprema e suficiente. A observação e a lógica, porém, nem sempre levavam a conclusões corretas. Praxágoras, no século IV a.C., dissecavam cadáveres e encontrou as artérias, que aparentavam ser tubos vazios. Praxágoras não sabia que o sangue estava estagnado em outras regiões do corpo e, baseado somente em observação e lógica, concluiu que as artérias eram tubos necessários para conduzir o ar através do corpo. Daí, a palavra artéria, do grego, condutor de ar.

Após o advento da filosofia grega, passou a haver portanto três formas distintas de lidar com o desconhecido: o conceito prático do funciona-ou-não-funciona dos artesãos, que não buscava a causa dos fenômenos naturais; o divino, dos sacerdotes, que procurava a causa dos fenômenos naturais e tentava explicar o grande esquema do universo, e o conjunto de observação e interpretação lógica introduzido pelos filósofos, que permitia explicar fenômenos menores da natureza, passíveis de serem analisados pela mente humana. As duas últimas formas de pensar – a dos sacerdotes e a dos filósofos – às vezes se misturavam, mas raramente incorporavam o conceito do funciona-não-funciona dos artesãos. Na maior parte das vezes, porém, eram formas estanques de pensar, compartimentos não comunicáveis na mente do homem. Nos 2 mil anos que se seguiram aos filósofos, não houve tentativas que lograssem misturar as três formas de pensar de modo definitivo.

O curioso é que, entre os anos 600 a.C. e 1500 d.C., a matemática continuou florescendo, e a lógica não era suficiente para legitimar um teorema. Este tinha que ser demonstrado. Na matemática, a demonstração de um teorema é um processo semelhante ao teste do funciona-não-funciona, necessário para validar os achados dos artesãos. Por 2 mil anos, porém, a demonstração não foi considerada necessária para legitimar os outros fenômenos naturais. Isso era particularmente evidente na medicina, em que é difícil distinguir até que ponto a lógica e o divino se intermedeiam para deduzir as causas das doenças. A lógica, sem demonstração, era amplamente utilizada no diagnóstico e tratamento. Essa prática muitas vezes provocava mais sofrimento do que alívio nos pacientes e seus familiares.

Um exemplo foi o vitiligo, doença dermatológica que se caracteriza pelo aparecimento de manchas brancas pelo corpo devido a alterações do metabolismo da melanina. Em meados de 1700, o conde Buffon, médico e naturalista francês, descreveu o vitiligo como o

resultado do cruzamento das raças branca e negra. Essa conclusão parecia lógica para os médicos da época e, quando a doença se manifestava em jovens, o pai, mal informado pelos médicos, passava a crer que o filho não era dele e, sim, fruto da infidelidade da esposa com um homem de raça diferente. Isso levava à ruptura da estrutura familiar, com grande sofrimento para todos os membros da família, em particular o paciente, que passava a carregar o estigma social de bastardo.

Outro exemplo são as bruxas. Diversos distúrbios metabólicos apresentam sintomas como automutilação, vômitos em jato e agressividade. Esses sinais eram reconhecidos como característicos de bruxaria, e muitos desses pacientes, infelizmente, terminavam na fogueira acusados de bruxas, somando ao sofrimento provocado pela doença o sofrimento causado pela agressividade da sociedade. A conclusão lógica para todos era a de que tais sintomas se deviam a uma ação demoníaca.

A Distorção da Lógica pelo Mitos do Sobrenatural

A obra de Ambroise Paré, eminente artesão da medicina que viveu na França entre 1510 e 1590 exemplifica como as três formas distintas de pensar eram utilizadas pela mesma pessoa, a do artesão, sem se confundir com a lógica e o divino, que se entremeavam. Paré não era médico, mas é considerado o pai da cirurgia racional. Apesar de ser considerado leigo, escreveu diversos livros em francês, ignorados pela elite médica porque não foram escritos em latim.

Nos tempos medievais, a cirurgia era desprezada porque requeria trabalho manual, parecido com o dos açougueiros, e os médicos deixavam a função de cortar a carne para as mesmas pessoas que cortavam cabelos, daí a profissão artesanal do barbeiro-cirurgião. Paré desenvolveu suas descobertas nos campos de batalha. Os cirurgiões da época tratavam os ferimentos causados por bala com óleo fervente e estancavam as hemorragias cauterizando os vasos com ferro em brasa. Acreditava-se na época que as feridas provocadas por balas eram venenosas e que “feridas que não se curam pelo ferro podem ser curadas pelo fogo”. O veneno das balas era na realidade as infecções que sucediam o ferimento. Paré descobriu que a limpeza das feridas era muito mais eficiente na cura de feridas do que o óleo fervente. Praticava a assepsia muitos anos antes da descoberta das infecções bacterianas. Costumava também amarrar os vasos sanguíneos em vez de cauterizá-

los. Assim conseguia muito mais curas do que outros cirurgiões e com muito menos sofrimento.

Em seu livro *Método de tratar feridas causadas por armas de fogo*, Paré descreve como descobriu essa forma de tratamento. Conta que uma noite, após tratar muitos feridos, terminou seu estoque de óleo. Preocupado, simplesmente tratou de limpar e cobrir as feridas dos que ainda não tinham sido tratados. No dia seguinte, levantou-se antes do amanhecer para verificar quão grave era o estado dos feridos não tratados com óleo fervente. Para sua surpresa, verificou que dormiam tranqüilamente e suas feridas aparentavam muito bom estado. Por outro lado, os feridos tratados com óleo fervente se contorciam com dores, tinham febre e suas feridas estavam inflamadas. Além do tratamento de feridas, Paré desenvolveu diversos instrumentos que lhe permitiram revolucionar a técnica cirúrgica. Operou cataratas com sucesso. A catarata é uma doença ocular em que há a opacificação do cristalino. Descreveu isso em detalhes em seus livros sobre a cirurgia. Tais habilidades revelam a capacidade de Paré de utilizar a forma de pensar dos artesãos. Não conhecia a causa da catarata, das infecções, mas foi capaz de desenvolver instrumentos e maneiras de cuidar da doença que vieram a ser adotados por gerações subseqüentes de cirurgiões, simplesmente porque funcionavam.

