

diria respeito à ontologia da teoria quântica. Vê-se, de pronto, que esse uso da palavra "estado" (que adotamos com aspas) e, particularmente, da expressão "estado coexistente", é tão diferente da ontologia materialista usual que se pode pôr em dúvida o acerto dessa terminologia. Por outro lado, se considerarmos a palavra "estado" como descrevendo mais propriamente uma "potencialidade" do que uma "realidade" (poderíamos mesmo, sem mais nem menos, substituir "estado" por "potencialidade") torna-se bastante plausível o conceito de "potencialidades coexistentes", pois uma potencialidade pode superpor-se a outras potencialidades; em outras palavras, potencialidades distintas podem ter algo em comum.

Poderemos evitar todas essas diferentes definições e distinções, se restringirmos a linguagem à descrição de fatos, isto é, aos dados experimentais. Se, todavia, quisermos falar alguma coisa acerca das próprias partículas atômicas, deveremos utilizar o esquema matemático da teoria quântica (o único suplemento da linguagem natural) ou, então, combiná-lo com uma linguagem que faça uso da lógica modificada ou, mesmo, que não utilize nenhuma lógica bem definida. Nas experimentações com fenômenos atômicos, temos que lidar com coisas e fatos, com fenômenos que são tão reais quanto aqueles da vida quotidiana. Mas os próprios átomos e partículas elementares não exibem o mesmo tipo de realidade: eles dão lugar a um universo de potencialidades ou possibilidades ao invés de um mundo de coisas e fatos.

Capítulo XI

O PAPEL DA FÍSICA MODERNA NA EVOLUÇÃO ATUAL DO PENSAMENTO HUMANO

Nos capítulos precedentes, discutimos as implicações filosóficas da física moderna a fim de poder mostrar que esse ramo — o mais moderno da ciência natural — tangencia, em muitos pontos, velhas tendências do pensamento humano e que ele aborda, sob um novo ângulo, problemas muito antigos que o passado revelou. Sob um ponto de vista bastante geral, é provavelmente verdadeiro que, na história do pensamento humano, os desenvolvimentos mais fecundos freqüentemente tiveram lugar naqueles pontos onde ocorreram convergências de duas linhas de pensamento distintas. Essas linhas talvez tenham tido suas raízes em setores bem diversos da cultura humana, em épocas distintas, em ambiências culturais e religiosas diferentes. Sendo assim, se essas linhas de fato se encontram em muitos pontos, isto é, se elas têm tanto em comum que possam dar lugar a uma interação real, pode-se então nutrir a esperança de que desenvolvimentos novos e interessantes venham a ocorrer. Falando do *nosso tempo*, pode-se afirmar que a física atômica, entre outros ramos da ciência moderna, tem de fato penetrado em sociedades com tradições culturais bastante diversas. Ela tem sido cultivada não somente na Europa e em países ocidentais, onde faz parte da atividade tradicional, nas ciências naturais, mas também no Oriente Próximo e em países como o Japão, China e Índia — com passados culturais bem distintos — e na Rússia, onde se estabeleceu um novo modo de pensar: uma nova maneira relacionada, em parte, a desenvolvimentos específicos da ciência na Europa do século XIX, como também a tradições inteiramente diferentes das da própria Rússia. Certamente, a discussão que faremos a seguir não será devotada à revelação de prognósticos sobre o resultado provável do encontro entre as idéias da física moderna e as tradições mais antigas, ainda vigentes. Mesmo assim, talvez se mostre possível definir-se pontos de convergência onde a interação entre idéias diversas venha a ocorrer.

Ao se considerar esse processo de expansão da física moderna, parece claro que não seria possível separá-la da penetração mais ampla da ciência natural, da indústria e engenharia, da medicina e de outras

atividades correlatas e, portanto, falando-se bem geralmente, não se pode divorciá-la da civilização dos nossos tempos, em todos os rincões do mundo. A física moderna é tão-somente um elo de uma longa cadeia de acontecimentos que foram se concatenando a partir de Roger Bacon, Galileu Galilei e Johannes Kepler, e reforçada pela aplicação prática da ciência natural nos séculos XVII e XVIII. A relação entre ciência natural e ciência aplicada foi, desde o começo, uma de colaboração mútua: os progressos da ciência aplicada — aperfeiçoamento do ferramental, invenção de novos equipamentos especializados — calçaram o caminho para a busca de um conhecimento empírico da Natureza, a cada passo mais preciso. E o progresso na compreensão da Natureza e, por fim, a formulação matemática das leis naturais, vieram propiciar novas técnicas — com base nos conhecimentos adquiridos — à ciência aplicada. Assim, por exemplo, a invenção do telescópio habilitou os astrónomos a medir o movimento das estrelas com precisão maior do que outrora. E, em consequência, fez-se possível um progresso considerável em astronomia e mecânica. Por outro lado, o conhecimento preciso das leis da mecânica foi do mais alto valor para o aperfeiçoamento de instrumentos mecânicos, construção de máquinas e assim por diante. A expansão ponderável dessa aliança da ciência à técnica ocorreu quando se soube pôr, à disposição do homem, algumas das forças da Natureza. A energia armazenada no carvão, por exemplo, podia ser utilizada para realizar parte do trabalho que o homem tinha que fazer. As indústrias que surgiram, graças a essas novas possibilidades, podiam, no começo, ser encaradas como uma continuação natural e expansão de velhos ofícios: em muitos casos, o trabalho das máquinas ainda lembrava as antigas manufaturas artesanais, enquanto que as indústrias químicas assemelhavam-se às tinturarias e farmácias do passado. O futuro, todavia, trouxe consigo o desenvolvimento de ramos inteiramente novos da indústria, que não encontravam correspondência nos ofícios de outrora: por exemplo, a engenharia elétrica. Ora bem: foi a penetração da ciência, nos domínios mais recônditos da Natureza, que veio permitir aos engenheiros a utilização de forças naturais que o passado mal conhecera; aqui, o conhecimento preciso dessas forças, em termos de uma formulação matemática das leis que as governam, veio propiciar base sólida para a construção de todo tipo de maquinário.

