

são agradáveis quando cultivados, mas tornam-se repugnantes e penosos quando são negligenciados.

Não há condições prévias para a leitura deste livro excepto, para alguns estudantes não licenciados, a física teórica e um interesse inato pelo assunto. O livro tanto pode ser usado para leituras independentes como para um curso semestral com o nível sénior ou licenciatura.

Estou agradecido ao Canada Council por uma bolsa de investigação Killam que tornou possível a realização deste trabalho.

Mario Bunge

PHILOSOPHY

Capítulo I

FILOSOFIA: FAROL OU ARMADILHA *

Houve tempo em que toda a gente esperava quase tudo da filosofia. Era o tempo em que os filósofos esboçavam confiantemente as linhas principais de uma imagem do mundo e deixavam aos físicos a tarefa subalterna de a suprir em alguns pormenores. Quando esta abordagem apriorística falhou, o físico abandonou totalmente a filosofia. Hoje, nada de bom espera dela. De tal modo assim é que a simples palavra «filosofia» é capaz de suscitar nele um irónico ou mesmo desdenhoso sorriso. Ele é demasiado atilado para pedalar livremente no vazio.

Contudo, a negligência da filosofia nada adiantará. De facto, ao dizermos que não nos interessamos pela filosofia, o que estamos provavelmente a fazer é substituir a uma filosofia explícita, uma filosofia implícita, por isso, imatura e incontrolada. O físico típico do nosso tempo rejeitou os dogmáticos sistemas gastos — os quais eram meio inverificáveis, meio falsos e, em grande medida, estéreis, de qualquer modo — apenas para adoptar acriticamente um conjunto alternativo de princípios filosóficos. Esta filosofia de trazer por casa, extremamente popular na profissão desde o alvorecer do nosso século, é conhecida por *operacionismo*. Defende que um símbolo, como uma equação, só tem um significado físico enquanto diz respeito a alguma possível operação humana. O que acarreta que a física, na sua

* Alguns parágrafos são reproduzidos de Bunge (1970b) com a permissão do organizador e do editor.

totalidade, trata de operações, principalmente medidas e computações, em vez de tratar da natureza. Tal facto constitui um regresso do antropocentrismo prevalente antes do nascimento da ciência.

O estudante de física absorve a filosofia operacionista logo desde o início: encontra-a nos livros de texto, nos cursos e nas discussões de seminário. Raramente encontra alguma inquirição crítica desta filosofia, porque este exame é habitualmente feito por filósofos, que ele não lê. Além disso, se se sente tentado a criticar a filosofia das ciências oficial, cedo descobrirá que esperam que não o faça. O operacionismo é o credo ortodoxo e todo o desvio a seu respeito virá provavelmente a ser escarnecido ou mesmo punido.

De qualquer modo, tanto o operacionista como o seu crítico filosofam. Filosofar não é inabitual e não é difícil: o que é difícil é fazer um pouco de boa filosofia, mesmo mais difícil do que se abster de todo da filosofia. Em suma, o físico não é filosoficamente neutro.

Defende, quase sempre inconscientemente, um conjunto de princípios filosóficos que serão examinados agora.

1. A filosofia corrente da física

O físico contemporâneo, não importa quão sofisticado e crítico possa ser em questões técnicas, de modo habitual adopta dogmaticamente o que se pode chamar o Credo do Físico Inocente. Os principais dogmas deste credo são os seguintes:

(I) A observação é a fonte e a função do conhecimento físico.

(II) Nada é real a menos que se torne parte da experiência humana. A totalidade da física diz respeito à experiência mais do que a uma realidade independente. Por isso, a realidade física é um sector da experiência humana.

(III) As hipóteses e teorias da física não passam de experiência condensada, i. é, sínteses indutivas de itens experimentais.

(IV) As teorias físicas não são criadas, mas descobertas: podem ser descobertas em conjuntos de dados empíricos, tal como tabelas laboratoriais. A especulação e a invenção dificilmente desempenham qualquer papel na física.

(V) O objectivo do estabelecimento de hipóteses e da teorização é sistematizar uma parte do fundo crescente da experiência humana e prever possíveis novas experiências. Em caso algum se deve tentar explicar a realidade. Nunca deveremos tentar apreender o essencial.

(VI) As hipóteses e teorias que incluem conceitos não observacionais como os de electrão e de campo, não têm conteúdo físico: são meras pontes matemáticas entre observações reais ou possíveis.

Estes conceitos transempíricos não referem, portanto, objectos reais, apesar de imperceptíveis, mas apenas são auxiliares desprovidos de referência.

