

1. OBJETIVIDADE

1.1. A LIÇÃO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA

O sistema ptolemaico, tal como a cosmogonia da Bíblia, atribuía ao homem a posição central no universo, posição de que foi expulso por Copérnico. Desde então, autores impacientes por voltar a casa têm-nos instado, resoluta e repetidamente, a abandonarmos todo o egoísmo sentimentalista, e a vermo-nos a nós próprios objetivamente, na verdadeira perspectiva do tempo e do espaço. O que é que isto significa? Num filme "completo", que recapitule fielmente toda a história do universo, o aparecimento dos primeiros seres vivos, desde os primórdios iniciais do homem até às realizações do século XX, seria um flash de um único segundo. Em alternativa, se decidirmos examinar objetivamente o universo, no sentido de dar igual atenção a partes com igual massa, isso resultaria numa preocupação eterna com a poeira interestelar, apenas interrompida por breves intervalos por massas incandescentes de hidrogénio - nem mesmo em mil milhões de vidas haveria lugar para dar ao homem um segundo de atenção. Diga-se de passagem que ninguém - nem mesmo os cientistas - olha para o universo desta maneira, seja qual for a sua ideia de "objetividade". Isso também não nos deve surpreender. Como seres vivos devemos inevitavelmente ver o universo a partir de um centro dentro de nós mesmos e falar dele em termos de uma linguagem conformada pelas exigências da relação humana. Qualquer tentativa rigorosa para eliminar a perspectiva humana desta nossa visão do mundo deverá levar ao absurdo.

Qual é a verdadeira lição da revolução copernicana? Porque é que Copérnico trocou a sua estação terrestre por um imaginário ponto de vista solar? A única justificação para isso está na maior satisfação intelectual que derivou do panorama celestial, tal como visto a partir do sol em vez da terra. Copérnico deu preferência ao deleite do homem numa teoria abstrata, com o preço de rejeitar a evidência dos nossos sentidos, que nos apresentam o facto irresistível do sol, da

lua e de todas as estrelas nascerem todos os dias a oriente e atravessarem o céu para o seu ocaso no ocidente. Num sentido literal, o novo sistema copernicano era portanto tão antropocêntrico como a visão de Ptolomeu, a diferença sendo a mera preferência por satisfazer uma inclinação humana diferente.

Só se torna legítimo olhar para o sistema copernicano como mais objetivo do que o ptolemaico se aceitarmos esta mudança na natureza da satisfação intelectual como um critério de maior objetividade. Isso implicaria que, entre duas formas de conhecimento, consideraremos como mais objetiva aquela que se baseia mais na teoria do que na experiência sensorial mais imediata. Sendo a teoria colocada como um ecrã entre os nossos sentidos e as coisas, de que os nossos sentidos teriam de outra forma uma impressão mais imediata, basear-nos-íamos cada vez mais numa orientação teórica para a interpretação da nossa experiência, e de forma correspondente reduziríamos o estatuto das nossas impressões ao de aparências dúbias e possivelmente enganadoras.

Parece-me que temos sérias razões para considerar o conhecimento teórico como mais objetivo do que a experiência imediata.

(a) Uma teoria é algo distinto de mim próprio. Pode ser escrita num papel como um conjunto de regras e será tanto mais uma verdadeira teoria quanto mais completamente se possa exprimir nesses termos. A teoria matemática atinge a perfeição máxima a este respeito. Mas mesmo um mapa geográfico incorpora em si mesmo um conjunto completo de regras estritas para encontrar um percurso através de uma região desconhecida. Na realidade, toda a teoria pode ser vista como uma espécie de mapa no tempo e no espaço. Parece óbvio que um mapa possa estar correto ou errado, logo, na medida em que eu me tenha baseado num mapa, devo-lhe atribuir qualquer erro que assim tenha sido feito. Uma teoria em que me baseio é, portanto, um conhecimento objetivo, na medida em que não sou eu, mas sim a teoria, que se mostra correta ou errada quando uso esse conhecimento.

(b) Uma teoria, para além disso, não pode ser desviada pelas minhas ilusões pessoais. Para descobrir o meu caminho através de um mapa preciso de fazer o ato consciente de ler o mapa e posso iludir-me nesse processo, mas *o mapa* não pode ser iludido e continua certo ou errado, impessoalmente. Em consequência, uma teoria em que me baseio como parte do meu conhecimento continua a não ser afetada por quaisquer flutuações que ocorram dentro de mim mesmo. Tem uma estrutura formal rígida, de cuja solidez posso depender, seja qual for o estado de humor ou a vontade que possa ter.

(c) Como as afirmações formais de uma teoria não são afetadas pelo estado da pessoa que as aceita, as teorias podem ser construídas sem ter em consideração a abordagem normal de cada um à experiência. Esta é uma terceira razão pela qual o sistema copernicano, sendo mais teórico do que o de Ptolomeu, também

é mais objetivo. Como a sua imagem do sistema solar ignora a nossa localização terrestre, interessa igualmente aos habitantes da Terra, Marte, Vénus ou Neptuno, desde que partilhem os nossos valores intelectuais.