O enorme sucesso dessa associação, entre ciência básica e ciência aplicada, trouxe, em sua esteira, uma forte preponderância daquelas nações, estados e comunidades nas quais esse tipo de atividade humana tivera seu desenvolvimento maior. E, como consequência direta disso, esse gênero de atividade teve que ser assumido mesmo por países que, por tradição, não se sentiam naturalmente inclinados à vivência científica e técnica. Os modernos meios de comunicação e do comércio internacional acabaram, finalmente, por completar esse processo expansionista da civilização tecnológica. Sem sombra de dúvida, esse processo alterou

fundamentalmente as condições de vida neste planeta. E aproveitamo-lo ou não, quer o classifiquemos de progresso ou de involução, temos que compreender que ele já ultrapassou o ponto de retorno, escapando de qualquer tipo de controle humano. Poderemos, de certo modo, encará-lo como um processo biológico, em escala mundial, pelo qual estruturas ativas do organismo humano estabelecem-se, gradual e imperceptivelmente, sobre vastas porções de matéria e as transformam, a seu jeito, naquela condição que convém à crescente população humana.

A física moderna esteve presente nas etapas mais recentes desse desenvolvimento e sua façanha mais notória, a invenção das armas nucleares, revelou a essência desse tipo de evolução, da maneira, infelizmente, mais luminosa possível. Por um lado, essa sorte de desenvolvimento demonstrou, mui claramente, que as mudanças, ocorridas em consequência da aliança entre ciência e técnica, não podem somente ser encaradas de um ponto de vista otimista, o que justifica — pelo menos em parte — as posições assumidas por aqueles que, reiteradamente, levantaram seu brado de alerta contra os perigos dessa transformação radical de nossas condições naturais de vida. Por outro lado, mesmo as nações e indivíduos que procuraram se afastar desses perigos viram-se compelidos a manter sob estreita observação esses novos desenvolvimentos pois, obviamente, o predomínio político — em sua acepção militar — tem por base a posse de armas nucleares. Bem, é claro que, entre as tarefas deste livro, não se pode incluir uma discussão pormenorizada das implicações políticas da física nuclear. Mas, mesmo assim, podemos dizer umas poucas palavras acerca desses problemas pois eles são os primeiros a ser evocados no espírito dos leitores quando se menciona a física nuclear.

É evidente que a invenção dessas novas armas, especialmente as term nucleares, deu lugar a uma mudança fundamental na estrutura política do mundo. Não somente o conceito de nação independente, isto é, de Estado, passou por uma transformação decisiva, isso pelo fato de que qualquer nação que não esteja de posse dessas armas terá que depender, de alguma maneira, daqueles poucos países aptos a produzir os artefatos de guerra nuclear em vastas quantidades; mas ao mesmo tempo, também, uma escalada bélica, em larga escala, regada a bombas nucleares, tornou-se, praticamente, um tipo absurdo de suicídio. Eis por que se ouve, freqüentemente, o ponto de vista bem otimista de que a guerra tornou-se inviável, que ela não ocorrerá de novo. Desgraçadamente, essa posição é demasiadamente otimista e simplória. Bem ao contrário, o absurdo de uma conflagração bélica, ao nível nuclear, pode, em primeira aproximação, constituir-se em incentivo para guerras localizadas, vale dizer, em pequena escala. Qualquer nação ou grupo político que esteja convencido de seus direitos históricos e morais, ao ponto de querer impor uma alteração no *status quo* poderá tomar como certo que o uso de armas convencionais, na consecução de seus objetivos, não envolverá maiores riscos; poderá supor

que o outro lado certamente não recorrerá a armas nucleares pois, evidentemente, esses inimigos — pelo fato de estarem nesse conflito incipiente, histórica e moralmente errados — não se arriscarão a um confronto em larga escala. Tal situação poderia, por outro lado, induzir outras nações a declarar que, no caso de ameaça iminente de violação de seus territórios, elas fariam uso de seu arsenal nuclear; e, assim, o perigo claramente subsistiria. Poderá bem ocorrer que, daqui há vinte ou trinta anos, o mundo em que vivemos venha a passar por mudanças tão grandes que o risco de uma conflagração em grande escala, com o emprego de todos os recursos bélicos de aniquilação que a tecnologia propicia, diminua consideravelmente ou, mesmo, desapareça. Todavia, esse novo caminho, que parece conduzir a esse novo estado de coisas, deverá ser palmilhado com a maior cautela. Aqui, devemos compreender que, como em todas as épocas passadas, o que é visto por um dos lados como histórica e moralmente justo, poderá para o outro parecer totalmente inaceitável. A manutenção do *status quo* nem sempre será a solução acertada; ao contrário, bem pode ser que seja muito mais importante a descoberta de meios pacíficos que permitam um ajustamento adequado às novas situações, enquanto que, em muitos casos, poderá ser extremamente difícil chegar-se a qualquer solução feliz. Assim, talvez não seja demasiadamente pessimista dizer-se que uma nova "grande guerra" somente poderá ser evitada se todos os diferentes grupos políticos estiverem prontos a renunciar a alguns de seus direitos mais óbvios em que, aparentemente, acreditam; isso, em vista do fato de que a velha questão do certo e errado poderá parecer essencialmente diversa quando julgada no referencial do outro grupo. Esse ponto de vista não é, certamente, novo; ele, de fato, nada mais é que uma aplicação daquela atitude humana que foi ensinada, através de muitos séculos, por algumas das grandes religiões.

