

Introdução a “A nova Aliança”

METAMORFOSE DA CIÊNCIA

Illya Prigogine e Isabelle Stengers

É lugar-comum dizer-se que a ciência conheceu notáveis progressos no decurso dos três séculos que vão de Newton à atualidade. É talvez menos banal sublinhar a que ponto nossas idéias mudaram a propósito da natureza que descrevemos e do ideal que orienta nossas descrições. É este o tema essencial deste livro: partindo duma natureza semelhante a um autômato, submetida a leis matemáticas cujo calmo desenvolvimento determina para sempre seu futuro tal como determinou seu passado, chegamos hoje a uma situação teórica completamente diferente, a uma descrição que situa o homem no mundo que ele mesmo descreve e implica a abertura desse mundo. Não é exagero falar dessa transformação conceitual como de uma verdadeira metamorfose da ciência. Lento trabalho de algumas questões, postas muitas vezes “desde a origem”, que continuam sob nossos olhos a metamorfosear a interrogação científica.

Pensamos que estas questões não foram somente científicas e que os valores em jogo na metamorfose da ciência não são todos de ordem científica. E, singularmente, isto é uma questão bem mais antiga do que a ciência moderna, que não cessou de incomodar alguns cientistas: a das conclusões de que a existência da ciência e o conteúdo das teorias científicas podem ter algo a ver com as relações que os homens mantêm com o mundo natural. Semelhantes conclusões não podem ser impostas pela ciência como tal, mas, no entanto, fazem parte integrante da história da metamorfose desta mesma ciência. Por que nos surpreendemos com isto? A ciência faz parte do complexo de cultura a partir do qual, em cada geração, os homens tentam encontrar uma forma de coerência intelectual. Ao contrário, esta coerência alimenta em cada época a interpretação das teorias científicas, determina a ressonância que suscitam, influencia as concepções que os cientistas se fazem do balanço da sua ciência e das vias segundo as quais devem orientar sua investigação. Para lá do seu conteúdo teórico, a metamorfose que vamos descrever renova a nossa concepção das relações dos homens com a natureza e a ciência como prática cultural.

Para situar de maneira mais precisa esses diferentes valores em jogo, escolhemos lembrar a afirmação de admirável transparência, na qual Jacques Monod concentrou há pouco a lição que ele julgou tirar dos progressos teóricos da biologia molecular: “A velha aliança rompeu-se; o homem sabe finalmente que está só na imensidão indiferente do Universo de que emergiu por acaso”. Mostraremos que, ao enunciar esta conclusão, Monod proclamava não somente uma interpretação possível de certos resultados da biologia moderna, mas também a de um conjunto teórico bem mais vasto, que chamaremos de ciência “clássica”.

Mostraremos que esta ciência não cessou, no decurso de três séculos de existência, de concluir que o homem é um estranho no mundo que ela descreve. Ora, nós temos o direito de constatar que nisto há certo paradoxo. É o que se passa com Monod: seu relato é o de um êxito retumbante, mas acaba com uma nota que se afigura trágica. A biologia molecular descodificou o texto genético, cuja existência constituía para alguns o segredo da vida. Ela obteve assim um tipo de sucesso que confirma a

simplificação mais profunda que podemos atribuir à atividade científica: a de urna tentativa de comunicar com a natureza – de aprender ao seu contato quem somos nós e a que título nós participamos da sua evolução. E eis que uma permuta fecunda faz de nós seres solitários no mundo, ciganos às margens do Universo.

Este é o contexto em relação ao qual queremos situar a metamorfose da ciência, o de uma ciência clássica cujos êxitos se puderam considerar trágicos e da qual dizemos que hoje não é mais a nossa ciência. Exploremos agora de maneira mais precisa esta ciência clássica, a fim de compreender a articulação que ela apresenta entre seu conteúdo teórico e a interpretação que dá ao "homem" e da prática científica.

Dissemos que a ciência podia ser descrita como uma tentativa de comunicar com a natureza, estabelecer com ela um diálogo, donde se destaque, pouco a pouco, perguntas e respostas. Devemos aprimorar esta descrição, pois não permite descobrir o que é próprio da ciência, seja ou não clássica, porquanto sempre se tentou adivinhar a natureza, decifrar o segredo de suas estabilidades e dos acontecimentos raros que pontuam o seu curso. Como distinguir o homem de ciência moderna dum mago ou de um feiticeiro e até, no ponto mais distante das sociedades humanas, da bactéria, que também interroga o mundo e não cessa de pôr à prova a decifração dos sinais químicos em função dos quais se orienta? Como caracterizar o diálogo que a ciência moderna mantém há três séculos?

Em suma, poderíamos dizer que o diálogo conduzido pela ciência moderna relança um empreendimento sem precedentes, ao mesmo que enceta uma nova aventura. Explicar-nos-emos quanto a esse ponto; digamos desde já que seguimos Alexandre Koyré quando ele adianta que o diálogo experimental é que constitui a prática original chamada de ciência moderna.

