O VALOR DA TEORIA FÍSICA (A propósito de um livro recente)¹

A filosofia esteve, desde as mais antigas especulações que chegaram ao nosso conhecimento, indissolivelmente ligada à ciência da natureza, dos números e das figuras. Há cerca de cem anos, essa ligação várias vezes milenar que unia a filosofia primeira à filosofia natural pareceu ter-se enfraquecido a ponto de se romper. Deixando ao geômetra e ao experimentador o cuidado, cada vez mais minucioso e cansativo, de trabalhar para o progresso das ciências particulares, o filósofo tomou por objetos exclusivos de suas meditações as idéias mais gerais da metafísica, da psicologia e da moral. Desde então, seu pensamento pareceu mais leve, mais apto a se elevar a alturas que os sábios não tinham podido atingir até então, encarregados que estavam de mil conhecimentos estranhos ao seu verdadeiro e nobre estudo.

Desembaraçada das matemáticas, da astronomia, da física, da biologia, de todas as ciências de caminhar lento, de técnica complicada, de terminologia difícil e incompreensível para os leigos, a filosofia tomou a forma de uma doutrina fácil, acessível ao grande público, capaz de formular seus ensinamentos numa linguagem eloqüente que todos os homens cultos pudessem entender.

A moda dessa filosofia separada não foi de longa duração; os espíritos lúcidos não tardaram a perceber o princípio vicioso que apenas encobre as aparências sedutoras desse método. Sem dúvida, ela parecia bem mais leve que a antiga sabedoria, curvada sob o peso enorme das ciências de detalhe. Mas, se ela parecia alçar vôo com menor dificuldade não era porque suas asas fossem mais longas e mais poderosas; mas porque simplesmente se tinha esvaziado do conteúdo ao qual devia sua solidez, reduzindo-se a uma mera forma destituída de matéria.

Numerosas foram as vozes que lançaram o grito de alerta; a reforma tentada no começo do século XIX punha em perigo o próprio futuro da filosofia. Se não se quisesse ver a filosofia degenerar num falatório cuja sonoridade revelava o vazio, era preciso dar-lhe rapidamente o alimento de que ela se tinha por tanto tempo nutrido e do qual se tinha pretendido privá-la. Longe de separá-la das ciências particulares, era preciso nutri-la

(1) Abel Rey, *La Théorie de la Physique chez les Physiciens Contemporains*, Paris, Felix Alcan, 1907. O artigo de Duhem, aqui traduzido, foi publicado com o título "La Valeur de la Théorie Physique", *Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées*, Vol.1, janeiro 1908, pp.7-19.

com os ensinamentos dessas ciências, para que ela os absorvesse e os assimilasse; era preciso que ela merecesse de novo o título que há tanto a ornava: *Scientia scientiarum*.

O conselho era mais fácil de dar que de seguir. Quebrar uma tradição é fácil; renová-la não o é. Entre as ciências particulares e a filosofia, um abismo se abriu; o istmo que ligava outrora esses dois continentes entre si, que estabelecia entre eles uma contínua troca de idéias, estava agora rompido e as duas pontas que se tratava de reunir jaziam no fundo do abismo. A partir de então, privados de todo meio de comunicação, os habitantes das duas margens, filósofos de um lado, homens de ciência do outro, estavam impossibilitados de coordenar seus esforços no sentido de obter a união que todos sentiam necessária.

Entretanto, de um e de outro lado, homens audazes puseram mãos a obra. Dentre aqueles que se tinham dedicado às ciências particulares, muitos tentaram apresentar aos filósofos, numa forma que pudesse satisfazê-los, os resultados mais gerais e mais essenciais de suas minuciosas pesquisas. Por seu lado, certos filósofos não hesitaram em aprender a linguagem da matemática, da física, da biologia, em familiarizar-se com a técnica dessas diversas disciplinas, a fim de poder tomar emprestado aos tesouros que elas tinham reunido tudo o que pudesse enriquecer a filosofia.

Em 1896, um professor auxiliar de filosofia, antigo aluno do Departamento de Letras da Escola Normal, defendeu na Faculdade de Letras de Paris uma tese sobre o *infinito matemático*. Foi um acontecimento com justiça ressaltado; e Couturat indicou aos menos atentos o retorno da filosofia ao estudo das ciências, a retomada da tradição por tanto tempo abandonada.

Ao escolher como tema de sua tese de doutorado em Letras a *Teoria da Física nos Físicos Contemporâneos*, Abel Rey estreita as relações que Couturat tinha reatado. Tivesse ele feito apenas isso, já mereceria o reconhecimento de todos os que se preocupam com o futuro da filosofia.

Mas sua obra não tem apenas esse valor. Ela vale ainda pela importância do problema que o autor examinou e pelo cuidado com o qual preparou a solução que propõe.

1.

Em primeiro lugar, eis os termos (p.III) em que Rey coloca o problema:

"O movimento fideista e anti-intelectualista dos últimos anos do século XIX pretende, ao fazer da ciência uma técnica utilitária, apoiar-se numa análise da ciência física mais exata e mais profunda que todas as que tinham sido feitas até então. Esse movimento expressaria o espírito geral da física

contemporânea e resumiria as conclusões necessárias de um exame imparcial de suas proposições, de seus métodos e de suas teorias..."

"Verificar se essas afirmações eram fundadas, esta é a idéia diretriz que me levou a empreender este trabalho."

A solução que o autor desejaria dar a essas questões é a seguinte (p.363):

"Sim, a ciência, e particularmente as ciências físicas, têm um valor utilitário; esse valor utilitário é considerável. Mas ele é pequeno em comparação com seu valor como saber desinteressado. E sacrificar este aspecto ao outro significa ter passado ao largo da verdadeira natureza da ciência física. Pode-se mesmo dizer que a ciência física não tem, por si mesma e em si mesma, senão um valor enquanto saber."

Pode-se ir ainda mais longe (p.367): "*Não conheceremos no sentido estrito da palavra* senão o que a ciência física for capaz de atingir e nada mais. Não haverá outro meio de conhecer no domínio que é o objeto da física. Assim, ainda que seja humana a medida da ciência física, é forçoso contentar-nos com esta ciência."