Logo, quando reivindicamos uma maior objetividade para a teoria de Copérnico estamos a implicar que a sua excelência não é uma questão de gosto pessoal da nossa parte, mas sim uma qualidade inerente que merece uma aceitação universal por criaturas racionais. Abandonamos o antropocentrismo mais grosseiro dos nossos sentidos - mas apenas a favor de um antropocentrismo ainda mais ambicioso da nossa razão. Ao fazê-lo, estamos a reivindicar a capacidade de formular ideias que exigem respeito por si mesmas, pela sua própria racionalidade, e que nesse sentido têm um fundamento objetivo.

Na realidade, a teoria de que os planetas se movem à volta do sol haveria de falar por si, até mesmo de uma forma que foi muito para além da afirmação da sua própria racionalidade inerente. Viria a falar a Kepler (sessenta e seis anos depois da morte de Copérnico) e inspirou a sua descoberta das trajetórias elípticas dos planetas e da constância da sua velocidade angular; e voltaria a inspirar, dez anos mais tarde, a sua descoberta da terceira lei do movimento planetário, relacionando as distâncias e os períodos orbitais. E sessenta e oito anos depois, Newton anunciaria ao mundo que essas leis não eram mais do que uma expressão do facto subjacente da gravitação universal. A satisfação intelectual que o sistema heliocêntrico originalmente proporcionou, e pela qual ganhou aceitação, mostrou ser uma prova de uma significância ainda mais profunda, desconhecida do seu criador. Desconhecida, mas não inteiramente insuspeitada. Os que, numa fase inicial, aderiram plenamente ao sistema copernicano comprometeram-se assim com a expectativa de uma variedade infinita de possíveis confirmações futuras da teoria, e esta expectativa foi essencial para a sua convicção na racionalidade superior e na validade objetiva do sistema.

Na realidade podemos dizer, com bastante generalidade, que uma teoria que aclamamos como racional por si mesma é assim credenciada com poderes proféticos. Aceitamos isso na esperança de fazer contacto com a realidade; de modo que, sendo realmente verdadeira, a nossa teoria poderá ainda vir a anunciar a sua verdade em séculos futuros, por formas nunca sonhadas pelos seus autores. Algumas das maiores descobertas científicas do nosso tempo foram corretamente descritas como confirmações surpreendentes de teorias científicas aceites. É neste âmbito completamente indeterminado das suas verdadeiras implicações que reside o sentido mais profundo da atribuição da objetividade a uma teoria científica.

Eis aqui as verdadeiras características da objetividade, tal como exemplificadas pela teoria de Copérnico. Vemos que a objetividade não exige que se estime a significância do homem no universo pelo tamanho diminuto do seu corpo, pela

brevidade da sua história passada ou pela sua provável carreira futura. Não implica que nos vejamos apenas como um mero grão de areia entre um milhão de Saaras. Pelo contrário, inspira-nos com a esperança de ultrapassarmos as terríveis deficiências da nossa existência corporal, até mesmo ao ponto de conceber uma ideia racional do universo que, por si, possa falar com autoridade. Não é uma intenção de auto obliteração, mas precisamente o contrário - um apelo ao Pigmaleão na mente do homem.

Mas isto não é o que nos ensinam hoje em dia. Dizer que a descoberta da verdade objetiva em ciência consiste na apreensão de uma racionalidade que exige o nosso respeito e que desperta a nossa admiração contemplativa; dizer que uma tal descoberta, embora use a experiência dos nossos sentidos como indícios, transcende esta experiência pela adoção de uma visão da realidade que está para além das impressões dos nossos sentidos, uma visão que fala por si ao conduzir-nos a uma compreensão ainda mais profunda da realidade - uma tal descrição do procedimento científico seria geralmente posta de lado como um platonismo obsoleto: uma peça misteriosa indigna da idade da razão. No entanto, é sobre este conceito de objetividade que quero insistir neste capítulo introdutório. Quero recordar como, na mente moderna, a teoria científica acabou por se reduzir a uma idealização conveniente, a um dispositivo para registar acontecimentos e calcular a sua evolução futura, e quero então sugerir que a física do século xx, e em particular a descoberta da relatividade por Einstein, habitualmente considerada como fruto e ilustração dessa concepção positivista da ciência, demonstra antes pelo contrário o poder da ciência para fazer contacto com a realidade na natureza, através do reconhecimento daquilo que é racional na natureza.