O diálogo experimental remete a duas dimensões constitutivas das relações homem-natureza: *compreender e modificar*. A experimentação não supõe a única observação fiel dos fatos tais como se apresentam, nem a única busca de conexões empíricas entre fenômenos, mas exige uma interação da teoria e da manipulação prática, que implica uma verdadeira estratégia. Um processo natural se estabelece como chave possível duma hipótese teórica; e é nessa qualidade que é então preparado, purificado, antes de ser interrogado na linguagem dessa teoria. E assim temos um empreendimento sistemático que volta a provocar a natureza, a obrigar-a a dizer sem ambigüidades se obedece ou não a uma teoria.

Os homens de ciência, de mil maneiras, têm contado este encantamento: o fato de terem encontrado a "boa" questão lhes vale a boa fortuna de verem juntar-se as peças dispersas, a incoerência dar lugar a uma lógica estrita. Conhecemos todos os relatos deste gênero a propósito de uma determinada descoberta célebre; mas cada investigador conheceu essa experiência, quer tenha desvendado um pequeno ardil ou um segredo maior. Neste sentido, a ciência pode ser descrita como um jogo a dois parceiros: trata-se de adivinhar o comportamento duma realidade distinta de nós, insubmissa tanto a nossas crenças e ambições quanto a nossas esperanças. Não se obriga a dizer tudo o que se quer à natureza, e é porque a ciência não é um monólogo, porque ao "objeto" interrogado não faltam meios para desmentir a hipótese mais plausível ou mais sedutora, em resumo, porque o jogo é arriscado, que é fonte de emoções raras e intensas.

A história dos homens conheceu outros pontos singulares, outros "concursos de circunstâncias" donde resultou uma evolução irreversível, aquilo a que Monod chamava uma escolha: orientação não necessária, parece, antes de ser tomada, mas que no entanto provoca uma transformação inexorável do mundo onde ela teve lugar. O que se chamou

de revolução neolítica parece de fato ter sido uma dessas escolhas. No caso da revolução científica, é-nos dado viver alguns dos seus episódios decisivos, e também poder estudar suas gêneses. A história da inserção "mundana" das atividades científicas e técnicas, nesse sentido, constitui o exemplo melhor documentado de um desses processos que determinam a evolução biológica e social: o nascimento e desenvolvimento duma transformação, com a mistura de acaso e de necessidade que lhe dá um movimento de história.

Vamos agora reconduzir-nos às questões para as quais se orientou nossa introdução. Como caracterizar essa orientação, essa "escolha" a que se chamou de "revolução científica"? Tentamos sublinhar algumas de suas propriedades situando-a no conjunto das práticas cognitivas, que inclui o caso da bactéria e de sua exploração do meio químico. Consideramos os primeiros sucessos da dinâmica clássica (capítulo primeiro) mais como um fato do que como um direito fundado sobre uma racionalidade completamente nova. Outros adotaram outro procedimento: eles reconheceram no nascimento da ciência moderna o advento duma nova cultura, sem medida comum com o que a precedeu – artes, moral, política – e lhe serve de contorno.

Mas seja qual for a interpretação, ela tem por objeto os mesmos "sucessos", que têm a paradoxal dimensão que já referimos: a ciência, nos seus primeiros passos, pôs com sucesso questões que implicam uma natureza morta e passiva; o homem do século XVII não conseguiu comunicar com a natureza senão para descobrir a terrificante estupidez de seu interlocutor. Muitos, portanto, se julgaram forçados a assumir esse paradoxo. Vendo nos primeiros êxitos da ciência moderna o preço coroando um procedimento enfim racional, viram a solidão "descoberta" por essa ciência como o preço a pagar por essa racionalidade. A ciência moderna interpretada sob o ponto de vista desses primeiros sucessos, quer dizer, a ciência clássica, parecia, portanto, impor uma escolha entre a visão de um homem radicalmente estranho ao mundo e a recusa do único modo fecundo de diálogo com a natureza.

Estava aí um dilema desastroso. A ciência moderna paralisou de pasmo seus adversários, que viam nela um empreendimento inaceitável e ameaçador, bem como seus partidários, que se empenhavam numa investigação tão heróica que foi necessário uma trágica decisão para assumi-la. Pensamos que esse dilema é solidário das ilusórias certezas e recusas da ciência clássica. E a aposta do nosso livro é contribuir para pôr termo a essa ilusão.

A ciência moderna começou por negar as visões antigas e a legitimidade das questões postas pelos homens a propósito da sua relação com a natureza. Ela iniciou o diálogo experimental, mas a partir duma série de pressupostos e de afirmações dogmáticas que votavam os resultados dessa interrogação (e, sobretudo, a "concepção do mundo" que os acompanhava) a se apresentarem como inaceitáveis para os outros universos culturais, incluindo o que os produziu. A ciência moderna constituiu-se como produto de uma cultura, contra certas concepções dominantes desta cultura (o aristotelismo em particular, mas também a magia e a alquimia). Poder-se-ia mesmo dizer que ela se constituiu contra a natureza, pois que lhe negava a complexidade e o devir em nome dum mundo eterno e cognoscível regido por um pequeno número de leis simples e imutáveis.