Entre suas obras médicas há um livro intitulado *Sobre monstros e prodígios*. A leitura desse livro revela que, de acordo com a maneira de pensar da época, Paré confundia a observação e a lógica com o místico, sem a menor preocupação com a veracidade dos fatos. Em contraste com a atitude pragmática do artesão cirurgião, nesse livro mostra sua crença de que as forças sobrenaturais eram responsáveis por muitas doenças. A primeira edição foi publicada em 1573 e se baseava em três outros tratados: as histórias prodigiosas, de Boaistuau e Tesserant, Os cinco livros sobre os artifícios utilizados pelos demônios para enganar e iludir os homens, de Jean Wier, e os Três livros sobre as aparições dos espíritos, escrito por Ludwig Lavater. Além destes, Paré cita Santo Agostinho, Moisés e os profetas. A bibliografia utilizada indica a presença do sobrenatural na maneira como os médicos interpretavam a natureza. Em *Sobre monstros e prodígios*, Paré examina as causas das malformações congênitas, alterações do desenvolvimento do feto que levam ao nascimento de crianças deformadas. Paré postulou 13 causas principais para essas alterações fetais: a glória de Deus; a ira de Deus; a quantidade excessiva de sêmen; a quantidade insuficiente de sêmen; a imaginação; a estreiteza da matriz feminina; a maneira indecente de a mãe se comportar, como ficar sentada durante

muito tempo com as pernas cruzadas quando grávida; doenças hereditárias ou acidentais; podridão ou corrupção do sêmen; mistura de sêmen; artifícios de pessoas maldosas e finalmente por obra de demônios ou diabos. Algumas das causas descritas por Paré - como a falta e o excesso de sêmen -, que remontam a escritos de Aristóteles e Hipócrates, caracterizam somente o uso da lógica, sem interferência de conceitos sobrenaturais. Parecia lógico que, se faltasse parte de algo na hora da fecundação, por analogia, o excesso de sêmen, levaria à formação exagerada de detalhes anatômicos, como no caso de crianças com mais de cinco dedos e a dos irmãos xifópagos. Paré informava também que a "estreiteza da bacia materna" propiciava as conseqüências do excesso de sêmen.

Atualmente sabemos que a quantidade de espermatozóides é uma das causas determinantes da fecundação do óvulo materno - se não houver no sêmen um número suficiente, não há fecundação. Porém, uma vez fecundado o óvulo, seu desenvolvimento não depende mais do número de espermatozóides, isto é, o número de espermatozóide no sêmen não tem nada a ver com as malformações congênitas.

Segundo Paré, se uma mulher grávida se sentasse de forma indecente, com as pernas cruzadas ou dobradas contra o ventre, mutilaria o feto. É difícil identificar o processo lógico que levou à conclusão de que a maneira de a mãe se sentar ou a imaginação poderiam levar a deformações do feto. Quando descreve as alterações referentes à imaginação, Paré informa que os pensamentos que ocupavam a mente dos genitores no momento da cópula poderiam levar a grandes alterações do feto concebido.

A presença do sobrenatural na prática médica se torna clara nas malformações congênitas provocadas pela ira de Deus. Muitas coisas podiam provocar a ira de Deus. Uma delas era o comportamento considerado animalesco durante as relações sexuais. Se fossem agressivas, "semelhante a bestas brutas", ou se o apetite sexual fosse exacerbado, levando a mulher a ter relações sexuais estando menstruada, poderiam despertar a ira de Deus e levar a malformações ou então provocar doenças horribles no filho após o nascimento. Em sua descrição, Paré afirma:

É certo que freqüentemente essas criaturas monstruosas e prodigiosas procedem do julgamento de Deus, o qual permite que os pais e as mães produzam tais abominações ou desordens quando copulam como bestas brutas, guiados por seus apetites, sem respeitar os tempos ou outras leis ordenadas por Deus e a natureza, como está escrito em Esdras, o profeta, que as mulheres com sangue menstrual

gerarão monstros. De forma semelhante Moisés defende tais conjunções em Levítico capítulo 16. Assim os anciãos observaram em sua longa experiência que as mulheres que conceberam durante a menstruação gerarão crianças leprosas ou sujeitas a mil doenças, uma vez que a criança concebida durante o ciclo menstrual se nutrirá num ventre de uma mãe com sangue viciado, sujo e corrompido, e com o passar do tempo, tendo enraizado sua infecção na criança, esta se manifesta e faz aparecer sua malignidade: alguns serão finhosos, outros terão gota, outros leprosos e uma infinidade de doenças. Conclusão: é uma coisa suja e brutal ter coisas com a mulher durante sua menstruação.

A mãe poderia conceber monstros mesmo obedecendo com rigor a todos os preceitos da época. Para tal, bastava acontecer algo na vizinhança de sua residência que provocasse a ira de Deus. O Papa Júlio, segundo Paré, foi responsável por muita infelicidade na Itália e monstros foram gerados, como consequência da ira de Deus. Esse mau papa fez guerra contra o rei da França Luís XII em 1512. Pouco depois de uma batalha sangrenta ocorrida nas proximidades de Ravena, nasceu nesta mesma cidade um monstro *"com um corno na testa, duas asas e um só pé semelhante ao de uma ave de rapina, um olho no joelho e compartilhando ao mesmo tempo da natureza do homem e da mulher"* (hermafrodita). Essas malformações congênitas são produto do imaginário popular aceito como realidade sem que houvesse qualquer forma de comprovação.

A partir dessas descrições pode-se imaginar o terror que acompanhava o ato da reprodução. Começava pela complexidade das formas consideradas corretas de se fazer sexo, em que até o pensar poderia mutilar a prole, passava pela forma de a mãe se sentar e, se isso não bastasse, dependia também das desavenças políticas das autoridades superiores.

Os Experimentalistas e o Método Científico

Nesse cenário surgiram na Europa os experimentalistas, que pela primeira vez buscavam comprovar a interpretação lógica dos fenômenos naturais. A prática do funciona-não-funciona era finalmente incorporada na forma de pensar dos que buscavam entender as causas dos fenômenos naturais. Os experimentalistas contestam o menosprezo pela comprovação, implícito na valorização exclusiva da lógica pelos filósofos gregos. Um dos pioneiros desse movimento foi Leonardo da Vinci na Itália (1452-1519). Em um de seus ensaios sobre a metodologia da descoberta, da Vinci escreve:

Ao tratar de um problema científico, eu primeiro desenvolvo diversos experimentos, uma vez que meu propósito é determinar as características do problema conforme determinadas pelos experimentos e depois mostrar o porquê... Este é o método que deve ser seguido em todas as pesquisas sobre os fenômenos da natureza. ... Precisamos experimentar em diversas condições e circunstâncias até que possamos alcançar uma regra geral que se aplique a todas elas [as experiências]. E para que propósito servem estas regras? Elas nos conduzem a novas pesquisas da natureza e à criação na arte. Elas evitam que enganemos a nós mesmos ou enganemos a outros, com promessas de resultados que não serão alcançados.

Galileu Galilei (1564-1642) ocupa papel de grande destaque entre os experimentalistas que revolucionaram a maneira de procurar entender o desconhecido. Galileu achava fundamental o uso da matemática no estudo da natureza e valorizava a forma de pensar dos artesãos, embora não fosse ainda a que deveria caracterizar o labor científico, porque não se preocupavam o suficiente em entender as causas dos fenômenos naturais. Tal como Leonardo da Vinci, Galileu foi influenciado por seu trabalho como engenheiro. Em uma de suas cartas, escreveu que o problema da trajetória dos projéteis o levou a estudar a influência da gravidade na queda dos corpos. Um dos principais trabalhos de Galileu é o *Discurso sobre duas novas ciências*. Esse trabalho foi escrito na forma de diálogo entre dois de seus amigos, Sagredo e Salviati. O terceiro personagem era Simplicius, que defendia a maneira aristotélica de pensar. O livro inicia-se com uma cena em um arsenal de Veneza onde Salviati declara:

A atividade constante que vós venezianos aparentais no vosso famoso arsenal sugere para a mente estudiosa um grande campo para a investigação, especialmente naquela parte do trabalho que envolve a mecânica, uma vez que neste todo tipo de máquinas e instrumentos são continuamente construídos por muitos artesãos, entre os quais deve haver alguns que, em parte por experiência herdada, e em parte por suas próprias observações, se tornaram muito competentes na arte de explicar.