1.2. A CONSTRUÇÃO DO MECANISMO

Esta história tem três partes, a primeira das quais começa muito antes de Copérnico, embora conduza diretamente até ele. Começa com Pitágoras, que viveu um século antes de Sócrates. Mesmo assim, Pitágoras era um retardatário em ciência, pois o movimento científico já tinha começado quase uma geração antes, segundo as linhas muito diferentes da escola ioniana em Creta. Pitágoras e os seus seguidores não tentaram, como os ionianos, descrever o universo em termos de alguns elementos materiais (fogo, ar, água, etc.) mas interpretaram-no exclusivamente em termos de números, que consideraram como a substância última, assim como a forma, das coisas e dos processos. Ao tocar uma oitava pensavam ouvir a razão numérica de 1:2 no ressoar harmonioso dos sons de dois fios cujos comprimentos estavam na proporção de 1:2. Logo, a acústica tornava audível aos seus ouvidos a perfeição de relações numéricas simples. Voltavam os seus olhos para os céus

e viam o círculo perfeito do sol e da lua; viam a rotação diurna do firmamento e, ao estudar os planetas, viam-nos governados por um sistema complexo de movimentos circulares estáveis; e apreendiam estas perfeições celestiais na forma como se ouve um puro intervalo musical. Ouviam a música das esferas num estado de comunhão mística.

O renascimento da teoria astronómica por Copérnico, cerca de dois milénios depois, foi um retorno consciente à tradição de Pitágoras. Ao estudar leis em Bolonha, Pitágoras trabalhou com um professor de astronomia, Novara, um platonista exímio, que ensinava que o universo devia ser concebido em termos de relações matemáticas simples. De volta a Cracóvia, com o pensamento de um sistema heliocêntrico na sua mente, estudou mais os filósofos e reconstituiu as origens da sua nova conceção do universo até aos autores da antiguidade que se baseavam na tradição de Pitágoras.

Depois de Copérnico, Kepler continuou afincadamente a busca pitagórica pelos números harmoniosos e pela excelência geométrica. No volume que contém a primeira formulação da sua terceira lei, podemos vê-lo a especular intensamente sobre a forma como o sol, que é o centro do cosmos e portanto, de uma certa forma, da própria *nous* (razão), apreende a música celestial dos planetas: "Que tipo de visão é que está no sol, quais são os seus olhos, ou qualquer outro impulso que tenha... mesmo sem olhos... para julgar as harmonias dos movimentos (celestiais)", "para os habitantes da terra, não seria fácil de conjeturar" - ainda que possa pelo menos sonhar, "embalado pela harmonia variável da banda dos planetas", que "no sol habita um intelecto simples, um fogo ou uma mente intelectual, seja lá o que possa ser, a fonte de toda a harmonia"¹. Chegou mesmo ao ponto de escrever a melodia da cada planeta em notação musical.

Para Kepler a descoberta astronómica era uma comunhão extática, como o disse numa passagem famosa do mesmo trabalho:

Quando há vinte e dois anos atrás profetizei, logo que descobri os cinco sólidos entre as órbitas celestiais - em que há muito acreditava firmemente desde que vi as harmónicas de Ptolemeu - o que eu tinha prometido aos meus amigos no título deste quinto livro, a que tinha dado o nome ainda antes de estar seguro da minha descoberta - que desde há dezasseis anos anunciei que andava a pensar - e a que devotei a melhor parte da minha vida com observações astronómicas, para o que me associei com Tycho Brahe... pelo menos trouxe isso à luz do dia e reconheci a sua verdade para além de todas as minhas melhores esperanças... Logo, agora, dezoito meses depois da alvorada, três meses depois de ver a luz do dia, e sem dúvida poucos dias depois de se ter manifestado o sol puro da mais maravilho-

sa contemplação - nada me segura, e vou saciar a minha fúria sagrada; insultarei a humanidade com a confissão cândida de que roubei os vasos sagrados dos egípcios para sobre eles construir um tabernáculo ao meu Deus, sem dúvida muito longe das fronteiras do Egito. Se me perdoarem, exultarei; se ficarem furiosos, aguentarei isso; o molde está feito, o livro está escrito, não me interesse que seja lido agora ou na posteridade; posso esperar cem anos pelo seu leitor, se o próprio Deus esperou seis mil anos para que um homem contemplates o Seu trabalho"².

Não faz sentido o que Kepler aqui reivindica acerca dos corpos platônicos, e a sua exclamação acerca de Deus ter esperado por ele milhares de anos soa a fantasia literária; mas a sua explosão transmite a verdadeira ideia do método científico e da natureza da ciência, uma ideia que desde então tem sido desfigurada e perdida pela tentativa continuada de a refazer à imagem de um ideal errado de objetividade.

Passando de Kepler para Galileu, vemos a transição para uma dinâmica em que, pela primeira vez, os números entram nas fórmulas matemáticas como quantidades medidas. Mas, com Galileu, esse uso aplica-se apenas aos acontecimentos terrestres, enquanto que a respeito dos movimentos celestiais continua a assumir a visão pitagórica, segundo a qual o livro da natureza é escrito em caracteres geométricos³. Em *Os dois Grandes Sistemas do Mundo* (1632) argumenta de acordo com a tradição pitagórica, partindo do princípio que as partes do mundo estão perfeitamente organizadas⁴. Também acredita que o movimento dos corpos celestes - e na realidade todos os movimentos naturais desse tipo - devem ser circulares. O movimento retilíneo implica mudar de lugar, e isso apenas pode acontecer da desordem para a ordem: ou seja, quer na transição do caos primitivo para a disposição correta das partes do mundo, como num movimento violento, ou seja, no esforço de um corpo movido artificialmente para voltar ao seu lugar "natural". Uma vez estabelecida a ordem do mundo, todos os corpos estão "naturalmente" ou em repouso ou em movimento circular. As observações de Galileu sobre o movimento por inércia ao longo de uma superfície terrestre plana foram por ele interpretadas como movimentos circulares à volta do centro da terra.

