

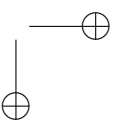
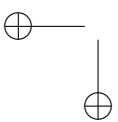
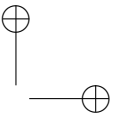
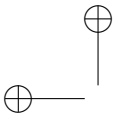
FÍSICA DE CRENTE

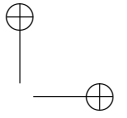
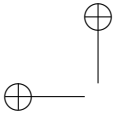


Pierre Duhem

Tradutor:
Artur Morão

www.lusosofia.net





LUSOSofia:press

Covilhã, 2008

FICHA TÉCNICA

Título: *Física de Crente*

Autor: Pierre Duhem

Tradutor: Artur Morão

Colecção: Textos Clássicos de Filosofia

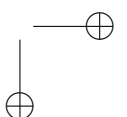
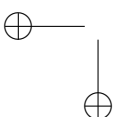
Direcção da Colecção: José Rosa & Artur Morão

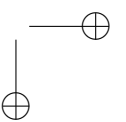
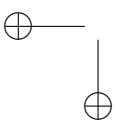
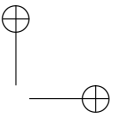
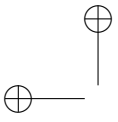
Design da Capa: António Rodrigues Tomé

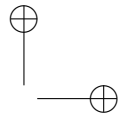
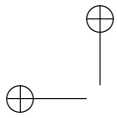
Composição & Paginação: José M. S. Rosa

Universidade da Beira Interior

Covilhã, 2008







Apresentação

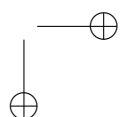
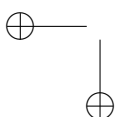
Uma observação fugaz, mas algo matreira, de Abel Rey está na origem deste texto incisivo e enérgico de Pierre Duhem: a visão que este propõe da ciência e das teorias científicas seria a expressão de uma ‘física de crente’ (ou seja, de inspiração católica e ultramontana, incómoda para a sensibilidade fortemente anticlerical dos ambientes universitários franceses do final do século XIX e do princípio do século XX!)

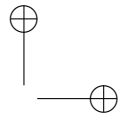
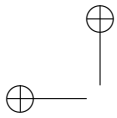
O grande historiador da ciência, que deparou ao longo da sua vida, e em desvantagem pessoal, com a resistência e a hostilidade de alguns mandarins académicos gauleses, sobretudo de Marcellin Berthelot, e que aprofundou o nosso conhecimento da Escolástica medieval e do seu papel na preparação da futura ciência moderna, defende-se com brilho e argúcia de semelhante insinuação.

Começa por rejeitar *a limine* a denúncia de que a concepção epistemológica que apresenta seja sobredeterminada por um *a priori* religioso, pela sua qualidade de membro da Igreja Católica. Traça, depois, o perfil das teorias científicas, sobretudo da Física. Sente-se, no seu discurso, a oposição ao mecanicismo, ao atomismo, a toda a interpretação materialista e realista da química e da física; afirma-se com força, na sua argumentação, a diferença essencial entre enunciados científicos e teses metafísicas. Tendo reconhecido a insuficiência do método indutivo, Duhem expõe, com clareza e elegância, o seu conceito original e inovador do que se deve entender por uma teoria científica.

Alguns anos mais tarde, em *Notice sur les titres et travaux scientifiques* (1913), descreve assim alguns aspectos da sua concepção epistemológica:

“Ao método dos Cartesianos e dos Atomistas movemos a censura de não ser autónomo; o físico que pretende segui-lo não pode utilizar apenas métodos que sejam próprios da Física; visto que,

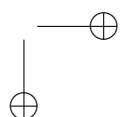
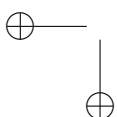


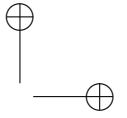
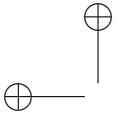


para lá dos corpos sensíveis e dos movimentos observáveis, que ele tem por aparências, pretende captar outros corpos e outros movimentos, os únicos verdadeiros, ei-lo arrastado para o domínio da Cosmologia; já não tem o direito de fechar o ouvido ao que a Metafísica lhe quer ensinar acerca da natureza real da matéria; a sua Física fica sujeita, portanto, a todas as incertezas, a todas as flutuações desta doutrina. Por isso, as teorias construídas segundo o método cartesiano e atomístico estão condenadas à infinita multiplicidade e ao perpétuo recomeço, parecem incapazes de garantir à Ciência o consentimento geral e o progresso contínuo.

Ao método newtoniano reprovámos a sua impraticabilidade. Uma ciência pode progredir segundo o método newtoniano quando os seus meios de conhecer são ainda os do senso comum. A indução deixa de se poder praticar do modo suposto por este método, quando a ciência já não observa directamente os factos, mas os substitui pela medida, fornecida por instrumentos, de grandezas que só a teoria matemática definiu.” [cit. in Paul BROUZENG, *Introduction*, P. DUHEM, *Théorie physique. Son object et sa structure*, deuxième édition revue et augmentée. Reproduction fac-similé avec Avant-propos, Index et Bibliographie par Paul Brouzeng, Paris, J. Vrin, 1981, p. V.]

Embora a experiência seja fonte de verdade, trata-se, na Física, de uma experiência que é o *telos*, a coroação e como que a florescência da teoria, e não o seu fundamento inicial (por isso, a pura indução, sem qualquer alvitre noético, sem uma hipótese *a priori* sobre a natureza e o movimento dos corpos, é estéril e infrutífera). Sem dúvida, a experiência permanece o único critério da verdade da teoria física, mas só depois de elaborado um extenso corpo de doutrina é que se terá construído uma teoria completa, cujas consequências se podem, e devem, comparar com a experiência. Compreende-se assim que, para Duhem, a teoria física seja um acercamento à classificação natural, seu fim e ideal, pois visa representar todo o conjunto das leis naturais por um sistema único, cujas partes devem ser todas logicamente compatíveis entre si. O





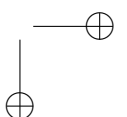
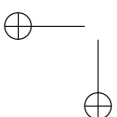
justo perfil da experiência não surge logo no início, mas, em virtude da compenetração de matéria e forma simbólica, só se revela no final do trabalho teórico, só emerge progressiva e cumulativamente, mas sempre de modo aproximativo, graças à formulação de proposições que resumem e classificam as leis experimentais.

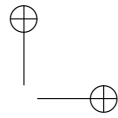
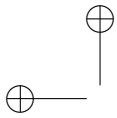
As teorias físicas são, portanto, construções artificiais mediante grandezas matemáticas que se referem a noções abstractas providas da experiência; não proporcionam uma descrição especular dos fenómenos, não reflectem um isomorfismo entre discurso e realidade material, mas constituem um quadro sinóptico, um esquema, que coordena leis de observação. Nascem da combinação de grandezas por nós inventadas; cada uma funciona como um todo, e não é possível sujeitar uma parte sua, de forma isolada, à prova dos factos. As suas representações não passam de sumários cómodos e de artifícios que facilitam o trabalho da invenção. Em última análise, a teoria física, na sua totalidade, é uma aproximação gradual ao ensinamento da experiência; por isso, a sua formulação linguística está imbuída de hipóteses. Enquanto urdidura de proposições e construções simbólicas, serve para simplificar e organizar as leis experimentais. Nem mais nem menos.

É, pois, absurdo falar, a propósito do desenvolvimento da teoria, nascida da prática científica, de qualquer influência religiosa. O que acontece é que o cientista, com frequência, não se coíbe de interpretar filosoficamente as teorias da sua área de investigação. Mas, então, saiu-se do cenário ascético e puritano da ciência e entrou-se no recinto, na fortaleza e no arraial da metafísica, onde se ouvem muitas vozes e pontificam múltiplas formas e acentos: materialismo, naturalismo, espiritualismo, e quejandos.

* * *

Esta apressada síntese de algumas ideias de P. Duhem sugere as advertências seguintes:



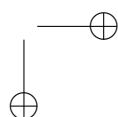
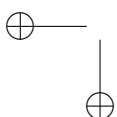


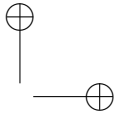
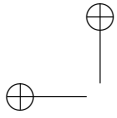
- É falso ver nele um positivista, embora a sua concepção moderadamente instrumentalista das teorias científicas tenha inspirado representantes da forte e coriácea corrente empirista. Além de a teoria ter aos seus olhos uma função ‘prospectiva’ e antecipadora – que, pelo rigor, pelo esforço, pela invenção, condiciona e prepara a irrupção da experiência e tenta revelar a densa natureza da realidade material –, a Metafísica preserva, para ele, um valor essencial e inevitável, precisamente porque a ordem visível dos fenómenos, que a teoria física tenta salvar, implica uma ordem transcendente e inacessível, mas real.

- A sua noção das teorias científicas como construções simbólicas, que aspiram (sem nunca lá chegar) à exibição e ao afloramento integral da experiência, poderia ser um remédio para a doença filosófica do reducionismo, que hoje afecta muitos praticantes das ciências físicas, biológicas, neurológicas e outras, os quais, confundindo os resultados e as doutrinas das ciências e as interpretações filosóficas por eles propostas, defendem, de facto e paradoxalmente, uma “física de crente”: talvez por um imperativo vital, por uma atitude *pro domo* (de justificação existencial e de mundividência), não separam assaz o discurso científico da hermenêutica filosófica que mana das suas crenças metafísicas.

Já Ortega y Gasset, há décadas atrás, após ter distinguido entre as “ideias” (teorias) que temos e elaboramos e as “crenças” em que, sem cessar, mergulhamos, dissera destas, evocando S. Paulo: «En ellas ‘vivimos, nos movemos y somos’». Pierre Duhem sabia desta diferença; muitos cientistas actuais persistem, a seu respeito, na ignorância. Esperemos que esta seja simplesmente errónea, e não fruto de má fé.

Artur Morão





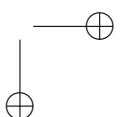
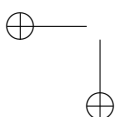
Física de Crente (1905)*

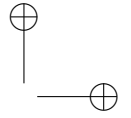
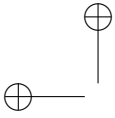
Pierre Duhem

Conteúdo

I – Introdução	8
II. – O nosso Sistema Físico é positivo pelas suas origens...	10
III. – O nosso Sistema Físico é positivo pela suas conclusões	16
IV. – O nosso Sistema desfaz as pretensas objecções...	20
V. – O nosso Sistema nega à Teoria Física todo o alcance metafísico ou apologético	26
VI. – O metafísico deve conhecer a Teoria Física para dela não fazer um uso ilegítimo	31
VII. – A Teoria Física tem por forma-limite a classificação natural	34
VIII – Existe analogia entre a Cosmologia e a Teoria Física	41
IX. – Da analogia entre a Teoria Física e Cosmologia Peripatética	49

*Artigo publicado nos *Annales de Philosophie chrétienne*, 77e année, 4e série, t. I, p. 44 et p. 133, octobre et novembre 1905.





I – INTRODUÇÃO

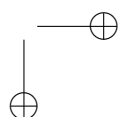
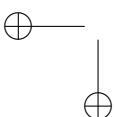
A *Revue de Métaphysique et de Morale* publicou, há pouco mais de um ano, um artigo ¹ onde se encontravam expostas e discutidas as opiniões que emiti, em diversas circunstâncias, a propósito das teorias físicas. O autor deste artigo, o Sr. Abel Rey, dera-se ao trabalho de se informar assiduamente dos mínimos escritos em que expus o meu pensamento; com uma grande preocupação de rigor, seguiu os passos deste pensamento; por isso, traçou dele aos seus leitores uma imagem cuja fidelidade me impressionou vivamente; não regatearei, decerto, ao Sr. Rey os testemunhos do meu reconhecimento em troca da simpatia com que a sua inteligência assimilou o que eu havia publicado.

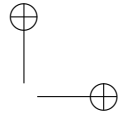
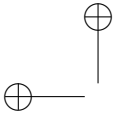
E todavia (haverá uma personagem que não ache algo a censurar no seu próprio retrato, por mais exacto que tenha sido o pintor?) pareceu-me que o Sr. Rey requestou um pouco mais do que era justo as premissas que eu estabelecera, que delas tirou conclusões que aí não estavam contidas na totalidade; é a estas conclusões que eu gostaria de trazer algumas restrições.

O Sr. Rey termina o seu artigo nestes termos:

“Tivemos aqui apenas a intenção de examinar a filosofia científica do Sr. Duhem, e não a própria obra científica. Para encontrar e precisar a expressão desta filosofia. . . , é possível, parece, propor esta fórmula: nas suas tendências para uma concepção qualitativa do Universo material, na sua desconfiança perante uma explicação deste Universo por si mesmo, tal como a almeja o Mecanicismo, nas suas repugnâncias, mais afirmadas do que reais, em relação a um cepticismo científico integral, ela é a filosofia científica de um crente.”

¹ ABEL REY, “La philosophie scientifique de M. Duhem”, (*Revue de Métaphysique et de Morale*, 12^e année, p. 699; juillet 1904)

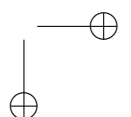
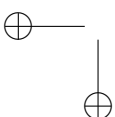


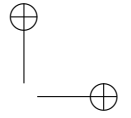
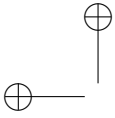


Creio decerto, com toda a minha alma, nas verdades que Deus nos revelou e que nos ensina por meio da sua Igreja; nunca dissimulei a minha fé, e Aquele de quem a recebo não permitirá, espero do fundo do coração, que dela alguma vez me envergonhe; neste sentido, é lícito dizer que a Física que professo é a Física de um crente. Mas não foi, decerto, neste sentido que o Sr. Rey entendeu a fórmula pela qual caracterizou esta Física; quis antes dizer que as crenças do cristão tinham, de modo mais ou menos consciente, guiado a crítica do físico; que elas tinham inclinado a sua razão para certas conclusões; que estas conclusões deveriam, pois, parecer suspeitas aos espíritos ávidos de rigor científico, mas estranhos à filosofia espiritualista ou ao dogma católico; numa palavra, que para adoptar na sua plenitude, nos seus princípios e nas suas consequências, a doutrina que tentei formular a propósito das teorias físicas, e tal sem carecer de clarividência, é preciso ser crente.