A invenção das armas nucleares levantou, também, problemas inteiramente novos para a ciência e os cientistas. A influência política da ciência tornou-se consideravelmente mais forte do que jamais fora antes da segunda guerra mundial e esse fato fez com que pesasse sobre o cientista, em particular o físico nuclear, uma dupla responsabilidade. Ele poderá assumir ativamente uma posição administrativa em seu país, em consequência da importância social da ciência: ele terá, eventualmente, que assumir responsabilidades frente a decisões da maior importância que ultrapassam de muito as de seu pequeno círculo universitário ao qual se acostumara. Por outro lado, poderá ele, voluntariamente, recusar-se a participar de decisões políticas: mesmo assim, ainda será responsável pelas soluções erradas que, possivelmente, poderia ter evitado, caso não tivesse se refugiado na sua vida serena de cientista. Obviamente, assim nos parece, é dever dos cientistas informar seus governos, em detalhe, sobre a destruição sem precedente que ocorreria em uma guerra que utilizasse armas termonucleares. Além disso, são os cientistas freqüentemente

solicitados a subscrever resoluções solenes em favor da paz mundial; mas, a esse respeito, devo confessar que jamais pude ver qualquer utilidade em declarações desse tipo. Tais resoluções podem parecer um gesto bem-vindo de boa vontade. Todavia, quem quiser falar em favor da paz, sem enunciar precisamente as condições que devam lastrear-la, fica de pronto suspenso de advogar uma paz que será vantajosa ao grupo a que pertence: o que, de fato, esvaziaria seu propósito de qualquer mérito. Qualquer declaração honesta pela paz deve enumerar todos os sacrifícios que estamos dispostos a fazer a fim de preservá-la. Mas, em geral, os cientistas não têm autoridade bastante para fazer tais declarações.

Mas, ao mesmo tempo, o cientista pode fazer o melhor a fim de promover uma cooperação internacional em seu próprio campo de trabalho. A grande importância que muitos governos dão à pesquisa em física nuclear, na atualidade, e o fato de que o nível do trabalho científico mostra muita disparidade, entre diferentes países, favorece a colaboração internacional nesse domínio. Jovens cientistas, de muitos países, poderiam ter a possibilidade de se reunir em instituições de pesquisa, onde se fizesse presente uma atividade vigorosa no campo da física moderna, o trabalho em comum — na solução de problemas complexos — promovendo mútuo entendimento. Em um caso preciso, o do CERN*, vários países da Europa chegaram a um acordo para a edificação de um laboratório comum e para a construção, em um esforço combinado, de custosos equipamentos experimentais, para a pesquisa nuclear. Essa modalidade de cooperação, certamente, propiciará o estabelecimento, entre os cientistas da geração mais jovem, de uma atitude conjunta no que diz respeito aos problemas da ciência, atitude também conjunta em questões outras que as científicas. É difícil prever o que germinará dessas sementes que assim foram semeadas, quando esses cientistas retornarem a seus recantos, voltando novamente a compartilhar das suas tradições culturais. Todavia, dificilmente poder-se-á pôr em dúvida que a troca de idéias entre jovens cientistas de diferentes países (como também entre aqueles de gerações diversas em cada país) ajudará a aborçar, sem tensões excessivas, o novo estado de coisas, no qual um certo equilíbrio é alcançado entre as forças tradicionais mais antigas e as necessidades inevitáveis da vida moderna. Há uma característica da ciência que a torna mais apropriada do que qualquer outra atividade para criar a primeira ligação sólida entre tradições culturais diferentes. Esse atributo reside no fato de que as decisões últimas, acerca do valor de um determinado trabalho científico, sobre o que está correto ou incorreto no trabalho em questão, não dependem de qualquer autoridade humana. Pode, às vezes, ocorrer que muitos anos se passem até que se conheça a

* N.T. Laboratório europeu, *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, mais conhecido por sua sigla: CERN. A respeito, veja-se o Apêndice correspondente ao fim deste livro.

solução de um problema, antes que se possa distinguir entre verdade e erro; mas, em definitivo, as questões decidir-se-ão e as decisões, a esse respeito, não serão tomadas por um grupo qualquer de cientistas mas sim pela própria Natureza. Eis por que as idéias científicas se disseminam entre aqueles que se interessam pela ciência de uma maneira que difere inteiramente da propagação das idéias políticas.

Enquanto as idéias políticas podem adquirir uma grande influência, entre as massas populares, simplesmente porque essas idéias correspondem ou pareçam corresponder aos interesses primordiais do povo, as idéias científicas difundir-se-ão somente pelo fato de serem verdadeiras.