Galileu afirma que, embora esses artesãos soubessem muitas coisas, não eram realmente cientistas, porque não estavam familiarizados com a matemática e, portanto, não podiam desenvolver seus resultados de forma teórica.

A forma de pensar de Galileu gerou instabilidade e insegurança nos conceitos estabelecidos em sua época, o que resultou no castigo que lhe foi infligido pela Inquisição da Igreja Católica.

Galileu e os demais experimentalistas trouxeram uma nova visão segundo a qual o antigo passa a ser questionado e a especulação cede lugar à demonstração. Assim, Kepler e Copérnico, usando a matemática como ferramenta de trabalho, mostraram que a Terra não era o centro do universo e criaram a teoria do heliocentrismo, que propõe que a Terra gira em torno do Sol e não ao contrário como se pensava. Posteriormente, o filósofo inglês Francis Bacon (1561 e 1626) escreve o livro *Novo sistema de investigação científica*, no qual contesta publicamente o uso exclusivo da lógica e enfatiza a necessidade da experimentação para a interpretação dos fenômenos naturais. A nova maneira de pensar chega à sua forma completa e se cristaliza finalmente na obra do filósofo, matemático e biólogo René Descartes, *O discurso sobre o método*, publicado em 1636. Descartes se preocupa com a necessidade da certeza. Tal como seus antecessores, rompe com Aristóteles e a escolástica e propõe uma nova filosofia em que, à semelhança da matemática, a observação e interpretação sejam legitimadas pela demonstração.

A descrição do método científico foi talvez um dos maiores eventos da história do homem, liberando-o do meio imposto por divindades quiméricas. A leitura do universo deixa de ser passiva e submissa e passa a ser um processo ativo, no qual o homem questiona, indaga e procura testar a veracidade de suas conclusões para que, como explicava Leonardo da Vinci, “*não enganemos a nós mesmos nem enganemos outros com promessas de resultados que não serão alcançados*”.

Em retrospectiva, nos parece surpreendente o fato de ter sido somente nos últimos 300 anos dos 200 mil a 300 mil anos de existência, que o homem finalmente se apercebeu de que sua lógica não é infalível, mas, muito pelo contrário, está sujeita a erros grosseiros de interpretação. Atualmente, ficamos aborrecidos quando alguém quer nos convencer de algo usando argumentos irrealistas. No diálogo com colegas, reagimos de forma negativa quando percebemos que, no calor da discussão, a lógica dos argumentos do interlocutor se afasta da realidade. Este tipo de reação nos parece natural, inata. No entanto, a dúvida sobre a maneira lógica de ver as coisas é um evento muito recente em nossa jornada no planeta.

Se condensássemos os 200 mil a 300 mil anos de nossa existência em um dia, teria sido somente há cerca de 15 minutos que os filósofos gregos se deram conta de que as forças sobrenaturais não são causa de todos os fenômenos da natureza e somente há um ou dois minutos descobrimos que a nossa lógica é falha e precisa ser testada.

Para finalizar, é preciso ter em mente que o método não nega a imaginação nem a intuição do experimentador. Muito pelo contrário, estes dois componentes continuam sendo os ingredientes essenciais de uma descoberta. O método e a experimentação são instrumentos que permitem avaliar a realidade das coisas sugerida por nossa imaginação. Impede que nossa imaginação se desvie para o absurdo, fazendo com que se atenha à realidade dos fatos. Serve para estabelecer um *controle de qualidade* para os argumentos que desenvolvemos a fim de entender a natureza.

O SURFE TECNOLÓGICO

Os conceitos de bem e de mal e a necessidade de julgar novas situações; o reconhecimento do novo; surfe tecnológico e a volta do conceito funciona-não-funciona dos artesãos; o aspecto emotivo das grandes decisões.

Uma das facetas do conflito tecnológico humanístico é a ambivalência entre os confrontos promovidos pelas novas descobertas e a insegurança gerada pelas mudanças sociais que essas descobertas provocam. Para amenizar este conflito torna-se necessário identificar as inovações, avaliar suas implicações e decidir se o novo conjunto se adapta ou não à nossa maneira de ser.

O conceito de educação implica que a escola ou a universidade, além de transmitir informações a respeito de vários temas, tenha também um papel formador. Entende-se por formação a atitude a ser tomada por um indivíduo na formação de seu ofício e na sua interação com a sociedade. Isto requer um entendimento dos valores morais e das noções de bem e de mal prevalentes na sociedade. Antes da revolução científica esses conceitos eram estabelecidos pelas autoridades religiosas e pelos governos, e a responsabilidade de moldar o comportamento das novas gerações às regras vigentes era partilhada pela família e pela escola. Atualmente as regras sociais mudam continuamente e escaparam do controle dos credos religiosos. As grandes inovações advindas da ciência reintroduziram de uma forma coletiva o princípio do funciona-não-funciona dos artesãos do passado. Se uma variável nova é introduzida na sociedade e recebe aceitação utilitária, ela se estabelece e provoca mudanças éticas e sociais, independente de qualquer discussão prévia sobre as possíveis implicações no comportamento de comunidade. Um exemplo são os anticoncepcionais, que há muito tempo são usados e vendidos em qualquer farmácia, enquanto a Igreja Católica ainda não chegou a um consenso sobre a

justificativa moral de seu uso. Os valores morais e as vantagens de muitos aspectos dos dois sistemas - bem-mal e funciona-ou-não-funciona - são evidentemente questionáveis. Todavia, a segunda variável passou a crescer cada vez mais em importância após a Revolução Científica. As modificações sociais promovidas pelas novas descobertas e implantadas pelo sistema funciona-ou-não-funciona costumam se iniciar nos países que geram e sabem utilizar o novo conhecimento e depois se propagam pelo resto do planeta, muitas vezes provocando conflitos culturais.

Os Conceitos de Bem e Mal e a Necessidade de Julgar Novas Situações

Até o princípio deste século, as regras morais estabelecidas eram estáveis, duravam gerações e esperava-se que um jovem reproduzisse conduta considerada exemplar por seus pais e avós. Da mesma maneira, o conhecimento técnico variava pouco com o tempo e, uma vez aprendido o ofício, não havia necessidade de preocupar-se com inovações que pudessem provocar mudanças drásticas no exercício da profissão. Esta estabilidade fazia com que não houvesse a necessidade de treinar estudantes para reconhecer e julgar situações novas, mas, ao contrário, estimulava-se a passividade, uma vez que todas as diretrizes técnicas e morais estavam estabelecidas e, ao profissional e cidadão cabia simplesmente segui-las.