(VII) As hipóteses e teorias da física não são mais ou menos verdadeiras ou adequadas; visto que correspondem a itens que não existem de forma independente, apenas são modos mais ou menos simples e efectivos de sistematizar e enriquecer, e não componentes de uma imagem do mundo.

(VIII) Todo o conceito importante tem de ser definido. Consequentemente, qualquer discurso bem organizado deve começar por definir os termos-chave.

(IX) O que atribui significado é a definição: um símbolo indefinido não tem significado físico e, por conseguinte, só pode ocorrer em física como um auxiliar matemático.

(X) Um símbolo adquire um significado físico através de uma definição operacional. Qualquer coisa que não seja definida em termos de possíveis operações empíricas é, fisicamente, sem sentido e deveria portanto rejeitar-se.

Dê-se ou tire-se qualquer mandamento, a maior parte dos físicos contemporâneos parecem, pelo menos, ser pouco fiéis ao Decálogo precedente — não apenas no Mundo Ocidental, mas também noutros mundos. Isto não implica que todos aqueles que se declaram a favor do Decálogo vivam de acordo com ele. Na realidade, nenhum físico iria muito longe se tivesse de agir na suspensão do Decálogo, porque este nem reflecte a investigação real nem a promove. É o que tentarei mostrar a seguir — i. é, que o operacionismo é uma falsa filosofia da física.

2. Observação e realidade

O *Axioma I*, que considera a observação a fonte e o objecto do conhecimento físico, é parcialmente verdadeiro: não há dúvida de que a observação deve proporcionar algum conhecimento rudimentar. Mas mesmo o conhecimento comum vai muito para além da observação, quando postula a existência de entidades inobserváveis tais como o interior de um corpo sólido e ondas de rádio. É a física chega a ir mais longe, ao inventar ideias que não seria possível extrair da experiência comum, como o conceito de mesão e a lei da inércia. Em suma, é falso que a observação seja a origem de todos os itens do conhecimento físico. Tão falso como a afirmação de que as boas observações são as não corrompidas pela teoria.

Além disso, a observação, vista como um acto, não é assunto da física, mas da psicologia. Assim, a teoria da elasticidade trata de

corpos elásticos em vez de tratar das observações humanas desses corpos. Caso assim não fosse, o especialista em elasticidade observaria o comportamento dos colegas físicos em vez do comportamento dos corpos elásticos, e proporia hipóteses respeitantes ao conhecimento dessas coisas em vez de tentar pôr hipóteses acerca da estrutura interna e do comportamento patente dos corpos elásticos. A verdade é que alguns problemas elementares da elasticidade foram sugeridos pela observação inteligente (i.e., impregnada de teoria), e que qualquer teoria da elasticidade deveria ser testada por experiências que implicassem observações. Mas não é isto o que o Postulado I reclama.

O *Axioma II*, que pertence à metafísica, pretende dispensar o conceito de realidade; pelo menos, tenta pô-lo entre parêntesis durante a investigação científica. Até à era do operacionismo, qualquer físico pensava que estava a manipular coisas reais ou que tinha ideias a respeito delas. Isto é o que ainda faz quando trabalha, embora não quando filosofa: nestas ocasiões, o realista prático muitas vezes torna-se um empirista. Só alguns conservadores como Einstein se atreveram a sustentar, no verdadeiro apogeu do operacionismo, que a física tenta conhecer a realidade. A desconfiança perante o conceito de realidade parece ter sido herdado do empirismo inglês e de Kant — via positivistas e pragmatistas — que criticaram as alegações dos académicos e outros filósofos especulativos, de que eram capazes de apreender uma realidade imutável debaixo das mutáveis experiências humanas. Mas isso implica um uso muito especial do termo «realidade», que só tem interesse histórico. E, de qualquer modo, já não tem interesse açoitador o velho cavalo morto da metafísica tradicional: o que interessa é saber se a física está realmente ligada a uma metafísica da experiência, antes que à velha metafísica da substância, ou se não perdoa a nenhuma delas.