Tudo que aqui foi dito sobre a cooperação internacional e troca de idéias aplica-se integralmente a qualquer domínio da física moderna, de forma alguma se confinando à física nuclear. A esse respeito, a física moderna é tão-somente um dos muitos ramos da ciência e mesmo que suas aplicações técnicas — as armas e a utilização pacífica da energia nuclear — lhe dêem um peso especial, não há razão alguma para se considerar a cooperação internacional, nesse ramo da ciência, como sendo muito mais importante que qualquer outro. Mas é necessário que discutamos, novamente, acerca das características da física moderna que diferem de forma essencial daquelas presentes no desenvolvimento anterior da ciência natural. E, com esse objetivo em vista, temos que retornar, ainda mais uma vez, à história européia desse desenvolvimento que teve lugar pela combinação da ciência e técnica.

Tem sido frequentemente discutida, entre historiadores, a seguinte questão: foi o progresso da ciência, após o século XVI, de alguma maneira uma consequência natural de tendências progressas do pensamento humano? Pode-se argumentar, a respeito, que certas tendências presentes na filosofia cristã conduziram a uma concepção muito abstrata de Deus, colocando Deus tão alto acima do mundo que, em consequência, se adotou a atitude de considerá-Lo em Sua ausência, como se Ele não pertencesse a este mundo; e que a partição cartesiana pode ser vista como o estágio final desse desenvolvimento. Poder-se-ia, por outro lado, observar que todas as controvérsias teológicas, que ocorreram no século XVI, deram lugar a um descontentamento generalizado a respeito de questões que, realmente, não podiam ser decididas pela razão, disputas que ficavam expostas às lutas políticas da época; e que essa dissatisfação veio estimular o interesse sobre problemas que nada tinham a ver com as controvérsias teológicas. Também se poderia simplesmente se referir à ampla atividade, ao novo espírito que se fazia presente nas sociedades européias da Renascença. De uma maneira ou de outra, uma nova autoridade fazia sua aparição — ela completamente independente da religião, filosofia cristã e da Igreja — a saber, aquela da experimentação, do fato empírico. Pode-se traçar a origem dessa autoridade a velhas tendências filosóficas presentes, por exemplo, na

filosofia de William of Ockham* e Duns Scotus**, mas ela tornou-se uma força propulsora da atividade humana somente do século XVI em diante. Galileu não se satisfizera em somente pensar acerca de movimentos mecânicos, sobre o pêndulo e a pedra que cai: ele procurou ver, por experimentações, quantitativamente, como esses movimentos ocorriam. Essa nova atividade de testar a Natureza não teve certamente, em seus começos, a intenção de propiciar um desvio dos dogmas da religião cristã tradicional. Ao contrário, falava-se de duas modalidades de revelação de Deus: uma estava inscrita na Bíblia e a outra encontrava-se no livro da Natureza. As Santas Escrituras foram escritas pelo homem e, assim, estavam sujeitas a erro, enquanto que a Natureza era a expressão direta das intenções divinas.

Mas a ênfase atribuída à experiência não estava desligada de uma lenta e gradual modificação no que diz respeito ao conceito de realidade. Aquilo que, atualmente, chamamos de sentido simbólico das coisas, era, na Idade Média, de alguma maneira, a realidade primeira. E, naqueles tempos, o aspecto de realidade evoluiu para aquele que podemos perceber através de nossos sentidos. Aquilo que vemos e tocamos tornou-se a realidade primordial. E essa nova concepção de Realidade podia ser relacionada com uma nova atividade, a saber, podemos fazer nossas experimentações e ver como as coisas de fato são. A esse respeito, percebeu-se facilmente que essa nova atitude significava a passagem do espírito humano a um domínio intenso, repleto de novas possibilidades. E é, portanto, bastante inteligível que a Igreja de Roma tenha visto, nesse novo movimento de idéias, mais perigos que esperanças. O famoso processo contra Galileu Galilei, a propósito de seus pontos de vista sobre o sistema de Copérnico, marcou o começo de um conflito que perdurou por mais de um século. Nessa controvérsia, os adeptos da ciência natural podiam argumentar que as experimentações revelam uma verdade inegável; que não se pode admitir que qualquer autoridade humana arrogue-se o direito de decidir o que realmente ocorre na Natureza e que a decisão final a respeito caberá a ela e, nesse sentido, a Deus. Os representantes da religião tradicional, por seu lado, poderiam argumentar que, ao se dar tanta importância ao mundo material, aquilo que percebemos através dos nossos sentidos, corremos o risco de perder o contato com os valores essenciais da vida humana, justamente com aquela fração da realidade que se encontra além do mundo tangível. Os dois argumentos não admitiam convergência alguma e, assim, a questão não podia ser resolvida por qualquer tipo de acordo ou decisão.

Enquanto isso, a ciência natural procurou encontrar uma imagem mais ampla e clara do mundo material. Em física, essa imagem era para

* N.T. W. of Ockham, filósofo inglês (1307?-1349); ver Apêndice ao fim deste volume.