Esta idéia duma "natureza autômato", cujo comportamento teria por chave leis acessíveis ao homem através dos meios finitos da mecânica racional, era certamente uma aposta audaciosa. Ela suscitou um entusiasmo e uma rejeição igualmente apaixonados. Estabeleceu também, fato doravante incontornável, que leis matemáticas

podem efetivamente ser descobertas. A ciência newtoniana descobriu completamente uma lei universal, à qual os corpos celestes e o mundo sublunar obedecem. É a mesma que faz cair as pedras para o solo e os planetas girar à volta do sol. Este primeiro sucesso nunca foi desmentido. Grande número de fenômenos obedece a leis simples e expressáveis matematicamente. Mas, desde então, a ciência parecia mostrar que a natureza não é senão um autômato submisso. Uma hipótese fascinante e temerária tornara-se a “triste” verdade. Daí por diante, cada progresso da ciência iria reforçar a angústia e o sentimento de alienação daqueles mesmos que lhe dão sua confiança e tentam alicerçar nela uma concepção coerente da natureza. A ciência parecia concluir pela estupidez da natureza.

Mas a ciência de hoje não é mais a ciência "clássica". Os conceitos básicos que fundamentavam a "concepção clássica do mundo" encontraram hoje seus limites num progresso teórico que não hesitamos em chamar de metamorfose. A própria ambição de reduzir o conjunto de processos naturais a um pequeno número de leis foi abandonada. As ciências da natureza descrevem, de ora em diante, um universo fragmentado, rico de diversidades qualitativas e de surpresas potenciais. Descobrimos que o diálogo racional com a natureza não constitui mais o sobrevôo desencantado dum mundo lunar, mas a exploração, sempre local e eletiva, duma natureza complexa e múltipla.

Ciência e “desencanto do mundo” não são sinônimos. Nesta perspectiva, podemos reinterpretar os sucessos da ciência clássica, mostrar como eles reforçaram e confirmaram as particularidades culturais dessa ciência desde seus princípios até parecer impô-los como outras tantas exigências de uma racionalidade universal.

Como descrever com maior precisão essa “metamorfose”? É preciso, em primeiro lugar, considerar a que ponto o objeto das ciências da natureza se transformou. Não estamos mais no tempo em que os fenômenos imutáveis prendiam a atenção. Não são mais as situações estáveis e as permanências que nos interessam antes de tudo, mas as evoluções, as crises e as instabilidades. Já não queremos estudar apenas o que permanece, mas também o que se transforma, as perturbações geológicas e climáticas, a evolução das espécies, a gênese e as mutações das normas que interferem nos comportamentos sociais.

Podemos dizer que um novo naturalismo está prestes a se descobrir: as sociedades industriais procuram compreender-se melhor; interrogando os saberes e as práticas das sociedades primitivas, elas estudam os problemas da evolução do animal até o homem, observam as sociedades animais. A biologia molecular trouxe uma contribuição fundamental a essa descoberta do homem em relação à natureza, mostrando, entre outros fatos surpreendentes, a universalidade do código genético.

Mas essa transformação dá apenas uma dimensão da renovação contemporânea da ciência, insuficiente em si mesma para provocar uma metamorfose. Em primeiro lugar, notar-se-á que, sob diversas modalidades, as preocupações que acabamos de enunciar nunca estiveram completamente ausentes. Por outro lado, não se pode ignorar o peso persistente, cultural e teórico dos conceitos que subtendem a ciência a que chamamos de clássica. As conclusões de Jacques Monod fornecem-nos, a este respeito, um exemplo eloquente: a descoberta de certos mecanismos determinantes dos funcionamentos celulares, a descrição da sua lógica, as hipóteses quanto aos processos evolutivos que deram existência, desde que Monod os situa no quadro de uma concepção clássica do mundo, levam-no à idéia da solidão do homem num mundo que lhe é estranho.

Observou-se que poucos acontecimentos foram tão freqüentemente anunciados

na história das ciências como o fim da concepção mecanicista do mundo, o que implica que poucas ressurreições foram tão repetidas quanto a da Fênix mecanicista. E, com efeito, tanto no passado como na hora atual, os conceitos clássicos contribuíram para definir os valores em jogo e o significado das inovações teóricas; estiveram no centro das discussões sobre a natureza e os limites dos diferentes modos de descrição, ressurgiram, com toda a inocência, no próprio cerne das teorias que, tal como a mecânica quântica, se supunha tê-los ultrapassado.

Este peso cultural dos conceitos clássicos apresenta um risco. Dissemos já: a concepção do mundo produzida pela ciência clássica parece obrigar a escolher entre a aceitação das conclusões alienantes que parecem impostas pela ciência e a rejeição do procedimento científico. A ciência clássica caracteriza-se, pois, por uma inserção cultural instável: ela suscita o entusiasmo, a afirmação heróica das duras implicações da racionalidade e a rejeição, até mesmo das reações irracionalistas.

Faremos em seguida alusão aos movimentos atuais ditos de anticiência que caracterizam esta situação. Detenhamo-nos aqui no drama do movimento irracionalista que, na Alemanha dos anos 20, serviu de contexto cultural à mecânica quântica.. Em face de uma ciência oficial que se associava a um com plexo de noções como causalidade, legalidade, determinismo, mecanicismo, racionalidade, surgiu um conjunto de temas estranhos à ciência clássica: a vida, o destino, a liberdade, a espontaneidade tornavam-se deste modo as emanações de profundidades ocultas, que se pretendiam inacessíveis à razão.