Se assim fosse, eu teria, de forma singular, errado o caminho e falhado o meu objectivo. De facto, o meu propósito constante foi provar que a Física actuava com um método autónomo, absolutamente independente de toda a opinião metafísica; dissequei minuciosamente este método a fim de mostrar, mediante tal análise, as características próprias e o exacto alcance das teorias que resumem e classificam as suas descobertas; recusei a estas teorias todo o poder de penetrar para lá dos ensinamentos de experiência, toda a capacidade de adivinhar as realidades que se ocultam sob os dados sensíveis; neguei a estas teorias o poder de traçar o plano de qualquer sistema metafísico, e às doutrinas metafísicas o direito de testemunhar pró ou contra qualquer teoria física; se todos estes esforços terminaram apenas numa concepção da Física em que a fé religiosa se encontra implicitamente e como que clandestinamente postulada, então foi porque, há-que dizê-lo, me enganei singularmente acerca do fim para que tendia a minha obra.

Antes de confessar semelhante engano, seja-me permitido lançar de novo, sobre esta obra, um olhar de conjunto; de deter so-



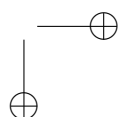
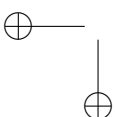


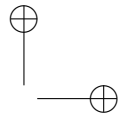
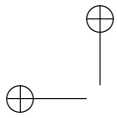
bretudo o meu olhar nas partes em que se julgou captar o sinete da fé cristã; de reconhecer se, contra a minha intenção, este sinete se encontra aí efectivamente impresso; ou então, pelo contrário, se uma ilusão, fácil de dissipar, não terá levado a tomar por marca do crente características que não lhe são próprias. Espero que este exame, ao dissipar as confusões e os equívocos, tornará indubitável esta conclusão: O que eu disse do método com que opera a Física, da natureza e do alcance que é preciso atribuir às teorias que ela constrói, nada deixa pressentir das doutrinas metafísicas nem das crenças religiosas daquele que aceita o meu dizer. No progresso da ciência física, tal como a tentei definir, podem trabalhar de comum acordo o crente e o descrente.

II. – O NOSSO SISTEMA FÍSICO É POSITIVO PELAS SUAS ORIGENS

Gostaríamos de provar que o sistema de Física que propomos está, em todas as suas partes, submetido às exigências mais rigorosas do método positivo; que, positivo pelas suas origens, também o é pelas suas conclusões.

E, em primeiro lugar, de que preocupações é resultado a constituição deste sistema? Será esta concepção da teoria física a obra de um crente alarmado pela disparidade entre os ensinamentos da Igreja e as lições da razão? Terá nascido de um esforço que a fé nas coisas divinas teria tentado para se aliar às doutrinas da ciência humana (*fides quaerens intellectum*)? Se sim, o descrente poderá conceber, em relação a tal sistema, legítimas suspeitas; poderá recear que alguma proposição norteadada pelas crenças católicas se tenha insinuado, por inadvertência do autor, através das malhas apertadas de uma crítica rigorosa; tão pronto é o espírito humano



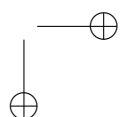
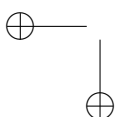


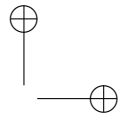
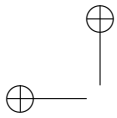
em ter por verdadeiro o que ele deseja! Tais suspeitas, pelo contrário, já não terão razão de ser, se o sistema científico que nos ocupa nasceu do próprio seio da experiência; se ele se impôs ao seu autor, fora de toda a preocupação metafísica ou teológica, e como que a despeito dele, pela prática quotidiana da ciência e do ensino.

Eis, pois, o modo como fomos levados a professar, no tocante ao objecto e à estrutura da teoria física, uma opinião que se tem por nova; fá-lo-emos com toda a sinceridade, não porque tenhamos a vaidade de considerar os passos do nosso pensamento interessantes por si mesmos, mas a fim de que o conhecimento das origens da doutrina leve a apreciar de modo mais exacto o seu valor lógico; porque é este valor que está em causa.

Reportemo-nos a uns vinte e cinco anos atrás, à época em que recebíamos, nas aulas de Matemáticas do Collège Stanislas, a primeira iniciação do físico; aquele que nos facultava esta iniciação, Jules Moutier, era um teórico engenhoso; o seu sentido crítico, muito clarividente e sempre atento, distinguia com uma grande segurança o ponto fraco de muitos sistemas, que outros aceitavam sem contestação; não faltam as provas do seu espírito de invenção, e a Mecânica química deve-lhe uma das suas leis mais importantes. Foi este mestre que fez germinar em nós a admiração pela teoria física e o desejo de contribuir para o seu progresso. Naturalmente, orientou as nossas primeiras tendências no mesmo sentido para que se dirigiam as suas próprias preferências. Ora, conquanto apelasse repetidamente, nas suas investigações, para os mais diversos métodos, era às tentativas de explicação mecânica que ele regressava quase sempre, com uma espécie de predilecção; como a maioria dos teóricos do seu tempo, via numa explicação do Universo material, construída à maneira dos Cartesianos e dos Atomistas, o ideal da Física; num dos seus escritos², não hesitava em fazer seu este

² L. MOUTIER, *Sur les attractions et les répulsions des corps électrisés au point de vue de la théorie mécanique de l'électricité (Annales de Chimie et de Physique, 4^e série, t. XVI).*



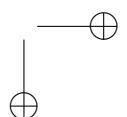
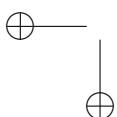


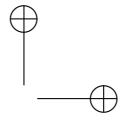
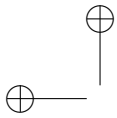
pensamento de Huygens: “*Omnium effectuum naturalium causae concipiuntur per rationes mechanicas, nisi velimus omnem spem abjicere aliquid in physicis intelligendi*” [As causas de todos os efeitos naturais concebem-se mediante razões mecânicas, a não ser que rejeitemos toda a esperança de entender algo na realidade física].

Discípulo de Moutier, foi como partidário convencido do Mecanicismo que abordámos os estudos de Física que se prosseguiram na École Normale. Tivemos aí de sofrer influências muito diferentes das que, até então, tínhamos experimentado; o cepticismo galhofeiro de Bertin gostava de zombar das tentativas sempre renascentes, sempre abortadas, dos mecanicistas. Sem chegar ao agnosticismo e ao cepticismo de Bertin, a maioria dos nossos professores partilhava a sua desconfiança em relação às hipóteses sobre a constituição íntima da matéria; muito hábeis no manejo da experiência, viam nela a fonte única da verdade; se aceitavam a teoria física, era sob condição de ela se basear inteiramente em leis tiradas da observação.

Enquanto físicos e químicos nos enalteciam ciosamente o método que Newton formulara no final do livro dos *Princípios*, os que nos ensinavam as Matemáticas, e sobretudo, entre estes, o Sr. Jules Tannery, esforçavam-se por desenvolver e apurar em nós o sentido crítico, por tornar a nossa razão infinitamente difícil de satisfazer, quando ela tinha de se pronunciar sobre o rigor de uma demonstração.

As tendências que o ensino dos experimentadores tinha suscitado no nosso espírito, as que as lições dos matemáticos nele tinham determinado concorreram para nos levar a conceber o tipo da teoria física de modo muito diferente do que, até então, tínhamos imaginado. Esta teoria ideal, alvo supremo dos nossos esforços, queríamos que se baseasse solidamente nas leis que a experiência verificou, de todo isenta das hipóteses sobre a estrutura da matéria que Newton condenara no seu imortal *Scholium generale*; mas,

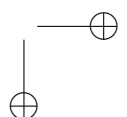
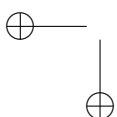


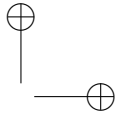
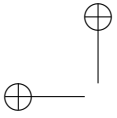


ao mesmo tempo, queríamos que ela fosse construída com o rigor lógico que os algebristas nos tinham ensinado a admirar. Foi ao modelo de semelhante Física que nos esforçámos por ajustar as nossas lições, quando nos foi dado abordar o ensino.

Foi-nos forçoso reconhecer, de imediato, a vaidade dos nossos esforços. Tivemos a felicidade de leccionar, na Faculdade das Ciências de Lille, perante um auditório de elite; entre os nossos alunos, dos quais muitos são hoje colegas nossos, o sentido crítico não estava adormecido; as exigências de clarificação, as objecções embaraçosas, não se cansavam de nos assinalar os paralogismos e os círculos viciosos que, sempre, apesar dos nossos cuidados, reapareciam nas nossas lições; esta rude, mas salutar prova não tardou a convencer-nos de que a Física não podia ser logicamente construída segundo o plano que empreendêramos seguir; que o método indutivo, tal como Newton o definira, não podia ser praticado; que a natureza específica e o verdadeiro objecto da teoria física ainda não tinham sido evidenciados com uma clareza plena; que nenhuma doutrina física poderia ser exposta de modo inteiramente satisfatório enquanto esta natureza e este objecto não tivessem sido determinados de uma maneira exacta e pormenorizada.

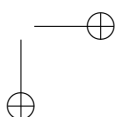
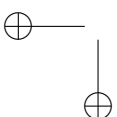
A necessidade de retomar, até aos seus fundamentos, a análise do método pelo qual se pode desenvolver a teoria física surgiu-nos, singularmente nítida, numa circunstância de que conservámos a lembrança muito viva. Pouco satisfeitos com a exposição dos princípios da Termodinâmica, que tinham encontrado “nos livros e entre os homens”, alguns dos nossos alunos pediram-nos para redigir para eles um pequeno tratado sobre os fundamentos desta ciência. Enquanto nos esforçávamos por satisfazer o seu desejo, a impotência radical dos métodos, até então preconizados, para construir uma teoria lógica afirmava-se a nós, cada dia, mais incontestável. Tivemos, então, a intuição das verdades que, desde essa altura, não deixámos de afirmar; compreendemos que a teoria física não é nem uma explicação metafísica, nem um conjunto

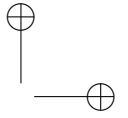
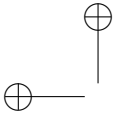




de leis gerais, cuja verdade foi estabelecida pela experiência e pela indução; que ela é uma construção artificial, fabricada por meio de grandezas matemáticas; que a relação destas grandezas com as noções abstractas provindas da experiência é apenas a que sinais têm com as coisas significadas; que esta teoria constitui uma espécie de quadro sinóptico, de esquema, apto para resumir e classificar as leis de observação; que ela pode ser desenvolvida com o mesmo rigor que uma doutrina de álgebra, porque, à imitação desta, é inteiramente construída mediante combinações de grandezas que nós próprios arranjámos, a nosso bel-prazer; mas que as exigências do rigor matemático estão fora de lugar quando se trata de comparar a construção teórica com as leis experimentais que ela pretende representar, e de apreciar o grau de semelhança entre a imagem e o objecto, porque esta comparação e esta apreciação não dependem da faculdade pela qual podemos desdobrar uma série de silogismos claros e rigorosos; que, para apreciar a semelhança entre a teoria e os dados da experiência, não é possível dissociar a construção teórica e submeter isoladamente cada uma das suas partes à prova dos factos, porque a mínima verificação experimental faz intervir os mais diversos capítulos da teoria; que toda a comparação entre a Física teórica e a Física experimental consiste numa aproximação da teoria, tomada na sua inteireza, com o ensinamento total da experiência.

Assim, as necessidades do ensino, pela sua pressão urgente e incessante, levaram-nos a fornecer, da teoria física, uma concepção muito diferente da que, até então, era corrente. Estas mesmas necessidades levaram-nos, ao longo dos anos, a desenvolver os nossos primeiros pensamentos, a precisá-los, a explicá-los, a corrigi-los. Foi por eles que o nosso sistema acerca da natureza da teoria física se consolidou na nossa convicção, graças à facilidade com que ele nos permitiu religar, numa exposição coerente, os mais diversos capítulos da Ciência. E perdoem-nos que insistamos aqui, que assinalemos a autoridade muito especial que confere aos nossos

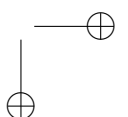
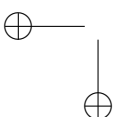




princípios esta prova a que, ao longo de muitos anos, os submetemos; são hoje numerosos os que escrevem acerca dos princípios da Mecânica e da Física; mas, se lhes fosse proposto realizar um curso completo de Física que, sempre e em toda a parte, se harmonizasse com a sua doutrina, quantos é que aceitariam o desafio?

As nossas ideias sobre a natureza da teoria física nasceram, pois, da prática da investigação científica e das exigências do ensino; por mais profundo que seja o nosso exame da consciência intelectual, é-nos impossível reconhecer uma influência exercida, sobre a génese destas ideias, por qualquer preocupação religiosa. E como poderia ter sido de outro modo? Como poderíamos ter pensado que a nossa fé católica estivesse interessada na evolução que sofreram as nossas opiniões de físico? Não conhecemos cristãos, tão sinceros quanto esclarecidos, que acreditavam firmemente nas explicações mecânicas do Universo material? Não conhecemos alguns que se mostravam ardentes partidários do método indutivo de Newton? Não esclarecia ele aos nossos olhos, como aos olhos de todo o homem de bom senso, que o objecto e a natureza da teoria física eram coisas estranhas às doutrinas religiosas e sem qualquer contacto com elas? E, por outro lado, como que para melhor assinalar até que ponto a nossa perspectiva sobre estas questões se inspirava pouco nas nossas crenças, não vieram os ataques mais numerosos e mais vivos contra este modo de ver justamente daqueles que professam a mesma fé religiosa que nós?

A nossa interpretação da teoria física é, pois, essencialmente positiva pelas suas origens; nada, nas circunstâncias que nos sugeriram esta interpretação, pode justificar a desconfiança daquele que não partilha as nossas convicções metafísicas nem as nossas crenças religiosas.



III. – O NOSSO SISTEMA FÍSICO É POSITIVO PELAS SUAS CONCLUSÕES

As nossas meditações sobre o sentido e o alcance das teorias físicas foram estimuladas por preocupações onde a metafísica e a religião não tinham parte alguma; levaram a conclusões que nada têm a ver com as doutrinas metafísicas, nada com os dogmas religiosos.

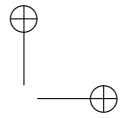
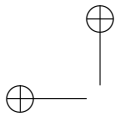
Combatemos, decerto, sem descanso as teorias físicas que pretendem reduzir o estudo do mundo material à Mecânica; proclamamos que o físico devia admitir, nos seus sistemas, qualidades primárias. Ora, há doutrinas metafísicas que declararam que tudo, no mundo material, se reduzia à matéria e ao movimento; há doutrinas que proclamaram que toda a qualidade era essencialmente complexa, que ela podia e devia sempre desagregar-se em elementos quantitativos. Ora parece que as nossas conclusões vão contra estas doutrinas; que não se pode admitir o nosso modo de ver sem rejeitar ao mesmo tempo estes sistemas metafísicos; e, portanto, que a nossa Física, sob as suas aparências positivas, será, no fim de contas, uma Metafísica. É o que pensa o Sr. Rey³: “Parece, diz ele, que o Sr. Duhem sucumbiu à tentação comum: fez Metafísica. Teve uma ideia atrás da cabeça, uma ideia preconcebida sobre o valor e o alcance da ciência, e sobre a natureza do cognoscível.”