** N.T. John Duns Scotus, teólogo escolástico escocês (1265?-1308?).

ser descrita em termos de conceitos que, atualmente, denominamos de conceitos da física clássica. O mundo consistiria de coisas distribuídas no espaço e tempo, as coisas consistindo de matéria e a matéria podendo dar lugar a forças e, também, sofrer sua ação. Os fenômenos decorreriam da interação entre matéria e forças, cada ocorrência sendo resultado e causa de outros eventos. Ao mesmo tempo, a atitude humana no que diz respeito à Natureza passou do contemplativo ao pragmático. Com efeito, não havia grande interesse pela Natureza como ela é; em lugar disso, perguntava-se o que se poderia fazer com ela. Assim, a ciência natural tornou-se uma ciência técnica: qualquer nova descoberta era vinculada, de pronto, à sua praticidade. Isso não se confinava à física somente, pois em química e biologia a atitude assumida foi essencialmente a mesma. E o sucesso dos novos métodos em medicina e na agricultura contribuiu de forma essencial à difusão das novas tendências.

Dessa maneira chegou-se, por fim, ao século XIX, durante o qual criou-se, para a ciência natural, uma moldura extremamente rígida, que veio dar forma não somente à ciência como também à mentalidade das grandes massas populares. Esse confinamento era mantido pelos conceitos fundamentais da física clássica: espaço, tempo, matéria e causalidade; aqui, o conceito de realidade dizia respeito a coisas e fenômenos que percebemos pelos nossos sentidos ou, então, àqueles que podemos observar graças à disponibilidade de instrumentos refinados que a ciência técnica veio propiciar. Chegamos, assim, ao primado da matéria: esta, a realidade primeira. O progresso da ciência foi encarado como uma cruzada aos domínios do mundo material. E *utilidade* a senha da época.

Por outro lado, essa moldura era de tal forma estreita e rígida que era difícil encontrar-se lugar, nessa delimitação abusiva, para muitos conceitos, de nossa linguagem comum, que sempre pertenceram à essência de sua substância; exemplificando: os conceitos de mente, alma e vida. A mente só poderia comparecer, na descrição geral, como um tipo de espelho do mundo material. E, quando estudavam os atributos desse espelho, na ciência da psicologia, os cientistas sempre padeceram da tentação – se eu puder levar avante essa comparação – de dar atenção às propriedades mecânicas às expensas das óicas. Mesmo aí, tentava-se aplicar os conceitos da física clássica, em primeiro lugar o de causalidade. Similarmente, a vida teria que ser entendida como um processo físico-químico, governado por leis naturais e completamente determinado pela causalidade. O conceito de evolução, devido a Darwin, fornece ampla evidência em apoio a essa interpretação. Particularmente difícil era encontrar-se, nesse arcabouço, lugar para aquelas frações de realidade que tinham sido objeto da religião tradicional e que, agora, pareciam mais ou menos pura imaginação. Assim, portanto, naquelas nações européias onde havia uma

predisposição de levar-se as idéias às suas últimas consequências desenvolveu-se uma hostilidade declarada da ciência contra a religião e, mesmo em outros países, ocorreu uma tendência, cada vez mais pronunciada, de indiferença sobre tais questões; dessa tendência, excluíram-se tão somente os valores éticos da religião cristã, pelo menos temporariamente. A confiança no método científico e no pensamento racional substituíram todas as outras salvaguardas do espírito humano.

Retornando às contribuições da física moderna, pode-se dizer que a mudança mais importante que ocorreu, como consequência de suas descobertas, consistiu na dissolução desse esquema rígido de conceitos da ciência do século XIX. É claro que muitas tentativas tinham sido feitas antes do advento da física moderna, a fim de se sair desse esquema que, obviamente, por ser demasiadamente estreito, não viria propiciar um entendimento das partes essenciais da Realidade. Mas não era tarefa fácil se perceber o que estaria errado em conceitos fundamentais como matéria, espaço, tempo e causalidade, conceitos que tinham se mostrado extremamente bem-sucedidos através da história da ciência. Ora, somente a pesquisa experimental (através da utilização de equipamentos que a tecnologia poderia oferecer) e sua interpretação matemática teriam como prover a base para uma análise crítica – ou talvez se possa dizer que forçaram essa análise crítica – desses conceitos, o que trouxe como resultado a dissolução daquele esquema rígido.

Essa ruptura ocorreu em dois estágios distintos. O primeiro foi a descoberta feita na teoria da relatividade que mesmo conceitos fundamentais, como espaço e tempo poderiam ser modificados e, de fato, tinham mesmo que mudar, à luz das novas experimentações. Essa mudança não dizia respeito aos conceitos, um tanto vagos, de espaço e tempo presentes na linguagem comum; mas se referia, isso sim, a suas formulações exatas na linguagem precisa da mecânica newtoniana que, erroneamente, tinham sido aceitas como finais. O segundo estágio consistiu na discussão a respeito do conceito de matéria, que foi imposta por resultados experimentais acerca da estrutura atômica. A idéia da realidade da matéria foi provavelmente a componente mais forte naquele esquema rígido de conceitos que o século XIX nos legou; e essa idéia tinha, pelo menos, que ser modificada ante as novas evidências experimentais. E, como soe acontecer, os conceitos – na medida em que pertenciam à linguagem comum – permaneceram intactos. Não havia dificuldade alguma em se falar sobre a matéria ou acerca de fatos ou sobre a Realidade quando se descrevia as experiências atômicas e seus resultados. Todavia, a extrapolação científica desses conceitos aos domínios mais recônditos da matéria não poderia se realizar da maneira singela sugerida pela física clássica, embora esta última tivesse determinado, aliás erroneamente, os pontos de vista gerais no que toca ao problema da matéria.