Logo o primeiro século após a morte de Copérnico foi inspirado por intimações pitagóricas. A sua última grande manifestação foi talvez a matemática universal de Descartes: a sua esperança de estabelecer teorias científicas pela apreensão de ideias claras e nítidas, que como tal fossem necessariamente verdadeiras.

Mas uma abordagem diferente estava já avançar gradualmente, a partir da outra linha do pensamento grego, a que faltava o misticismo de Pitágoras, e que registou observações de todo o tipo de coisas, mesmo que imperfeitas. Esta esco-

la, derivada dos filósofos ionianos, culminou em Demócrito, um contemporâneo de Sócrates, o primeiro a ensinar os homens a pensar em termos materialistas. Definiu o princípio: "Por convenção colorido, por convenção doce, por convenção azedo; na realidade, apenas átomos e o vazio"⁵. O próprio Galileu estava de acordo com isto; as propriedades mecânicas exclusivas das coisas eram primárias (usando a terminologia de Locke), as outras propriedade eram derivadas, ou secundárias. Eventualmente, parecia que as qualidades primárias de um tal universo podiam ficar sob controlo intelectual aplicando-se a mecânica newtoniana aos movimentos da matéria, enquanto que as qualidades secundárias podiam ser derivadas a partir desta realidade primária subjacente. Emergiu assim a concepção mecanicista do mundo que permaneceu virtualmente inalterada até ao fim do século passado. Neste sentido, a visão mecanicista do mundo era completamente objetiva. Mesmo assim, há uma alteração definitiva entre as concepções pitagórica e ioniana do conhecimento teórico. Os números e as formas geométricas já não se assumem como sendo, como tais, inerentes à natureza. A teoria já não revela a perfeição e a contemplação das harmonias da criação. Na mecânica newtoniana as fórmulas que governam o substrato mecânico do universo eram equações diferenciais, sem regras numéricas e sem exibirem qualquer simetria geométrica. Daí para a frente as matemáticas "puras", que antes eram a chave dos mistérios da natureza, tornaram-se estritamente separadas da *aplicação* das matemáticas à formulação de leis empíricas. A geometria tornou-se a ciência do espaço vazio; e a análise, desde Descartes afiliada à geometria, separou-se para uma região para além da experiência. As matemáticas representavam todo o pensamento racional que parecia necessariamente verdadeiro, enquanto que a realidade era sumariada pelos acontecimentos do mundo, que eram vistos como contingentes - ou seja, meramente tal como acontecia ser o caso.

A separação da razão e da experiência foi ainda mais pressionada pela descoberta da geometria não euclidiana. A partir daí negou-se às matemáticas a capacidade de afirmar algo para além de conjuntos de tautologias formulados dentro de um quadro convencional de notações. As teorias físicas foram do mesmo modo sujeitas a uma nova redução de estatuto. Por finais do século XIX apareceu uma nova filosofia positivista, a negar qualquer racionalidade às teorias científicas da física, uma reivindicação que condenava como metafísica ou mística. O primeiro, e mais enérgico e influente, desenvolvimento desta ideia foi devido a Ernst Mach, cujo livro, *Die Mechanik*, publicado em 1883, fundou a escola positivista de Viena. De acordo com Mach, a teoria científica é um mero sumário conveniente da experiência. O seu propósito é poupar tempo e dificuldades no registo de observações. É a adaptação mais económica do pensamento aos factos, e tão externa aos factos como um mapa, um horário, ou uma lista telefónica; na realidade, esta concepção

de teoria científica poderia mesmo incluir um horário ou uma lista telefônica entre as teorias científicas.

Negou-se, assim, à teoria científica todo o poder persuasivo que lhe é intrínseco, como teoria. Não deve ir para além da experiência, afirmando algo que não se pode testar pela experiência; e acima de tudo, os cientistas devem estar preparados para abandonarem imediatamente uma teoria, logo que uma observação se apresenta em conflito com ela. Na medida em que não for possível testar uma teoria pela experiência - ou a teoria não parece ser capaz de ser assim testada - deverá então ser revista de modo que as suas previsões se restrinjam apenas a grandezas observáveis.

Esta visão, que pode ser reconstituída até Locke e Hume, e que no absurdo moderno tem dominado quase inteiramente o pensamento do século xx sobre ciência, parece ser a consequência inevitável de separar, em princípio, o conhecimento matemático do conhecimento empírico. Passarei agora para a teoria da relatividade, que é suposta ter confirmado de forma brilhante esta visão da ciência, e mostrarei como, na minha opinião, antes pelo contrário, dá uma forte evidência para a sua refutação.