Certamente, a física não exclui o conceito de realidade mas limita-a ao nível físico, deixando às outras ciências a tarefa de investigar outros níveis — em particular, o da experiência humana. Nenhuma teoria física supõe que o seu objecto sejam sentimentos, pensamentos ou acções humanas: as teorias físicas tratam de sistemas físicos. Além disso, mesmo que a física não diga respeito à experiência humana, ela constitui uma extensão radical e um aprofundamento da experiência humana. Assim, a produção de uma radiação de partículas 1 GeV é uma nova experiência humana e também o é compreender a dispersão dessa radiação por um alvo dado, mas o objectivo do planeamento e do desempenho da experiência, assim como a elaboração da respectiva teoria, é conhecer mais sobre partículas, não sobre os homens. Do mesmo modo, o astrofísico que estuda as reacções termonucleares no interior das estrelas não as penetra, excepto intelectualmente: não tem experiência directa dos objectos do seu estudo. Contudo, acredita ou, pelo menos, espera que as suas

teorias tenham contrapartidas reais. Naturalmente, esta crença ou, de preferência, esperança não é infundamentada: diferentemente dos antigos metafísicos, o cientista testa as suas teorias contrastando-as com dados de observação — muitos dos quais foram reunidos à luz das próprias teorias que ele testa. Por outras palavras, ainda que experiências de diversos tipos sejam necessárias para testar as nossas ideias físicas, elas não constituem os referentes destas últimas. O referente intencionado de qualquer ideia física é uma coisa real. Se acontecer que esta coisa particular não seja real, tanto pior para a ideia. A realidade parece não se preocupar com os nossos erros. Mas, se negligenciarmos a realidade ou negarmos que existe alguma, acabamos por renunciar à ciência e adoptar a pior metafísica possível em seu lugar.

3. A natureza das ideias físicas

O *Axioma III* respeitante à natureza das hipóteses e teorias físicas, extrapola para a ciência física o que considera como uma parte de conhecimento ordinário. É verdade que muitos enunciados gerais são sínteses indutivas ou sumários de dados empíricos. Mas é falso que toda a ideia física geral seja formada por indução a partir de experiências individuais, p. ex., observações. Considerem-se as fórmulas da física teórica, mesmo as do género mais difícil — as da física do estado sólido. Todas elas contêm conceitos teóricos mais ou menos sofisticados afastados da experiência imediata. E o que é mais, as hipóteses e as teorias exsudam experiência em vez de a sumarizar, porque sugerem novas observações e experiências. Ainda assim, isto não é o mais importante quanto às funções das hipóteses e teorias: avaliamo-las primariamente porque nos permitem traçar um mapa da realidade mais ou menos esboçado e porque nos permitem explicá-la, mesmo se for apenas parcial e gradualmente.

Nada se explica por dizermos que qualquer coisa é um facto da experiência, ou por assegurarmos que um enunciado é uma embalagem de itens experimentais. A experiência é qualquer coisa que precisa de ser explicada, e a explicação é uma tarefa para as teorias. Em particular, as teorias físicas, em vez de serem unidades de experiência enlatada, permitem-nos explicar um lado da experiência humana, ela própria uma parte mínima da realidade. Mas não bastam porque toda a experiência humana é um macrofacto com muitos aspectos e ocorrendo a vários níveis, desde o nível físico até ao mental, de tal modo que uma explicação desejável dela apela para a cooperação de teorias físicas, químicas, biológicas, psicológicas e psicossociais. Em suma, as ideias físicas vão muito além da experiência e é por isso que elas podem contribuir para explicar a experiência. O terceiro axioma da filosofia oficial da física é, pois, falso. Também é

odioso, na medida em que reforça o mito de que, ainda que todas as experiências são importantes, nenhuma teoria é indispensável.

O *Axioma IV* é realmente uma consequência do Axioma III: se as teorias são sínteses indutivas, então não são criadas mas formadas pela aglomeração de particulares empíricos, da mesma maneira que uma nuvem é formada pela reunião de gotinhas de água. A falsidade desta tese decorre da falsidade do Postulado III, mas isso pode ser exposto de forma independente se se recordar que toda a teoria contém conceitos que não ocorrem nos dados empregados para a testar. Assim a mecânica do contínuo emprega o conceito de tensão interna, mas, visto que este conceito é inobservável, não figura nos dados usados para apoiar ou solapar qualquer hipótese particular respeitante à forma definitiva do tensor de força.