Sem falar mais do contexto sociopolítico particular que lhe conferiu seu caráter maciço e virulento, essa rejeição da ciência racional ilustra o que dissemos a propósito dos riscos da ciência clássica. Não reconhecendo qualquer lugar ao que, sob os nomes de liberdade, destino, espontaneidade, faz referência a um conjunto de experiências significativas para certos homens, a ciência clássica viu esses temas tornarem-se pontos de fixação de reações iracionais, às quais conferiram um temível poder intelectual.

Acabamos de falar de liberdade e de atividade espontânea; voltaremos a encontrar esses temas ao longo deste livro; tratar-se-á de mostrar por que a ciência clássica não podia senão ficar insensível às questões que eles suscitam. Mostraremos como esses temas reaparecem em algumas teorias físicas, articulados doravante com os temas da legalidade, do determinismo e da causalidade. É sem dúvida aí que está o símbolo do que entendemos por metamorfose da ciência: a abertura dum novo espaço teórico no seio do qual se inscrevem algumas oposições que, anteriormente, tinham definido as fronteiras da ciência clássica, espaço no seio do qual se afirmam, pelo contrário, diferenciações intrínsecas entre objetos físicos e, antes de mais, entre sistemas conservativos e sistemas dissipativos. Não se trata evidentemente de pretender que a ciência tenha, doravante, capacidade para decidir sobre o que acontece com a liberdade do homem. Mas é certo que a idéia de uma natureza determinista e estéril foi, por sua vez, parte beneficiária em certas concepções que se construíram em nossa cultura a propósito dessa liberdade.

Quais são os pressupostos da ciência clássica de que pensamos que a ciência se afastou atualmente? Pode considerar-se que se articulam em torno duma convicção central: a de que o *microscópico* é *simples*, regido por leis matemáticas simples. O que significa que a função da ciência é a de ultrapassar as aparências complexas e reduzir (pelo menos de direito) a diversidade dos processos naturais a um conjunto de efeitos dessas leis. Esta concepção dos objetivos científicos é acompanhada por uma discriminação entre o que, na natureza, se supõe corresponder a uma realidade

“objetiva”, e o que é considerado ilusório, ligado à nossa própria subjetividade. Com efeito, as leis matemáticas simples às quais, segundo se julga, os comportamentos elementares estão submetidos – e que constituiriam por consequência a verdade última do Universo – são quase sempre concebidas sobre o modelo geral das leis dinâmicas.

Ora, como veremos, essas leis descrevem o mundo em termos de trajetórias deterministas e reversíveis. Por isso, não são somente a liberdade ou a possibilidade de inovação que se encontram negadas, mas também a idéia de que certos processos, como a combustão duma vela ou o envelhecimento dum animal, sejam intrinsecamente irreversíveis. Que aquilo que está feito nem sempre possa ser desfeito, que a vela possa “não arder” ou o animal rejuvenescer, mais não seriam do que verdades relativas, ditadas pela imperfeição de nossos meios de manipulação e não pelas “leis objetivas” que regem o mundo eterno e conservativo.

Há cinqüenta anos – desde o aparecimento da mecânica quântica – que a idéia da simplicidade do microscópico se tornou insustentável. Sabíamos que não tínhamos acesso aos átomos e moléculas senão por intermédio de nossos instrumentos que, todos eles, são macroscópicos, e que nossas teorias a esse respeito são intrinsecamente determinadas por essa mediação. No entanto, no contexto da mecânica quântica, esse saber tinha apenas um alcance negativo. Não acontece mais o mesmo hoje em dia. Descobrimos que a irreversibilidade desempenha um papel construtivo na natureza, já que permite processos de organização espontânea. A ciência dos processos irreversíveis reabilitou no seio da física a concepção de uma natureza criadora de estruturas ativas e proliferantes. Por outro lado, a partir de agora sabemos que, mesmo em dinâmica clássica, no que respeita aos movimentos planetários, o mítico demônio onisciente, que se dizia ser capaz de calcular o futuro e o passado a partir de uma descrição instantânea, morreu. Encontramo-nos num mundo irredutivelmente aleatório, num mundo em que a reversibilidade e o determinismo figuram como casos particulares, em que a irreversibilidade e a indeterminação microscópicas são regra.

O nosso livro tem por tema essa metamorfose conceitual da ciência, desde a idade de ouro da ciência clássica até a abertura atual. Não se tratará, por conseguinte, nem de encyclopédia nem de vulgarização. Falaremos pouco ou mesmo nada de aplicações teóricas tão fascinantes como a astrofísica ou a ciência das partículas elementares. Não consideraremos a relatividade senão sob alguns aspectos particulares. Procuraremos pensar algumas idéias gerais, as que norteiam durante um tempo a ciência e as que ela recusa. Queremos assim depreender o significado de três séculos de evolução científica segundo uma perspectiva particular, e lembrar como a ciência, parte de uma cultura ocidental dita clássica, através de um complexo processo histórico, se abriu pouco a pouco até poder integrar diferentes interrogações.