A situação mudou drasticamente no mundo moderno, e a passividade tornou-se algo impraticável. A decisão informada, isto é, o ato de identificar, avaliar e a partir daí tomar decisões tornou-se uma necessidade do cotidiano, por um lado para evitar ser marginalizado pela sociedade e por outro para não deixar de utilizar os recursos disponíveis para aumentar a potencialidade individual. Se não acompanharmos os avanços técnicos da profissão e não entendermos as mudanças de estrutura social, podemos ficar desempregados e vítimas do conflito tecnológico-humanístico. Se por outro lado, somos capazes de identificar as novas tendências e rapidamente nos adaptarmos ao novo fluxo, então, podemos aumentar o nosso leque de escolhas e aumentar a nossa capacidade de realizar. Não há nenhuma forma de ensino organizado nas escolas ou universidades que treinem o estudante para esta necessidade. A falta de treino faz com que cada vez

mais a tomada de decisões seja encarada não como uma opção, mas como uma causa de desgaste e de estresse.

A moral e a conduta ética da sociedade judaica-cristã foi durante muitos séculos norteadas pelos dez mandamentos registrados por Moisés no monte Sinai, cuja tradição oral remonta aos séculos de XVI a XIII a.C., e os primeiros registros escritos, ao século VIII a.C.. Atualmente, poucas pessoas recordam os mandamentos, mas até o século passado os infratores poderiam ser severamente punidos pela sociedade. Os mandamentos descritos no Êxodo, um dos cinco livros do Pentateuco do Antigo Testamento, preconizam a obediência a Deus e estabelecem regras para o comportamento sexual e social do homem. Em outro livro, o Levítico, descrevem-se as leis penais que determinam os castigos para os infratores da lei. Os dez mandamentos são: 1º Amar a Deus sobre todas as coisas; 2º Não tomar seu Santo Nome em vão; 3º Guardar os domingos e dias santificados; 4º Honrar pai e mãe; 5º Não matar; 6º Não pecar contra a castidade; 7º Não furtar; 8º Não levantar falso testemunho; 9º Não desejar a mulher do próximo, e 10º Não cobiçar as coisas alheias. Até a Revolução Francesa era considerado inadmissível para a moral da sociedade judaico-cristã, não obedecer aos preceitos de uma religião, como mandam os três primeiros mandamentos. Tais pessoas eram associadas com o mal e eram perseguidas. Por outro lado, entre as diversas versões religiosas, católicos, protestantes, judeus e islâmicos, não havia concordância entre os preceitos religiosos, o que levava a definições variáveis do bem e do mal. Estas divergências provocavam guerras sangrentas e perseguições cruéis de grupos religiosos, em particular dos judeus. O radicalismo religioso diminuiu no mundo ocidental de forma progressiva, desde a Revolução Francesa até a Segunda Guerra Mundial. A intolerância religiosa ainda gera conflitos sangrentos no planeta, como no caso do Islamismo, mas, no continente americano e na maior parte da Europa e do Oriente, a religião tornou-se uma questão de foro íntimo e não é mais necessário ser religioso para ser considerado um cidadão íntegro. Em outras palavras, os primeiros três mandamentos não são mais determinantes para a definição do bem e do mal. O quinto, sétimo, oitavo e décimo mandamentos são atualmente normalizados pelo código penal de cada país, mas os meios de comunicação, em particular a televisão, mostram que a validade destes mandamentos é relativa, em

particular, o quinto, "não matar", cujo valor moral varia dependendo do estado de paz ou guerra, de se desempenhar o papel de bandido ou mocinho etc. O sexto e o nono mandamentos, que regulam o comportamento sexual, deixaram de ter qualquer importância para as definições do bem e do mal nas últimas três décadas. As leis penais descritas em Levítico 20 mandam punir o homossexualismo com a morte. Embora o homossexualismo fosse considerado normal na Grécia antiga e no Império Romano, do início da era cristã até o século passado era punido pela lei, e até a era vitoriana na Inglaterra, as pessoas acusadas da prática do homossexualismo podiam ser encarceradas e condenadas pela justiça. Tal atitude é impensável nos tempos atuais. O nono mandamento, que durante muito tempo só podia ser sanado com a morte dos infratores e era a grande causa das desgraças familiares, hoje em dia é tranqüilamente legalizado com o desquite ou divórcio.

Com a revolução moderna da sociedade, portanto, perdeu-se a noção de alguém possuir alguém, como estava preconizado nos dez mandamentos. Assim, os pais não possuem mais os filhos, os homens não possuem as mulheres e o comportamento da sociedade não é mais norteado pelas leis formuladas pelos representantes das religiões. A posse foi substituída pela convivência e as regras que determinam essa convivência são continuamente repensadas, a partir das mudanças introduzidas na sociedade pelas novas descobertas.

Tanto os dez mandamentos, como qualquer outro código ético-moral estabelecido antes da Revolução Científica, procuravam definir as regras que devem determinar a prática sexual e a estrutura da família. Antes da pílula anticoncepcional, a paternidade e a maternidade não eram necessariamente uma escolha voluntária dos pais, mas, pelo contrário, durante milênios, foram um pesadelo que assombrava a prática sexual de muitos casais. A partir dos anos 70 a introdução da pílula anticoncepcional mudou este comportamento, e, pela primeira vez na história da humanidade, a mulher pôde associar uma atividade sexual normal com a sua escolha individualizada de quando engravidar. Poucos anos depois surgiram as técnicas de inseminação artificial, a fecundação *in vitro* e a implantação de óvulos fecundados no útero de mulheres voluntárias, técnicas conhecidas popularmente como *bebê de proveta* e *barriga de aluguel*. Estas novas formas de propiciar a gravidez, pela primeira vez, dicotomizaram a prática do

sexo e a reprodução. Não é mais uma condição obrigatória fazer sexo para se ter um filho e não é abominável ter um filho a partir de uma amostra de espermatozóides, óvulos ou mesmo útero estranho ao casal. Estas novas formas de reprodução foram introduzidas na sociedade nas últimas duas ou três décadas e são amplamente aceitas pela sociedade sem nenhuma restrição moral. No entanto, modificaram a forma milenar de encarar a paternidade e a maternidade. Estas mudanças podem ser dificilmente compatibilizadas com as regras da sexualidade preconizadas pelos textos originais do Antigo Testamento ou de qualquer outro código ético-moral anterior à Revolução Científica.

O Reconhecimento do Novo

Antes de julgar uma nova situação, é necessário reconhecer o que julgar. Nem sempre tomamos consciência imediata de todos os fenômenos novos que ocorrem a nossa volta. A capacidade de identificar situações novas depende em parte da quantidade de eventos acontecendo a cada momento. Para efeito comparativo, imaginemos uma pessoa andando em uma rua tranqüila de subúrbio. Essa pessoa pode identificar sem dificuldades o sexo, a idade e as roupas dos poucos transeuntes que passam pela rua e, se passarem duas pessoas conhecidas, as chances de se reconhecerem serão grandes. Andando em uma avenida muito movimentada, no entanto, ela terá que se concentrar na forma mais eficiente de se locomover no meio da multidão, sem esbarrar, e navegar em direção ao seu destino sem prestar muita atenção nas pessoas que se movem em sua volta. Nestas condições, a chance de identificar um conhecido entre os passantes é pequena. A quantidade de novas informações geradas continuamente faz com que tratemos a maior parte delas como multidões de informações e nos atenhamos a uma pequena fração delas em nossas atividades cotidianas, procurando nos mover no meio das demais sem focalizar nenhuma em particular.