O pragmatismo contemporâneo afirmou que as teorias físicas não teriam nenhum valor como saber; que seu papel era totalmente utilitário; que as teorias, em última análise, nada mais eram que *receitas cômodas* que nos permitem agir *com sucesso* no mundo exterior. Contra essa afirmação, trata-se de justificar a antiga concepção da física: a teoria física não tem apenas utilidade prática; ela tem ainda, e sobretudo, um valor como conhecimento do mundo material. Esse valor, ela não o obtém de um outro método que, aplicado ao mesmo tempo que ela aos mesmos objetos, supriria as insuficiências do método físico e conferiria a suas teorias um valor transcendente à sua própria natureza. Não há outro método além do método físico que possa servir ao estudo dos objetos de que trata a física. O método físico retira de si mesmo a justificação das teorias físicas; ele, e somente ele, determina o que elas valem enquanto saber.

Aqui está enunciado o problema e formulada a solução. E, para que nenhuma incerteza venha perturbar o debate, lembremos cuidadosamente que esse debate não diz respeito à física inteira. Os fatos da experiência estão fora de questão. Ninguém, exceto os céticos, cujos propósitos escapam a toda discussão, contesta seu valor documental ou nega que sejam para nós ensinamentos sobre o mundo exterior. O único ponto em litígio é o valor da *teoria física*.

Conhecemos agora a questão que levou o autor a escrever sua obra; conhecemos o fim que ele deseja atingir. Do ponto de partida ao ponto de chegada, que caminho percorrerá?

Existe um caminho que pareceria ser o mais direto e seguro. Consistiria em avaliar um após o outro, em examinar com minúcia, os argumentos de que se serve o pragmatismo e pôr em evidência o defeito que

nome com as mais brilhantes descobertas, não podem enganar-se, até de modo grosseiro, a respeito do fim e do valor da ciência à qual consagraram a vida? Não descobriu Cristovão Colombo a América pensando dirigir-se às Índias? E não é um dos temas favoritos do pragmatismo que os homens de ciência freqüentemente se iludam quanto à natureza exata das verdades que descobrem? Não subscreve ele esta fórmula de Maurice Blondel, tão enérgica em sua estranha forma: "A ciência não conhece o que conhece tal como ela o conhece"?

Abel Rey, além disso, compreendeu muito bem que, para conhecer o verdadeiro valor da teoria física, não seria suficiente, a esse respeito, organizar um plebiscito entre os físicos. Deixando de lado a multidão laboriosa que povoa os laboratórios, colheu apenas a opinião daqueles que viveram um pouco à parte dos conflitos e que, do alto de "pequenos outeiros distantes", puderam discernir o movimento geral desse assalto lançado à verdade. Assim, o autor se ateve exclusivamente à opinião desses homens que não mantêm, com relação ao valor das teorias físicas, a confiança cega do pesquisador; que submeteram esse valor a uma severa crítica, antes de lhe conferir credibilidade. Portanto, as opiniões desses homens não contava, para ele, apenas como a voz de um físico qualquer. Ele atribuiu a essas opiniões um peso especial, e esse peso, de onde provinha senão da análise lógica que transformara uma tendência instintiva em uma convicção ponderada? Vale dizer que não basta anotar o parecer de um lógico da física e constatar que ele é favorável à tese do autor. É preciso ainda examinar escrupulosamente a série de deduções que serviram para justificar esse parecer: ele vale o que valem esses raciocínios. Abel Rey não ignorou a necessidade de tal crítica. Foi ela sempre, em sua obra, tão severa e tão minuciosa quanto poderia ter sido? A satisfação de chegar a uma conclusão conforme as aspirações do autor não o impediu, por vezes, de perceber as lacunas que separavam essa conclusão das premissas? Não ousaríamos afirmá-lo.

2.

Antes de recolher a opinião dos físicos, ou melhor, dos lógicos da física, Rey os classifica. A marca que serve para designar, para cada um deles, a categoria que deve ocupar é fornecida pela atitude tomada com relação ao mecanicismo.

Três atitudes são possíveis perante as teorias mecânicas da matéria: a atitude hostil, a atitude de simples espera ou crítica, e a atitude favorável.

A atitude hostil é a que caracteriza primeiramente Macquorn Rankine, depois Ernst Mach e Ostwald e, por fim, o signatário destas páginas.

A atitude de simples espera e crítica é a de Henri Poincaré.

Quanto à atitude favorável ao mecanicismo, é mais difícil encontrar para ela representantes que tenham analisado, antes de aceitá-las, as razões que têm para preferi-la às outras duas; representantes para quem ela seja consciente e refletida mais do que instintiva e espontânea. "Não é possível seguir, para expor a teoria mecanicista, o método que se seguiu para as outras concepções da física. Com efeito, essas concepções foram expostas de maneira explícita por um ou alguns de seus adeptos. Analisando o trabalho desses cientistas, foi possível definir completamente o espírito geral que animava suas escolas. Mas, com o mecanicismo, tudo muda. Para começar, é uma doutrina mais plástica; nunca se esgotaria se se quisesse expor todos os seus matizes. Este fato, aliás, não nos deve surpreender, dado o número de seus adeptos. Além disso, não conheço ninguém que se tenha proposto a definir e expor integralmente a teoria física mecanicista. Ela parece tão natural, pela própria tradição, que não se pensa em analisá-la." (p.233)

E, entretanto, aqui é necessária uma análise, no mínimo para precisar, de maneira perfeitamente nítida, as linhas de demarcação que Rey traçou entre as diversas escolas de físicos.

O que devemos entender exatamente por *mecanicismo*? Devemos defini-lo como uma doutrina que se propõe a representar todos os fenômenos físicos através de sistemas movidos em conformidade com os princípios da dinâmica ou, se desejamos ser mais precisos, com as equações de Lagrange? Saberemos, então, com grande exatidão, o que se deve entender por física mecanicista, ainda que se possa traçar duas subdivisões. Numa, admite-se que corpos separados entre si podem exercer reciprocamente forças de atração ou de repulsão: é a física mecanicista de Newton, Boscovich, Laplace e Poisson. Na outra, não se admite força que não seja uma força de ligação entre dois corpos contíguos: é a física mecanicista de Heinrich Hertz.