Esses novos resultados tinham, antes de mais nada, que ser considerados como um aviso muito sério contra a aplicação, um tanto forçada, de conceitos científicos a domínios em que eles nada tinham que dizer. Assim, por exemplo, a utilização de conceitos da física clássica, digamos, na química, foi um passo em falso. A lembrança dessas coisas passadas faz-nos, na atualidade, mais relutantes em admitir que os conceitos da física, mesmo aqueles da teoria quântica, possam com certeza ser aplicados na biologia ou em qualquer outro ramo da ciência natural. Nós, ao contrário, tentaremos manter as portas abertas à aparição de novos conceitos, mesmo naqueles domínios da ciência onde os conceitos anteriores vicejaram, propiciando o entendimento dos fenômenos pesquisados. Em particular, naquelas instâncias onde a utilização de antigos conceitos pareça um tanto forçada ou, mesmo, não completamente adequada ao problema abordado, tentaremos evitar qualquer conclusão apressada.

Além disso, uma das características mais importantes do desenvolvimento e análise da física moderna é a experiência a demonstrar que os conceitos da linguagem quotidiana, mesmo imprecisamente definidos como eles são, parecem exibir uma estabilidade maior na expansão do conhecimento que os termos precisos que a linguagem científica ostenta, decorrência de uma idealização a partir somente de grupos limitados de fenômenos. Isso, por si só, não é motivo para surpresa, pois os conceitos da linguagem natural são cunhados pela associação direta com a realidade; eles representam a Realidade. É bem verdade que eles não são bem definidos e podem, também, passar por transformações no correr dos séculos, da mesma forma que ocorre com o conceito de realidade; eles, todavia, jamais perderam sua ligação direta com a Realidade que espelham. Por seu lado, os conceitos científicos são idealizações; derivam eles de experimentações realizadas a custos de instrumentações refinadas e são precisados com base em axiomas e definições. Tão-somente através dessas definições precisas, torna-se viável ligar-se os conceitos a símbolos matemáticos e derivar-se, matematicamente, a variedade infinita de fenômenos possíveis no campo estudado. Todavia, através desse processo de idealizações e definições precisas, perde-se a ligação direta com a Realidade. Os conceitos ainda correspondem bem de perto à Realidade, naquele setor da Natureza que foi objeto da pesquisa. Mas pode-se perder a correspondência em outros setores que digam respeito a outros grupos de fenômenos.

Mantendo-se em mente a estabilidade intrínseca dos conceitos da linguagem natural, no processo do desenvolvimento científico, pode-se ver — pelos ensinamentos que a vivência da teoria quântica veio proporcionar — que nossa atitude frente a conceitos como espírito (mente), alma, vida ou Deus irá por força diferir da que prevaleceu no século XIX, pois esses conceitos pertencem à linguagem comum e, portanto, estão ligados diretamente à Realidade. É também verdade que iremos perceber que esses

conceitos não são bem definidos, no sentido científico, e que sua utilização pode levar a contradições diversas e que, enquanto isso, temos que aceitá-los em sua vagueza; mesmo assim, sabemos que eles tocam a Realidade. Talvez seja útil, nessa conexão, lembrar-nos que, mesmo na matemática, a mais exata das ciências, não podemos nos furtar ao uso de conceitos que envolvam contradições. Assim, por exemplo, é bem sabido que o conceito de *infinito* conduz a contradições que foram analisadas no passado, mas seria praticamente impossível construir-se as partes centrais da matemática na ausência desse conceito.

A tendência geral do pensamento humano, no século XIX, foi na direção de uma confiança crescente no método científico e no uso de termos racionais precisos, o que deu lugar a um ceticismo acerca daqueles conceitos da linguagem natural que não se encaixassem no esquema fechado do pensamento científico da época — por exemplo, aqueles da religião. A física moderna, de muitas maneiras, veio reforçar essa atitude cética; mas ela, ao mesmo tempo, endereçou-a contra a superestimação dos conceitos considerados precisos e, também, contra o próprio ceticismo. A atitude dubitativa, frente aos conceitos científicos precisos, não significa que se deva impor uma limitação exata a disciplinar o pensamento racional. Ao contrário, parece correto dizer-se que a habilidade humana de compreensão seja — em um certo sentido — ilimitada. Todavia, os conceitos científicos existentes sempre se espraiam somente por uma parte limitada da Realidade, enquanto a outra parte que não foi entendida é, por assim dizer, infinita. Sempre que procurarmos passar do conhecido ao desconhecido (que nutrimos a esperança de entender) poderemos ser obrigados, ao mesmo tempo, a atribuir um novo sentido à palavra “entender”. Sabemos que todo entendimento deve, em última consequência, basear-se na linguagem comum, pois é somente através dela que estaremos seguros de tocar a Realidade. E, assim, deveremos ser céticos a respeito de qualquer tipo de ceticismo acerca dessa linguagem natural e dos conceitos essenciais que ela revela. Portanto, deles poderemos fazer uso, o que outrora também ocorreu. Dessa maneira, a física moderna tenha, talvez, aberto a porta, possibilitando assim uma visão mais ampla sobre a relação entre mente humana e realidade.