Mais um argumento, de natureza psicológica, pode ser brandido contra o Postulado IV, designadamente este. Nunca nenhuma teoria física surgiu a partir da contemplação das coisas, ou mesmo dos dados empíricos; toda a teoria física foi a culminação de um processo criativo indo muito mais longe do que os dados à disposição. Isto é assim não porque qualquer teoria contém conceitos que não ocorrem em enunciados experimentais para ela relevantes mas também porque, face a qualquer conjunto de dados, há um número ilimitado de teorias que os podem explicar. Não há um caminho de sentido único dos dados para as teorias; por outro lado, o caminho das suposições básicas de uma teoria para as suas consequências testáveis é único. Em suma, ainda que a indução seja ambígua, a dedução não é ambígua. Além disso, as teorias não são fotografias: não se assemelham aos seus referentes, mas são construções simbólicas erguidas em cada época com a ajuda dos conceitos disponíveis. As teorias científicas, longe de serem sínteses indutivas, são criações — sujeitas a testes empíricos para ser seguras, mas não menos criativas por causa disso.

4. Objectivo das ideias físicas

O *Axioma V*, respeitante ao objectivo das ideias físicas, é parcial e pressupõe que existe só uma finalidade. É verdade que sistematizar ou ordenar é um dos fins da teorização, mas não é o único. O quadro sinóptico, o índice numérico e o diagrama são alguns dos muitos meios de condensar e ordenar dados, mas nenhum deles é suficiente para explicar porque é que as coisas deveriam suceder como sucedem em vez de ser de outra maneira. A fim de explicar qualquer coisa, devemos deduzir enunciados descrevendo aquele facto, e a dedução apela para premissas que vão mais longe do que aquilo que está a ser explicado. Estas premissas são outras tantas hipóteses contendo conceitos teóricos. Em suma, a principal função das teorias físicas é fornecer explicações de factos físicos.

Mas há explicações superficiais e explicações profundas, e não nos decidiremos pelas primeiras se podemos conseguir as segundas. Ora, para explicar em profundidade, para ir ao âmago das coisas, precisamos de conjecturar mecanismos — não necessariamente ou mesmo habitualmente mecânicos. E os mecanismos, excepto para os microfísicos e propriamente mecânicos, escapam à percepção. Só teorias profundas (não fenomenológicas) os podem explicar. Em suma, para se conseguir explicações profundas, quer na física ou em qualquer outra ciência, devem inventar-se teorias profundas: teorias que transcendem tanto a experiência como as teorias do tipo caixa negra.

Em muitos casos, essas teorias profundas parecem aproximar-se da essência dos seus objectos; ou antes, das suas propriedades essenciais ou originárias. Por isso, já não pode sustentar-se que a física, por não ir além de relações e regularidades, não apreende a essência das coisas. Existem propriedades essenciais ou básicas, tais como massa e carga, que originam muitas outras propriedades; do mesmo modo, existem tipos básicos ou essenciais, que implicam algumas dessas propriedades originárias, que suscitam tipos derivados. Certamente, não há essências imutáveis que só a intuição possa apreender. Além disso, qualquer hipótese respeitante à característica essencial de um dado feixe de propriedades e leis está sujeita a correcção. Mas o facto é que, na medida em que a física transcende a abordagem externa ou behaviorista — que é necessária, mas insuficiente — ela destrói o Postulado V.

5. Conceitos teóricos e verdade

O *Axioma VI* é comum ao convencionalismo, pragmatismo e operacionismo (que devem ser olhados como a filosofia da ciência do pragmatismo). Se for adoptado, muitíssimos referentes da teoria física são abandonados e ficamos com cálculos vazios. Por isso, o que caracteriza uma teoria física por contraste com uma teoria puramente matemática, é que a primeira diz respeito — quer correcta quer erradamente — a sistemas físicos. Se uma teoria não trata de uma classe de sistemas físicos, então não se qualifica como uma teoria física. Por isso, o sexto dogma é semanticamente falso. Também é psicologicamente falso, porque se as teorias fossem unicamente máquinas de polir dados, ninguém se maçaria a construí-las: o alvo do teórico é produzir uma explicação de um pedaço da realidade. Em suma, o Postulado VI é falso, no fim de contas. Contudo, teve o mérito histórico de desacreditar o realismo ingénuo: agora começamos a compreender que as teorias físicas não são retratos da realidade, mas implicam simplificações brutais que induzem a esquemas ideais ou a modelos do objecto, tais como o campo homogéneo e

as partículas livres. Também ficamos a saber que, em adição a essas primeiras aproximações, temos de introduzir convenções tais como as de unidades de medida. Mas nada disto torna a física uma mera ficção ou um conjunto de convenções, da mesma maneira que uma descrição, pela linguagem corrente, de um fenómeno observável não é vazia por ter sido incluída num sistema convencional de signos.