O novo não tem uma unidade estanque. Ele pode variar entre o pouco novo e o muito novo. O pouco novo é aquele que se assemelha com outras coisas que guardamos em nossa memória, e quanto mais parecido, menos novo. Exemplo: se um novo jato de passageiros, tendo oito turbinas em vez de quatro, passasse pelos céus do Rio de Janeiro, poucas pessoas teriam dificuldade em identificar a novidade como mais um avião que deve servir para transportar mais passageiros do que os modelos anteriores. Se, porém, este avião passasse pelos céus de Roma

Antiga, ninguém seria capaz de identificá-lo como uma máquina – na melhor das hipóteses seria reconhecido como Apollo em uma carroça especialmente barulhenta que viria prenunciar alguma catástrofe iminente.

O conceito de muito e pouco novo na sociedade moderna é muito variável. Uma parcela muito pequena da população do planeta entende o que seja clonagem de células. Estas pessoas são especialistas que trabalham no tema desde as primeiras descobertas e para elas os conceitos definidos por essas palavras já não são muito novos. O resto das pessoas divide-se em dois grupos, os que não sabem do que se trata e aqueles que ouviram alguma coisa a respeito e concluíram que a clonagem das células serve para fazer monstros. Esta última situação, a de um julgamento errôneo a partir de informações distorcidas, ocorre freqüentemente entre todas as camadas sociais e propicia a associação do medo ao crescimento descompassado do saber humano. Este medo na realidade reflete a dificuldade de reconhecer o verdadeiro valor da descoberta e a preocupação de que algum *espertinho* vá usar esta coisa inadvertidamente, sem consultar ninguém. Em outras palavras, reflete a angústia de querer emitir uma opinião a respeito de algo que achamos importante, mas que não entendemos o que é.

O Surfe Tecnológico e a Volta do Conceito Funciona-Não-Funciona dos Artesãos

Até poucos anos atrás, quando operávamos uma máquina ou instrumento, costumávamos ter uma boa noção do princípio que determinava seu funcionamento e entendíamos o que estávamos usando. Atualmente, a complexidade das máquinas aumentou a tal ponto, que nos limitamos a saber para que servem e como se usam, sem nunca entender o mecanismo que as faz funcionar. Durante milênios, o nosso principal meio de transporte terrestre foram as carroças. O número necessário de peças para fazer uma carroça elaborada podia chegar a algumas dezenas e qualquer carroceiro, com pouco tempo de trabalho, podia ter um conhecimento detalhado do equipamento que dirigia, desde o número de pinos das rodas até a fisiologia do cavalo. Os primeiros automóveis movidos a gasolina foram construídos na Alemanha, independentemente de Gottlieb Daimler e Karl Benz em 1885, e chegaram a alcançar a velocidade de 18Km/h. O motor desses primeiros modelos continha dezenas de peças diferentes. Os automóveis construídos 60 anos depois chegavam a alcançar 80Km/h e o número de

peças de seus motores cresceu para algumas centenas, mas qualquer motorista podia conhecer a intimidade do motor, após um curso de mecânica de algumas semanas. Era numeroso o contingente de jovens americanos capazes de desmontar e depois remontar os seus carros sem necessidade de ir a uma oficina mecânica. Atualmente, são necessários milhares de componentes mecânicos e eletrônicos para montar o motor de um carro moderno e somente especialistas, utilizando computadores e outros equipamentos sofisticados, conseguem consertá-lo. Dirigimos automóveis mais velozes e muito mais confortáveis do que os dos anos 50, mas não entendemos mais como funcionam. Ao comprar um carro novo, na impossibilidade de entender adequadamente o funcionamento do motor, passamos a escolhê-lo a partir do conforto propiciado pelos acessórios, a partir de seu desenho, cores e aspecto de solidez da carroceria. De forma semelhante, utilizamos relógios digitais, computadores, televisões com imagens via satélite e muitas outras máquinas, de cujo mecanismo pouco ou nada sabemos, mas que se tornaram indispensáveis para o nosso cotidiano. Navegamos em uma multidão tecnológica que inova e se renova continuamente, que permite aumentar cada vez mais nossa mobilidade, operacionalidade e eficiência, mas não conhecemos os princípios que determinam o funcionamento de seus instrumentos. Dentro deste contexto, voltamos a utilizar coletivamente o conceito do funciona-não-funciona, adotado pelos artesãos de antigamente.

Ao se anunciar um novo produto, o fabricante informa em detalhes para que serve e muito pouco ou nada sobre como foi feito. O que determinará seu valor comercial será seu valor estético e utilitário. Assim, selecionamos novos sistemas que se inserem na sociedade e podem eventualmente modificar nossos hábitos. As pílulas anticoncepcionais servem outra vez de exemplo. As vantagens advindas do seu uso determinaram a sua rápida difusão em todas as farmácias e promoveram grandes mudanças, tanto na prática sexual como na forma de a sociedade encarar o sexo. A maior parte dos usuários, porém, não entende como funciona a pílula anticoncepcional e, portanto, desconhece os efeitos deletérios advindos do seu uso prolongado. O conceito do funciona-não-funciona propicia uma diminuição progressiva do número de variáveis que utilizamos para julgamento e tomada de decisões, uma espécie de diminuição do controle sobre o que vamos fazer ou utilizar. A homeopatia e a automedicação são exemplos da perda deste controle. Tanto no Rio de Janeiro como em Paris ou Nova York, há muitas farmácias homeopáticas, cujos produtos são amplamente utilizados por pessoas

com os mais variados graus de instrução, mas que desconhecem os princípios da medicina homeopática. Se perguntamos o porquê da escolha, a resposta invariável é que ele ou alguém conhecido se tratou *com medicamentos homeopáticos* e ficou curado; em outras palavras, *porque funciona. No entanto, a homeopatia* não faz parte do currículo médico oficial; não é necessário ter conhecimentos de homeopatia para ser licenciado para a prática médica e os hospitais públicos não costumam adotar a homeopatia em sua rotina terapêutica.

Também é verdade que cada vez mais pessoas procuram farmácias alopáticas e se automedicam com aspirinas, antibióticos e vitaminas baseadas na experiência pessoal de que funcionam. Tanto no caso da homeopatia como no da automedicação, as pessoas não entendem como funcionam os medicamentos administrados, mas os utilizam norteados pelo conceito do funciona-não-funciona. Houve, portanto, nos últimos 50 anos, uma mudança substancial nos critérios utilizados para tomar decisões. Ante a impossibilidade de entendermos adequadamente o funcionamento das coisas novas, o conceito pragmático dos artesãos voltou a ser adotado de forma generalizada na sociedade, para a aceitação do novo. Neste processo, porém, a nossa capacidade de selecionar, escolher e julgar diminuiu, não só na escolha de máquinas e outros itens utilitários, mas também quanto a normas éticas e sociais advindas do uso das novas tecnologias.