Essa ciência moderna pode, então, penetrar — em nossos tempos — em outras regiões deste planeta, onde as tradições culturais tinham sido extensamente distintas daquelas da civilização europeia. Naquelas regiões, o impacto dessa nova atividade científica e técnica deve fazer-se sentir ainda mais fortemente que na Europa, pois mudanças nas condições de vida que exigiram dois ou três séculos, entre os europeus, nelas ocorrerão dentro de umas poucas décadas. Poder-se-ia esperar que, em muitos lugares, essa nova atividade pudesse parecer um declínio das tradições que o passado legou: uma atitude bárbara e impiedosa que abala o equilíbrio delicado no qual repousa toda felicidade humana. Não há como fugir de tais consequên-

cias: elas precisam ser aceitas como um sinal do tempo. Mas, mesmo assim, a abertura da física moderna poderá propiciar, em certa medida, a reconciliação entre as tradições passadas e as novas linhas de pensamento. Por exemplo, a grande contribuição que o Japão trouxe no campo da física teórica, desde a última guerra, talvez possa ser vista como uma indicação de um certo relacionamento entre as idéias filosóficas da tradição do Extremo Oriente e o conteúdo filosófico da teoria quântica. É possível que seja mais fácil adaptar-se ao conceito quântico de realidade quando não se viveu o modo ingênuo do pensamento materialista, que ainda prevalecia na Europa nas primeiras décadas deste século.

É claro que essas observações não devem ser entendidas como uma substimação dos danos que possam ser feitos ou que, de fato, foram feitos às antigas tradições culturais, como resultado do progresso tecnológico. Todavia, levando-se em conta que esse processo já há muito escapou a qualquer controle das forças humanas, devemos aceitá-lo como uma das características mais essenciais de nossos tempos, e, em consequência, deveremos procurar relacioná-lo com as concepções culturais e religiosas anteriores. Talvez o leitor me permita, neste ponto, contar uma pequena estória legada pela religião hasídica*. Era uma vez um rabino, famoso por sua sabedoria, a quem todos procuravam na necessidade de um conselho. Um dia um homem visitou-o, desesperado com todas as mudanças que ocorriam à sua volta, especialmente pelos males que sobrevinham do progresso técnico. "Todas essas coisas técnicas não prestam para nada, quando se considera os reais valores da vida, não é verdade?" perguntou o visitante. "Pode ser que assim seja", respondeu o rabino, "mas quem souber adotar a atitude correta, poderá aprender de qualquer situação". "Não", retrucou a visita, "nada se pode aprender de coisas tolas como estradas de ferro, telefones ou telégrafos". Mas o rabino persistiu: "Você está enganado. Uma ferrovia poderá ensinar-lhe que uns poucos segundos de atraso poderão pôr tudo a perder. O telégrafo poderá fazer-lhe entender que cada palavra conta e o telefone, que tudo o que falamos será ouvido em outro lugar". O visitante compreendeu o sentido da lição e se foi.

Enfim, a ciência moderna penetra por aquelas grandes regiões do mundo de hoje onde as novas doutrinas se estabeleceram há somente umas poucas décadas, lastreando novas e poderosas sociedades. Lá, a ciência moderna entra em confronto tanto com as doutrinas que remontam a idéias filosóficas europeias do século XIX (Hegel e Marx), como também com o fenômeno da crença inflexível. Considerando-se que a física moderna deverá ter um papel fundamental nesses pauses, devido a extensa gama de suas aplicações práticas, é difícil se evitar que a estreiteza dessas doutrinas seja sentida por aqueles que realmente entenderam a física moderna e seu

* N.T. Martin Buber: *Histórias do Rabí* (Editora Perspectiva, São Paulo, 1967).

significado filosófico. Em consequência, poderá ocorrer uma interação entre a ciência e os modos de pensar vigentes. É claro que não se deve exagerar o peso da ciência na sociedade; mas pode ser que a abertura da ciência moderna venha tornar mais fácil, mesmo para grupos numerosos de pessoas, o entendimento de que as doutrinas não são, possivelmente, tão importantes para a sociedade como outrora se presumira. Dessa maneira, a ciência moderna poderá propiciar uma atitude de tolerância e, assim, mostrar-se valiosa.

Por outro lado, o fenômeno das crenças inflexíveis leva muito mais peso que algumas das noções filosóficas especiais do século passado. Não podemos fechar os olhos ao fato de que a grande maioria das pessoas dificilmente dispõem de meios que lhes facultem julgamentos judiciosos a respeito da correção de certas idéias gerais importantes ou doutrinas. Assim, portanto, a palavra "crença" não significará, para essa maioria, "perceber a verdade de alguma coisa", mas será entendida como "aceitar-se isso como base de vida". Pode-se facilmente compreender que essa segunda modalidade de crença é muito mais firme, consideravelmente mais irredutível que a primeira, podendo persistir mesmo em face a evidências experimentais diretas em contrário e, assim, não poderá ser sacudida por novos conhecimentos científicos. A história das duas últimas décadas mostrou, por muitos exemplos, que essa segunda espécie de crença pode às vezes ser mantida até o absurdo e que somente desaparecerá com a morte do crente. Ciência e história ensinam-nos que esse tipo de crença pode trazer graves perigos para os que por ele optarem. Mas esse fato nada traz de prático, pois não se pode prever como evitar os perigos e, assim, essa modalidade de crença sempre esteve presente nas grandes correntes da história da humanidade. Se tomássemos por base a tradição científica do século XIX, certamente estaríamos propensos a nutrir a esperança de que toda crença devesse lastrear-se na análise racional de todo argumento apresentado, em seu exame criterioso. E, em consequência, essa crença que queima, na qual algumas verdades, reais ou aparentes, são tomadas como roteiro de vida, não teria como existir. É bem verdade que um levantamento cuidadoso, baseado em argumentos puramente racionais, pode salvar-nos de muitos enganos e perigos, pois essa análise permite reajustamentos a novas situações e isso parece ser uma condição necessária em nossa existência. Se relebrarmos nossa experiência em física moderna, é fácil perceber-se que deve sempre haver uma relação fundamental de complementaridade entre as atitudes deliberativa e decisória. Nas decisões práticas da vida, dificilmente poder-se-á passar em revista todos os argumentos favoráveis ou contrários a uma possível decisão; e, assim, teremos sempre que agir com base em evidências insuficientes. A decisão finalmente ocorre pondo-se de lado todos os argumentos - tanto os que foram entendidos, como também outros que teriam surgido em presença de um propósito de reflexão maior - podendo-se qualquer