Quanto ao *Axioma VII*, que procura eliminar o conceito de verdade, deriva da tese convencionalista. Porque, se a física não trata de objectos reais, então os seus enunciados não o são, i. é, não são fórmulas mais ou menos verdadeiras (ou falsas). Mas esta doutrina não condiz com a prática do físico. De facto, quando o teórico deriva um teorema, afirma que este é verdadeiro na teoria ou teorias, a que pertence. E quando o experimentador confirma esse teorema no laboratório, infere que o enunciado é verdadeiro, pelo menos, parcialmente relativo aos dados empíricos considerados. Em suma, tanto o físico teórico como experimental usam o conceito de verdade e devem sentir-se insultados se lhes disserem que não procuram a verdade.

Decerto, as verdades possíveis em física são verdades relativas no sentido de que se conservam, no máximo, relativas a certos conjuntos de proposições que são momentaneamente tomadas como garantias, i. é, que não são postas em causa no contexto dado. São também verdades parciais ou aproximadas, porque a confirmação é sempre parcial e, além disso, temporária. Mas a verdade não é uma ilusão por ser relativa e parcial. Quanto à simplicidade e à eficiência que o pragmatista cultiva em lugar da verdade, elas não se encontram em toda a teoria. As teorias físicas mais profundas, tais como a relatividade geral e a mecânica quântica, são também as mais ricas. E a eficiência prática só pode ser obtida quando se passa à ciência aplicada ou à tecnologia. Quer seja simples ou complexa, uma teoria física não é nem eficiente nem ineficiente, mas mais ou menos verdadeira. Uma teoria inferior aplicada com habilidade a fins práticos pode ser tão eficiente como uma teoria refinada, apesar de normalmente, quanto maior a verdade, maior ser a eficiência. De qualquer modo, a eficiência não é inerente às teorias: é uma propriedade do par fins-meios; as teorias ocorrem entre os meios empregues na tecnologia, mas é só em relação aos objectivos que a sua eficiência pode ser julgada. A conclusão é que o postulado VII da filosofia oficial da física é falso.

6. Definição

O *Axioma VIII*, que exige que todo o conceito deveria ser definido antes de ser usado, é redondamente absurdo. Um conceito, se for definido, é construído em termos de outros conceitos, de modo que

alguns deles têm de permanecer indefinidos. Assim os conceitos de massa e força são primitivos (indefinidos) na mecânica Newtoniana. Contudo, não são obscuros ou indeterminados, já que são especificados por um número de fórmulas. Uma teoria bem construída não começa com um feixe de definições mas, de preferência, com uma lista de conceitos indefinidos, ou primitivos. Estes são as unidades que, aglutinadas com conceitos lógicos e matemáticos, ocorrem novamente em cada fase na construção de uma teoria. São os conceitos básicos ou essenciais numa dada teoria, os que não podem ser dispensados. Todos os outros conceitos, i. é, aqueles que são definíveis em termos dos primitivos, são logicamente secundários. Por isso é que o dogma VIII, a que muitos livros se tentam ajustar, é errado.

O *Axioma IX*, respeitante ao procedimento pelo qual um significado é atribuído a um símbolo, em geral não se mantém. As definições atribuem significado sob condição de que sejam construídas em termos de símbolos que já tenham, eles mesmos, um significado. E esses símbolos definidores não podem receber um significado por meio de definições, precisamente porque são definidores, não definidos. Por conseguinte, deve utilizar-se outro meio deferente da definição, em ordem a delinear o significado de um símbolo físico básico ou indefinido.

O melhor que podemos fazer é estabelecer as três condições que o símbolo deve satisfazer: (a) as condições matemáticas, i. é, as propriedades formais que se supõe ter, (b) as condições semânticas, i. é, que objecto físico ou propriedade é suposto representar, e (c) as condições físicas, i. é, as relações que se presume manter com outros símbolos fisicamente significativos na teoria. Visto que toda a condição deste tipo é um axioma ou um postulado, vemos que a tarefa de atribuir significados físicos de um modo não ambíguo e explícito é desempenhado pela axiomatização da teoria na qual os símbolos considerados correm. (Sobre isto ver os Capítulos 7 e 8.) Assim, na mecânica do contínuo «T» é um símbolo primitivo que designa um conceito; o de tensão interna — que tem uma forma matemática definida (designadamente um campo de tensor sobre um contínuo quadri-dimensional) e um referente definido (designadamente uma propriedade de um corpo). Esta última suposição, de natureza semântica, não é uma convenção como uma definição, mas uma hipótese. De facto, talvez venha a ser vazia; além disso, tanto quanto sabemos não há corpos materiais contínuos. Mas a teoria põe a hipótese de que tais coisas existem. E se a teoria funciona, então os corpos podem ser aproximadamente contínuos. Em suma, o que atribui um significado para um símbolo físico básico não é uma definição, mas uma teoria inteira, com os seus três ingredientes: as suposições matemática, semântica e física. Se a teoria se revelasse falsa, os seus elementos primitivos ainda conservariam um significado definido, mas tornar-se-iam inúteis. De qualquer modo, o dogma IX está

errado, porque só os símbolos definidos ou secundários adquirem um significado por meio de definições.