O Aspecto Emotivo das Grandes Decisões

A superespecialização imposta pelos tempos modernos faz com que cada um de nós esteja a par de uma pequena parcela do conhecimento atual. Isto dificulta sobremaneira a tomada de decisões de temas amplos de interesse coletivo, como, por exemplo, a questão da energia nuclear. A era nuclear iniciou-se com um projeto secreto dos anos quarenta, que culminou com o lançamento das primeiras bombas atômicas no Japão em 1945. As armas nucleares sofisticaram-se e multiplicaram-se, mas o poder militar nuclear ficou limitado a poucos países. As usinas nucleares, porém, espalharam-se por todo o planeta, sem que o balanço entre os perigos e as vantagens do seu uso fossem devidamente compreendidos pelo público em geral, nem mesmo pela maior parte das elites intelectuais. Nenhum de nós retém o conhecimento técnico necessário para entender todos os aspectos positivos e os negativos de uma usina nuclear. Para formarmos uma opinião a respeito, ouvimos o discurso de pessoas que supostamente

retêm um conhecimento aprofundado da questão. A nossa dificuldade de entendimento se agrava quando nos apercebemos que mesmo a opinião dos especialistas não é unânime, uns defendem e outros condenam e, nos debates públicos, cada uma das facções acaba por insinuar que a outra está mal informada. A partir deste momento, a decisão deixa de ser objetiva e passa a se tornar uma questão de simpatias, de credo. Nas discussões, a forma com que as coisas são ditas passa a prevalecer sobre a precisão da informação e a nossa opinião passa a ser moldada por fatores emocionais, em que simpatias e antipatias prevalecem sobre a validade dos argumentos a tal ponto que, se um dia tivéssemos que votar em plebiscito sobre uma política nuclear do país, a escolha dependeria mais da empatia despertada pelas pessoas que publicamente defendem os prós e contras da questão do que na compreensão adequada do que representaria tal decisão para a comunidade e para o futuro de nossos filhos. No caso das usinas nucleares, os países acostumaram-se às vantagens advindas da maior produção de energia e as discussões sobre suas implicações no meio ambiente ficaram relegadas, durante muito tempo, para um segundo plano, até o acidente de Chernobyl, em 1986, quando a dimensão da catástrofe mobilizou todos os meios de comunicação do planeta. Porém, até o presente, o segmento mais educado da sociedade ainda não conseguiu avaliar objetivamente se o caso de Chernobyl foi conseqüência de um defeito imprevisível ou de um erro técnico de operação, um descuido. Em outras palavras, a maior parte da sociedade ainda não sabe quais as chances de que o que ocorreu em Chernobyl possa acontecer no Japão ou no continente americano.

As Decisões Políticas

O caso da Inglaterra e os exemplos brasileiros

A dificuldade moderna para a tomada de decisões não se limita ao grande público, mas pode também ser detectada pelos governos, no momento crítico em que decisões políticas que afetam o bem estar do país devem ser tomadas. A complexidade crescente da nossa sociedade faz com que cada mais vez se torne difícil colocar juntos, numa mesa para debate e tomada de decisões, especialistas que conheçam com um grau suficiente de profundidade o tema em discussão. A falta de

informações concretas propicia o impasse de opiniões e as discussões emotivas podem passar a prevalecer sobre a objetividade dos fatos. Nestes casos, a política implementada, com grande frequência, passa a depender do poder de persuasão e do poder político de um dos membros do comitê. Essa situação é muitas vezes detectada nas políticas de ciência e educação e não é uma característica específica brasileira, da nossa maneira de agir. É um processo universal que afeta todas as sociedades desenvolvidas e tecnológicas do planeta.

O Caso da Inglaterra

A universalidade do processo foi apontada por sir Charles Snow, físico de formação, que ocupou diversos cargos de destaque na política científica da Inglaterra e, durante a Segunda Guerra Mundial, foi encarregado de selecionar, juntar e organizar equipes de cientistas para trabalharem em projetos bélicos necessários à defesa da Inglaterra. Devido à sua longa experiência em ciência e governo, sir Charles Snow foi convidado em 1960 para uma conferência que se tornou notória na Universidade de Harvard nos Estados Unidos. A conferência iniciava-se com uma afirmativa:

uma das características mais bizarras de qualquer sociedade industrial avançada de nossos tempos é que decisões fundamentais são tomadas por um grupo pequeno de homens em segredo e, na maior parte das vezes, por pessoas que não têm conhecimento específico sobre o tema da nova política a ser implementada.

Na sua fala, quando se referia às sociedades industriais, Snow se referia principalmente a três nações: Estados Unidos, União Soviética e Inglaterra. Ele afirmava que questões importantes de governo, como por exemplo, a organização da saúde das nações, são tomadas ou não tomadas em segredo por pessoas que normalmente não estão capacitadas para compreender o argumento em questão, com profundidade. Esse fenômeno do mundo moderno é, como destacou, *bizarro*.

Para documentar a tese, Snow descreve o conflito e a querela entre dois cientistas de destaque, H. Tizard e F.A. Lindemann. O cenário é a Inglaterra de 1930 a 1934, que pela primeira vez se sentia vulnerável perante a possibilidade de um ataque rápido e inesperado pelo poder militar alemão. O terceiro Reich subia ao poder e se armava com aviões e submarinos que o tornavam apto a um ataque surpresa.

Antes da Primeira Guerra Mundial, devido a sua situação geográfica, a Inglaterra podia antecipar a vinda de qualquer exército

inimigo. Para chegar à Inglaterra, era necessário atravessar o Canal da Mancha e antes do advento de submarinos e aviões era difícil não reconhecer uma força militar se aproximando para um ataque imprevisto. Em 1934, a Inglaterra, um país de dimensões limitadas com grande densidade populacional, torna-se pela primeira vez vulnerável a tais ataques. Nesse cenário, Baldwin, figura dominante na política inglesa, afirmou lugubrememente que "os bombardeiros serão sempre capazes de chegar até aqui".

Durante a Primeira Guerra Mundial, criou-se na Inglaterra o Departamento de Pesquisas Científicas e Industriais onde se iniciou a interação governo/cientista.

Mas foi somente em 1934 que uma quantia considerável, de muitos milhões de libras, foi empenhada para que os cientistas buscassem uma solução para proteger a Inglaterra de surpresas. Nesse momento entram em cena Tizard e Lindemann, dois cientistas com experiências profissionais semelhantes, que acreditavam ser a ciência a manifestação intelectual suprema da mente humana. Tizard estudou química em Oxford e, em 1908, foi para a Alemanha completar seus estudos no laboratório de Nerst, em Berlim, onde conheceu Lindemann, e ambos se tornaram bons amigos. Lindemann educou-se na Alemanha e adotou a cidadania britânica após a Primeira Guerra Mundial. Quando retornou à Inglaterra, Tizard tornou-se professor na Universidade de Oxford e, graças à sua intervenção, Lindemann também foi contratado para trabalhar em Oxford. Durante o período em que trabalharam em Oxford, Lindemann chegou a ser padrinho de um dos filhos de Tizard e os dois foram eleitos para a Royal Society, título honorífico muito ambicionado na Inglaterra. Segundo Snow, em algum momento de suas carreiras, os dois chegaram à conclusão de que não viriam a ser cientistas de destaque, como Rutherford, um dos cientistas mais admirados na Inglaterra. Voltaram-se, então, para a administração e a política científica. Percebe-se um paralelismo muito grande nas carreiras e no cotidiano dos dois cientistas.