1.3. RELATIVIDADE

A história da teoria da relatividade é complexa, devido a um certo número de ficções históricas correntes. A principal delas pode ser encontrada em qualquer livro de texto da física. Diz que Einstein concebeu a relatividade em 1905 para explicar o resultado negativo da experiência de Michelson-Morley, realizada dezoito anos antes em Cleveland, durante 1887. Michelson e Morley alegaram ter encontrado que a velocidade da luz, medida por um observador terrestre, era a mesma em qualquer direção para onde quer que o sinal fosse enviado. Isso era surpreendente, pois esperava-se que, de algum modo, um observador se aproximasse dos sinais enviados na direção do movimento da terra, logo a velocidade deveria aparecer como inferior nessa direção, enquanto que para um observador que se afastasse do sinal na direção oposta, a velocidade deveria aparecer como superior. A situação é fácil de compreender imaginando o caso extremo, em que nos movemos na direção do sinal exatamente à velocidade da luz. A luz deveria parecer manter numa posição fixa, com uma velocidade nula, enquanto que, obviamente, um sinal enviado na direção oposta se deveria distanciar a uma velocidade dupla da velocidade da luz.

Esta experiência é suposta não ter evidenciado qualquer traço de tal efeito devido ao movimento terrestre, e assim - diz a história nos livros de texto - Einstein procurou explicar isso através de uma nova conceção do espaço e do tempo, de acordo

com a qual podíamos esperar observar invariavelmente o mesmo valor para a velocidade da luz, quer em repouso como em movimento. Logo, o espaço newtoniano, que está "necessariamente em repouso, sem referência a qualquer objeto externo", foi abandonado, assim como a distinção correspondente entre corpos em movimento absoluto e corpos em repouso absoluto, e foi criado um quadro conceptual em que apenas se podem exprimir os movimentos relativos dos corpos.

Mas os factos históricos são diferentes. Einstein já tinha especulado, enquanto aluno, com a idade de dezasseis anos, sobre as curiosas consequências que poderiam acontecer se um observador externo acompanhasse um sinal luminoso enviado por ele mesmo. A sua autobiografia revela que ele descobriu a relatividade

após dez anos de reflexão... a partir de um paradoxo que já tinha encontrado aos dezasseis anos. Se sigo um feixe de luz com a velocidade c (a velocidade da luz no vácuo), devo observar esse feixe de luz como um campo magnético espacialmente oscilante em repouso. No entanto, parece que tal coisa não existe, quer com base na experiência como de acordo com as equações de Maxwell. Desde o início pareceu-me intuitivamente claro que, julgado do ponto de vista de um tal observador, tudo teria que acontecer de acordo com as mesmas leis que para um observador que, em relação à terra, estivesse em repouso⁶.

Não há aqui qualquer menção à experiência de Michelson-Morley. Os seus resultados foram intuídos racionalmente por Einstein, na base da pura especulação, antes que ter alguma vez ouvido falar dela. Para ter a certeza disso, dirigi uma pergunta ao falecido professor Einstein, que me confirmou o facto da "experiência de Michelson-Morley ter tido um efeito insignificante na descoberta da relatividade"⁷.

Na realidade, o artigo original de Einstein que anuncia a teoria especial da relatividade (1905) deu pouca importância aos erros então correntes e relativos à origem da sua descoberta. Abria com um longo parágrafo onde referia as anomalias na eletrodinâmica dos meios móveis, mencionando em particular a falta de simetria no tratamento, por um lado, de um fio com uma corrente a fluir através dele e que se move em relação a um magneto em repouso, e por outro lado, de um magneto a mover-se relativamente à mesma corrente elétrica em repouso. Diz depois que "exemplos semelhantes, assim como tentativas sem sucesso para observar o movimento relativo da terra em relação à luz conduziram à conjectura que, tal como na mecânica, também na eletrodinâmica o repouso absoluto não é observável..."⁸. O relato habitual nos livros de texto sobre relatividade como uma resposta à experiência de Michelson-Morley é uma invenção. É o produto de

um preconceito filosófico. Quando Einstein descobriu racionalidade na natureza, sem qualquer ajuda de uma observação que já estava disponível pelo menos há cinquenta anos, os nossos livros de texto positivistas rapidamente abafaram o escândalo através de uma descrição embelezada da sua descoberta.