Se assim fosse, repitamo-lo bem alto, teríamos de todo fracassado na tentativa em que envidámos todos os nossos esforços; não teríamos conseguido definir uma Física teórica em cujo progresso possam trabalhar de comum acordo positivistas e metafísicos, materialistas e espiritualistas, descrentes e cristãos.

Mas não é assim.

Com a ajuda de métodos essencialmente positivos, esforçámo-nos por distinguir nitidamente o conhecido do desconhecido; nunca pretendemos traçar uma linha de demarcação entre o cognoscível

³ A. REY, *loc. cit.*, p. 733.



e o incognoscível. Analisámos os procedimentos pelos quais se construíam as teorias físicas e, a partir desta análise, tentámos inferir o sentido exacto e o justo alcance das proposições que estas teorias formulam; nunca a nossa pesquisa acerca da Física nos levou quer a afirmar, quer a negar a existência ou a legitimidade dos métodos de investigações estranhas a esta ciência, e aptas para alcançar verdades que ultrapassam os seus meios.

Combatemos, pois, o Mecanicismo; mas em que termos? Pusemos porventura, na base de um raciocínio, a título de axioma, alguma proposição que o método do físico não tenha fornecido? A partir de tais postulados, desdobrámos uma série de deduções cuja conclusão foi desta forma: o Mecanicismo é uma impossibilidade; é certo que nunca se poderá construir uma representação aceitável dos fenómenos físicos por meio de massas e de movimentos submetidos apenas às leis da Dinâmica? De modo nenhum. O que fizemos⁴ foi submeter a um exame minucioso os sistemas propostos pelas diversas Escolas mecanicistas e constatar que nenhum destes sistemas oferecia as características de uma boa e sã teoria física, porque nenhum deles representava, com uma aproximação suficiente, o amplo conjunto de leis experimentais.

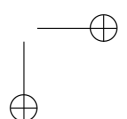
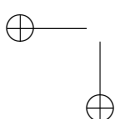
Quanto à legitimidade ou à ilegitimidade do Mecanicismo, considerado no seu próprio princípio, eis como nos expressámos a seu respeito:

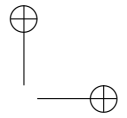
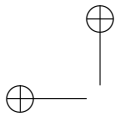
“Para o físico, a hipótese de que todos os fenómenos naturais se podem explicar mecanicamente não é nem verdadeira nem falsa; não tem, para ele, sentido algum.

“Expliquemos esta proposição, que poderia parecer paradoxal.

“Um único critério permite, em Física, rejeitar como falso um juízo que não implique contradição lógica; é a constatação de um desacordo flagrante entre este juízo e os factos de experiência.

⁴ Pedimos ao leitor que, no nosso escrito sobre a *Evolução da Mecânica*, consulte a primeira parte: *As explicações mecânicas*, e sobretudo o capítulo XV: *Considerações gerais sobre as explicações mecânicas*.





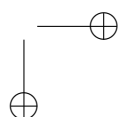
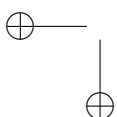
Quando um físico afirma a verdade de uma proposição, afirma que esta proposição foi comparada com os dados da experiência; que, entre estes dados, havia alguns cujo acordo com a proposição sujeita à prova não era *a priori* necessário; que, todavia, entre estes dados e esta proposição, os desvios permaneceram inferiores aos erros de experiência.

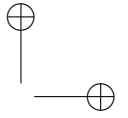
“Em virtude destes princípios, não se enuncia uma proposição que a Física possa ter por errônea, afirmando que todos os fenômenos do mundo inorgânico se podem explicar de modo mecânico; porque a experiência não nos pode levar a conhecer nenhum fenômeno que seja seguramente irreduzível às leis da Mecânica. Mas também não é legítimo dizer que esta proposição é fisicamente verdadeira; porque a impossibilidade de a forçar a uma contradição, formal e insolúvel, com os resultados da observação é uma consequência lógica da indeterminação absoluta que se deixa às massas invisíveis e aos movimentos ocultos.

“Assim, para quem se atém aos procedimentos do método experimental é impossível declarar como verdadeira esta proposição: *Todos os fenômenos físicos se explicam de modo mecânico*. É igualmente impossível declará-la falsa. *Esta proposição é transcendente ao método físico.*”

Afirmar, pois, que todos os fenômenos do mundo inorgânico são redutíveis à matéria e ao movimento é fazer Metafísica; negar que esta redução seja possível é ainda fazer Metafísica; mas a nossa crítica da teoria física resguardou-se igualmente desta afirmação e desta negação; o que ela afirmou e demonstrou foi que não existia *actualmente* nenhuma teoria física aceitável que se harmonizasse com as exigências do Mecanicismo; que era *actualmente* possível, recusando submeter-se a essas exigências, construir uma teoria satisfatória; mas, ao formular estas afirmações, fizemos obra de físico e não de metafísico.

Para construir esta teoria física, não reduzida ao Mecanicismo, tivemos de fazer corresponder certas grandezas matemáticas a cer-



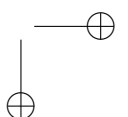
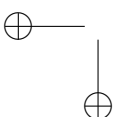


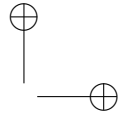
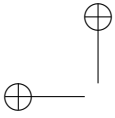
tas qualidades e, entre estas qualidades, algumas há que não decomposemos em qualidades mais simples, que tratámos como *qualidades primárias*. Terá sido em virtude de um critério metafísico que considerámos tal qualidade como uma qualidade primária? Tínhamos algum meio de reconhecer *a priori* se ela era, ou não, redutível a qualidades mais simples? De modo nenhum. Tudo o que afirmámos a propósito de semelhante qualidade foi o que os procedimentos próprios da Física nos podiam ensinar; afirmámos que não sabíamos *actualmente* decompô-la, mas não que fosse absurdo buscar a sua resolução a elementos mais simples:

“A Física, dissemos nós⁵, reduzirá a teoria dos fenómenos que a natureza inanimada apresenta à consideração de um certo número de qualidades; mas tentará tornar este número tão pequeno quanto possível. Sempre que um efeito novo se apresentar, ela tentará de todos os modos reconduzi-lo às qualidades já definidas; só depois de ter reconhecido a impossibilidade desta redução é que se resignará a estabelecer nas suas teorias uma qualidade nova, a introduzir nas suas equações uma nova espécie de variáveis. Assim, o químico que descobre um corpo novo esforça-se por decompô-lo em alguns dos elementos já conhecidos; só quando esgotou em vão todos os meios de análise de que dispõem os laboratórios é que se decide a acrescentar o nome à lista dos corpos simples.

“O nome de *simples* não é dado a uma substância química em virtude de um raciocínio metafísico, demonstrando que ela é indecomponível por natureza; é-lhe dado em virtude de um facto, porque ela resistiu a todas as tentativas de decomposição. Este epíteto é uma confissão de impotência; nada tem de definitivo nem de irrevogável; um corpo, hoje simples, deixará de o ser amanhã, se algum químico, mais feliz do que os seus predecessores, conseguir dissociá-lo; a potassa e a soda, corpos simples para Lavois-

⁵ *L'évolution de la Mécanique*, 2^e partie, Capítulo I : *A Física da qualidade*. – Cfr. *La théorie physique, son object et sa structure*, 2^e partie, Capítulo II : *As qualidades primárias*.



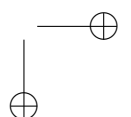
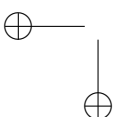


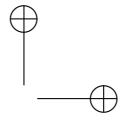
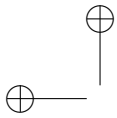
sier, foram corpos compostos a partir dos trabalhos de Davy. O mesmo se passa com as qualidades primárias que admitimos na Física. Ao dar-lhes o nome de *primárias*, não preconcebemos que elas sejam, por natureza, irreduzíveis; confessamos simplesmente que não sabemos reduzi-las a qualidades mais simples; mas esta redução, que hoje não podemos efectuar, será talvez amanhã um facto realizado.”

Ao rejeitar, portanto, as teorias mecânicas, ao propor em seu lugar uma teoria qualitativa, não fomos de modo algum guiados por “uma ideia preconcebida sobre o valor e o alcance da Ciência e sobre a natureza do cognoscível”; não recorremos, de modo consciente ou inconsciente, ao método metafísico; fizemos um uso exclusivo dos procedimentos próprios do físico; condenámos as teorias que não concordavam com as leis de observação; preconizámos aquela que destas leis oferecia uma representação satisfatória; numa palavra, respeitámos escrupulosamente as regras da Ciência positiva.

IV. – O NOSSO SISTEMA DESFAZ AS PRETENSAS OBJECÇÕES DA CIÊNCIA FÍSICA CONTRA A METAFÍSICA ESPIRITUALISTA E CONTRA A FÉ CATÓLICA

Guiada pelo método positivo tal como o pratica o físico, a nossa interpretação do sentido e do alcance das teorias não sofreu nenhuma influência nem das opiniões metafísicas nem das crenças religiosas; de nenhum modo esta interpretação é a filosofia científica de um crente; o descrente pode admitir todos os seus termos.





Depreender-se-á que o crente não tem em conta esta crítica da ciência física, que os resultados a que ela leva são, para ele, sem qualquer interesse?

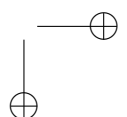
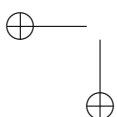
É moda, desde há algum tempo, opor umas às outras as grandes teorias da Física e as doutrinas fundamentais em que assentam a filosofia espiritualista e a fé católica; espera-se que estas doutrinas se desmorerem sob os golpes de aríete dos sistemas científicos. Sem dúvida, as lutas da Ciência contra a Fé apaixonam sobretudo os que conhecem muito mal os ensinamentos da Ciência e ignoram de todo os dogmas da Fé; mas elas preocupam e inquietam, às vezes, homens que, pela inteligência e pela consciência, ultrapassam de longe os médicos de aldeia e os físicos de botequim.

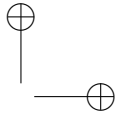
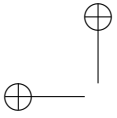
Ora o sistema que expusemos dissipa as pretensas objecções que a teoria física levantaria contra a Metafísica espiritualista e contra o Dogma católico; fá-las desaparecer tão facilmente como o vento varre a palha; porque, segundo este sistema, tais objecções não passam e nunca podem passar de mal-entendidos.

Que é uma proposição de Metafísica, um dogma religioso? É um juízo que incide numa realidade objectiva, que afirma ou nega que determinado ser real possui, ou não, determinado atributo. Estes juízos: o homem é livre, a alma é imortal, o Papa é infalível em matéria de fé, são proposições de Metafísica ou dogmas religiosos; afirmam todos que certas realidades objectivas possuem certos atributos.

Que será necessário para que possa haver acordo ou desacordo entre um certo juízo, por um lado, e uma proposição de Metafísica ou de Teologia, por outro? Forçosamente, importará que este juízo tenha por objecto certas realidades objectivas, que afirme ou negue acerca delas certos atributos. De facto, entre dois juízos que não têm os mesmos termos, que não incidem nos mesmos objectos, não pode haver nem acordo nem desacordo.

Os factos de experiência – no sentido corrente das palavras, e não no sentido complicado que estas mesmas palavras tomam em

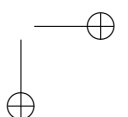
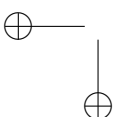


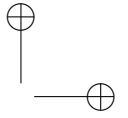
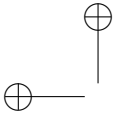


Física – as leis experimentais – entendo aqui por estas as leis de experiência vulgar que o senso comum formula sem qualquer recurso às teorias científicas – são outras tantas afirmações que se referem a realidades objectivas; pode, pois, sem disparatar, falar-se de acordo ou de desacordo entre um facto de experiência ou uma lei de experiência, por um lado, e uma proposição de Metafísica ou de Teologia, por outro. Se, por exemplo, se constataste um caso em que um Papa, colocado nas condições previstas pelo dogma da infalibilidade, proferisse um ensinamento contrário à fé, estaríamos perante um facto que contradiria um dogma religioso. Se a experiência levasse a formular esta lei: Os actos humanos são sempre determinados – teríamos a ver com uma lei experimental que negaria uma proposição de Metafísica.

Posto isto, poderá um princípio de Física teórica estar de acordo ou em desacordo com uma proposição de Metafísica ou de Teologia? Será um princípio de Física teórica um juízo acerca de alguma realidade objectiva?

Sim, para o Cartesiano, para o Atomista, para quem quer que faça da Física teórica uma dependência, um corolário da Metafísica, um princípio de Física teórica é um juízo que incide numa realidade. Quando o Cartesiano afirma que a essência da matéria é a extensão em comprimento, largura e profundidade; quando o Atomista declara que um átomo se move com um movimento rectilíneo e uniforme enquanto não choca com outro átomo, o Cartesiano e o Atomista pretendem afirmar que a matéria é objectivamente tal como dizem, que ela possui realmente as propriedades que lhe atribuem, que é verdadeiramente privada das qualidades que lhe recusam. Por isso, não é descabido perguntar se tal princípio da Física cartesiana ou da Física atomística está, ou não, em desacordo com tal proposição da Metafísica ou do Dogma; pode sensatamente duvidar-se que a lei imposta pelo Atomismo ao movimento dos átomos seja compatível com a acção que a alma exerce sobre o corpo; pode afirmar-se que a essência da matéria cartesiana é inconciliá-



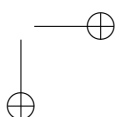
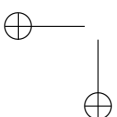


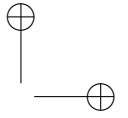
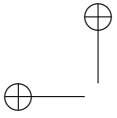
vel com o dogma da presença real do corpo de Jesus Cristo sob as espécies eucarísticas.

Sim ainda, um princípio de Física teórica é um juízo acerca da realidade objectiva para o Newtoniano, para aquele que vê em semelhante princípio uma lei experimental generalizada pela indução. Aquele, por exemplo, verá nas equações fundamentais da Dinâmica uma regra universal, cuja verdade a experiência revelou, e à qual estão submetidos todos os movimentos dos corpos objectivamente existentes. Aquele poderá, sem ilogismo, falar do conflito entre as equações da Dinâmica e a possibilidade do livre arbítrio, e examinar se tal conflito é solúvel ou insolúvel.