Quando deixaram a vida acadêmica e passaram ao domínio da administração pública, a amizade entre Tizard e Lindemann transformou-se em profunda inimizade. Tizard contava com o apoio e a simpatia do governo de Chamberlain, então primeiro-ministro da Inglaterra, e seu trabalho na administração científica era reconhecido como competente e eficiente. Por outro lado, Lindemann tornou-se amigo íntimo de Churchill, que em 1934 não ocupava cargos políticos e era um crítico do governo vigente.

Em 1935, o Ministério da Aeronáutica da Inglaterra decidiu estabelecer um comitê para estudo científico da defesa aérea da Inglaterra. Os termos do edital diziam especificamente:

considerar até que ponto os avanços na ciência e conhecimento tecnológico podem ser utilizados para reforçar, fortalecer os métodos atualmente disponíveis de defesa contra o ataque hostil de aviões.

Devido às suas boas relações no governo, Tizard foi indicado para presidir o comitê e imediatamente convidou A.V. Hill e P.M.S. Blackett, ambos cientistas eminentes de origens totalmente distintas das de Tizard e Lindemann, para o integrarem. Hill era um dos mais famosos fisiologistas da Inglaterra, premiado com o Nobel em 1922. Blackett, um jovem de 37 anos e um dos discípulos mais brilhantes de Rutherford, mais tarde receberia o prêmio.

O Comitê iniciou seus trabalhos em 1935 e elegeu como projeto preferencial o desenvolvimento do que viria a ser o radar. O princípio estava associado com o vôo dos morcegos, que por reflexão de ondas podem identificar com precisão objetos no seu trajeto de vôo. Havia na Inglaterra um laboratório para pesquisas de rádio, onde trabalhava Watson Watt, o pioneiro nos estudos de radar da Inglaterra. A problemática para desenvolver o radar estava em se obter uma fonte poderosa, o suficiente para distinguir e identificar objetos a longa distância e em desenvolver sistemas capazes de detectar o retorno dessas ondas. Portanto, o radar foi escolhido como o projeto mais indicado para a defesa aérea da Inglaterra, bem antes de se conhecer algo concreto sobre seu funcionamento. Muitos milhões de libras foram afunilados para seu desenvolvimento.

Desde o início, o trabalho do comitê liderado por Tizard foi antagonizado por Lindemann, que advogava o uso dos recursos disponíveis em projetos que considerava mais objetivos e realistas. Na época, Churchill continuava na oposição, porém sua presença no cenário político já não podia ser ignorada. Graças às pressões políticas exercidas por Churchill, Lindemann teve que ser admitido no comitê presidido por Tizard. A partir desse momento, o trabalho do comitê tornou-se difícil e lento, devido às discussões que surgiam entre Lindemann e Tizard. Lindemann se opunha ao projeto radar, que considerava muito teórico e abstrato. Advogava projetos práticos que permitissem transformar o dinheiro "em algo útil". Um dos projetos propostos por Lindemann eram minas que seriam lançadas de pára-quedas na frente dos aviões hostis.

O que decidiu a questão, no entanto, não foram os argumentos defendidos por Tizard ou Lindemann, mas a mudança política. Tão logo Hitler iniciou a invasão da Europa, Churchill subiu ao poder. Tizard foi afastado do comitê, Lindemann, designado para dirigir os trabalhos e o projeto radar, interrompido. O que prevalecia nessa decisão não foi a lógica, a objetividade, a previsão baseada em dados concretos sobre que projeto poderia trazer maior segurança à Inglaterra, mas a disputa e a influência de dois homens, ambos de alto nível intelectual e de formação semelhante, e dos poderes políticos que os apoiavam. Tizard foi afastado do governo, porém teve autorização para levar as informações disponíveis sobre o radar, projeto ultra-secreto, para os Estados Unidos. Segundo a opinião de C.P.Smow, a autorização para a ida aos Estados Unidos seria uma forma de afastar Tizard do cenário e dar maior espaço político a Lindemann.

Em agosto de 1940, um grupo pequeno de homens de ciência, liderado por Tizard, deixou a Inglaterra para voar rumo aos Estados Unidos e entrar em contato com os cientistas americanos, também envolvidos no esforço de guerra. Naquela época, atravessar voando o Atlântico não era tarefa considerada fácil. A comitiva levava uma mala preta contendo todas as informações sobre o radar, que a secretária de Tizard, a senhorita Geary, era obrigada a guardar debaixo de sua cama durante a noite. A delegação inglesa e as informações sobre o radar foram muito bem recebidas pelos cientistas americanos. James Phinney Baxter, escrevendo sobre a história da ciência americana durante a guerra, referiu-se à mala preta, como "*a carga mais valiosa*" que jamais fora levada ao território americano. Em pouco tempo o radar entrou em funcionamento, tornando-se uma das armas mais importantes para a derrota do terceiro Reich. Tanto os americanos como os alemães tinham procurado desenvolver o radar, porém os ingleses, graças ao comitê de Tizard, estavam muito mais avançados no conhecimento do seus competidores. E foi graças a essa contribuição que os Estados Unidos em pouco tempo foram capazes de aperfeiçoar o equipamento.

As divergências entre Tizard e Lindemann não se limitaram ao projeto radar. Na volta dos Estados Unidos, devido aos seus bons serviços anteriores, Tizard foi de novo chamado para trabalhar em alguns projetos do governo. Não tinha um papel de destaque, mas, assim mesmo, estava presente na política científica inglesa. A figura dominante continuava a ser Lindemann o homem de confiança de Churchill. Em 1942, Lindemann e Tizard voltaram a divergir sobre uma política crucial. Tratava-se agora de um trabalho de estatística sobre o valor e a importância dos bombardeiros estratégicos.

Entre 1942 e 1943, devido ao grande envolvimento Alemão na Rússia, surgiu a possibilidade de a Inglaterra começar a desenvolver operações ofensivas contra a Alemanha. Lindemann apresenta um trabalho de estatística aos membros do gabinete de Churchill, no qual recomenda concentrar os poucos recursos disponíveis para bombardear as casas da classe operária alemã e assim debilitar a produção industrial do inimigo. As casas de pessoas da classe média estavam separadas por grande espaço entre si, mas as casas da classe operária fiavam muito próximas umas das outras. Por outro lado, era muito difícil bombardear indústrias e fábricas, devido às dificuldades de localizá-las e à eficiente defesa aérea dos alemães. A análise estatística de Lindemann estimava que seria possível destruir, no intervalo entre março de 1942 e setembro de 1943, metade de todas as casas de operários alemães, se o bombardeio se concentrasse em cidades grandes com mais de 50 mil habitantes. Esse trabalho foi considerado bom pelos estrategistas militares, mas pediram a Tizard e Blackett para revisar os cálculos de Lindemann. Tizard concluiu que, na melhor das hipóteses, havia um erro de cinco vezes. Portanto, além de representar um ataque à população civil, o bombardeio provocaria uma debilitação muito menor do poderio alemão do que o previsto por Lindemann. Segundo a estimativa de Blackett, havia um erro de seis vezes mais no cálculo de Lindemann sobre a destruição que os bombardeiros seriam capazes de produzir.