Consagramos um grande espaço, talvez demasiado, a certos domínios teóricos que nos são familiares. Não se trata somente de um problema de perspectiva, mas de um caso de aplicação de uma de nossas teses centrais, segundo a qual os problemas que marcam uma cultura podem ter uma influência sobre o conteúdo e o desenvolvimento das teorias científicas. Esta tese radica-se em cada um de nós na sua experiência pessoal. O problema ao qual, ao longo de sua carreira científica, tentou responder, o problema do tempo em sua relação com a complexidade da natureza, foi suscitado por uma exigência propriamente cultural, aquela que Bergson exprimia ao escrever: “O tempo é invenção, ou não é absolutamente nada”.

Os novos desenvolvimentos que teremos ocasião de evocar (capítulos VI e IX) constituem nesse sentido um início de resposta a uma questão cuja urgência, suscitada pelo contexto cultural, encontrou os meios teóricos e técnicos necessários à sua fecundidade. Bergson tinha explorado os limites da ciência clássica. As respostas, ou os começos de respostas, que vamos apresentar, nos conduziram para lá dos limites da ciência clássica. Assim Bergson tinha sublinhado que, desde as primeiras teorias mecânicas até à relatividade de Einstein (e podemos acrescentar: até à mecânica quântica), tempo e espaço, tempo e movimento, encontravam-se tão estreitamente ligados que quase se haviam confundido. Ora, aquilo a que assistimos atualmente é uma redescoberta do tempo físico, e pensamos que essa redescoberta não resulta da simples lógica interna das teorias científicas, mas de questões que foi necessário decidir continuar a colocar, que foi necessário decidir que não podiam ser olvidadas por uma física que visa compreender a natureza.

Poderá surpreender o lugar ocupado pela dinâmica clássica em nossa exposição. Mas, sob nossos olhos, ela constitui o melhor ponto de referência para compreender a transformação contemporânea da ciência. Assim, a mecânica quântica, que é a nossa teoria atual dos comportamentos microscópicos, põe com certeza novos problemas que a dinâmica ignorara. Mas conserva algumas das posições conceituais da dinâmica, especialmente no que respeita ao tempo e ao devenir. Por outro lado, as teorias recentes que exporemos no fim deste livro se aplicam tanto à dinâmica clássica quanto à mecânica quântica.

É talvez a propósito destas teorias que a distância entre nosso livro e uma obra de vulgarização é mais acentuada. Trata-se, com efeito, de teorias ainda em plena evolução, e alguns dos resultados estão apenas em via de publicação. É que não queremos pôr em evidência a aquisição definitiva da ciência, seus resultados estáveis e bem estabelecidos. Não pretendemos fazer visitar o edifício imponente duma ciência cristalizada e triunfante. Queremos realçar a criatividade da atividade científica, as perspectivas e os problemas novos que ela faz surgir. O que mais é: sabemos hoje que estamos somente no início da exploração; a síntese teórica universal não nos espera na curva dum progresso, em nenhum dos domínios da física. Não veremos o fim da incerteza e do risco. Não tínhamos, portanto, nenhuma razão para esperar, e o amanhã não nos trará mais segurança que o hoje. Optamos por apresentar as coisas no seu estado atual, não ignorando quão incompletas são nossas respostas, quão imprevisíveis são ainda os problemas que nossas atuais teorias suscitarão. O que estava em jogo parecia-nos suficientemente importante para justificar esta escolha.

Uma derradeira observação enfim; do que se segue, algumas pessoas poderão ficar com a impressão duma certa “sobrecarga”, com a idéia de que alguns dos temas abordados não eram necessários ao nosso fim. E, com efeito, não tentamos dar a clareza de um traçado concluído ao nosso estudo. Não há, na hora atual, um modo canônico de aproximação para o problema da ciência; conhecemos somente o preço inaceitável que pagaram alguns dos que tentaram “purificar” o assunto e esquecer que a descrição da atividade científica não pode, sem violência, ser separada da do mundo a que pertence. E, portanto, quisemos que este estudo desse uma impressão, não certamente de desordem, mas de abertura; quisemos assinalar de passagem alguns dos problemas postos pelo nosso tema, mesmo quando não pudéssemos fazer-lhes justiça. Quisemos ainda que este livro tivesse a marca das múltiplas opções que devíamos ter realizado, e que ele manifestasse assim a necessidade duma reflexão mais completa sobre a ciência na sociedade.

Nossa exposição se ordena em três partes. A primeira descreve a história triunfal da ciência clássica e as consequências culturais desse triunfo. Acabamos de esboçar a descrição das teorias e dos conceitos que então se impuseram. Em primeiro lugar, veremos a ciência ser aceita com entusiasmo: entusiasmo pelos resultados já alcançados, entusiasmo pelas promessas de desenvolvimento futuro; em seguida, veremos a confusão, a inquietude e a hostilidade se sucederem ao entusiasmo. Mostraremos igualmente a polarização da cultura em torno do problema que põe, para o futuro, a *existência* da ciência clássica e dos sucessos notáveis que ela obtém: será preciso aceitar este sucesso como tal, com o inconveniente de lhe limitar o alcance, ou então, pelo contrário, denunciar o procedimento científico como parcial ou ilusório? Estas duas atitudes levaram ao mesmo resultado, ao choque daquilo a que se chamou de "duas culturas", humanista e científica.