7. Definição operacional

Finalmente, também o *Axioma X*, relativo às chamadas definições operacionais, é falso. Quando aplicado ao caso da força E do campo eléctrico, este dogma sustenta que « E » adquire um significado físico só quando é prescrito um procedimento para medir os valores de E . Mas, isto é impossível: as mensurações permitem-nos apenas determinar um número finito de valores de uma função e , além disso, elas só produzem valores racionais ou fraccionários. Por outro lado, o valor numérico de uma grandeza ou de uma quantidade física é apenas uma constituinte dela. Por exemplo, o conceito de campo eléctrico é, falando matematicamente, uma função e , por conseguinte, tem três ingredientes: dois conjuntos (o domínio e âmbito da função) e a correspondência precisa entre eles. Um conjunto de valores medidos é apenas uma amostra do domínio da função. A menos que se tenha uma ideia claramente elaborada de toda a coisa não se poderia mesmo saber como conseguir uma tal amostra. Isto é, longe de atribuir significados, a mensuração supõe-nos.

Além disso, as medidas do valor de E são sempre indirectas: os campos só são acessíveis à experiência através das suas acções ponderomotoras. E o que é mais, há muitas maneiras de medir valores de E . Por conseguinte, se cada um deles houvesse de determinar um conceito de força do campo eléctrico, deveríamos ter um número de diferentes conceitos de campo eléctrico em vez do único conceito que integra a teoria de Maxwell. Se desejarmos saber o que significa « E » precisamos de olhar para o interior da teoria de Maxwell. Os significados não são determinados pela acção, mas pelo pensamento. Só quando temos uma ideia razoavelmente clara, vale a pena ir para o laboratório. Em suma, o *Axioma X* é falso; não há definições operacionais. A crença de que elas existem provém de uma confusão elementar entre definir (uma operação puramente conceptual e, por conseguinte, que não se aplica aos conceitos básicos) e mensuração — uma operação que não é só empírica, mas também conceptual.

Isto encerra a nossa crítica do Credo do Físico inocente. Empregou alguns instrumentos filosóficos — principalmente lógicos e semânticos — e alguns contra-exemplos tomados da física. O resultado final é claro: na medida em que a nossa crítica é justificada, a filosofia feita de um modo explícito pode ser útil para levantar um pouco do nevoeiro que paira sobre os físicos.

8. Para uma nova filosofia da física

O fracasso do operacionismo não põe fim à filosofia da física. Há muitas alternativas ao operacionismo e têm estado à mão por muito tempo: quase todas as escolas filosóficas o são. Contudo, a maior parte das escolas filosóficas, com excepção do operacionismo, não conseguiram atrair a atenção dos físicos, e isto pelas razões seguintes. Primeiro, essas filosofias são o trabalho de filósofos profissionais e não de cientistas, e é natural (embora não seja ao mesmo tempo racional) que um cientista se deva sentir inclinado a desacreditar os filósofos e a acreditar em vez disso num colega cientista, que parece produzir uma filosofia por si só e que fala a sua própria linguagem. Segundo, as filosofias gerais que competem com o operacionismo são habitualmente demasiado gerais e, por vezes, também obscuras: raramente se esforçam por realizar uma análise pormenorizada de um fragmento genuíno de ciência e, por outro lado, dão importância a pontos extracientíficos (religiosos, políticos, etc.) que não têm apoio imediato em teorias ou experiências científicas. Terceiro, a maior parte das filosofias da física, além do operacionismo, dificilmente são relevantes para os físicos: não dizem respeito a casos actuais de teorização e experiência e lidam com mini-problemas cuja solução não faria diferença de uma ou de outra maneira: passam por alto os verdadeiros problemas ou tentam manejá-los sem qualquer conhecimento especializado. Em suma, há razões, pelo menos duas boas razões, pela falta de interesse do físico na maior parte das filosofias da ciência.