Há um aspeto desta história que é ainda mais curioso. O programa de Einstein foi largamente prefigurado pela mesma conceção positivista de ciência que o seu próprio resultado refutou de forma tão flagrante. Foi explicitamente formulado por Ernst Mach, que, como vimos, tinha primeiro avançado com a conceção de ciência como um horário ou uma lista telefónica. Criticou extensivamente a definição de espaço e de repouso absoluto em Newton, com base no facto de nada dizer que fosse possível testar pela experiência. Condenou isso como dogmático, pois ia para além da experiência, e *sem sentido*, dado não apontar seja para o que fosse que concebivelmente pudesse ser testado pela experiência⁹. Mach declarou que a dinâmica newtoniana devia ser reformulada para evitar referir-se a qualquer movimento de corpos, exceto como movimento relativo de uns corpos em relação a outros, e Einstein reconheceu a "profunda influência" que o livro de Mach tinha exercido nele quando era jovem, e subsequentemente na sua descoberta da relatividade¹⁰. Mesmo que Mach tenha estado certo ao dizer que o conceito newtoniano de espaço como repouso absoluto não fazia sentido - porque nada diz que se possa provar como verdadeiro ou falso - então a rejeição do espaço newtoniano por Einstein não pode ter qualquer impacto sobre aquilo que consideramos como sendo verdadeiro ou falso. Não podia ter levado à descoberta de qualquer facto novo. Na realidade, Mach estava muito errado: esqueceu-se da propagação da luz e não percebeu que nesse sentido a conceção de espaço por Newton estava longe de não ser testável. Einstein, que o percebeu, mostrou que a conceção newtoniana de espaço não era *sem sentido*, mas sim *falsa*.

O grande mérito de Mach esteve em atender a uma intimação de um universo mecânico sem a conjetura de Newton relativa a um único ponto em repouso absoluto. A sua visão era super-copernicana, totalmente em desacordo com a nossa experiência habitual. Recorde-se que qualquer objeto de que nos apercebemos é por nós indistintamente realçado contra um fundo que se considera em repouso. Pôr de lado esta declaração dos nossos sentidos, que Newton incorporou no seu axioma de um "espaço absoluto" dito "inescrutável e imutável", foi um passo enorme para uma teoria baseada na razão e que transcende os sentidos. O seu poder reside precisamente nesse apelo à racionalidade, que Mach queria eliminar das fundações da ciência. Não admira que ele tenha avançado com base em fundamentos falsos, atacando Newton por fazer uma afirmação vazia e ignorando o facto que, longe de ser vazia, a afirmação era falsa. Logo Mach prefigurou a grande visão teórica de Einstein, sentindo a sua racionalidade inerente, mesmo

quando tentava exorcizar a própria capacidade da mente humana, pela qual tinha conseguido adquirir essa compreensão.

Mas ainda falta contar uma parte quase caricata desta história. A experiência de Michelson-Morley, de 1887, que Einstein menciona a favor da sua teoria, e que desde aí os livros de texto têm apresentado como uma evidência crucial que o teria levado a formular essa teoria, na realidade não deu o resultado previsto pela relatividade! Admite-se que substanciou as reivindicações dos autores, segundo as quais as velocidades relativas da terra e do "éter" não excediam uma quarta parte da velocidade orbital da terra. Mas o efeito que na realidade foi observado não era desprezável; e até aos dias de hoje nunca se provou que fosse desprezável. A presença de um efeito positivo nas observações de Michelson e Morley foi assinalado em primeiro lugar por W. M. Hicks em 1902¹¹, e foi mais tarde avaliado por D. C. Miller como correspondente a uma "deriva do éter" de 8 a 9 kms por segundo. Mais, um efeito dessa ordem de grandeza foi depois reproduzido por D. C. Miller e colaboradores, numa longa série de experiências entre 1902 e 1926, em que repetiram a experiência de Michelson-Morley com equipamentos milhares de vezes mais precisos.

Um leigo, ensinado a venerar os cientistas dado o seu respeito absoluto pelos factos observados, e pelo distanciamento judicioso e puramente provisional da maneira como suportam as teorias científicas (sempre prontos a abandonar uma teoria face a uma qualquer evidência contraditória), podia muito bem ter pensado que, perante o anúncio por Miller de uma evidência esmagadora de um "efeito positivo", na sua alocução presidencial à American Physical Society em 29 de dezembro de 1925, que a sua audiência teria abandonado instantaneamente a teoria da relatividade. Ou, pelo menos, que os cientistas - habituados a olhar desde o seu pináculo de humildade intelectual sobre o resto da humanidade dogmática - deveriam suspender o seu julgamento desse assunto até que os resultados de Miller pudessem ser explicados, sem mais danos para a teoria da relatividade. Mas não: por essa altura já tinham fechado de tal forma as suas mentes a qualquer sugestão que ameaçasse a nova racionalidade conseguida pela visão do mundo de Einstein, que era quase impossível pensarem em termos diferentes. Pouca atenção foi dada às experiências e a evidência foi posta de lado na esperança de que um dia se mostrasse que estava errada¹².

A experiência de D. C. Miller demonstra muito claramente o vazio da asserção segundo a qual a ciência se baseia simplesmente em experiências que qualquer pessoa pode querer repetir. Mostra que qualquer verificação crítica de uma afirmação científica exige os mesmos poderes para reconhecer a racionalidade na natureza, tal como no processo de descoberta científica, mesmo que os exerça a um nível inferior. Quando os filósofos analisam a verificação das leis científicas,

escolhem invariavelmente, como espécimes, leis que não estão em dúvida, e, portanto, negligenciam inevitavelmente a intervenção desses poderes. Descrevem a demonstração prática de uma lei científica e não a sua verificação crítica. Como resultado, dão-nos uma explicação do método científico que, deixando de fora o processo de descoberta com o fundamento de que não segue um método definido¹³, negligencia também o processo de verificação, referindo-se apenas a exemplos em que não tem lugar qualquer verificação real.