Esse sentido muito exatamente delimitado da palavra *mecanicismo* não é aquele que se deve entender ao ler a obra de Rey. Vemos este autor contar entre os mecanicistas físicos como J.J.Thomson ou Jean Perrin. Ora, para estes, os sistemas cujos movimentos devem ser representados pelas leis da física não são regidos pelas equações da dinâmica, mas antes pelas equações da eletrodinâmica. Tais físicos não são *mecanicistas*, pelo menos no sentido estrito que acabamos de dar à palavra; são antes *eletrodinamistas*.

Vemos, assim, que a palavra *mecanicismo* toma, para Abel Rey, um sentido extremamente amplo. Entretanto, esforcemo-nos para delimitá-lo com exatidão.

Se procurarmos o que existe de comum entre as teorias, aliás muito numerosas e diferentes, que Abel Rey reuniu sob o nome de mecanicismo, encontraremos o seguinte: em todas essas teorias, procura-se figurar as leis físicas por meio de grupos de corpos sólidos semelhantes, de dimensões próximas, aos que podemos ver e tocar, que podemos esculpir em madeira ou metal. Ainda que sejam formados de moléculas ou átomos, íons ou

elétrons, os sistemas, cujo movimento o teórico descreve, são, apesar da extrema pequenez, concebidos como análogos aos majestosos sistemas astronômicos. Todas essas especulações se assemelham, portanto, nisto: desejam reduzir todas as propriedades que observamos na natureza a combinações de formas e de movimentos submetidos ao domínio da nossa imaginação. É o que evidencia muito bem o título atribuído por Rey à quarta parte de sua obra: *Os Continuadores do Mecanicismo: as hipóteses figurativas*.

Está, assim, nitidamente caracterizada a classificação que Rey estabeleceu entre as diversas escolas físicas. Seja-nos permitido dizer imediatamente: essa classificação não nos parece ser a que seria conveniente adotar, dado o problema em vista do qual o autor instituiu sua investigação. Com efeito, ela nos parece capaz de criar uma inextrincável confusão entre esse problema e um outro que, por estar próximo ao primeiro, não lhe é menos essencialmente distinto. A questão que nos propomos a responder é a seguinte: são as teorias físicas somente meios para agir sobre a Natureza, ou devemos, além de sua utilidade prática, atribuir-lhes um valor como conhecimento? Peço que não se confunda tal problema com este outro: deve a física ser mecanicista? Ou, mais precisamente, com esta questão: é necessário que todas as hipóteses da física se resolvam em proposições relativas aos movimentos de corpúsculos suscetíveis de serem figurados e imaginados? Ao contrário, a física tem o direito de raciocinar sobre propriedades capazes de serem concebidas, mas irredutíveis a movimentos de sistemas que possam ser desenhados e esculpidos?

Não há dúvida de que a história do desenvolvimento científico e o estudo psicológico da inteligência dos físicos permitem estabelecer numerosas aproximações entre as soluções que as diversas escolas propuseram a esses dois problemas. Mas tampouco é duvidoso que esses dois problemas sejam essencialmente independentes entre si e que a solução que um físico tiver adotado para um deles não determine, de modo algum, por uma necessidade lógica, a solução que deverá adotar para o outro.

Desejam exemplos que realcem nitidamente para todos essa independência dos dois problemas?

Existe física que tenha menos pretensão de *saber*, que seja mais nítida e puramente utilitária, que essa física inglesa, em que as teorias desempenham apenas o papel de *modelos*, sem nenhuma ligação com a realidade? Não foi essa física que seduziu imediatamente Henri Poincaré, quando este estudava a obra de Maxwell, que lhe inspirou páginas célebres, em que as teorias físicas eram consideradas unicamente como instrumentos cômodos para a pesquisa experimental? E não foram esses prefácios retumbantes do ilustre professor da Sorbone que suscitaram na França a crítica pragmatista da física, contra a qual Abel Rey se levanta hoje? No entanto, essa física inglesa é totalmente mecânica. Ela emprega exclusivamente as hipóteses imaginativas.

Por outro lado, de todas as doutrinas físicas, aquela que mais energicamente se recusou a reduzir todas as propriedades dos corpos a combinações de figuras geométricas e de movimentos locais foi, com certeza, a física peripatética. Existiu alguma, entretanto, que tenha reivindicado com maior firmeza o título de ciência do real?

Essas duas questões (Tem ou não a teoria física um valor enquanto saber? Deve ou não a teoria física ser mecanicista?) parecem ser, portanto, dois problemas logicamente independentes. Insistimos nessa independência porque ela poderia facilmente ser ignorada pelo leitor da *Théorie de la Physique*, se é que não o foi pelo próprio autor. Com efeito, parece que Rey considera o mecanicismo como uma doutrina que tem como consequência necessária uma absoluta confiança no valor objetivo das teorias da física. Ouçamos Rey (p.237):

"A questão de provar a objetividade da física nem mesmo se formula aqui. A objetividade da física é o ponto de partida, o postulado necessário. A menor dúvida sobre esse ponto, a menor incerteza, o mínimo de contingência, e se sai do mecanicismo."

"O grande problema", diz ele ainda (p.254-256),"que foi preciso resolver, em todos os sentidos, para manter a objetividade da física, o obstáculo que se venceu com dificuldade e não sem deixar às vezes uma inquietude permanecer por trás da solução, foi o de tornar a juntar as duas extremidades da cadeia, após tê-la rompido."

"O mecanicismo não conhece essa preocupação. Para ele o problema não existe, pois respeitou, pura e simplesmente, a tradição do Renascimento e o pensamento de Galileu, Descartes, Bacon, Hobbes."

"O mecanicismo considera, como terreno sólido de construção, a unidade profunda do inteligível e da experiência, do pensável e do representável, do racional e do perceptível."

Ora, essa identidade fundamental entre o real e o inteligível, essa *adaequatio rei et intellectus*, não seria justamente o postulado primeiro, e como que a fórmula essencial, dos peripatéticos, ou seja, da mais realista, da mais objetiva e, ao mesmo tempo, da menos mecanicista, da mais qualitativa das físicas?