ponderação a respeito. A atitude decisória pode ser o resultado de uma deliberação mas, ao mesmo tempo, é a ela complementar: aquela atitude exclui a deliberação. Mesmo as decisões mais importantes da vida sempre contém esse elemento inevitável de irracionalidade. A decisão, ela própria, é necessária, pois há que se ter algo onde se apoiar, algum princípio normativo a guiar as ações humanas. Sem uma posição firme, nossas atitudes perderiam em força. Assim, não se pode evitar que alguma verdade, real ou aparente, forme a base da vida. E esse fato deveria ser reconhecido no que diz respeito a pessoas cuja escolha diferiu da nossa.

Chegando agora a uma conclusão: a partir de tudo que dissemos sobre a ciência moderna, talvez possamos afirmar que a física moderna é tão-somente uma parte, mas muito característica, de um processo histórico-geral que tende a uma unificação, a um alargamento do nosso mundo presente. Esse processo tenderia, por si só, a diminuir as tensões culturais e políticas que põem em perigo a nossa época. Ele, todavia, é acompanhado por um outro processo que age em sentido oposto. O fato de que as grandes massas populares tornaram-se conscientes desse processo de unificação conduz a uma insuagação de todas as forças, nas comunidades culturais existentes, no sentido de assegurar a seus valores tradicionais o maior papel nesse estágio final unitário. Em consequência, crescem as tensões, e os dois processos, em competição, são de tal forma ligados um ao outro que qualquer intensificação nessa busca da unidade — por exemplo, através de novas conquistas técnicas — tornará mais acirrada a luta para influenciar o estado final. E, assim, aumenta a instabilidade dessa situação transitória. A física moderna, possivelmente, tem somente um papel secundário nesse processo difícil de unificação. Ela, porém, poderá ajudar, em dois pontos decisivos, a guiar essa evolução por caminhos menos tormentosos. *Primeiro*, ela mostra que o recurso às armas, nesse processo, seria fatalmente desastroso e, *segundo*, por sua atitude aberta, face a todos os tipos de conceitos, faz renascer a esperança de que, no estado final de unificação, tradições culturais distintas possam viver lado a lado, podendo mesmo combinar diferentes tentativas humanas em um novo equilíbrio entre pensamento e ação, entre atividade e meditação.

APÊNDICE

Do Efeito Fotoelétrico e da Teoria do Calor Específico dos Sólidos (Cap. II)

O efeito fotoelétrico, observado experimentalmente por Hertz (1887) e outros, encontrou sua interpretação teórica no trabalho de Einstein intitulado "Ponto de Vista Heurístico acerca da Produção e Transformação da Luz" (*Annalen der Physik* 17, 132-148/1905). A teoria do calor específico dos corpos sólidos aparece em seu trabalho "A Teoria de Planck da Radiação e a Teoria do Calor Específico", *Ann. d. Phys.* 22, 180-190 (1907). Ambos os trabalhos são apresentados de forma acessível na obra "The Einstein Decade (1905-1915)", de C. Lanczos, publicada por *Elek Science*, Londres, 1974, às páginas 127-129 e 145-147.

A Matéria Primordial (Cap. IV)

A partir de 1953, Heisenberg praticamente isolou-se da principal corrente de pesquisa, no campo da física das partículas elementares, ao insistir na formulação de uma teoria que não fizesse uso de constituintes elementares (não aceitando, portanto, a visão atomista de Demócrito) mas que descrevesse o comportamento da matéria em geral, a qual derivaria da matéria primordial, a que deu o nome, em alemão, de *Urmaterie*. As partículas observadas na Natureza seriam manifestações dessa matéria primeira, a qual obedeceria uma equação de campos, não linear, dotada de algumas simetrias que Heisenberg julgava básicas. Esse ponto de vista corresponderia ao conceito de estrutura da matéria defendido por Anaximandro. Para maiores detalhes, consulte-se a obra de Heisenberg intitulada *Introduction to the Unified Field Theory of Elementary Particles* (J. Wiley & Sons, EUA, 1966).

Da Biologia Teórica (Cap. VI)

A biologia teórica mudou muito nestes últimos vinte e cinco anos. Consulte-se, por exemplo, a obra *Theoretical Physics and Biology* (*Proc. of the First International Conference on Theoretical Physics and Biology*; Palais des Congrès, Versailles, 1967). Apesar de publicada há mais de quarenta anos, é altamente recomendável a leitura da conferência proferida por Niels Bohr, na Universidade de Bolonha, em memória a Luigi Galvani (1737-1798), intitulada "Biology and Atomic Physics" (*V. Atomic Physics and Human Knowledge*, J. Wiley & Sons, EUA, 1958).