Quando Miller anunciou os seus resultados, a relatividade tinha ainda feito poucas previsões que pudessem ser confirmadas por experiências. O seu apoio empírico assentava ainda, principalmente, sobre um certo número de observações já conhecidas. A explicação dada pela nova teoria acerca destes fenómenos já conhecidos foi considerada racional, porque os derivara de um único princípio racional convincente. Aconteceu o mesmo quando a explicação compreensiva de Newton sobre as três leis de Kepler, do período lunar e da gravitação terrestre - em termos de uma teoria geral da gravitação universal - recebeu imediatamente uma posição incomparável de autoridade, mesmo antes de qualquer previsão ter sido deduzida a partir dela. Foi esta excelência racional inerente que levou Max Born, apesar da forte ênfase empírica das suas explicações científicas, a saudar logo em 1920 "a grandeza, a ousadia e a franqueza do pensamento" da relatividade, que tornava a mundivisão da ciência "mais bela e grandiosa"¹⁴.

Desde então, a passagem dos anos trouxe a confirmação precisa e ampla de pelo menos uma das fórmulas da relatividade; provavelmente a única fórmula a aparecer na capa da revista *Time*. A redução de massa (m) pela perda de energia (e) que acompanha uma transformação nuclear foi repetidamente verificado que confirma a relação $e=mc^2$, em que c é a velocidade da luz. Mas tais verificações da relatividade não são mais do que confirmações dos juízos originais de Einstein e dos seus continuadores, que se comprometeram com a teoria ainda antes dessas verificações. E são uma justificação ainda mais notável dos esforços iniciais de Ernst Mach para uma fundação mais racional da mecânica, definindo um programa para a relatividade, num momento em que não se vislumbravam quaisquer vias para esse objetivo.

A beleza e o poder inerentes à racionalidade da física contemporânea são, como disse, de um tipo novo. Quando a física clássica ultrapassou a tradição pitagórica, a teoria matemática reduziu-se a um mero instrumento para calcular os movimentos mecânicos que se supõem subjacentes a todos os fenómenos naturais. A geometria também ficou de fora da natureza, clamando oferecer uma análise *a priori* do espaço euclidiano, que era considerado como a cena de todos os fenómenos naturais, mas não envolvido neles. A relatividade, e por consequência a mecânica quântica e a física moderna em geral, retrocederam portanto para

uma concepção mais matemática da realidade. As características essenciais da teoria da relatividade foram antecipadas como problemas não matemáticos por Riemann, no seu desenvolvimento da geometria não euclidiana, enquanto que a sua elaboração posterior baseou-se nos poderes até aí puramente especulativos do cálculo tensorial, que por um feliz acidente Einstein conheceu em Zurique através de um matemático. Do mesmo modo, Max Born encontrou um cálculo matricial pronto para lidar com o desenvolvimento da mecânica quântica de Heisenberg, sem o que, por sua vez, nunca teria chegado a conclusões concretas. Podem-se multiplicar estes exemplos, pelos quais a física moderna demonstrou o poder da mente humana para descobrir e exhibir uma racionalidade que governa a natureza, mesmo antes de se aproximar do campo da experiência em que previamente descobriu harmonias matemáticas que se haviam de revelar como factos empíricos.

Logo, a relatividade restaurou, até um certo ponto, a combinação da geometria e da física com o pensamento pitagórico, que este tinha ingenuamente tomado como garantida. Percebemos agora que a geometria euclidiana, que até ao advento da relatividade geral se considerava que representava corretamente a experiência, se referia apenas a aspetos relativamente superficiais da realidade física. Criou uma idealização das relações métricas entre corpos rígidos e elaborou-as exaustivamente, enquanto ignorava por completo as massas dos corpos e as forças que atuam sobre eles. A oportunidade para expandir a geometria de modo a incluir as leis da dinâmica foi dada pela sua generalização num espaço multidimensional e não euclidiano, o que foi conseguido pelo trabalho de matemáticas puras, antes de ser possível imaginar qualquer investigação empírica sobre esses resultados. Minkowski deu esse passo em 1908 ao apresentar uma geometria que exprimia a teoria especial da relatividade e que incluía a dinâmica clássica como um caso limite. As leis da dinâmica física apareciam agora como teoremas geométricos de um espaço não euclidiano a quatro dimensões. Investigações subseqüentes de Einstein levaram, por uma generalização adicional deste tipo de geometria, à teoria geral da relatividade, escolhendo os seus postulados de forma a produzirem expressões invariantes em relação a todos os quadros de referência, assumidos como sendo fisicamente equivalentes. Como resultado destes postulados, as trajetórias das massas seguem geodésicas e a luz propaga-se ao longo de linhas zero. Quando os princípios da física aparecem assim como instâncias particulares de teoremas geométricos, podemos inferir que a confiança depositada na teoria física deve muito ao facto de possuir o mesmo tipo de excelência de que, em geral, a geometria pura e a matemática pura derivam o seu interesse, e por causa da qual são cultivadas.