Assim os defensores das Escolas de Física que combatemos podem legitimamente falar de acordo ou de desacordo entre os princípios da teoria física e as doutrinas da Metafísica ou da Religião. O mesmo não acontecerá com aqueles cuja razão terá aceite, da teoria física, a interpretação que propusemos; esses nunca falarão de conflito entre os princípios da teoria física e as doutrinas metafísicas ou religiosas; terão, de facto, compreendido que as doutrinas metafísicas e religiosas são juízos acerca da realidade objectiva, ao passo que os princípios da teoria física são proposições relativas a certos signos matemáticos desprovidos de toda a existência objectiva; como não têm nenhum termo comum, estas duas espécies de juízos não se podem harmonizar nem contradizer.

Que é, efectivamente, um princípio de Física teórica? É uma forma matemática própria para resumir e classificar leis constatadas pela experiência. Por si mesmo, este princípio não é nem verdadeiro nem falso; fornece simplesmente uma imagem mais ou menos satisfatória das leis que pretende representar. Tais leis são afirmações acerca da realidade objectiva; com tal proposição de Metafísica ou de Teologia, podem, portanto, estar de acordo ou em desacordo. Mas a classificação sistemática que dela oferece a teoria nada acrescenta, nada rouba à sua verdade, à sua certeza, ao seu alcance objectivo. A intervenção do princípio teórico que as



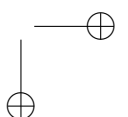
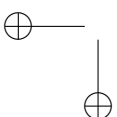


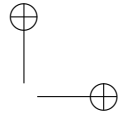
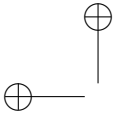
resume e as ordena não pode nem destruir o acordo entre estas leis e as doutrinas metafísicas e religiosas, se tal acordo existia antes da intervenção deste princípio, nem restabelecer este acordo, se ele antes não existia. *De per si e por essência, todo o princípio de Física teórica é sem uso nas discussões metafísicas ou teológicas.*

Apliquemos estas considerações gerais a um exemplo:

Será o princípio da conservação da energia compatível com o livre arbítrio? Eis uma questão muitas vezes debatida e resolvida em sentidos diferentes. Ou terá ela até uma significação, de modo que um homem consciente do exacto valor dos termos que emprega possa sensatamente pensar em responder-lhe quer com um sim, quer com um não?

Esta questão tem, decerto, sentido para aqueles que fazem do princípio da conservação da energia um axioma aplicável com todo o rigor ao Universo real, quer derivem este axioma de uma filosofia da natureza, quer a ele cheguem a partir dos dados experimentais, por meio de uma ampla e poderosa indução. Mas não alinhamos nem com estes nem com aqueles. Para nós, o princípio da conservação da energia não é, de modo algum, uma afirmação certa e geral acerca dos objectos realmente existentes. É uma fórmula matemática instituída por um livre decreto do nosso entendimento, a fim de que esta fórmula, combinada com outras fórmulas postuladas de modo análogo, nos permita deduzir uma série de consequências, e que estas consequências nos forneçam uma representação satisfatória das leis constatadas nos nossos laboratórios. Nem esta fórmula da conservação da energia, nem as fórmulas que lhes associamos podem, em rigor, dizer-se verdadeiras ou falsas, porque não são juízos que incidam em realidades; tudo o que se pode dizer é que a teoria que o seu conjunto compõe é boa se os seus corolários representarem, com uma suficiente aproximação, as leis que nos propomos classificar, e que esta teoria é má no caso contrário. É já claro que esta questão: “Será, ou não, a lei da conservação da energia compatível com o livre arbítrio?” não pode ter, para nós,





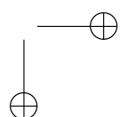
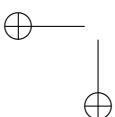
sentido algum. Se algum tivesse, seria efectivamente este: Será, ou não, a impossibilidade objectiva de actos livres a consequência do princípio da conservação da energia? Ora o princípio da conservação da energia não tem nenhuma consequência objectiva.

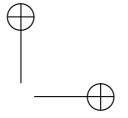
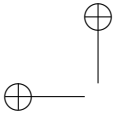
E, por outro lado, insistamos.

Como procederíamos para tirar do princípio da conservação da energia, dos outros principais análogos, este corolário: Será o livre arbítrio impossível? Advertir-se-ia que estes diferentes princípios equivalem a um sistema de equações diferenciais que regem as mudanças de estado dos corpos que lhe estão submetidos. Observar-se-ia que, em virtude de o estado e o movimento desses corpos estarem dados num certo instante, este estado e este movimento seriam, em seguida, determinados sem ambiguidade para todo o decurso do tempo; e concluir-se-ia que nenhum movimento livre se pode produzir entre estes corpos, porque o movimento livre seria, por essência, um movimento não determinado pelos estados e pelos movimentos anteriores.

Ora, que vale semelhante raciocínio?

As nossas equações diferenciais ou, o que é a mesma coisa, os princípios que elas traduzem, escolhemo-los porque queríamos construir uma representação matemática de um conjunto de fenómenos; ao tentar representar estes fenómenos mediante um sistema de equações diferenciais, supúnhamos, em primeiro lugar, que eles estavam submetidos a um determinismo rigoroso; sabíamos bem, de facto, que um fenómeno cujas particularidades mínimas não resultassem dos dados iniciais seria rebelde a toda a representação por tal sistema de equações. Estávamos, pois, previamente certos de que, na classificação que combinávamos, nenhum lugar estava reservado aos actos livres. Que se constatamos, depois, que um acto livre não pode estar incluído na nossa classificação, seríamos muito ingénuos se nos admirássemos e muito levianos se concluíssemos que o livre arbítrio é impossível.



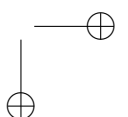
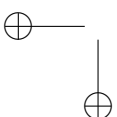


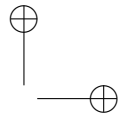
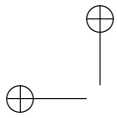
Imaginai um colecionador que pretende classificar conchas; pega em sete gavetas que assinala com sete cores do espectro, põe as conchas vermelhas na gaveta vermelha, as conchas amarelas na gaveta amarela, etc. Mas se aparecer uma concha branca, não saberá que fazer, porque não tem nenhuma gaveta branca. Sentiríeis, decerto, grande comiseração pela sua razão, se do seu embaraço o ouvísseis deduzir a não-existência de conchas brancas no mundo.

Merece também igual compaixão o físico que, dos seus princípios teóricos, julga poder deduzir a impossibilidade do livre arbítrio. Ao fabricar uma classificação para todos os fenómenos que se produzem neste mundo, esqueceu-se da gaveta para os actos livres!

V. – O NOSSO SISTEMA NEGA À TEORIA FÍSICA TODO O ALCANCE METAFÍSICO OU APOLOGÉTICO.

Física de crente é esta Física, dir-se-á, porque, de modo tão radical, nega todo o valor às objecções tiradas da teoria contra a Metafísica espiritualista e contra a Fé católica! Mas Física descrente também, porque ela não mostra o real ou o inexistente rigor dos argumentos que se tentaria deduzir da teoria em prol da Metafísica ou do Dogma. É absurdo pretender que um princípio de Física teórica contradiga uma proposição formulada pela filosofia espiritualista ou pela doutrina católica; não menos absurdo é pretender que ele confirma semelhante proposição. Não pode haver desacordo nem acordo entre uma proposição que é um juízo acerca de uma realidade objectiva e outra proposição que não tem qualquer alcance objectivo. Sempre que se citar um princípio de Física teórica em apoio de uma doutrina metafísica ou de um dogma religioso,



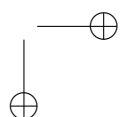
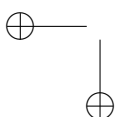


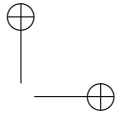
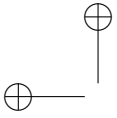
cometer-se-á um erro; atribuir-se-á a este princípio um sentido que não é o seu, um valor que não lhe pertence.

Clarifiquemos ainda a nossa opinião mediante um exemplo.

Em meados do último século, Clausius, depois de ter profundamente transformado o princípio de Carnot, tirou dele este célebre corolário: A entropia do Universo tende para um máximo. Deste teorema, vários filósofos pretenderam inferir a impossibilidade de um mundo onde, eternamente, se produziriam modificações físicas e químicas; por seu turno, estas modificações tiveram um começo, teriam um fim; a criação no tempo, se não da matéria, pelo menos da sua aptidão para a mudança, o estabelecimento, num futuro mais ou menos longínquo, de um estado de repouso absoluto e de morte universal, eram, para estes pensadores, consequências necessárias dos princípios da Termodinâmica.

A dedução pela qual se quis passar das premissas a estas conclusões está, em muitos lugares, ferida de ilogismo. Antes de mais, supõe implicitamente a assimilação do Universo a um conjunto limitado de corpos, isolado num espaço absolutamente vazio de matéria; e esta assimilação suscita muitas dúvidas. Admitida esta assimilação, a Termodinâmica afirma, sem dúvida, que a entropia do Universo deve crescer sem cessar; mas não impõe a esta entropia nenhum limite inferior ou superior; nada, pois, se oporia a que esta grandeza variasse de $-\infty$ para $+\infty$, enquanto o próprio tempo variava de $-\infty$ para $+\infty$; desvanecer-se-iam então as impossibilidades que supostamente tinham sido demonstradas, em desfavor de uma vida eterna do Universo. Mas rejeitamos estas diversas críticas; elas mostram que a demonstração tomada como exemplo não é concludente; não provam a impossibilidade radical de construir uma demonstração concludente que tenderia para um fim análogo. A objecção que lhe oporemos é de uma natureza e de um alcance de todo diferentes; extraída da própria essência da teoria física, mostrar-nos-á que é absurdo questionar esta teoria a propósito dos

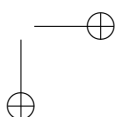
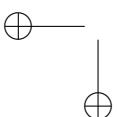


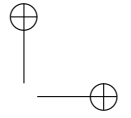
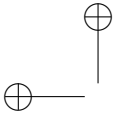


acontecimentos que se puderem produzir num passado extremamente recuado, absurdo exigir dela predições a muito longo prazo.

Que é uma teoria física? Um conjunto de proposições matemáticas, cujas consequências devem representar os dados da experiência; o valor de uma teoria mede-se pelo número das leis experimentais que ela representa e pelo grau de precisão com que as representa; se duas teorias diferentes representam os mesmos factos com a mesma aproximação, o método físico considera-as como tendo absolutamente o mesmo valor; entre estas duas teorias equivalentes, ele não tem o direito de ditar a nossa escolha, é obrigado a deixá-la livre. Sem dúvida, entre estas teorias logicamente equivalentes o físico fará uma escolha; mas os motivos que ditarão a sua escolha serão considerações de elegância, de simplicidade, de comodidade, razões de conveniência essencialmente subjectivas, contingentes, variáveis com os tempos, as Escolas, as pessoas; por mais graves que estes motivos possam ser em certos casos, nunca serão de natureza tal que a adesão a uma das teorias e a rejeição da outra necessariamente deles resultem; só a descoberta de um facto, que uma das teorias representaria, e não a outra, teria por consequência uma opção forçada.

Assim a lei de atracção na razão inversa do quadrado da distância, proposta por Newton, representa com uma admirável precisão todos os movimentos celestes que podemos observar; mas ao inverso do quadrado da distância poderia substituir-se, e de infinitas maneiras, qualquer outra função da distância, de modo que a nova Mecânica celeste representasse todas as nossas observações astronómicas com a mesma precisão que a antiga; os princípios do método experimental obrigar-nos-iam a atribuir a estas duas Mecânicas celestes diferentes exactamente o mesmo valor lógico. Não quer isto dizer que os astrónomos manteriam a lei newtoniana de atracção de preferência à lei nova; mas mantê-la-iam por causa das propriedades matemáticas excepcionais que o inverso do quadrado de distância apresenta, em prol da simplicidade e da elegância que





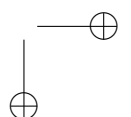
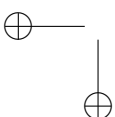
estas propriedades introduzem nos seus cálculos. Estes motivos seriam decerto daqueles que é bom seguir; todavia, nada teriam de decisivo nem de definitivo; não teriam peso algum no dia em que se descobrisse um fenómeno que a lei newtoniana de atracção seria incapaz de representar e do qual outra Mecânica celeste forneceria uma imagem satisfatória; nesse dia, os astrónomos seriam obrigados a preferir a nova teoria à antiga⁶.

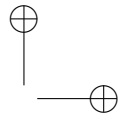
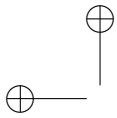
Bem entendido isto, suponhamos que temos duas Mecânicas celestes diferentes do ponto de vista matemático, mas representando com uma igual aproximação todas as observações astronómicas até agora feitas. Vamos ainda mais longe; sirvamo-nos das duas Mecânicas celestes para calcular os movimentos dos astros no futuro; suponhamos que os resultados de um dos cálculos se aproximam de tal modo dos do outro que o desvio entre as duas posições que eles atribuem ao mesmo astro é inferior aos erros de experiência, mesmo após mil anos, mesmo no termo de dez mil anos. Eis duas Mecânicas celestes que somos obrigados a considerar como logicamente equivalentes; não há razão alguma que nos force a preferir uma à outra; e, mais ainda, em mil anos, em dez mil anos, os homens deverão ainda compará-las e manter essa escolha em suspenso.

É claro que as previsões destas duas teorias merecem uma igual confiança; é claro que a lógica não nos dá direito algum de afirmar que as previsões da primeira serão conformes à realidade e não as da segunda, ou inversamente.

Estas previsões, na verdade, harmonizam-se perfeitamente para um lapso de tempo de mil anos, de dez mil anos; mas os matemáticos advertem-nos de que seríamos muito temerários em concluir que este acordo durará para sempre; e, mediante exemplos palpáveis, mostram-nos a que erros nos poderia levar esta extrapolação

⁶ Assim fizeram, de facto, no dia em que pela introdução do termo de atracção molecular complicaram a fórmula da atracção newtoniana, a fim de poderem representar as leis da capilaridade.



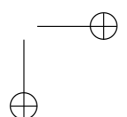
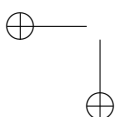


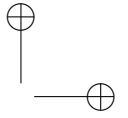
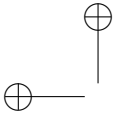
ilegítima⁷. As previsões das nossas duas Mecânicas celestes poderiam ser singularmente discordantes, se exigíssemos às duas teorias que nos descrevessem o estado do céu em dez milhões de anos; uma delas poderia afirmar-nos que os planetas, nessa época, descreverão ainda órbitas pouco diferentes das que actualmente descrevem; a outra, pelo contrário, poderia muito bem pretender que todos os corpos do sistema solar estarão então reunidos numa massa única, ou que se encontrarão dispersos no espaço a distâncias enormes uns dos outros⁸. Destas duas profecias, das quais uma proclama a estabilidade do sistema solar e a outra afirma a sua instabilidade, qual será aquela em que acreditaremos? Decerto naquela que melhor concordar com as nossas preocupações e com as nossas prevenções extracientíficas; mas a lógica das ciências físicas não nos fornecerá, sem dúvida, nenhum argumento plenamente convincente para defender a nossa escolha contra quem a atacasse e para a impor ao nosso adversário.