E, no entanto, na própria hora em que a ciência clássica triunfava, nesse início do século XIX em que o programa newtoniano se impunha à ciência francesa, que durante algum tempo dominava a Europa, ia se delinear a primeira ameaça contra o edifício newtoniano. Na segunda parte deste estudo, seguiremos o desenvolvimento da ciência do calor, a partir do desafio que lançava a formulação, por Fourier, duma lei matemática para a propagação do calor. A seqüência da história iria demonstrar que o desafio era mais grave do que o fora a formulação duma lei matemática simplesmente estranha à ciência newtoniana dos movimentos; tratava-se, com efeito, da primeira descrição matemática daquilo que a dinâmica não podia admitir: o processo irreversível.

Das duas herdeiras da ciência do calor, a ciência das conversões da energia e a ciência das máquinas térmicas – ambas concebidas ainda segundo o modelo clássico – nasceu a primeira ciência não clássica, a termodinâmica. Foi ela, diz-se isso inúmeras vezes, que introduziu a "flecha do tempo" em "física". Seguiremos a termodinâmica até seus desenvolvimentos contemporâneos, até à descoberta dos processos de organização espontânea e das *estruturas dissipativas* cuja gênese implica a associação indissolúvel do acaso e da necessidade. No futuro, a física retoma o que a ciência clássica negava em nome da reversibilidade dos comportamentos elementares: as noções de estrutura, de função e de história.

Desde então, o afrontamento dos dois conjuntos teóricos, assinalado desde o fim do século XIX, torna-se propriamente inaceitável. Nenhuma solução que faça da irreversibilidade uma ilusão ou o resultado duma descrição aproximada pode mais ser aceita: a irreversibilidade é fonte de ordem, criadora de organização. Duas ciências para um mundo só, é o assunto da terceira parte deste estudo, certamente a mais técnica. Foi, com efeito, graças à renovação conceptual e técnica da física do século XX que nos valeram a relatividade e, sobretudo, a mecânica quântica, com suas noções de operadores e complementaridade, sem esquecer o progresso, menos conhecido, das próprias teorias dinâmicas clássicas, que se dimensionou um abismo antes intransponível. Procuramos reduzir a dimensão técnica desta exposição, necessária à introdução de noções novas numa linguagem bastante precisa para evitar toda a ambigüidade. O leitor mais apressado encontrará nas conclusões um comentário não-técnico da renovação conceptual em questão.

A ciência clássica certamente não impunha, mas permitia algumas ilusões. Essas ilusões estão hoje excluídas. Em particular, nós não temos mais hoje o direito de afirmar que o único fim digno da ciência é a descoberta do mundo a partir do ponto de vista exterior ao qual só poderia ter acesso um desses demônios que

povoam as exposições da ciência clássica. Veremos que nossas teorias mais fundamentais se definem doravante como obra de seres inscritos no mundo que eles exploram. Nesse sentido, a ciência abandonou, portanto, toda a ilusão de “extraterritorialidade” teórica, e as pretensões desta ordem não podem mais se autorizar a não ser de tradições e esperanças. Mas pensamos que é a certa outra extraterritorialidade que a ciência deve renunciar: a cultural. É urgente que a ciência se reconheça como parte integrante da cultura no seio da qual se desenvolve.

Erwin Schrödinger escreveu um dia, com a indignação de numerosos filósofos das ciências: “Existe uma tendência para esquecer que o conjunto da ciência está ligado à cultura humana em geral, e que as descobertas científicas, mesmo as que num dado momento parecem as mais avançadas, esotéricas e difíceis de compreender, são despidas de significação fora do seu contexto cultural. Uma ciência teórica que não esteja consciente de que os conceitos que tem por pertinentes e importantes são, afinal, destinados a ser expressos em conceitos e palavras com um sentido para a comunidade culta e a se inscrever numa imagem geral do mundo, uma ciência teórica, digo, onde isso fosse esquecido e onde os iniciados continuassem a resmungar em termos compreendidos o melhor possível por um pequeno grupo de parceiros, ficará necessariamente divorciada do resto da humanidade cultural... está votada à atrofia e à ossificação”.

Uma das teses deste livro será a de afirmar a forte interação entre as questões produzidas pela cultura e a evolução conceptual da ciência no seio dessa cultura. Descobriremos no cerne da ciência a insistência de problemas que sabemos que cada geração coloca à sua maneira e aos quais cada uma delas dá a sua resposta, contribuindo assim tanto para a história das ciências como a da filosofia. Esperamos fornecer deste modo alguns elementos de reflexão sobre a interação da ciência e da cultura, que reconheça ao mesmo tempo a importância das preocupações culturais – tanto na concepção como na interpretação das teorias – e o caráter específico das coações, teóricas e técnicas, que determinam a fecundidade histórica efetiva dessas preocupações.