1.4. OBJETIVIDADE E FÍSICA MODERNA

Não podemos explicar verdadeiramente a nossa aceitação de tais teorias sem endossar o nosso reconhecimento de uma beleza que nos inebria e de uma profundidade que nos arrebatava. Mesmo assim, a concepção prevalecente de ciência, baseada na disjunção entre subjetividade e objetividade, tenta - e deve tentar a todo o custo - eliminar essas avaliações apaixonadas, pessoais, humanas das teorias da ciência, ou pelo menos minimizar a sua função para o nível de um assunto secundário que se pode desprezar. O homem moderno construiu como ideal de conhecimento um conceito de ciência natural como um conjunto de afirmações "objetivas", no sentido em que a sua substância é inteiramente determinada pela observação, mesmo que a sua apresentação possa ser conformada por convenção. Esta concepção, resultante de uma ânsia com raízes nas profundezas da nossa cultura, ficaria destruída se a avaliação da racionalidade na natureza tivesse que ser reconhecida como uma parte justificável, e sem dúvida essencial, da teoria científica. É por isso que a teoria científica é representada como uma mera descrição económica de factos; ou como uma incorporação de uma política convencional para extração de inferências empíricas; ou como uma hipótese de trabalho, adequada à conveniência prática do homem - interpretações que todas elas deliberadamente negligenciam o núcleo racional da ciência.

É também por isso que, se a existência deste núcleo racional se reafirma por si própria, o seu carácter ofensivo é encoberto por uma série de eufemismos, uma espécie de encobrimento semelhante ao usado nos tempos vitorianos, quando as pernas se chamavam membros - um expurgo que podemos observar, por exemplo, nas tentativas por substituir "racionalidade" por "simplicidade". É claro que é legítimo olhar para a simplicidade como *uma marca* da racionalidade e pagar tributo a qualquer teoria como um triunfo da simplicidade. Mas as grandes teorias raramente são simples, no sentido habitual do termo. Tanto a mecânica quântica como a relatividade são difíceis de entender: bastam cinco minutos para se memorizarem os factos explicados pela relatividade, mas podem não ser suficientes anos de estudo para se dominar a teoria e ver esses factos no seu contexto. Hermann Weyl deixou fugir o gato do saco quando disse: "a simplicidade necessária não é necessariamente a mais óbvia, mas devemos deixar que a natureza nos treine para reconhecer a verdadeira simplicidade intrínseca"¹⁵. Por outras palavras, a simplicidade em ciência pode-se fazer equivaler a racionalidade só se "simplicidade" for usada num sentido especial apenas conhecido dos cientistas. Só compreendemos o significado do termo "simples" recordando o significado do termo "racional" ou "razoável" ou "tal que devemos concordar com ele", que o termo "simples" é suposto substituir. O termo "simplicidade" funciona então como um mero disfarce para um outro significado. É usado para contrabandear

uma qualidade essencial da nossa apreciação de uma teoria científica, que um conceito errado de objetividade nos proíbe de reconhecer abertamente.

O que foi dito sobre "simplicidade" aplica-se igualmente a "simetria" e "economia". São elementos contributivos para a excelência de uma teoria, mas apenas contribuem para o seu mérito se os significados destes termos forem levados muito para além do seu âmbito normal, de modo a incluir, por uma espécie de pseudo substituição, as qualidades muito mais profundas que fazem exultar os cientistas perante uma visão como a da relatividade. Devem manter-se para aquelas peculiares harmonias intelectuais que revelam, mais profunda e permanentemente do que qualquer experiência sensorial, a presença da verdade objetiva.

Chamarei a esta prática uma pseudo substituição. É usada para rebaixar os poderes intelectuais, reais e indispensáveis do homem a fim de manter um quadro "objetivista" que de facto não pode ser explicado por eles. Funciona definindo o mérito científico em termos das suas características relativamente triviais, e fazendo-as funcionar como se fossem os verdadeiros termos que são supostas substituir.

Outras áreas da ciência ilustrarão ainda melhor estes poderes intelectuais indispensáveis e a sua participação apaixonada no ato de conhecer. É a esses poderes e a essa participação que eu me refiro no título deste livro como "conhecimento pessoal". Encontraremos o conhecimento pessoal a manifestar-se na apreciação da probabilidade e da ordem nas ciências exatas, e a trabalhar ainda mais extensivamente na forma como as ciências descritivas se baseiam em competências hábeis e no conhecimento prático das artes [nt: connoisseurship]. Em todos estes pontos, o ato de conhecer inclui uma avaliação: e este coeficiente pessoal, que conforma todo o conhecimento factual, faz assim a ponte entre a subjetividade e a objetividade. Implica a reivindicação que o homem pode transcender a sua própria subjetividade por um esforço apaixonado para cumprir com as suas obrigações pessoais para com padrões universais.