O fracasso tanto do operacionismo como das filosofias tradicionais da física para levar a cabo adequadas análises da física constitui um desafio para se construir uma filosofia da física alternativa. A nova filosofia de que a física necessita devia ser a sua consciência e o seu crivo: deveria ajudar a física a criticar-se a si própria e também a explorar novos problemas e métodos. Os principais ingredientes desta nova filosofia da física (NFF) deveria ser esta:

Equação do movimento: O *input* específico da NFF deveria ser toda a física, passada e presente, clássica e quântica. O *output* correspondente deveria ser uma descrição realista (análise e teoria) de procedimentos de pesquisa actuais e óptimos, de ideias concebidas e concebíveis, de objectivos correntemente perseguidos e possíveis tanto na física teórica como experimental.

Condição: A NFF deve acompanhar não só os avanços na física, mas os relevantes avanços na filosofia exscta, particularmente em lógica e semântica.

Condição limite: A NFF deveria continuar a maior parte da tradição filosófica, assimilando-a criticamente.

Esta nova filosofia da física está em construção: mostraremos isso em várias partes deste livro. De momento, façamos um levantamento de alguns dos problemas que são normalmente investigados no espírito da nova filosofia: isto, mais do que uma enumeração de trabalhadores e de trabalhos, deve dar uma ideia da vitalidade do campo e da sua relevância para a actual pesquisa física. Aqui vão eles numa alegre desordem:

— A relatividade a uma estrutura referencial equivale à dependência do observador e, assim, à subjectividade?

— A invariância sob transformações coordenadas assegura o significado e a objectividade?

— Os eventos quânticos são inconcebíveis sem a presença de um observador?

— A teoria quântica diz respeito a objectos físicos autónomos ou antes a blocos não-analisáveis formados pela fusão de micro-objectos, instrumentos de medida e observadores?

— Existem conceitos estritamente observacionais nas teorias físicas?

— Como são observáveis os chamados observáveis da teoria quântica e da relatividade geral?

— Quais são os alvos de uma teoria física: sistematizar dados, computar predições, guiar pesquisa ulterior, e/ou explicar factos?

— É verdade que não se pode explicar sem recorrer a imagens familiares ou a modelos pictóricos, e que, como consequência, a mecânica quântica e a relatividade geral não têm poder explanatório?

— É possível fazer experiências sem a ajuda de teorias e assim coligir dados isentos de teoria?

Centenas de outros problemas na habitual filosofia da física podem ser recolhidos da literatura, em particular dos periódicos *Philosophy of Science*, *British Journal for the Philosophy of Science*, *Synthese*, e *Dialectica*. Todavia, tal opulência de questões (para não mencionar as respostas) não constitui prova de que a filosofia da física, mesmo que liberta dos defeitos tanto do operacionismo como da escola tradicional de filosofia, sirva um propósito útil. Voltemos a esta questão.

9. As funções da filosofia

A filosofia da física é um ramo da filosofia das ciências, juntamente com disciplinas similares tais como a filosofia da biologia e a filosofia da psicologia. Em contrapartida, a filosofia das ciências não passa de um dos ramos da filosofia — sendo os outros a lógica, a epistemologia geral, metafísica, teoria dos valores e ética. Vimos

que uma filosofia errada deve obstar à correcta compreensão da teoria e experimentação físicas. Pode mesmo atrasar o progresso da pesquisa ao banir programas inteiros de investigação incompatíveis com aquela filosofia, ou ao encorajar programas superficiais ou mesmo estérteis. Pode a filosofia fazer melhor do que isto? Pode desempenhar uma função positiva? Certamente que pode e, algumas vezes, deve. Abundam exemplos históricos, mas não os usaremos, porque a adopção declarada de uma dada filosofia não prova a sua observância. Estamos interessados nas funções da filosofia que são conceptualmente possíveis.

A filosofia da física pode desempenhar, pelo menos quatro funções úteis, que podem chamar-se a assimilação filosófica, a planificação de pesquisa, o controlo de qualidade, e a limpeza doméstica. Explicitamente:

(i) *A assimilação filosófica* da física consiste em enriquecer a filosofia pelo processamento de ideias e métodos desenvolvidos na física. Ao analisar o trabalho actual dos físicos experimentais e teóricos, o epistemólogo deve conceber hipóteses gerais respeitantes à natureza do conhecimento humano e aos meios de o aumentar ou diminuir. Ao examinar profundas teorias físicas, o metafísico deve inventar teorias gerais acerca da natureza das coisas. Em suma, a filosofia da física pode contribuir (e, de facto, contribuiu muitas vezes) para a expansão, ou mesmo para a renovação da filosofia.