O mesmo se passa com toda a predição a longo prazo. Possuímos uma Termodinâmica que representa muito bem um conjunto de leis experimentais, e que nos afirma que a entropia de um sistema isolado cresce eternamente. Poderíamos, sem dificuldade, construir uma Termodinâmica nova que, tal como a Termodinâmica antiga, representaria as leis experimentais até agora conhecidas; cujas previsões, durante dez mil anos, se harmonizariam com as da Termodinâmica antiga; e, no entanto, esta Termodinâmica

⁷ Ver a este respeito, no nosso estudo intitulado: *A teoria física. O seu objecto e a sua estrutura*, Capítulo III da segunda parte e, em especial, o § III deste Capítulo.

⁸ Assim, as trajectórias dos planetas sob a acção simultânea da atracção newtoniana e da atracção capilar poderiam muito bem, durante dez mil anos, não diferir de um modo apreciável das trajectórias dos mesmos astros submetidos apenas à atracção newtoniana; e, no entanto, poderia supor-se, sem qualquer absurdidade, que os efeitos da atracção capilar, acumulados durante cem mil anos, desviassem sensivelmente um planeta do caminho que só a atracção newtoniana lhe teria feito seguir.





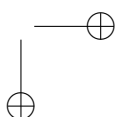
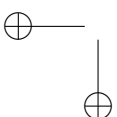
nova poderia afirmar-nos que a entropia do Universo, depois de ter crescido durante cem milhões de anos, diminuirá durante um novo período de cem milhões de anos, para crescer outra vez, graças a uma alternância eterna.

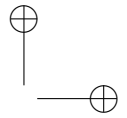
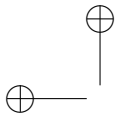
Pela sua própria essência, a ciência experimental é incapaz de predizer o fim do mundo, como também de afirmar a sua perpétua actividade. Só um engano grosseiro acerca do seu alcance poderia exigir dela a prova de um dogma que a nossa fé afirma.

VI. – O METAFÍSICO DEVE CONHECER A TEORIA FÍSICA PARA DELA NÃO FAZER, NAS SUAS ESPECULAÇÕES, UM USO LEGÍTIMO

Eis, pois, uma física teórica que não é nem uma teoria de crente nem uma teoria de descrente, mas pura e simplesmente uma teoria de físico; admiravelmente adequada para classificar as leis que o experimentador estuda, é incapaz de se opor a qualquer afirmação da Metafísica ou do Dogma religioso; é igualmente incapaz de prestar um apoio eficaz a semelhante afirmação. Quando o teórico penetra no território da Metafísica ou do Dogma, quer se proponha atacá-los, quer queira defendê-los, a arma que utilizava vitoriosamente no seu próprio domínio permanece, nas suas mãos, inútil e sem força; a lógica da Ciência positiva, que forjou esta arma, assinalou com precisão as fronteiras para lá das quais a têmpera que lhe deu se enfraqueceria, para lá das quais o seu gume se embotaria.

Mas do facto de a lógica sadia não conferir à teoria física nenhum poder para confirmar ou infirmar uma proposição metafísica seguir-se-á que o metafísico tem o direito de desdenhar as teorias da Física? Seguir-se-á que ele pode perseverar na construção do





seu sistema cosmológico, sem qualquer preocupação com o conjunto de fórmulas matemáticas pelas quais o físico chega a representar e a classificar o conjunto das leis experimentais? Não o cremos; iremos mostrar que existe um liame entre a teoria física e a filosofia da natureza; iremos precisar em que consiste esse laço.

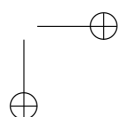
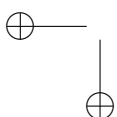
E em primeiro lugar, a fim de evitar todo o mal-entendido, façamos uma advertência. Esta questão – “Deve, ou não, o metafísico atender às opiniões do físico?” – só se levanta absolutamente a respeito das teorias da Física. Quanto aos factos de experiência, quanto às leis experimentais, ela não se deve pôr, porque a resposta não pode ser duvidosa; é claro que o filósofo da natureza deve ter em conta estes factos, estas leis.

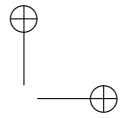
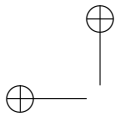
As proposições que enunciam estes factos, que formulam estas leis têm – o que as proposições puramente teóricas não possuem – um alcance objectivo. Podem, pois, estar de acordo ou em desacordo com as proposições que compõem um sistema cosmológico; o autor deste sistema não tem o direito de ser indiferente a este acordo que traz às suas intuições uma confirmação preciosa, a este desacordo que é, para as suas doutrinas, uma condenação sem apelo.

A apreciação deste acordo ou deste desacordo é fácil, em geral, quando os factos considerados são factos de experiência vulgar, quando as leis visadas são leis de senso comum⁹; porque não é necessário ser físico de profissão para apreender o que há de objectivo em semelhante facto, em tal lei.

Esta apreciação torna-se, pelo contrário, infinitamente delicada e espinhosa quando se trata de um facto ou de uma lei científica. Efectivamente, a proposição que formula este facto ou esta lei é, em geral, uma amálgama íntima de constatação experimental, dotada de um alcance objectivo, e de interpretação teórica, simples símbolo desprovido de todo o sentido objectivo. Será necessário

⁹ Ver a este respeito *La théorie physique, son object et sa structure*, 2^e partie, chap. IV e V.



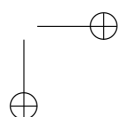
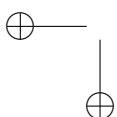


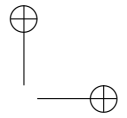
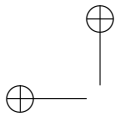
que o metafísico dissocie esta mescla, a fim de obter, tão puro quanto possível, o primeiro dos dois elementos que a compõem; nesse, com efeito, e só nesse, o seu sistema pode encontrar uma confirmação ou embater numa contradição.

Suponhamos, por exemplo, que se trata de uma experiência sobre os fenómenos de interferência óptica. O relato de tal experiência contém afirmações que incidem decerto nas características objectivas da luz; assim, por exemplo, a afirmação de que um brilho que parece constante é, na realidade, a manifestação de uma propriedade que varia muito rapidamente de instante para instante, e tal de modo periódico. Mas estas afirmações, pela própria linguagem que serve para as formular, estão intimamente imbuídas das hipóteses que escoram a teoria óptica; para as enunciar, o físico fala das vibrações de um éter elástico ou da polarização alternativa de um éter dieléctrico; ora, nem às vibrações do éter elástico nem à polarização do éter dieléctrico é preciso atribuir, logo à primeira, uma plena e total realidade objectiva; são, com efeito, construções simbólicas imaginadas pela teoria para resumir e classificar as leis experimentais da óptica.

E eis já uma primeira razão para que o metafísico não descure o estudo das teorias físicas. É necessário que ele conheça a teoria física a fim de poder, no relato de uma experiência, distinguir o que provém desta teoria e que tem simplesmente o valor de um meio de representação ou de um signo, daquilo que forma o conteúdo real, a matéria objectiva do facto de experiência.

Não imaginemos, por outro lado, que um conhecimento de todo superficial da teoria bastaria para este objecto. Muitas vezes, no relato de uma experiência de física, a matéria, real e objectiva, e a forma, puramente teórica e simbólica, comprometem-se de modo tão íntimo e tão complicado que o espírito geométrico, com os seus procedimentos claros, rigorosos, mas demasiado simples e demasiado acomodaticios para serem deveras penetrantes, não pode bastar para as separar; requerem-se ainda os passos insinuantes e subtis





do espírito de finura; só ele, ao deslizar entra esta matéria e esta forma, as pode distinguir; só ele pode adivinhar que isto é construção artificial, criada inteiramente pela teoria e sem uso para o metafísico; mas isso, rico de verdade objectiva, é próprio para ilustrar o cosmólogo.

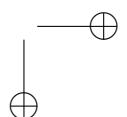
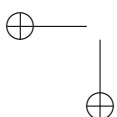
Ora o espírito de finura, aqui como aliás em toda a parte, aviva-se por uma longa prática; é por um estudo profundo e minucioso da teoria que se obterá esta espécie de faro graças ao qual, numa experiência de física, se discernirá o que é símbolo teórico, graças ao qual se poderá separar desta forma, sem valor filosófico, o verdadeiro ensinamento da experiência, aquele que o filósofo deve ter em conta.

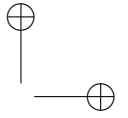
Importa, assim, que o metafísico tenha um conhecimento muito exacto da teoria física a fim de a reconhecer sem erro, quando ela transpõe os limites do seu próprio domínio e pretende penetrar no território da Cosmologia; em nome deste exacto conhecimento, ele estará no direito de deter a teoria, de lhe lembrar que não se pode aproveitar da sua ajuda nem rezear as suas objecções. O metafísico deve fazer um estudo aprofundado da teoria física, se pretender certificar-se de que ela não exercerá nenhuma influência ilógica nas suas especulações.

VII. – A TEORIA FÍSICA TEM POR FORMA-LIMITE A CLASSIFICAÇÃO NATURAL

Por outras razões ainda, e mais graves, os ensinamentos da teoria física se impõem à atenção do metafísico.

Nenhum método científico traz em si mesmo a sua plena e total justificação; não pode, só pelos seus princípios, dar conta de





todos estes princípios. Não há, pois, que se espantar que a física teórica assente em postulados que não se podem autorizar excepto por razões estranhas à Física,

Deste número é o postulado seguinte:

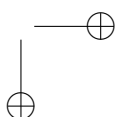
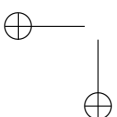
A teoria física deve esforçar-se por representar todo o conjunto das leis naturais por um sistema único, de que todas as partes sejam logicamente compatíveis entre si.

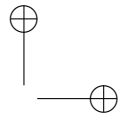
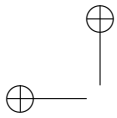
Se nos limitarmos a invocar apenas razões de pura lógica, da lógica que permite fixar o objecto e a estrutura da teoria física, é impossível justificar este postulado¹⁰; é impossível condenar um físico que pretendesse representar por várias teorias, logicamente incompatíveis, quer conjuntos diversos de leis experimentais, quer até um único grupo de leis; tudo o que dele se pode exigir é que não misture as duas teorias inconciliáveis, que não combine, nas suas deduções, uma maior tirada de uma destas teorias com uma menor fornecida pela outra.

Chegam a esta conclusão, ao direito que o físico tem de desenvolver uma teoria logicamente incoerente, aqueles que analisam o método físico, sem recorrer a nenhum princípio estranho a este método. Para eles, as representações da teoria são apenas resumos cómodos, artifícios destinados a facilitar o trabalho de invenção; porque é que se haveria de proibir ao trabalhador o emprego sucessivo de instrumentos diversos, se ele acha que cada um deles se adapta bem a uma certa tarefa e mal a outra obra?

Esta conclusão, no entanto, escandaliza muitos dos que se esforçam pelo progresso da Física; há quem pretenda ver, neste desdém da unidade teórica, um preconceito de crente, desejoso de exaltar o Dogma à custa da Ciência; e, em apoio desta opinião, observa-se que a brilhante plêiade de filósofos cristãos que se agrupam à volta do Sr. Edouard Le Roy vê, de bom grado, nas teorias físicas simples receitas; esquece-se demasiado, ao racioci-

¹⁰ Ver, a este respeito, *La théorie physique, son object et sa structure*, 1^e partie, chap. IV, § X.



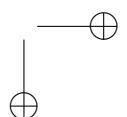
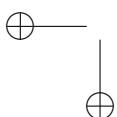


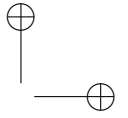
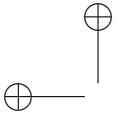
nar assim, que o Sr. Henri Poincaré foi o primeiro a proclamar e a ensinar de modo formal que o físico podia utilizar sucessivamente teorias, entre si incompatíveis, no número que julgasse bom; e, que eu saiba, o Sr. Henri Poincaré não partilha as crenças religiosas do Sr. Edouard Le Roy.

É certo que o Sr. Henri Poincaré, como também o Sr. Edouard Le Roy, estava plenamente autorizado pela análise lógica do método físico a solicitar o que antecipou; não é menos certo que esta doutrina de giro céptico escandaliza a maior parte dos que trabalham no progresso da Física. Embora o estudo puramente lógico dos procedimentos que empregam não lhes forneça nenhum argumento convincente em apoio do seu modo de ver, sentem que esta perspectiva é a boa; têm a intuição de que a unidade lógica se impõe à teoria física como um ideal para o qual ela deve tender sem cessar; sentem que todo o ilogismo, toda a incoerência é, nesta teoria, uma tara; que os progressos da Ciência farão, pouco a pouco, desaparecer esta tara.

E esta convicção é, no fundo do coração, partilhada até por aqueles que afirmam o direito da teoria à incoerência lógica. Haverá um só deles que hesite, mesmo só por um instante, em preferir uma teoria física rigorosamente coordenada a um montão de teorias inconciliáveis? Que, para criticar a doutrina de um adversário, não se esforce por nela descobrir ilogismos e contradições? Não é, pois, de bom grado que eles proclamam o direito à incoerência lógica; como todos os físicos, consideram a teoria física que representaria todas as leis experimentais por meio de um sistema único, logicamente coordenado, como a teoria ideal; e se tentam abafar as suas aspirações a este ideal, é só porque o têm por irrealizável, porque desesperam de o alcançar.

Ora, será justo encarar este ideal como uma utopia? Cabe à história da Física responder a esta questão; cabe a ela dizer-nos se os homens, desde que a Física ganhou forma científica, se esgotaram em vão esforços por reunir num sistema coordenado as

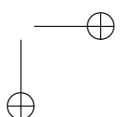
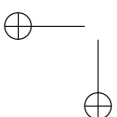


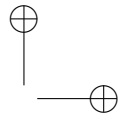
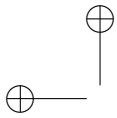


leis inumeráveis que os experimentadores descobriam; ou se, pelo contrário, estes esforços, por um progresso lento, mas contínuo, contribuíram para soldar uns aos outros os fragmentos de teoria que antes se encontravam isolados, a fim de suscitar um sistema cada vez mais uno, cada vez mais amplo. Tal é, na nossa opinião, o grande ensinamento que devemos obter, quando descrevemos a evolução das doutrinas físicas, e o Sr. Abel Rey viu muito bem que esta era a principal lição que pedíamos ao estudo das teorias do passado.