Outra vez houve discussões acirradas e opiniões individuais fortes, e o que veio a prevalecer no fim das contas foi a decisão política baseada na eloquência e no bom relacionamento de Lindemann. A Inglaterra concentrou seus esforços nos bombardeios. Após a guerra, verificou-se que na realidade o erro não era de cinco ou seis, mas de dez vezes. A destruição provocada pelo bombardeio inglês foi dez vezes menor do que se esperava, caracterizando uma situação desastrosa. Os valores éticos desrespeitados e a destruição intencional da população civil não ajudaram a encurtar a guerra. Sob o ponto de vista militar, desperdiçou-se a oportunidade de empreender uma ação mais efetiva e eficaz.

Snow exemplifica que o fato é que decisões políticas de importância são tomadas em segredo, por um grupo pequeno de homens, nem sempre detentores de todas as informações necessárias para uma decisão criteriosa. Segundo observa, quando o projeto radar foi aprovado, não mais do que cem pessoas tiveram algum tipo de informação sobre a decisão do comitê, não mais do que 20 participaram de forma significativa no projeto inicial e cinco a seis, na decisão final.

Exemplos Brasileiros

Felizmente, no Brasil, nossos cientistas nunca tiveram de decidir sobre a necessidade ou a validade de bombardear alguém. Porém, muitas das decisões sobre nossas políticas não escapam à descrição feita por C.P. Snow. Um exemplo foi o acordo Brasil-Alemanha, assinado em junho de 1975, em Bonn, durante o governo de Ernesto Geisel. A preocupação da época era a crescente demanda de energia no país. A proposta oficial de nosso governo era seguir o exemplo do Japão, da França, da Alemanha e da Inglaterra que procuraram compensar suas necessidades energéticas construindo usinas nucleares. O nosso governo declarava que não havia intenção de construir artefatos bélicos nucleares. No Brasil, já havia usina, mas que apresentava muitas falhas, atribuídas à companhia que a projetou e construiu, a Westinghouse norte-americana. Geisel, descendente de alemães, discordava da política americana que pressionava o Brasil para assinar o Tratado da Não-Proliferação Nuclear.

A Alemanha foi escolhida por ter proposto, além da construção das usinas, a transferência da tecnologia necessária para produzir urânio enriquecido que abasteceria as usinas.

Como preconizou C.P. Snow, todas as decisões foram secretas e tomadas por um grupo pequeno de pessoas. Os cientistas brasileiros não foram consultados sobre a viabilidade da proposta. Na realidade, a maior parte da comunidade científica brasileira era contra o Acordo Nuclear.

Quando mais tarde se perguntou ao presidente Geisel sobre a questão, ele declarou:

A comunidade científica brasileira tinha seus problemas. Viviam em seus laboratórios em São Paulo fazendo experiências. Durante 20 ou 30 anos fizeram experiências e mais experiências e quase nada produziram. Talvez houvesse falta de objetividade, excesso de teoria. Eram sábios demais...

Não há informações concretas sobre o custo deste empreendimento. Sabe-se que não foi barato e que representou a maior parte da dívida externa do país na época. O programa nuclear acabou fracassando. Vinte e dois anos após a assinatura do Acordo, o Brasil continua com a mesma usina nuclear de 1975 e continua sem produzir combustível nuclear. Como no caso da Inglaterra, desperdiçaram-se recursos utilizáveis em outra operação mais eficiente para o desenvolvimento do país.

O que agrava o nosso cenário é a rapidez com que as diretrizes governamentais são substituídas. Os novos representantes da

administração superior tendem, sempre bem-intencionados, a implementar políticas que julgam mais adequadas para o desenvolvimento da ciência e da educação. Desta forma, as políticas são continuamente interrompidas e substituídas por outras. Um exemplo dramática de mudanças bruscas na política científica ocorreu em 1989 durante o governo Collor. Em um só ano, a condição da administração superior da ciência mudou cinco vezes. No início de 1989, havia o Ministério de Ciências e Tecnologia (MCT), transferido em seguida para o Ministério de Indústria e Comércio, para logo ser transformado em Secretaria de Ciências e Tecnologia (SCT), voltando em poucos meses para MCT e terminando o ano com SCT. Além das flutuações administrativas, há também alterações freqüentes no governo sobre a prioridade da ciência no esforço para o desenvolvimento. Essas decisões estão intimamente associadas com os recursos alocados anualmente para o labor científico (fig. 1) As despesas da União com ciência e tecnologia, em 1982, foram US\$3.030 milhões, o que correspondia a 0,67% do PIB. Caíram para US\$1694 milhões (0,36% do PIB), em 1985, subiram nos dois últimos anos subsequentes e, entre 1986 e 1989, oscilaram entre US\$2.320 e 2.715 milhões (0,47% a 0,54% do PIB), para voltar a cair nos anos seguintes, alcançando o valor de US\$1.289 milhões (0,30% PIB), em 1992. Apesar das oscilações no volume de recursos alocados, a ciência brasileira cresceu ao longo destes anos (figs. 1A e 1B), com um aumento substancial da produção de artigos científicos publicados nos periódicos especializados de circulação internacional em todas as áreas do saber. No período de 1981 a 1993, a contribuição brasileira na literatura científica internacional saltou de 0,28% para 0,57% do total de artigos publicados no mundo. Este aumento foi promovido pelo crescimento no número de bolsas de pós-graduação concedidas pelo governo no período.

Em contraposição à queda dos recursos totais alocados à ciência e tecnologia, a parcela do orçamento destinado às bolsas de pós-graduação cresceu ao longo dos anos (fig. 1C). O investimento preferencial da pós-graduação revelou-se, portanto, uma política acertada. Todavia, por conta das flutuações de nossas políticas científicas, este cenário deverá mudar nos próximos anos. Devido às dificuldades econômicas do país, foi anunciada em novembro de 1997 uma redução abrupta de 20% a 25% no número de bolsas de pós-graduação a serem concedidas para o ano de 1998. Segundo artigo publicado pelo periódico carioca *O Globo*, de 9 setembro 1997, por ocasião da Sexta Conferência Geral da Academia de Ciências do Terceiro Mundo, o presidente Fernando Henrique teria declarado em discurso:

Provavelmente não está havendo um aproveitamento dos profissionais que passam pela universidade no sistema normal de oferta de emprego e, por consequência, o sistema de bolsas está sendo um substituto para aqueles que se formam nas universidades.

Esta afirmativa sugere que alguns dados não foram levados em conta, ao se adotar a nova política de pós-graduação. Ela também não foi substantiada com informações objetivas, tal seja a fração de doutores das diversas áreas do saber atualmente desempregados e como esta fração se compara com os índices de desemprego gerais e índices de desemprego de profissionais que não complementaram sua formação na pós-graduação.