Sabe-se que certos filósofos definiram o progresso da ciência em termos de ruptura, de corte e de negação, de ultrapassagem da experiência concreta para uma abstração cada vez mais árida. Segundo a nossa interpretação, apenas traduziam o que foi a situação histórica da ciência clássica: ela negou as questões mais “evidentes” que a experiência das relações dos homens com o mundo suscita, porque era incapaz de lhes dar um lugar. Mas essa “tradução” filosófica, na medida em que justificava uma situação de fato, contribuiu para dissimular o que pretendemos descrever aqui: as questões negadas, uma vez declaradas ilegítimas, nem por isso desapareceram; foi, em boa parte, a sua surda insistência que levou à instabilidade do desenvolvimento científico e tornou este último vulnerável a dificuldades à primeira vista menores. Foi o trabalho das questões pela ciência clássica que tornou a nossa ciência capaz duma metamorfose progressiva.

Há, na verdade, um devenir abstrato das teorias científicas – teremos ocasião de falar da purificação progressiva da linguagem da dinâmica. Mas as inovações decisivas na evolução da ciência não são desta ordem. Resultam da incorporação conseguida no corpus científico desta ou daquela dimensão nova da realidade. Pensamos, por exemplo, na introdução do conceito de irreversibilidade ou da noção de instabilidade. Veremos que, nos dois casos – e a constatação poderia se generalizar –, essas inovações

respondem à influência do contexto cultural, e até mesmo “ideológico”; ou, melhor dizendo, exprimem a abertura efetiva da ciência ao meio em que se desenvolve.

Afirmar esta abertura é ir ao encontro de outra concepção corrente a propósito da ciência. A idéia de que ela evolui libertando-se das exigências recebidas de compreensão dos processos naturais (de que se purifica daquilo que se define como preconceitos ligados ao bom senso preguiçoso para melhor opô-los à “ascese” da razão) desemboca, de fato, na idéia de que ele deve ser obra de comunidades de homens à parte, desprendidos dos interesses mundanos. Daí a conclusão de que a comunidade científica deveria ser protegida em relação às pretensões, necessidades e exigências da sociedade. O progresso científico constituiria um processo de direito autônomo, que toda a influência “externa”, todo interesse determinado pela participação do científico em outras atividades culturais ou sociais, ou pela necessidade de obter recursos, não poderia senão perturbar, desviar ou retardar.

Este ideal de abstração, de retirada do científico, funda-se freqüentemente na evolução do que seria um elemento essencial da vocação do “verdadeiro” investigador: seu desejo de escapar às vicissitudes do mundo. Einstein evoca os investigadores que o Anjo de Deus pouparia se recebesse missão de expulsar do Templo da ciência os que, sem dúvida (mas isso não é precisado), são indignos dele: “A maioria dentre eles são indivíduos singulares, fechados, solitários, que, apesar de seus pontos comuns, se assemelham na realidade menos entre si do que os que foram expulsos. O que é que os teria conduzido ao Templo? (...) um dos motivos mais poderosos que impelem para a arte e a ciência é o desejo de evasão da existência terra-a-terra com todo seu azedume doloroso e seu vazio desesperante, de escapar às cadeias dos desejos individuais eternamente variáveis. Empurra os seres sensíveis para fora da existência pessoal, na direção do mundo da contemplação e do conhecimento objetivo. Esse móbil é comparado ao desejo ardente que atrai o cidadão para fora do seu meio ruidoso e confuso, para as regiões tranqüilas das altas montanhas, onde o olhar desliza ao longe através do ar calmo e puro, acariciando as linhas serenas que parecem criadas para a eternidade. Mas a esse móbil negativo se junta outro, positivo. O homem procura formar, de qualquer maneira adequada, uma imagem simples e clara do mundo e triunfar assim do mundo do vivido, esforçando-se por substituí-lo em certa medida por aquela imagem”.

A distinção tão claramente estabelecida por Einstein entre a beleza tranqüila da ciência e o turbilhão mesquinho das experiências mundanas pode duplicar-se de uma oposição, esta francamente maniqueísta, entre ciência e sociedade e, mais precisamente, entre criatividade do saber e poder político. Não é mais então no seio de uma comunidade nem num templo que a investigação se deveria realizar, mas numa fortaleza – ou num asilo de alienados, como imagina Dürrenmatt em *Os Físicos*: três sábios discutem os meios de fazer progredir a física, preservando todavia os homens das terríveis consequências de uma usurpação pelo poder político como resultado desse progresso; a conclusão é finalmente extraída: a única tática é de fato a que um deles escolheu, a de todos continuarem a se fazer passar por loucos e esconderem-se no fundo dum asilo. Recorda-se o fim da peça: a fatalidade prevalece, levando a diretora do asilo a colher os resultados e cabendo-lhe o poder sobre o planeta.

A peça de Dürrenmatt leva-nos a uma terceira concepção da atividade científica, mais popular que filosófica, e que retém uma consequência correntemente admitida da idéia de que a ciência progride reduzindo a complexidade do real a uma simplicidade legal oculta. O que o físico Moebius procura dissimular no fundo de um asilo é que

resolveu sucessivamente o problema da gravitação, descobriu a teoria unitária das partículas elementares e, finalmente, o Princípio da Descoberta Universal, fonte do poder total. Há nisso, sem dúvida, algum exagero dramático. Contudo, está espalhada a idéia de que no Templo da ciência se busca nada mais nada menos do que a “fórmula” do Universo. O homem de ciência, já representado como um asceta, transforma-se numa espécie de mago, detentor potencial de uma chave universal e, portanto, de um saber todo-poderoso. Voltamos aqui a um tema já abordado: é somente num mundo simples, e singularmente no mundo da ciência clássica, onde a complexidade é apenas aparente, que um saber, qualquer que ele seja, pode constituir uma chave universal.