A ligação indissolúvel que Abel Rey pensa estabelecer entre o mecanicismo e a crença no valor objetivo das teorias parece-nos, portanto, ser uma confusão. Essa confusão engendra outras.

"O mecanicismo estabelece uma continuidade direta e imediata entre a experiência e a teoria, e é esta a sua base inquebrantável a partir da qual se podem deduzir todas as suas outras características...A totalidade da teoria deriva da experiência, e pretende ser o decalque do objeto. É o objeto empírico que a fundamenta, modela, que lhe dá seus princípios, sua direção, cada passo de seu desenvolvimento, seus resultados e sua confirmação. Não existe nada na física teórica que não esteja apoiado na experiência, que não tenha derivado diretamente dela e que não seja confirmado por ela. É pelo

menos o que se pretende. E toda hipótese, tão arriscada e geral quanto possa ser, será fundamentada na experiência e será essencialmente uma *hipótese verificável*..."

"Ao mecanicismo também repugna toda generalização que seja somente uma visão do espírito. Toda generalização deve ser concebida sob a impulsão direta e de algum modo necessária da experiência. Deve-se generalizar quando a experiência não nos permite fazer outra coisa, quando a natureza quase generaliza por nós. Uma boa generalização, que não seja uma ficção perigosa da imaginação, será a extensão natural oferecida pela própria experiência quando se faz com que ela varie..."

"Este ponto de vista não mudou, de Newton a Berthelot." E a esse respeito, Abel Rey lembra a célebre frase de Newton: "*Hypotheses non fingo*". (pp.235-241)

O método que ele descreve aqui é, efetivamente, o método indutivo que Newton preconiza no *Scholium Generale*, no qual se completa o livro dos *Principia*. Mas este método é, como quer nosso autor, a "base inquebrantável do mecanicismo"? Quando Newton o formula, ele o faz num prefácio a algum tratado de física mecanicista? Muito pelo contrário. Ele enuncia as regras da física indutiva para opô-las, tal qual uma intransponível barreira, àqueles que o criticavam pela admissão da atração universal como uma *qualidade oculta*, por não explicá-la através de combinações de figuras e movimentos. As hipóteses que Newton se recusa a fantasiar são hipóteses mecânicas sobre a causa da gravidade, semelhantes àquelas que Descartes ou Huygens imaginam. Leia-se atentamente o *Scholium Generale*, e não mais se duvidará disso; menos ainda se duvidará, constatando-se, com a ajuda da correspondência de Huygens, que escândalo causou o método inaugurado por Newton para tratar a física entre os mecanicistas de seu tempo, os Huygens, os Leibniz, os Fatio de Duilliers. E não se poderá duvidar disso, se estudarmos o prefácio, admirável desenvolvimento do *Scholium Generale*, que Cotes colocou no começo da segunda edição dos *Principia*.

Há poucos anos, um geômetra, prematuramente arrebatado da ciência, reformulava, com tanta força quanto nitidez, as regras do método indutivo newtoniano. Foi um tratado de física mecanicista que Gustave Robin pretendeu compor seguindo esse método? De modo algum, mas antes um curso de termodinâmica, do qual toda hipótese mecânica se encontra rigorosamente excluída.

Tomemos, portanto, como verdadeiro que não existe nenhuma ligação necessária entre o método indutivo preconizado por Newton e a concepção mecanicista da física. Vemos com maior frequência os mecanicistas opondo-se a esse método do que reclamando-o para si. Pode-se (aliás, nós já o fizemos) criticar o método puramente indutivo, pode-se fazer um esforço para provar que ele é essencialmente impraticável, mas, em todo caso, essa crítica deve ser nitidamente distinguida da crítica do mecanicismo. Os resultados de uma importam pouco para a outra; a rejeição do método

newtoniano não implica a ruína das teorias mecanicistas. A adoção daquele não assegura o triunfo destas.

Uma confusão engendra facilmente outra. Daquela que acabamos de dissipar nasce uma segunda que, por sua vez, tentaremos dissipar:

"Na teoria mecanicista, a continuidade entre a física experimental e a física teórica é tão completa quanto poderíamos imaginar. Não há nem mesmo maneira de distingui-las: a experiência e a teoria se implicam e, finalmente, se identificam." (p.251)

"Sabemos em que consistem integralmente os elementos figurados que o mecanicismo coloca na base da física teórica. Sua denominação de mecanicismo decorre disso: são elementos já estudados pela mecânica, e pelas ciências que a mecânica pressupõe, a ciência do número e a geometria: espaços e tempos homogêneos, deslocamentos, forças, velocidades, acelerações, massas, eis as figuras, as representações com a ajuda das quais se propõe tornar inteligível o universo físico. Vimos há pouco por que a física, nos últimos três séculos, se depara com esses elementos, esses mesmos elementos, só esses elementos... Só existe o conhecimento que a experiência impõe. É, portanto, pelo fato da experiência ter-nos feito recair até o presente sobre esses elementos, pelo fato de que toda representação, toda percepção sensível, se deixa decompor nesses elementos, e recompor a partir desses mesmos elementos, e pelo fato de que também a análise e a síntese são objetivamente representáveis somente com eles e não o são a não ser com eles, é por tudo isso que temos o direito e a obrigação de colocá-los como os elementos primordiais da teoria física." (p.257)

É certo que as noções pelas quais se constroem as teorias mecanicistas, a saber, a figura e o movimento, são diretamente fornecidas pela experiência. Mas não é menos certo que a experiência nos forneceu também diretamente outras noções, por exemplo, o claro e o escuro, o vermelho e o azul, o quente e o frio. Enfim, é certo ainda que a experiência, deixada a sua própria sorte, não estabeleceu absolutamente nenhuma relação entre essas noções e aquelas. Ela nos apresenta as últimas como radicalmente distintas das primeiras, como essencialmente heterogêneas em relação a estas.

O ponto de partida das teorias mecanicistas está nesta afirmação: somente as noções da primeira categoria correspondem a objetos simples e irreduzíveis; as noções da segunda categoria correspondem a realidades complexas, que podem e devem resolver-se em conjuntos de figuras e movimentos.