Assim interrogada, que resposta nos dá a História? O sentido desta resposta não é duvidoso, e eis como o Sr. Rey a interpreta: “A Física teórica não nos apresenta um conjunto de hipóteses divergentes ou contraditórias. Oferece, pelo contrário, a quem segue atentamente as suas transformações, um *desenvolvimento contínuo*, uma *verdadeira evolução*. A teoria que se afigura suficiente num dado momento da Ciência não cai integralmente, desde que o campo da Ciência se alargou. Boa para explicar um certo número de factos, continua a permanecer válida para esses factos. Simplesmente, já não o é para factos novos; *não está arruinada; tornou-se insuficiente*. E porquê? Porque o nosso espírito só pode apreender o complexo após o simples, o mais geral após o menos geral. Tinha, por isso, para não se perder nos pormenores demasiado complicados que lhe mascaravam as relações exactas das coisas, descurado certas modalidades, restringido as condições do exame, reduzido o campo da observação e da experimentação. A descoberta científica, se soubermos compreendê-la bem, apenas alarga à medida este campo, levanta a pouco e pouco certas restrições, integra as considerações até então tidas por negligenciáveis.”.

Como a diversidade se funda numa unidade sempre mais compreensiva, sempre mais perfeita, tal é o grande feito condensado por toda a história das doutrinas físicas. Porque é que a evolução, de que esta história nos manifesta a lei, se haveria bruscamente de deter? Porque é que as disparidades que hoje constatamos entre os





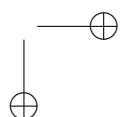
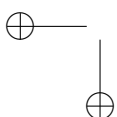
diversos capítulos da teoria física se não haveriam de fundir, amanhã, num acordo harmonioso? Porquê resignar-se a isso como a vícios irremediáveis? Porquê renunciar ao ideal de uma teoria plenamente una, perfeitamente lógica, quando os sistemas realmente construídos se aproximaram, de século para século, cada vez mais deste ideal?

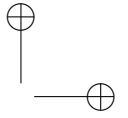
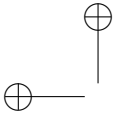
O físico encontra, pois, em si mesmo uma irresistível aspiração a uma teoria física que representaria todas as leis experimentais por meio de um sistema de uma perfeita unidade lógica; e quando demanda a uma exacta análise do método experimental qual o papel da teoria física, não encontra qualquer justificação para esta aspiração. A história mostra-lhe que esta aspiração é tão antiga como a própria ciência; que os sistemas físicos que se sucederam deram a este desejo uma satisfação cada vez mais plena; e o estudo dos procedimentos pelos quais progride a ciência física não lhe patenteia toda a razão de ser desta evolução. As tendências que dirigem o desenvolvimento da teoria física não são, pois, plenamente inteligíveis ao físico, se pretende ser apenas físico.

Se quiser ser somente físico, se, positivista intransigente, considerar incognoscível tudo o que não pode ser determinado pelo método próprio das ciências positivas, constatará esta tendência que solicita tão poderosamente as suas próprias investigações, depois de ter orientado as de todos os tempos, mas não buscará a sua origem, que o simples procedimento da descoberta em que confia lhe não pode revelar.

Se, pelo contrário, ceder à natureza do espírito humano, que rejeita as extremas exigências do positivismo, desejará conhecer a razão daquilo que o arrasta; transporá a muralha diante da qual se detêm, impotentes, os procedimentos da Física; fará uma afirmação que tais procedimentos não justificam; fará Metafísica.

Que proposição metafísica é esta que o físico fará, apesar da reserva imposta ao método que ele costuma utilizar, e como que à força? Afirmará que, sob os dados sensíveis, os únicos acessí-



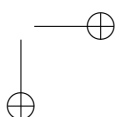
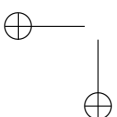


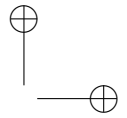
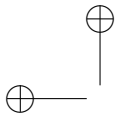
veis aos seus procedimentos de estudo, se ocultam realidades cuja essência é inacessível a esses mesmos procedimentos; que estas realidades se instituem numa certa ordem da qual a ciência física não pode ter a contemplação directa; mas que a teoria física, pelos seus aperfeiçoamentos sucessivos, tende a inserir as leis experimentais numa ordem cada vez mais análoga à ordem transcendente, segunda a qual se classificam as realidades; que assim a teoria física se encaminha gradualmente para a sua forma-limite, que é a de uma *classificação natural*; por fim, que a unidade lógica é uma característica fora da qual a teoria física não pode aspirar a esta posição de classificação natural.

O físico é, pois, levado a exceder os poderes que a análise lógica da Ciência experimental lhe confere e a justificar a tendência da teoria para a unidade lógica por meio desta afirmação metafísica: A forma ideal da teoria física é uma classificação natural das leis experimentais. Considerações de outra natureza pressionam-no igualmente a formular esta afirmação.

Muitas vezes, de uma teoria física pode deduzir-se um enunciado que não representa uma lei observada, mas uma lei observável. Se compararmos este enunciado com os resultados da experiência, que oportunidade se terá de achar estes de acordo com aquele?

Se a teoria física é apenas o que a análise dos procedimentos empregues pelo físico nos revela, não existe espécie alguma de oportunidade para que a lei predita pela teoria concorde com os factos; o enunciado deduzido dos princípios da teoria será, aos olhos do físico cuidadoso de nada alvitrar que não seja provado pelo seu método habitual, tal e qual como se tivesse sido formulado ao acaso; este físico esperará encontrar esta previsão quer contradita pela observação quer por ela confirmada; toda a ideia preconcebida acerca da prova experimental a que este enunciado deve ser sujeito, toda a confiança antecipada no êxito desta prova, seria formalmente desaconselhada pela lógica estrita. De facto, para a lógica, a teoria é tão-só um sistema criado por um livre decreto do nosso enten-



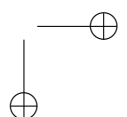
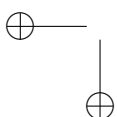


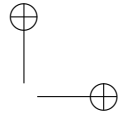
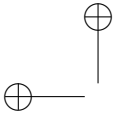
dimento, a fim de classificar as leis experimentais já conhecidas; quando neste sistema encontramos uma casa vazia, poderemos daí inferir a existência objectiva de uma lei experimental configurada expressamente para encher essa casa? Rimo-nos do coleccionador que, não tendo preparado nenhuma gaveta para as conchas brancas, deduzia que no mundo não havia conchas brancas; seria ele menos risível se autorizasse a presença, no seu gabinete de conchiliólogo, de uma gaveta consagrada à cor azul, mas ainda vazia, para afirmar que a natureza possui conchas azuis destinadas a enchê-la?

Ora, em que físico se encontrará esta indiferença perfeita em relação ao resultado da prova, esta ausência de toda a previsão sobre o sentido deste resultado, quando se trata de comparar com os factos uma lei que a teoria predisse? O físico sabe muito bem que a lógica rigorosa não lhe permite de modo algum esta indiferença, que ela não autoriza nenhuma esperança de acordo entre a profecia teórica e os factos; e todavia, aguarda este acordo, conta com ele, considera-o como mais provável do que o desmentido; a probabilidade que lhe atribui é tanto maior quanto mais perfeita é a teoria submetida à prova; e quando baseia a sua confiança numa teoria onde numerosas leis experimentais encontraram uma representação satisfatória, tal probabilidade parece-lhe confinar com a certeza.

Nenhuma das regras que presidem ao manejo do método experimental justifica esta confiança na presciência da teoria; e, no entanto, esta confiança não nos parece ridícula. Se, por outro lado, tivéssemos alguma veicidade de censurar a sua presunção, a história da Física depressa nos obrigaria a reformar o nosso juízo; citaria, de facto, inumeráveis circunstâncias onde a experiência confirmou, até nos mínimos pormenores, as mais surpreendentes previsões da teoria.

Porque é que o físico pode, pois, sem se expor ao riso, afirmar que a experiência descobrirá uma certa lei porque a sua teoria exige a realidade desta lei, ao passo que o conchiliólogo seria ridículo se





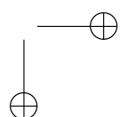
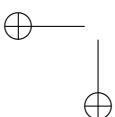
a simples presença de uma casa vazia nas suas gavetas, consagradas às diversas cores do espectro, o levava a concluir que há conchas azuis no Oceano? É porque, de modo bem notório, a classificação deste colecionador é um sistema puramente arbitrário, que não presta nenhuma atenção às afinidades reais entre os diversos grupos de moluscos; ao passo que na teoria do físico transparece como que o reflexo de uma ordem ontológica.

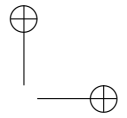
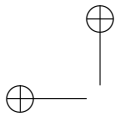
Tudo, pois, pressiona o físico a fazer esta afirmação: *A teoria física, à medida que progride, torna-se mais semelhante a uma classificação natural, que é o seu ideal e o seu fim.* O método físico é impotente para demonstrar que esta afirmação é fundada; mas se o não fosse, a tendência que dirige todo o desenvolvimento da Física permaneceria incompreensível. Assim, para encontrar os títulos que estabelecem a sua legitimidade, a teoria física tem de os reclamar à Metafísica.

VIII – EXISTE ANALOGIA ENTRE A COSMOLOGIA E A TEORIA FÍSICA

Escravo do método positivo, o físico é semelhante ao prisioneiro da caverna; os meios de conhecer de que dispõe não lhe permitem ver nada, excepto uma sequência de sombras que se perfilam na parede oposta ao seu olhar; mas adivinha que esta *teoria* de silhuetas, cujos contornos se esfumam diante dos seus olhos, é apenas o simulacro de uma série de figuras sólidas; e, para lá do muro que não pode transpor, afirma a existência destas figuras invisíveis.

O físico afirma, pois, que a ordem em que instaura os símbolos matemáticos para constituir a teoria física é um reflexo, cada vez mais nítido, de uma ordem ontológica segundo a qual se classificam as coisas inanimadas. Qual a natureza desta ordem, cuja





existência ele afirma? Por que espécie de afinidade as essências dos objectos que caem sob os seus sentidos se aproximam umas das outras? São questões a que não lhe é permitido responder. Ao afirmar que a teoria física tende para uma classificação natural, conforme à ordem em que se instalam as realidades do mundo físico, já excedeu os limites do domínio onde o seu método se pode legitimamente exercer; com maior razão este método não pode descobrir a natureza desta ordem, nem dizer qual ela seja. Precisar a natureza desta ordem é definir a Cosmologia; desdobrá-la aos nossos olhos é expor um sistema cosmológico; essencialmente, nos dois casos, já não é fazer obra de físico, mas de metafísico.

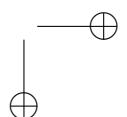
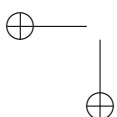
Os procedimentos pelos quais o físico desenvolve as suas teorias são impotentes quando se trata de provar que determinada proposição de Cosmologia é verdadeira ou falsa; as proposições da Cosmologia, por um lado, os teoremas da Física teórica, por outro, são juízos que nunca incidem nos mesmos termos; são radicalmente heterogéneos entre si; nunca chegam a harmonizar-se nem a contradizer-se.

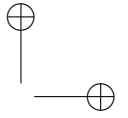
Depreender-se-á que o conhecimento da teoria física é inútil para quem trabalha no progresso da Cosmologia? Eis a questão que agora gostaríamos de examinar.

E, primeiro, precisemos muito exactamente o sentido desta questão.

Não perguntamos se o cosmólogo poderá, sem inconveniente, ignorar a Física; a resposta a esta questão seria demasiado evidente; é demasiado claro que um sistema cosmológico não pode ser racionalmente constituído fora de todo o conhecimento da Física.

As meditações do cosmólogo e do físico têm um ponto de partida comum; este comum ponto de partida é constituído pelas leis experimentais que a observação descobre, quando aplicada aos fenómenos do mundo inanimado. Somente a orientação que elas seguem a partir deste ponto distingue as investigações do físico das pesquisas do cosmólogo; o primeiro quer adquirir um conhe-

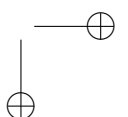
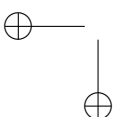


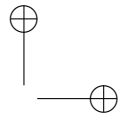
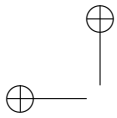


cimento cada vez mais preciso, cada vez mais pormenorizado, das leis que descobriu; o segundo analisa estas mesmas leis a fim de revelar, se for possível, as relações essenciais que elas manifestam à nossa razão.

Se, por exemplo, o físico e o cosmólogo estudam, ao mesmo tempo, as leis da combinação química, o físico quererá conhecer muito exactamente que proporção têm entre si as massas dos corpos que entram em combinação, em que condições de temperatura e de pressão se pode produzir a reacção, que quantidade de calor ela faz intervir. De todo diferente será a preocupação do cosmólogo; a observação mostra-lhe que certos corpos, os elementos da combinação, deixaram, pelo menos aparentemente, de existir; que surgiu um corpo novo, o composto químico; o filósofo esforçar-se-á por conceber em que consiste realmente esta mudança do modo de existência; subsistirão actualmente no misto os elementos? Subsistirão nele apenas em potência? Tais são as questões a que ele desejaria dar uma resposta.

Serão úteis, ao filósofo, todos os pormenores que o físico fixou pelas suas experiências numerosas e precisas? Não, certamente; descobertos para satisfazer um desejo de minuciosa precisão, muitos deles permanecerão sem uso numa investigação que outras necessidades solicitam. Mas serão todos estes pormenores desnecessários para o cosmólogo? Seria estranho que assim que fosse, e que certos factos, observados pelo físico, não servissem para sugerir uma resposta a algum dos problemas que preocupam o filósofo. Quando este tenta, por exemplo, penetrar o mistério que lhe esconde o verdadeiro estado dos elementos no seio de uma combinação química, não deverá ter em conta, nas suas tentativas de solução, certas precisões obtidas pelo trabalho dos laboratórios? Ao provar que é sempre possível extrair de uma combinação os elementos que serviram para a formar, e tal sem a mínima perda e também sem o mínimo ganho de matéria, não fornecem as análises





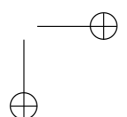
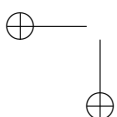
dos laboratórios uma base preciosa pelo seu rigor, pela sua solidez, à doutrina que o cosmólogo tenta constituir?