(ii) *A planificação da pesquisa* é sempre feita com uma ou outra filosofia no espírito. Se o guia (ou desencaminhador) é uma estreita filosofia empirista, a pesquisa limitar-se-á a uma acumulação de dados e a teorias fenomenológicas ou de caixa negra cobrindo esses dados sem os explicar. Por outro lado, se for adoptada uma filosofia mais liberal, então não serão impostas quaisquer limitações ao fundamento da teoria nem à dependência das experiências em relação às teorias. Em particular, a procura de teorias arrojadas e de novas espécies de dados será então encorajada em vez de ser vituperada. O orçamento é apenas um item a ser tomado em consideração na programação da pesquisa: a filosofia das ciências é um item ainda mais importante e que, em parte, determinará a grandeza do orçamento, visto que a filosofia configura o principal objectivo da pesquisa. Se a meta é multiplicar os dados, pedem-se mais instrumentos e facilidades de computador. Se os objectivos consistem em encontrar novas leis e desenvolver e testar teorias ambiciosas, pedem-se mais experimentadores engenhosos e teóricos.

(iii) *O controlo de qualidade* da pesquisa consiste em confrontar e avaliar a importância e o significado dos resultados experimentais e teóricos. Os dados são fidedignos? Têm algum valor para teorias experimentais, ou põem-nas em acção, ou levantam questões apelando para novas teorias? As teorias valerão a pena? A resposta a qualquer uma destas questões implica algumas ideias filosóficas sobre a natu-

reza da verdade, a interacção entre a experiência e a razão, a estrutura das teorias científicas, e assim por diante. Considerem-se apenas os vários critérios propostos para avaliar as pretensões de verdade de uma teoria: para algumas, a chancela da verdade é a simplicidade; para outras, é a beleza; para a maior parte, uma forte confirmação empírica; para muitas, o desempenho tecnológico; e assim por diante.

(iv) Por *limpeza doméstica* quero dizer, naturalmente, o processo sem fim de clarificação de ideias e de procedimentos. Certamente, a actual formação de novos conceitos físicos, hipóteses, teorias e procedimentos é tarefa do físico profissional. Mas a sua sujeição a um escrutínio crítico da pesquisa apela para certo rigor lógico, epistemológico e metodológico. E deixá-los viver e mostrar o seu valor requer uma tolerância que só um bom filósofo pode ensinar.

Planificação da pesquisa, controlo de qualidade dos produtos acabados e limpeza doméstica implicam, pois, alguma filosofia: o físico que empreende qualquer dessas tarefas torna-se um filósofo a meio-tempo. E um filósofo a meio-tempo tirará o melhor partido do seu tempo, se estiver adequadamente equipado.

10. O papel da filosofia no treino dos físicos

Qualquer físico que arranhar a superfície do seu próprio trabalho é obrigado a encarar a filosofia, mesmo que talvez não dê por isso. Se reconhecer a besta, ele tem duas possibilidades. Uma é deixar-se submeter, i. é, sucumbir perante a filosofia prevalecente, a qual, por ser popular, é forçosamente inferior e até mesmo retrógrada. A outra possibilidade é estudar a besta esperando domá-la — i. é, informar-se de algumas das pesquisas na filosofia da física, examinando-as criticamente e tentando colocá-las ao serviço do seu próprio trabalho científico.

O físico que recusa deixar-se prender a uma filosofia anacrónica e está disposto a olhar a filosofia como um possível campo de inquirição exacta pode esperar muito de tal abordagem. A leitura de filósofos imaginativos pode sugerir-lhe novas ideias. O estudo da lógica aumentará os seus padrões de clareza e rigor. O hábito da análise semântica ajudá-lo-á a descobrir os referentes genuínos das suas teorias. A familiaridade com profissionais da dúvida protegê-lo-ão contra o dogmatismo. O conhecimento de imensos problemas não resolvidos e de grandes esquemas encorajá-lo-ão a empreender programas de pesquisa a longo prazo em vez de coxear de um pequeno problema elegante para outro. A consciência da unidade metodológica de todos os ramos da física e, de facto, de todas

as ciências, impedirá a sua super-especialização — uma das principais causas de desemprego na crise da profissão, na altura em que escrevo. Se nada mais houver, uma pitada de filosofia reforçará a fé do teórico e do experimentalista no poder das ideias e na necessidade do criticismo.

Em suma, a filosofia está sempre connosco. Por isso, o mínimo que deveríamos fazer é estar informados.