Tal afirmação transcende evidentemente a experiência. Sem auxílio externo, a experiência nada poderia fazer nem a favor, nem contra essa afirmação.

Para que o contato entre uma tal proposição e a experiência possa estabelecer-se é preciso um intermediário. Este intermediário é o conjunto das hipóteses que substituem as noções de claro, vermelho, azul, quente, por

Não pretendemos com isso que as teorias mecanicistas jamais tenham sugerido alguma descoberta. Seria fácil desmentir tal pretensão através de exemplos. E, além disso, a invenção não se deixa de modo algum submeter a regras absolutas. Qual é a suposição, por mais estranha e irracional que seja, da qual se possa afirmar que jamais produziu ou produzirá alguma descoberta?

Pretendemos apenas dizer que o mecanicismo não teve, de modo algum, no passado, a grande fecundidade que se lhe atribui. Somos vítimas de uma ilusão. Um grande número de descobertas foram produzidas por físicos que aderiram firmemente aos princípios das teorias mecanicistas; admite-se imediatamente que foram estes princípios que lhes sugeriram suas geniais invenções. Um estudo atento da obra desses físicos mostra, quase sempre, que essa conclusão não se segue. Em geral, não foram os métodos mecanicistas que lhes desvelaram as verdades com as quais enriqueceram a ciência, mas o espírito de comparação e de generalização, mas uma infinidade de considerações onde as doutrinas do mecanicismo não tiveram nenhuma participação. Longe de terem as combinações de figuras e movimentos facilitado o trabalho de invenção, é quase sempre com dificuldade que conseguiram compor os sistemas capazes de acomodar, bem ou mal, as verdades que tinham descoberto apesar de sua filosofia mecanicista. A obra, já bem antiga, de Descartes ou de Huygens poderia servir aqui de exemplo, do mesmo modo que a obra mais recente de Maxwell ou de Lord Kelvin.

Portanto, se desejamos realçar as vantagens do método mecanicista sobre o método energetista, devemos renunciar a invocar seja uma continuidade mais perfeita com os dados da experiência, seja uma aptidão maior para suscitar a invenção. Existem duas vantagens, e somente duas, que se podem legitimamente enunciar:

Primeiramente, e esta vantagem não pode ser contestada por ninguém, as noções, que se supõem primeiras e irreduzíveis, por meio das quais o mecanicismo constrói suas teorias são extremamente pouco numerosas, menos numerosas que aquelas de toda doutrina energetista. O mecanicismo cartesiano emprega somente a figura e o movimento; o atomismo admite a figura, o movimento e a massa; o dinamismo newtoniano acrescenta somente a força.

Em segundo lugar, as combinações de pequenos corpos que o mecanicismo substitui às qualidades diretamente fornecidas pela experiência diferem dos símbolos puramente numéricos que a energética emprega para marcar a intensidade dessas mesmas qualidades pelo fato de que estes edifícios se podem desenhar e esculpir. Esta vantagem não possui o mesmo valor para todos os espíritos; os espíritos abstratos mal a reconhecem; mas os espíritos imaginativos, que são mais numerosos, consideram-na como de primeira importância.

Com essas noções muito pouco numerosas, facilmente acessíveis aos espíritos que têm, na linguagem de Pascal, mais amplitude do que força, o mecanicismo pretende representar as leis da física tão bem quanto pode fazer o energetismo. Essa pretensão é justificada? Essa é uma questão de fato, a ser debatida entre os físicos. A opinião que se pode ter quanto ao valor enquanto *saber* que é preciso conceder à teoria física não tem por que intervir nessa discussão.

3.

Deixemos, portanto, de lado este exame do mecanicismo e tratemos do problema que é o objeto essencial da tese de Abel Rey.

Começemos formulando nitidamente esse problema. Será este o meio mais seguro de não nos enganar-mos sobre o exato alcance dos argumentos do autor.

Ninguém duvida que a experiência nos ensina verdades. Ela bastaria, por si só, para acumular um conjunto de juízos acerca do Universo; esse conjunto constituiria o *conhecimento empírico*.

A teoria se apodera das verdades descobertas pela experiência; ela as transforma e organiza em uma doutrina nova, que é a *física racional* ou *física teórica*.

Qual é exatamente a natureza das diferenças entre a física teórica e o conhecimento empírico?

A teoria é simplesmente um artifício que nos torna as verdades do conhecimento empírico mais fáceis de serem manipuladas, que nos permite fazer delas um uso mais rápido e mais aproveitável em nossa ação sobre o mundo exterior, mas que não nos ensina nada a respeito desse mundo que não tenha sido já ensinado pela experiência?

Ou ainda, ao contrário, a teoria nos ensina, quanto ao real, alguma coisa que a experiência não nos ensinou e que não poderia ter ensinado, alguma coisa que seja transcendente ao conhecimento puramente empírico?

Se é preciso responder afirmativamente a esta última questão, poderemos dizer que a teoria física é *verdadeira*, que ela tem um *valor enquanto saber*. Se, ao contrário, é a primeira questão que nos força a responder: sim, devemos dizer também que a teoria física não é *verdadeira*, mas simplesmente *cômoda*, que ela não tem nenhum valor enquanto saber, mas somente um *valor prático*.

Para dissolver esse dilema, dissemos que Abel Rey instituiu uma pesquisa junto aos homens de ciência que examinaram de perto o valor da teoria física. Sigamos com ele essa pesquisa.

A primeira opinião recolhida é a de Rankine. Ela se resume no seguinte (p.65): "A experiência, para fornecer as bases sólidas, tangíveis da ciência, para construir uma ciência que seja um *saber*, o matematicismo, para

pensamos que ele aparecerá claramente nestas páginas. Agradeceremos somente ao autor pelo grande esforço que realizou para ordenar os pensamentos que tínhamos semeado aos quatro ventos. Esse esforço poderia ter sido minimizado se, ao invés de consultar somente os diversos artigos onde nossa doutrina tinha sido ensaiada, ele tivesse lido o trabalho onde nossa opinião sobre a *Teoria Física, seu Objeto e sua Estrutura* procurou afirmar-se em sua plenitude.