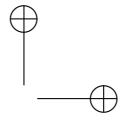
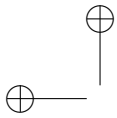
Não é, pois, dúbio que o conhecimento da Física pode ser útil, e até indispensável ao cosmólogo. Mas a ciência física é constituída pela íntima mistura de dois tipos de elementos; um destes elementos é um conjunto de juízos que têm por objectos realidades objectivas; o outro é um sistema de signos que servem para transformar estes juízos em proposições matemáticas; o primeiro elemento representa o contributo da observação, o segundo o contributo da teoria. Ora, se o primeiro destes dois elementos é claramente útil ao cosmólogo, parece que o segundo não lhe pode ser de uso algum; que lhe é necessário apenas conhecê-lo, como dissemos no § VI, a fim de não o confundir com o primeiro e de nunca contar com o seu socorro.

Esta conclusão seria, sem dúvida, exacta se a teoria física fosse apenas um sistema de símbolos arbitrariamente criados para organizar os nossos conhecimentos de acordo com uma ordem de todo artificial; se a classificação que ela estabelece entre as leis experimentais não tivesse nada de comum com as afinidades que unem em si as realidades do mundo inanimado.

O caso é de todo diverso se a teoria física tiver por forma limite uma classificação natural das leis experimentais; entre esta classificação natural, que seria a teoria física chegada ao seu mais elevado grau de perfeição, e a ordem em que uma Cosmologia completa organizaria as realidades do mundo da matéria, haveria uma correspondência muito exacta; portanto, quanto mais a teoria física, por um lado, e o sistema da Cosmologia, por outro, se aproximam respectivamente da sua forma perfeita, tanto mais clara e pormenorizada será a analogia destas duas doutrinas.

Assim a teoria física nunca pode nem demonstrar nem contradizer uma afirmação da Cosmologia, porque as proposições que constituem uma destas doutrinas nunca incidem nos mesmos termos que as proposições de que a outra é composta, e entre duas





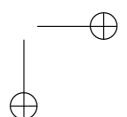
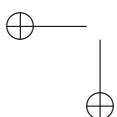
proposições que não incidem nos mesmos termos não pode haver nem acordo nem contradição; mas entre duas proposições que incidem em termos de natureza diferente é possível haver, no entanto, analogia; e é essa analogia que deve ligar a Cosmologia à Física teórica.

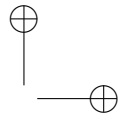
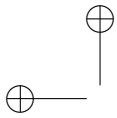
É graças a esta analogia que os sistemas da Física teórica podem vir em auxílio dos progressos da Cosmologia; esta analogia pode sugerir ao filósofo um conjunto completo de interpretações; a sua presença nítida e surpreendente pode aumentar a confiança do pensador numa certa doutrina cosmológica; a sua ausência, lançá-lo na desconfiança perante outra doutrina.

Este apelo à analogia constitui, em muitos casos, um meio precioso de investigação ou de controlo; mas convém não exagerar o seu poder; se neste lugar se pronunciam as palavras de *prova por analogia*, convém fixar exactamente o seu sentido e não confundir semelhante prova com uma verdadeira demonstração lógica. Uma analogia sente-se; não se infere; não se impõe ao espírito com o peso do princípio de contradição. Onde um pensador vê uma analogia, outro, mais vivamente afectado pelos contrastes dos termos a comparar do que pelas suas semelhanças, pode muito bem vislumbrar uma oposição; para levar este a transformar a sua negação em afirmação, aquele não pode recorrer à força irresistível do silogismo; tudo o que pode fazer é, pelos seus discursos, atrair a atenção do seu adversário para as semelhanças que ele julga importantes, desviá-la das divergências que considera negligenciáveis; pode desejar persuadir aquele com quem discute; nunca pode pretender convencê-lo.

Uma outra ordem de considerações vem ainda limitar, na Cosmologia, o alcance das provas que se tiram da analogia com a teoria física.

Deve aí haver analogia, dissemos, entre a explicação metafísica do mundo inanimado e a teoria física perfeita, chegada ao estado de classificação natural. Mas não possuímos esta teoria perfeita, a

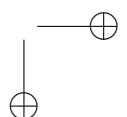
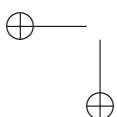


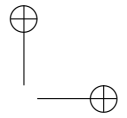
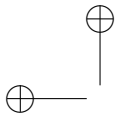


humanidade nunca a terá na sua posse; o que possuímos, o que a humanidade sempre possuirá, é uma teoria imperfeita e provisória que, às apalpadelas, por hesitações, por arrependimentos sem número, se encaminha lentamente para esta forma ideal que será uma classificação natural. Não é, pois, a teoria física actual que será necessário comparar com a Cosmologia para evidenciar a analogia das duas doutrinas, mas a teoria física ideal. Ora, quão difícil é para àquele que conhece apenas o que existe alvitrar o que deve existir! Quão duvidosas e sujeitas a caução são as suas afirmações, quando afirma que isto, no sistema teórico, está definitivamente estabelecido, e permanecerá inabalável no decurso dos séculos, ao passo que aquilo, frágil e móvel, será arrastado pela próxima cheia de novas descobertas! Sem dúvida, em semelhante matéria, não será necessário espantar-se por ouvir os físicos emitir as opiniões mais discordantes; e, para escolher entre estas opiniões, não será necessário exigir razões peremptórias, mas contentar-se com pressentimentos inalisáveis que o espírito de finura sugerirá, enquanto o espírito geométrico se declarará incapaz de as justificar.

Estas parcas observações bastam, cremos nós, para recomendar ao cosmólogo, que use com uma prudência extrema a analogia entre a doutrina que professa e a teoria física; nunca se deverá esquecer de que a analogia mais clara aos seus olhos se pode obscurecer aos olhos de outrem, ao ponto de deixar de ser apercebida; deverá sobretudo recear que a analogia invocada a favor da explicação que propõe religa apenas esta explicação a algum andaime teórico provisório e caduco, e não a uma parte inabalável e definitiva da Física; deverá pensar, finalmente, que toda a argumentação baseada numa analogia tão difícil de apreciar é uma argumentação infinitamente débil e delicada, muito incapaz de refutar o que uma demonstração directa teria demonstrado.

Eis, portanto, dois pontos que podemos ter por adquiridos: O cosmólogo pode, no decurso dos seus raciocínios, invocar a analo-



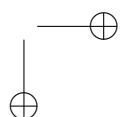
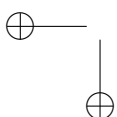


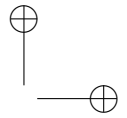
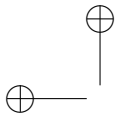
gia entre a teoria física e a filosofia da Natureza. Só com extremas precauções deve invocar esta analogia.

A primeira das precauções que o filósofo deve tomar antes de utilizar, na sua Cosmologia, a analogia que ela pode apresentar com a teoria física é conhecer muito exactamente, de modo muito minucioso, esta teoria. Se da teoria tiver apenas um conhecimento vago e superficial, deixar-se-á enganar por semelhanças de pormenor, por aproximações acidentais, e até por assonâncias de palavras, que tomará por sinais de uma analogia real e profunda. Só uma ciência capaz de penetrar a Física teórica até aos seus arcanos mais secretos, de pôr a nu os seus fundamentos mais íntimos, o poderá defender contra estes capciosos erros.

Mas não basta ao cosmólogo conhecer, e muito exactamente, as doutrinas actuais da Física teórica; é-lhe necessário conhecer ainda as doutrinas passadas. De facto, não é à teoria actual que a Cosmologia deve ser análoga, mas à teoria ideal para a qual a teoria actual tende por um progresso incessante. Não se trata, pois, para o filósofo, de comparar com a sua Cosmologia a Física tal como ela é, fixando, de algum modo, a Ciência num instante preciso da sua evolução, mas de apreciar a tendência da teoria, de adivinhar o alvo para que ela se dirige. Ora, nada o pode decerto guiar nesta adivinhação do caminho que seguirá a Física, a não ser o conhecimento do caminho que ela já percorreu. Se, na duração de um piscar de olhos, percebemos uma posição isolada da bola que o jogador de pela lançou, não podemos adivinhar o alvo que este jogador teve em vista; mas se o nosso olhar seguiu a bola, desde que a mão a arremessou, a nossa imaginação, prolongando a trajectória, assinala antecipadamente o ponto que será atingido. Assim a história da Física deixa-nos pressentir alguns traços da teoria ideal para a qual tende o progresso científico, o da classificação natural que será como que uma imagem da Cosmologia.

Aquele que, por exemplo, tomasse a teoria física tal como é apresentada, no ano da graça de 1905, pela maior parte dos que

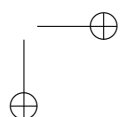
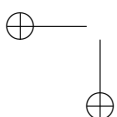


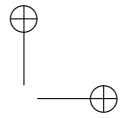
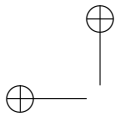


ensinam, aquele que prestasse ouvidos às lições dos cursos e aos boatos dos laboratórios, sem lançar um olhar para trás, sem se preocupar com o que há pouco se professava, ouviria os físicos invocar sem cessar, nas suas teorias, as moléculas, os átomos e os electrões, contar estes pequenos corpos, determinar a sua espessura, a sua massa, a sua carga eléctrica; trataria, sem dúvida, o consentimento quase universal que favorece estas doutrinas, o entusiasmo que elas suscitam, as descobertas que provocam ou que se lhes atribuem, como os proféticos precursores da teoria destinada a triunfar no futuro; julgaria que elas nos manifestam, num primeiro esboço, a forma ideal com que a Física se parecerá cada dia mais; e como a analogia entre estas teorias físicas e a Cosmologia dos atomistas transparece com evidência, ele extrairia daí, a favor desta Cosmologia, uma presunção eminentemente favorável.

Quão diferente será o seu juízo, se não se contentar com conhecer a Física pelo boato do momento; se aprofundar todas as suas partes, tanto as que estão em voga como as que um injusto esquecimento deixa de lado; se, sobretudo, o estudo da História, ao trazer à sua memória os erros dos séculos passados, o acautela contra as seduções insensatas do tempo presente!

Verá então que as tentativas de explicação baseadas no atomismo acompanham, desde os tempos mais recuados, a teoria física; ao reconhecer nesta última a obra produzida pelo poder de abstrair, estas tentativas mostrar-se-ão a ele como os esforços do espírito que quer imaginar o que simplesmente deve ser concebido; vê-los-á sem cessar renascentes, mas sempre condenados ao malogro; sempre que a audácia feliz de um experimentador tiver descoberto um novo conjunto de leis experimentais, verá os atomistas apropriar-se, com uma pressa febril, deste domínio quase inexplorado e construir um mecanismo que representa, mais ou menos, estes primeiros achados; depois, à medida que as descobertas do experimentador se tornarem mais numerosas e mais minuciosas, verá as combinações do atomista complicar-se, perturbar-se,





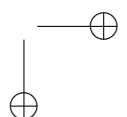
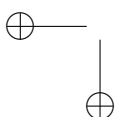
sobrecarregar-se com arbitrárias complicações, sem todavia chegarem a oferecer uma explicação precisa das leis novas, nem as associarem solidamente às leis antigas; e durante este tempo, verá a teoria abstracta, acrescida por um paciente trabalho, tomar posse dos novos territórios que os experimentadores exploraram, organizar estas conquistas, anexá-las aos seus antigos domínios e, da sua união, edificar um império perfeitamente coordenado. Afigurarse-lhe-á claramente que a Física do Atomismo, condenada aos perpétuos recomeços, não tende, por um progresso contínuo, para a forma ideal da teoria física; ao passo que adivinhará a realização cada vez mais completa deste ideal, quando contemplar o desenvolvimento que a teoria abstracta comportou, desde a Escolástica a Galileu e a Descartes; desde Huygens, Leibniz e Newton a d'Alembert, Euler, Laplace e Lagrange; desde Sadi Carnot e Clausius a Gibbs e Helmholtz.

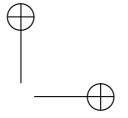
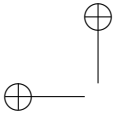
IX. – DA ANALOGIA ENTRE A TEORIA FÍSICA E A COSMOLOGIA PERIPATÉTICA

Antes de ir mais longe, sintetizemos o que já foi adquirido pelo que precede:

Entre a forma ideal para a qual se encaminha lentamente a teoria física e a Cosmologia, deve haver analogia; esta afirmação não é uma consequência do método positivo; embora ela se imponha ao físico, é essencialmente uma afirmação de Metafísica.

O procedimento intelectual pelo qual apreciamos a maior ou menor analogia que existe entre uma teoria física e uma doutrina cosmológica é inteiramente distinto do método pelo qual se desenvolvem as demonstrações convincentes; as conclusões de semelhante apreciação propõem-se; não se impõem.



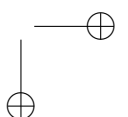
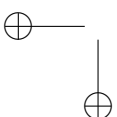


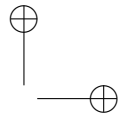
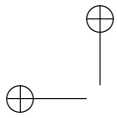
Esta analogia religará a Filosofia natural, não ao estado que actualmente a teoria física apresenta, mas ao estado ideal para que ela tende; ora este estado ideal não é dado de modo manifesto e incontestável; presume-se por uma adivinhação infinitamente delicada e aleatória, mesmo quando é guiada por um conhecimento aprofundado da teoria e da sua história.

Os ensinamentos que o filósofo pode tirar da teoria física, quer a favor, quer em dano de uma doutrina cosmológica, são, pois, indicações quase só esboçadas; muito louco seria quem as tomasse por demonstrações científicas garantidas; espantar-se-ia de as ver discutidas e contestadas!

Depois de assim ter afirmado com nitidez até que ponto toda a comparação entre uma teoria física e uma doutrina cosmológica difere de uma demonstração propriamente dita; depois de ter assinalado que amplo lugar ela deixa à hesitação e à dúvida, ser-nos-á permitido indicar qual a forma actual de teoria física que nos parece tender para a forma ideal, e qual a doutrina cosmológica que nos parece ter, com esta teoria, a mais forte analogia. Não pretendemos fornecer esta indicação em nome do método positivo próprio das ciências físicas; após o que dissemos, é claro até à evidência que ela excede o alcance deste método, que este método não pode confirmá-la nem contradizê-la; ao dá-la, penetrando assim no domínio próprio da Metafísica, sabemos que abandonámos o domínio da Física; sabemos que um físico depois de ter, na nossa companhia, percorrido este último domínio, pode muito bem, sem violar as regras que a lógica impõe, recusar-se a seguir-nos no terreno da Metafísica.