Um dos problemas da nossa época é posto por este conjunto de concepções que reforçam o isolamento clerical da comunidade científica. Tornou-se urgente estudar as diversas modalidades de integração das atividades científicas na sociedade, as quais fazem com que ela seja pouco ou muito finalizada, que ela não fique indiferente às necessidades e às exigências coletivas.

Acabamos de falar de uma urgência. Os homens começaram, uma vez mais, de maneira irreversível, mas em escala jamais atingida, a perturbar o seu meio natural. Segundo a expressão de Moscovici, uma “nova natureza” se produz através dessa atividade. Mais do que nunca, o futuro depende de nós: povoando o mundo de novas gerações de máquinas e de técnicas, os homens fazem existir de um modo novo uma multidão de processos imbricados. E, para compreender esse mundo cuja criação eles determinam, têm necessidade de todos os instrumentos conceptuais e técnicos que a ciência pode fornecer-lhes. Precisam de uma ciência que não seja nem um simples instrumento submetido a prioridades que lhe seriam exteriores, nem um corpo estranho que se desenvolveria no seio de uma sociedade-substrato sem quaisquer contas a prestar. Tal é o contexto, de abertura e de incerteza, no qual se inscreve o nosso estudo.

Seria de grande ingenuidade dizer que a metamorfose teórica da ciência que vamos descrever chegará para resolver os problemas que acabamos de evocar. Na mesma medida em que a ciência ocidental não pode ser apontada de responsável pelos problemas mundiais com que hoje nos confrontamos, também não pode ser considerada como fonte de salvação. Contudo, nem por isso, deixamos de pensar que é significativo que nossas teorias científicas sejam hoje capazes de se desprender de limites e pressupostos que pareciam dever eternizar as escolhas de uma cultura passada, que é significativo que elas possam abrir-se a outras abordagens. O mundo finito dos tempos futuros não permitirá à nossa ciência ser estritamente ocidental, e isso na medida em que as reações irracionalistas que se abonam com a autoridade das “recusas” da ciência são mais perigosas do que nunca. Por outro lado, é preciso esclarecer bem que a racionalidade científica tem muitas vezes servido para caucionar decisões fundadas sobre quaisquer outras considerações. Uma ciência desembaraçada de suas ilusões poderia também ser menos dócil, mais lúcida e mais exigente, quando se trate de “racionalidade científica”.

Durante muito tempo, o caráter absoluto dos enunciados científicos foi considerado como um sinal de racionalidade universal; neste caso, a universalidade seria negação e superação de toda particularidade cultural. Pensamos que a nossa ciência se abrirá ao universal logo que cesse de negar, de se pretender estranha às preocupações e interrogações das sociedades no seio das quais se desenvolve, no momento em que for, finalmente, capaz de um diálogo com a natureza, da qual saberá apreciar os múltiplos encantos, e, com os homens de todas as culturas, cujas questões ela saberá no futuro respeitar.

A história que vamos contar é também a da natureza, ao mesmo tempo a das nossas concepções sobre a natureza e a das nossas relações materiais com ela, dos efeitos que nela produzimos e dos processos que aí cultivamos sistematicamente, enchendo-a designadamente de máquinas. Reencontraremos uma natureza autômato, à qual o homem que descreve é tão estranho quanto um relojoeiro ao seu relógio. Veremos, no século XIX, a natureza mecânica se transformar numa natureza matriz, com a angustiante e nova questão do esgotamento dos recursos e do declínio, e também com a perspectiva rival do progresso – aquele precisamente que permitiu passar do relógio à máquina a fogo.

Onde nos encontramos hoje? Gostaríamos de chamar a este livro "O Tempo Reencontrado", pois a natureza à qual a nossa ciência se dirige hoje não é mais aquela que um tempo invariante e repetitivo chegava para descrever, nem, tampouco, aquela cuja evolução era definida por uma função monótona, crescente e decrescente. Doravante exploramos uma natureza de evoluções múltiplas e divergentes que nos faz pensar não num tempo à custa dos outros, mas na coexistência de tempos irredutivelmente diferentes e articulados. Trata-se de duas posições que se afrontam: Newton nos *Principia*:

“O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, em si mesmo e por sua própria natureza, decorre uniformemente sem relação a algo exterior e, com outro nome, é chamado de Duração”. Bergson, em *A evolução criadora*: “O Universo dura. Quanto mais nos aprofundarmos sobre a natureza do tempo, melhor compreenderemos que duração significa invenção, criação de formas, elaboração contínua do absolutamente novo”. Doravante, essas duas dimensões se articulam em vez de se excluírem. O tempo hoje reencontrado é também o tempo que não fala mais de solidão, mas sim da aliança do homem com a natureza que ele descreve.