Após ter passado em revista os adversários do mecanicismo, Abel Rey passa a consultar aqueles que possuem diante dessa doutrina uma atitude simplesmente crítica. É Henri Poincaré quem falará em nome deles.

Rey se esforçou, com muito talento, para estabelecer uma perfeita continuidade nas afirmações que Poincaré formulou em diferentes épocas a respeito do valor da teoria física. Receamos que essa unidade seja mais artificial que real. Parece-nos que, para bem compreendê-las, as opiniões do ilustre matemático formam dois grupos separados por um abismo. primeira vista, esses grupos parecem que se contradizem formalmente; mas essa atitude está longe de não ser razoável, acreditamos que ela é perfeitamente justificada por uma lógica superior; o que teremos a oportunidade de mostrar a seguir.

O estudo dos físicos ingleses, particularmente de Maxwell, levou Poincaré a criticar os princípios sobre os quais repousam as teorias físicas. Essa crítica o levou às conclusões que ele formulou com a clareza que lhe é peculiar. "A experiência é a única fonte de verdade. Somente ela pode ensinar-nos algo de novo, só ela pode dar-nos a certeza. "As hipóteses sobre as quais repousa a teoria física "não são nem verdadeiras, nem falsas", são apenas "convenções cômodas". Seria, portanto, insensato acreditar que elas acrescentam algum saber ao conhecimento puramente empírico.

A crítica lógica, que ele tinha conduzido com um rigor inexorável, encurralava Poincaré nessa conclusão totalmente pragmatista: a física teórica é apenas uma coleção de receitas. Contra esta proposição, ele experimentou uma espécie de sentimento de revolta, proclamando sonoramente que a teoria física nos dava outra coisa além do simples conhecimento dos fatos, que ela nos fazia descobrir as relações reais que as coisas têm entre si.

Parece-nos que tal é a história, resumida sumariamente, do juízo de Poincaré sobre o valor da teoria física.

Vejamos agora quais são os juízos trazidos, nesse mesmo processo, pelos continuadores do mecanicismo.

Como Abel Rey define o espírito do mecanicismo moderno, que se opõe fortemente ao espírito do mecanicismo dogmático que professavam os Descartes, os Huygens, os Bosovich e os Laplace?

"O mecanicismo não procura mais fornecer uma figuração *ne varietur* de seu objeto. Ele se apresenta, ao contrário, essencialmente como um método de pesquisa, de descoberta e de progresso. Tudo o que o mecanicismo pretende é o direito de usar representações figurativas, bem

entendido, modificáveis, à medida que a natureza se revela a nós de uma maneira mais completa...A física mecanicista não reivindica a unidade atual de um esquema mecânico; reivindica o direito de se servir de esquemas mecânicos para a interpretação e sistematização dos fenômenos físico-químicos." (p.225)

Assim, o mecanicista, verdadeiramente consciente dos procedimentos de seu próprio pensamento, não apresenta mais suas combinações de figuras e movimentos como realidades subjacentes às qualidades diretamente percebidas. Ele vê aí apenas, segundo a expressão da escola inglesa, *modelos* que tornam mais fácil a compreensão dos conhecimentos empíricos já adquiridos, que facilitam a descoberta de novos fatos. Ele não os toma senão como construções frágeis e provisórias, como *andaimes*, sem ligação essencial com a construção para cuja conclusão trabalha.

Entretanto: "A conclusão a que chega a análise do mecanicismo é o objetivismo desse sistema. O mecanicismo é, se quisermos, a crença na realidade da teoria física (quando esta foi controlada), atribuindo-se, nessa fórmula, às palavras *crença* e *realidade* o mesmo valor que nesta outra fórmula: a crença na realidade do mundo exterior." (p.268)

"O mecanicismo pretende encaminhar-se, em meio a conjecturas insuficientes e errôneas, para a reprodução da experiência física total. Ao final, devemos ter a descrição completa do universo material desde os fenômenos elementares que constituem sua trama até os detalhes complexos sob os quais aparece aos nossos sentidos."

A pesquisa de Abel Rey termina aí. Podemos levá-la mais longe e interrogar o próprio autor. A obra que ele acaba de concluir lhe confere seguramente o direito de ser ouvido neste debate. Quais são, pois, as conclusões a que conduziram suas pacientes pesquisas nos trabalhos de outros e em suas próprias meditações?

Ele declara (p.IV-V) "que todos os físicos admitem um fundo de verdades necessárias e universais em contínuo aumento; que esse fundo de verdade é o conjunto dos resultados puramente experimentais." Admite "que as teorias são apenas instrumentos de trabalho e sistematizações; o que não significa diminuir-lhes o papel, pois elas redundam ser, desta forma, o motor de toda descoberta e de todo progresso na ciência física."

"A teoria física", diz ainda (p.354), "não tem em si mesma e independentemente da experiência um valor real. Tem somente um valor metodológico... Ela é o instrumento necessário do físico; um físico não faz física sem uma teoria, seja ela qual for."

As teorias "não podem pretender – pelo menos atualmente – ter senão um valor técnico, utilitário, e não um valor objetivo. A teoria física, ou melhor, a física teórica, conjunto de teorias físicas de uma mesma forma, é apenas um *organon*." (p.355)

"Se as teorias físicas são essencialmente métodos, concebe-se facilmente que elas possam ser múltiplas... A multiplicidade, as divergências

não existem e não podem existir entre os físicos a não ser no domínio da hipótese... A hipótese, por sua vez, tem apenas um papel enquanto método de pesquisa. As teorias físicas não são múltiplas e divergentes senão porque têm, antes de mais nada, um valor metodológico e, por isso, se originam do arbitrário do espírito, da escolha da hipótese, qualquer que seja o nome que o dissimule." (p.357-358)

Não há em física outras verdades além dos fatos da experiência. As teorias são apenas meios de classificação e instrumentos de pesquisa. A física pode então usar simultaneamente teorias distintas e incompatíveis; a física teórica tem apenas um valor técnico e utilitário. Tais são as afirmações às quais Abel Rey é logicamente conduzido por sua crítica aos procedimentos que a física utiliza e por seu exame das diversas opiniões dos físicos. Que pragmatista poderia desejar conclusões mais favoráveis? Não parece que o autor se aferra fortemente às opiniões daqueles que definem as teorias físicas como receitas que pretendem guiar nossa ação sobre a natureza e o fazem com perfeição?