Entre os diversos modos de abordar a teoria física que, hoje, entre si repartem os favores dos homens de ciência, qual é aquela que traz em si os germes da teoria ideal? Qual a que nos apresenta já, pela ordem em que insere as leis experimentais, como que um esboço de classificação natural? Na nossa opinião, esta teoria,





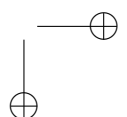
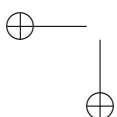
já muitas vezes o dissemos, é a que se denomina Termodinâmica geral.

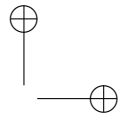
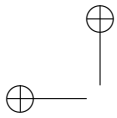
Esse juízo é-nos ditado pela contemplação do estado actual da Física, do harmonioso conjunto que a Termodinâmica geral compõe por meio das leis que os experimentadores descobriram e precisaram; é-nos ditado sobretudo pela história da evolução que levou a teoria física ao seu estado actual.

O movimento pelo qual a Física evoluiu pode, com efeito, decompor-se em outros dois movimentos que, sem cessar, entre si se sobrepõem. Um deles é uma série de perpétuas alternativas; uma teoria eleva-se, domina por instantes a Ciência, depois extenua-se, e outra teoria a substitui. O outro movimento é um progresso contínuo; graças a este progresso, assistimos à criação, ao longo dos séculos, de uma representação matemática sempre mais ampla e sempre mais precisa do mundo inanimado, que a experiência nos revela.

Ora, estes triunfos efémeros, seguidos de ruínas súbitas, que compõem o primeiro destes dois movimentos, são os êxitos e os reveses a que, por seu turno, estão sujeitas as diversas físicas mecanicistas, a física newtoniana e a física cartesiana ou a física atomista. Pelo contrário, o progresso incessante que constitui o segundo movimento desaguou na Termodinâmica geral; nela convergiram todas as tendências legítimas e fecundas das teorias anteriores; visivelmente, é deste termo que deve partir, na época em que vivemos, o movimento progressivo que encaminhará a teoria para a sua meta ideal.

Haverá para este ideal, que entrevemos no termo do caminho onde a Termodinâmica geral implica a teoria física, uma cosmologia que lhe seja análoga? Não é, decerto, a antiga Cosmologia dos Atomistas, nem a Filosofia natural criada por Descartes, nem a doutrina de Boscovich, inspirada pelas ideias de Newton. É, pelo contrário, uma Cosmologia com a qual a Termodinâmica geral apresenta uma analogia não despicienda; esta Cosmologia é a Fí-





sica peripatética; e esta analogia é tanto mais surpreendente quanto menos é desejada, tanto mais impressionante quanto mais os criadores da Termodinâmica eram estranhos à filosofia de Aristóteles.

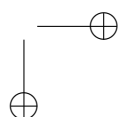
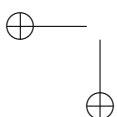
A analogia entre a Termodinâmica geral e a Física da Escola peripatética salienta-se por várias características cuja saliência atrai, antes de mais, o olhar.

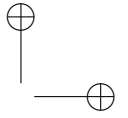
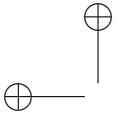
Entre os atributos da substância, a Física peripatética confere uma igual importância à categoria da quantidade e à categoria da qualidade; ora, pelos seus símbolos numéricos, a Termodinâmica geral representa igualmente as diversas grandezas das quantidades e as diversas intensidades das qualidades.

O movimento local é, para Aristóteles, apenas uma das formas do movimento geral, ao passo que as Cosmologias cartesiana, atomística e newtoniana concordam em que o único movimento possível é a mudança de lugar no espaço. E eis que a Termodinâmica geral trata, nas suas fórmulas, de uma multidão de modificações como as variações de temperatura, as mudanças de estado eléctrico ou de atracção magnética, sem tentar reduzir estas variações ao movimento local.

A Física aristotélica conhece transformações ainda mais profundas do que aquelas a que reserva o nome de movimentos; o movimento afecta apenas os atributos; essas transformações penetram até à própria substância, são a sua *geração* ou *corrupção*, criando uma substância nova ao mesmo tempo que aniquilam uma substância preexistente. De igual modo, na Mecânica química, que constitui um dos seus capítulos mais importantes, a Termodinâmica geral representa os diversos corpos por massas que uma reacção química pode criar ou aniquilar; no seio da massa do corpo composto, as massas das componentes só subsistem em potência.

Estes traços, e muitos outros que seria demasiado longo enumerar, religam com força a Termodinâmica geral às doutrinas essenciais da Física peripatética.

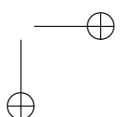
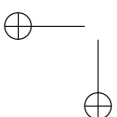


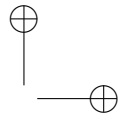
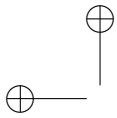


Dizemos: às doutrinas essenciais da Física peripatética; e, agora, é-nos necessário insistir sobretudo neste último ponto.

No momento em que Aristóteles erigia o monumento grandioso cujo plano nos foi conservado pela *Física*, pelo *De generatione et corruptione*, pelo *De caelo* e pelos *Meteoros*; na época em que homens como Alexandre de Afrodísias, Themistius, Simplicius, Averróis, os inumeráveis comentadores da Escolástica se esforçavam por cinzelar e polir até à menor parcela deste imenso edifício, a ciência experimental encontrava-se na infância. Os instrumentos que aumentam em tão grande medida a extensão, a segurança e a precisão dos nossos meios de conhecer ainda não tinham sido inventados para apreender a realidade material; o homem dispunha apenas dos seus sentidos; os dados sensíveis chegavam-lhe tais como se apresentam, primeiramente, à nossa percepção; nenhuma análise tinha ainda reconhecido e destrinchado a sua enorme complicação; uma pressa ingénua tinha por dados simples e elementares da Filosofia natural factos que uma Ciência mais avançada consideraria como os resultados de uma multidão de fenómenos simultâneos e emaranhados. Na cosmologia que dela brotou reconhece-se necessariamente a marca de tudo o que havia de inacabado, de prematuro, de pueril nesta Ciência experimental. Por isso, aquele que percorre à pressa as obras dos Peripatéticos, que se limita a tocar ao de leve a superfície das doutrinas expostas nessas obras depara, em todos os lados, com observações estranhas, explicações sem alcance, discussões ociosas e aborrecidas, numa palavra, com um sistema envelhecido, gasto, deteriorado, cujos contrastes com a Física actual saltam aos olhos, muito longe de nelas se poder reconhecer a mínima analogia com as nossas teorias modernas.

Muito diferente é a impressão sentida por aquele que escava mais; sob a crosta superficial onde se conservam, mortas e fossilizadas, as doutrinas físicas das épocas antigas, descobre os pensamentos profundos que residem no próprio coração da Cosmologia peripatética; desembaraçados da casca que os escondia e os retinha





cativos, estes pensamentos retomam vida e movimento; à medida que se animam, vê-se apagar a máscara de vetustez que os dissimulava; bem depressa, entre o seu aspecto rejuvenescido e a nossa Termodinâmica se manifesta uma surpreendente semelhança.

Portanto, aquele que quer reconhecer a analogia da Cosmologia peripatética com a Física teórica actual não se deve deter na figura superficial desta Cosmologia; deve penetrar no seu sentido profundo.

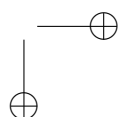
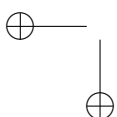
Que um exemplo venha esclarecer e precisar o nosso pensamento.

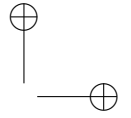
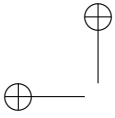
Iremos buscar este exemplo a uma das teorias essenciais da Cosmologia de Aristóteles, à teoria do *lugar natural dos elementos*; e esta teoria, considerá-la-emos, antes de mais, na superfície e como que a partir de fora.

Em todos os corpos encontram-se sempre, embora em graus diferentes, quatro qualidades: o quente e o frio, o seco e o húmido; cada uma destas qualidades caracteriza essencialmente um elemento; o fogo é, acima de tudo, o elemento quente; o ar é o elemento frio, a terra o elemento seco e a água o elemento húmido. Todos os corpos que nos rodeiam são mistos; na medida em que cada um dos quatro elementos, o fogo, o ar, a terra e a água entram na composição de um misto, este misto é quente ou frio, seco ou húmido. Fora dos quatro elementos, susceptíveis de se transformarem uns nos outros por corrupção e geração, existe uma quinta essência, não gerável e incorruptível; esta essência forma os orbes celestes e os astros, porções condensadas destes orbes.

Cada um dos elementos tem um lugar natural; permanece em repouso quando se encontra neste lugar; quando dele foi desviado pela *violência*, regressa a ele por *movimento natural*.

O fogo é essencialmente *leve*; o seu lugar natural é a concavidade do orbe da Lua; por movimento natural sobe, pois, até ser detido por esta abóbada sólida. A terra é o elemento grave por excelência; o seu movimento natural leva-a para o centro do mundo,



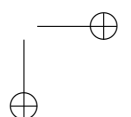
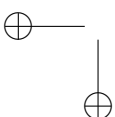


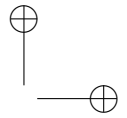
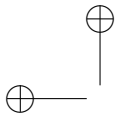
que é o seu lugar natural. O ar e a água são graves; mas o ar é menos grave do que a água, que é menos grave do que a terra; ora, por movimento natural, o mais grave tende sempre a colocar-se por baixo do menos grave; os diversos elementos estarão, pois, nos seus lugares naturais quando três superfícies esféricas, concêntricas ao Universo, separarem a água da terra, o ar da água, o fogo do ar. Que é que mantém cada elemento no seu lugar natural, quando nele se encontra colocado? Que é que o leva para esse lugar, quando dele está afastado? A sua forma substancial. Porquê? Porque todo o ser tende para a sua perfeição e porque neste lugar natural a forma substancial alcança a sua perfeição; é aí que ela resiste melhor a tudo o que poderia corrompê-la; é aí que ela sente do modo mais favorável a influência dos movimentos celestes e das luzes astrais, fontes de toda a geração e de toda a corrupção no seio dos corpos sublunares.

Quão pueril nos parece toda esta teoria do grave e do leve! Como nela se reconhecem os primeiros balbucios da razão humana, ao intentar a explicação da queda dos corpos! Como estabelecer a mínima aproximação entre estes balbucios de uma Cosmologia na infância e o admirável desenvolvimento de uma ciência chegada ao seu pleno vigor, da Mecânica celeste dos Copérnico e dos Kepler, dos Newton e dos Laplace!

Sem dúvida, nenhuma analogia aflora entre a Física actual e a teoria do *lugar natural*, se tomarmos esta teoria tal como nos aparece à primeira vista, com todos os pormenores que compõem a sua figura exterior. Mas deixemos agora de lado estes pormenores; quebrems este molde de ciência envelhecida em que a Cosmologia peripatética não podia ser vazada; vamos até ao fundo desta doutrina para aí apreender as ideias metafísicas que são a sua alma. Que encontramos, então, de verdadeiramente essencial na teoria do *lugar natural* dos elementos?

Deparamos nela com a afirmação de que é possível conceber um estado onde a ordem do Universo seria perfeita; que esse estado





seria, para o mundo, um estado de equilíbrio e, mais ainda, um estado de equilíbrio estável; longe deste estado, o mundo tende a ele regressar, e todos os movimentos naturais, todos os que se produzem entre os corpos sem qualquer intervenção de um motor animado são produzidos por esta causa; têm todos por objecto levar o Universo a este estado de equilíbrio ideal, pelo que esta causa final é, ao mesmo tempo, a sua causa eficiente.

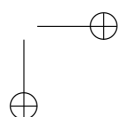
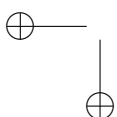
Ora, perante esta Metafísica, levanta-se a teoria física, e eis o que ensina:

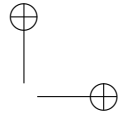
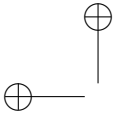
Se concebermos um conjunto de corpos inanimados, e supostamente subtraídos à influência de todo o corpo estranho, cada estado deste conjunto corresponde a um certo valor da sua *entropia*; num certo estado, esta entropia do conjunto teria um valor maior do que em todos os outros; este estado de entropia máxima seria um estado de equilíbrio e de equilíbrio estável; todos os movimentos, todos os fenómenos que se produzem no seio deste sistema isolado fazem crescer a sua entropia; tendem, pois, todos a levar este sistema ao seu estado de equilíbrio.

E como não reconhecer agora, entre a Cosmologia de Aristóteles, reduzida às suas afirmações essenciais, e os ensinamentos da Termodinâmica, uma analogia surpreendente?

Poderiam multiplicar-se as comparações deste género; elas, segundo cremos, autorizariam esta conclusão: Se despíssemos a Física de Aristóteles e da Escolástica da veste científica gasta e fora de moda que a cobre, se fizéssemos aparecer, na sua vigorosa e harmoniosa nudez, a carne viva desta Cosmologia, seríamos surpreendidos pela semelhança que ela apresenta com a nossa moderna teoria física; nestas duas doutrinas, reconhecer-se-iam duas imagens, distintas porque tiradas de um ponto de vista diferente, mas não discordantes, da mesma ordem ontológica.

Física de crente, dirá alguém, a Física cuja analogia com a Cosmologia de Aristóteles e da Escola tão claramente sobressai. Porquê? Haverá na Cosmologia de Aristóteles e da Escola algo que





implique adesão necessária ao dogma católico? Não poderá um incrédulo, tal como um crente, adoptar esta doutrina? E, na realidade, não foi ela ensinada por pagãos, por muçulmanos, por judeus, por heréticos, como também por fiéis filhos da Igreja? Onde se encontra, pois, este carácter essencialmente católico que, alegadamente, a marca? Será no facto de um grande número de doutores católicos, e dos mais eminentes, ter trabalhado no seu progresso? No facto de um Papa ter proclamado, ainda há pouco, os serviços que a Filosofia de S. Tomás de Aquino prestou outrora à Ciência e os que ela lhe pode ainda prestar no futuro? Depreender-se-á desses factos que o descrente não pode, sem subscrever implicitamente uma fé que não é a sua, reconhecer o acordo da Cosmologia escolástica com a Física moderna? Decerto que não. A única conclusão que estes factos impõem é que a Igreja Católica, em várias circunstâncias, contribuiu poderosamente, que contribui ainda energicamente para manter a razão humana no bom caminho, mesmo quando esta razão se empenha na descoberta das verdades de ordem natural. Ora, que espírito imparcial e ilustrado, mesmo incrédulo, ousaria alegar a falsidade desta afirmação?

* * *

[Nota do Tradutor]

O texto original deste artigo encontra-se como apêndice no livro: *Théorie physique. Son object et sa structure*, deuxième édition revue et augmentée. Reproduction fac-similé avec Avant-propos, Index et Bibliographie par Paul Brouzeng, Paris, J. Vrin, 1981.