No entanto, como nos equivocariíamos sobre o verdadeiro pensamento do autor se nos limitássemos a tais afirmações! Ele seria colocado entre os mais zelosos partidários da filosofia da ação, enquanto seu livro foi composto precisamente para responder ao pragmatismo, enquanto a proposição que pretende justificar se formula nos seguintes termos: "As ciências físico-químicas têm um valor real enquanto *saber*. Por *valor enquanto saber*, ou valor teórico, entendo seu valor em relação a um conhecimento cada vez mais extenso e mais profundo da natureza, e excludo seu valor em relação à utilização prática das forças naturais." (p.359)

Os juízos que recolhemos textualmente no escrito de Abel Rey exprimem, portanto, uma parte do pensamento do autor, mas apenas uma parte. Formulam conclusões que foi obrigado a enunciar com o desenvolvimento de sua investigação e de seu estudo crítico. Isto não é senão a superfície de sua doutrina, muito clara e muito aparente, num primeiro exame, mas parece-me que sem ligação com o próprio fundo de sua razão. Trata-se de um pensamento adventício e como que imposto de fora. Sob este pensamento existe um outro, que surge espontaneamente das partes mais íntimas do entendimento; e este pensamento subjacente suporta impacientemente o peso daquela parte que o recobre. Ele protesta contra as afirmações que a crítica lógica lhe pretende impor, e o tom formal e preciso dessas afirmações não é suficiente para emudecer os desmentidos que a natureza lhes opõe.

Desde as primeiras páginas de seu livro (p.IV-V), Abel Rey proclama, "juntamente com todos os físicos, que existe um fundo de verdades necessárias e universais em contínuo aumento e que esse fundo de verdades é formado pelo conjunto dos resultados experimentais." O lógico que está dentro dele sabe, entretanto, muito bem que todo resultado da experiência é particular e contingente; mas a natureza protesta contra a lógica; ela afirma

que as verdades particulares e contingentes reveladas ao físico pelas observações são as formas concretas sob as quais se manifestam verdades necessárias e universais, ainda que seus métodos não lhe permitam contemplar face a face tais verdades.

A crítica lógica não chega a ver nas teorias físicas senão instrumentos. Ora, um artesão emprega o instrumento que lhe convém, dispõe dele como lhe agrada, é livre para rejeitá-lo e adotar um outro. A comodidade é seu único guia. Contanto que sua obra seja bem feita, que importância tem o procedimento que lhe pareceu mais apropriado para realizá-la? Assim acontece com as teorias físicas. O físico pode construí-las arbitrariamente; pode mudá-las quando lhe parecer melhor, pode recorrer sucessivamente a todas as escolas, hoje à atomista, amanhã à dinamista, depois de amanhã à energetista. Contanto que ele invente, contanto que descubra fatos novos, ninguém tem o direito de acusá-lo de incoerência, ninguém pode censurar-lhe as palinódias.

Mas a natureza protesta mais uma vez contra esses ensinamentos da crítica: "A teoria física não é uma sugestão individual, da qual cada cientista pode servir-se ou que ele pode rejeitar como quiser...Se várias formas teóricas estão hoje presentes, elas não se opõem como o sonho de um indivíduo ao sonho de outro. Elas se opõem como a concepção de uma escola à concepção de outra, isto é, como qualquer coisa que pretende ser estável, reunir os espíritos num mesmo caminho." (p.354)

Que direito tem um procedimento puramente técnico de pretender impor-se a toda uma escola? Que direito, sobretudo, tem ele de se fazer universalmente adotado, de tal sorte que todos os artesãos do mundo sejam obrigados a realizar a mesma tarefa da mesma maneira? Entretanto, esta pretensão à unidade universal, ridícula se ela não for mais que um instrumento, um *organon*, a teoria física não hesita em afirmar: "A fisionomia atual da física não é aquela que ela apresentará sempre. Tudo leva a pensar, ao contrário, que ela é devida apenas a contingências relativamente transitórias... As divergências, as próprias oposições, que se notam entre as teorias físicas, irão, pois, atenuando-se à medida que a física progredir; e se atenuaram à medida que a física progrediu. Não dizem respeito à natureza da física, e sim à fase inicial de seu desenvolvimento." (p.375)

Admitamos isso. Suponhamos que todas essas divergências sejam apagadas; que se tenha chegado finalmente a construir essa teoria única, aceita por todos, à qual aspiram todos os físicos. Essa teoria se beneficiará do consentimento universal; sua essência não poderá, entretanto, ser mudada. Ora, a crítica lógica nos ensina que a teoria física é essencialmente apenas um meio de classificação, que ela não contém nenhuma parcela de verdade que não lhe tenha sido trazida pela experiência. Quando todos os físicos tiverem adotado uma mesma teoria, na qual nenhuma lei experimental for omitida, que será a física teórica? Ela será, agora e sempre, apenas o conhecimento empírico colocado em ordem. A ordem se estenderá a todos

os conhecimentos empíricos; o modo de classificação de onde procede essa ordem será empregado com unanimidade pelos homens de ciência. Entretanto, a física teórica, mais comodamente manejável, mais prática que o conhecimento empírico, totalmente bruto e inorgânico, não terá *valor enquanto saber* diferente desse.

Assim fala a crítica, mas a natureza eleva imediatamente sua voz para desmenti-la:

"As teorias constituem o domínio da hipótese, isto é... das *aproximações sucessivas da verdade*; o que supõe uma verdade da qual elas se aproximam cada vez mais...É legítimo falar de um espírito homogêneo, ideal das ciências físicas; ele promete, ao mesmo tempo, uma lógica positiva futura das ciências físicas e uma filosofia *humana* da matéria e de seu conhecimento." (p.V)

A crítica lógica do método empregado pela física e os testemunhos dos físicos conduziram Abel Rey a esta afirmação: a teoria física é apenas um instrumento apropriado para o crescimento do conhecimento empírico. Nada nela é verdadeiro, apenas os resultados da experiência. Mas a natureza protesta contra esse juízo. Ela declara que existe uma verdade universal e necessária; que a teoria física, pelo incessante progresso que a estende continuamente, tornando-a sempre mais unitária, provê uma consciência, a cada dia mais perfeita, dessa verdade, de sorte que ela constitui uma verdadeira filosofia do universo material.

4.

A leitura da obra de Abel Rey mostrou que esse autor toma alternativamente duas atitudes distintas e quase opostas entre si, uma atitude refletida e crítica, uma instintiva e espontânea. A reflexão crítica obriga-o a declarar que a física teórica conhece apenas verdades, forçosamente contingentes e particulares, reveladas pela experiência; que a teoria, simples instrumento de classificação e descoberta, não acrescenta nenhum saber ao conhecimento puramente empírico. Ao contrário, uma intuição instintiva e espontânea força-o a declarar que existe uma verdade absoluta e universal, e portanto transcendente à experiência; que o progresso, pelo qual a teoria física se torna continuamente mais ampla e mais unitária, se orienta em direção a uma certa consciência, a cada dia mais precisa e mais completa, dessa verdade.

Estes dois desenvolvimentos, em sentido opostos, da razão de Abel Rey, serão declarados contraditórios, serão condenados em nome da lógica? Certamente não. Não os condenaremos, assim como não condenamos as duas tendências opostas que reconhecemos no pensamento dos continuadores do mecanicismo, assim como não taxamos de incoerência as proposições formuladas por Poincaré, seja para recusar, seja para conceder um valor

objetivo à teoria física. Em Mach, Ostwald, Rankine, e em todos aqueles que investigaram a natureza da física teórica, podemos notar estas mesmas duas atitudes, da qual uma parece ser o contrapeso da outra. Seria pueril pretender que aqui há apenas incoerência e absurdo. Está claro, pelo contrário, que esta oposição é um fato fundamental, essencialmente ligado à própria natureza da teoria física, fato que precisamos lealmente constatar e, se possível, explicar.

Quando o físico, dirigindo sua atenção para a ciência que construiu, submete a um rigoroso exame os diversos procedimentos que empregou para construí-la, ele não descobre nada que possa introduzir, na estrutura do edifício, a menor parcela de verdade, a não ser a observação experimental. Das proposições que pretendem enunciar fatos da experiência, e destas somente, pode-se dizer: *é verdadeiro* ou *é falso*. Destas, e somente destas, pode-se afirmar que não poderiam comportar o ilogismo e que, de duas proposições contraditórias, pelo menos uma deve ser rejeitada. Quanto às proposições introduzidas pela teoria, não são *nem verdadeiras, nem falsas*, são somente *cômodas* ou *incômodas*. Se o físico julga cômodo construir dois capítulos diferentes da física por meio de hipóteses que se contradizem, é livre para fazê-lo. O princípio de contradição pode servir para julgar sem apelo o verdadeiro e o falso; ele não tem nenhum poder para decidir a respeito do *útil* ou do *inútil*. Obrigar, portanto, a teoria física a manter em seu desenvolvimento uma unidade lógica rigorosa seria exercer sobre a inteligência do físico uma tirania injusta e insuportável.

Quando, após ter submetido a este minucioso exame a ciência que o ocupa, o físico concentra-se em si mesmo, quando toma consciência das tendências que dirigem os procedimentos de sua razão, reconhece imediatamente que todas suas aspirações mais poderosas e mais profundas são frustradas pelas desesperadoras constatações de sua análise. Não, ele não consegue decidir-se a ver na teoria física somente um conjunto de procedimentos práticos, uma caixa com ferramentas. Não, ele não pode crer que ela somente classifique os conhecimentos acumulados pela ciência empírica, sem transformar em nada a natureza desses conhecimentos, sem imprimir-lhes um caráter que a experiência isolada não tinha aí impresso. Se não houvesse na teoria física senão aquilo que sua própria crítica lhe fez descobrir nela, ele cessaria de consagrar seu tempo e seus esforços a uma obra de importância tão reduzida. *O estudo do método físico é impotente para revelar ao físico a razão que o leva a construir a teoria física.*

Nenhum físico, por mais positivista que supusermos que seja, pode esquivar-se dessa confissão; mas será preciso que seu positivismo seja bem rigoroso, mais rigoroso mesmo que aquele que Abel Rey se atribui, para que não vá além dessa confissão; para que não afirme que seus esforços em direção a uma teoria física sempre mais unitária e mais perfeita sejam razoáveis, ainda que a crítica do método físico não tenha podido descobrir

sua razão. Será bastante difícil não submeter esta razão à exatidão das seguintes proposições:

A teoria física nos confere um certo conhecimento do mundo exterior, que é irredutível ao conhecimento puramente empírico. Este conhecimento não vem nem da experiência, nem dos procedimentos matemáticos que a teoria emprega, de sorte que a dissecação puramente lógica da teoria não poderia descobrir a fissura pela qual ela se introduziu no edifício da física. Por uma via, cuja realidade o físico não pode negar, assim como não lhe pode descrever o curso, este conhecimento deriva de uma verdade diferente das verdades que nossos instrumentos são aptos a apoderar-se. A ordem na qual a teoria organiza os resultados da observação não encontra sua plena e inteira justificação nas suas características práticas ou estéticas. Adivinhamos, ao contrário, que ela é ou tende a ser uma *classificação natural*. Por uma analogia, cuja natureza escapa ao alcance da física, mas cuja existência se impõe como certa ao espírito do físico, adivinhamos que ela corresponde a uma certa ordem sobreeminente.

Numa palavra, o físico é forçado a reconhecer que *não seria razoável trabalhar para o progresso da teoria física, se essa teoria não fosse o reflexo, cada vez mais nítido e mais preciso, de uma metafísica. A crença numa ordem transcendente à física é a única razão de ser da teoria física.*

A atitude, alternativamente hostil ou favorável, que todo físico assume em relação a essa afirmação, resume-se nestas palavras de Pascal: "Nós possuímos uma impotência de provar invencível por todo dogmatismo; temos uma idéia da verdade invencível por todo pirronismo."