

LEONARDO COIMBRA



O Criacionismo

(Esbôço dum sistema filosófico)

Biblioteca da
Renascença Portuguesa
Pôrto — 1912

Ao Fernando Pessoa

Com toda a simpatia e
afectuosa admiração, etc.

L. Coimbra

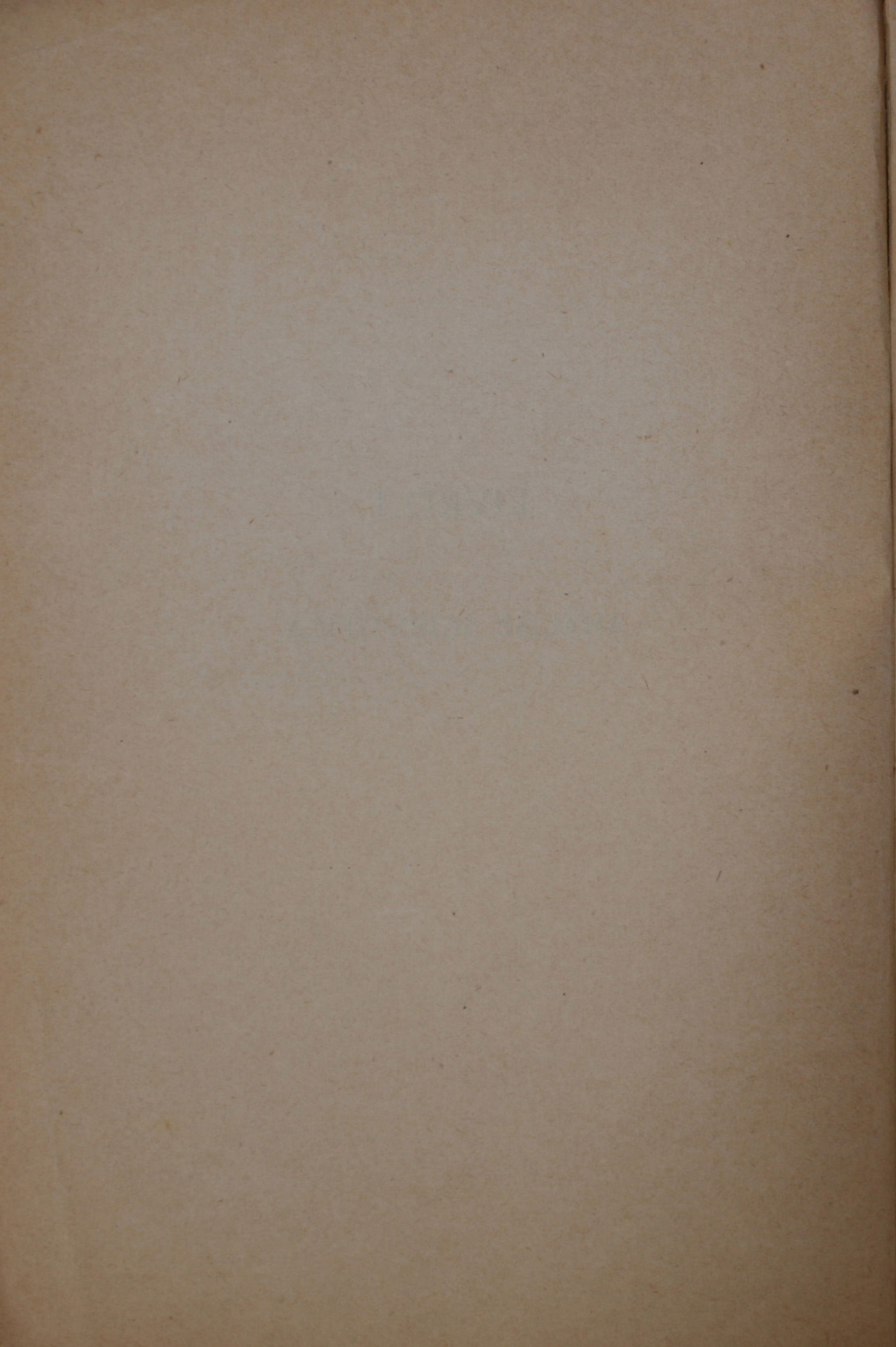
O CRIACIONISMO

À MEMÓRIA DE MEU FILHO

Escrito entre os sorrisos do nosso amor, é impresso entre as lágrimas da nossa saudade.

Que o seu espiritualismo reverdeça em esperança, essa saudade!

30 - Junho - 912.



CAPÍTULO I

O MÉTODO

Um dos benefícios, que o pensamento filosófico deve ao positivismo, é o da atenção que hoje desperta a metafísica. A metafísica inconsciente de uns (como os próprios positivistas) e a reflectida metafísica de outros eram feitas na tranqüila inocência do instinto ou na confiança de quem usa um direito indiscutível. O pensamento metafísico foi envergonhado pelo pensamento científico, sempre em progresso e em afirmações de *palpável* fecundidade. O espírito alarmado olhou-se de novo, e, se reconheceu que a metafísica lhe é intranha, ficou sempre com a censura nos ouvidos, e hoje a sua metafísica é consciente e crítica, prudente e humilde, corajosa e honesta. Como se verá, no decorrer do livro, é, para nós, infundada e ingénuo a distinção de Comte entre as *eras* ⁽¹⁾ do pensamento.

O pensamento é a sua própria garantia. E, se achamos que Diógenes não responde prerenóriamente aos argumentos eleáticos contra o movimento caminhando, é por isso mesmo que o argumento ainda não é pensamento.

¿ Como se condenam recíprocamente os sistemas filosóficos?
Pelo pensamento.

¿ Como condenou Comte a metafísica?

Com a lei dos três estados. E quem diz lei, não fala sómente de *factos*; nem mesmo no espírito do positivismo.

O pensamento pode responder triunfantemente a todos os scepticismos. Responde pensando e, pensando, se ergue, engrandece e justifica. Mas o próprio pensamento diz a sua relatividade, coloca a sua realidade psicológica no meio de uma realidade mais vasta e activa. Não é o pensamento de puras ideias, nascidas

(1) Neste termo já queremos mostrar como é contraditória a distinção. A ordem deveria ser irreversível. No entanto, há hoje positivistas em biologia, que são panpsiquistas e hilosoistas.

de uma absoluta espontaneidade, é o pensamento de actividades em recíproca dependência e (*tentamos* mostrá-lo) em busca de harmonia e fraternização.

Os sistemas estáticos são, pois, mais ou menos incompletos. Se o Universo fôsse um mecanismo, aparece, á primeira vista, como decifrável todo o seu ser.

Mas nem dessa forma seria absoluto o seu conhecimento. Demonstra-se que muitos mecanismos diferentes poderiam equivaler-se e substituir-se. No fundo o indeterminismo permaneceria — o que de sobejo indica que os sistemas mecanistas são incompletos e pedem novas e superiores determinações.

Mas, à medida que as determinações vão subindo na hierarquia racional, vão-se tornando mais difíceis as experiências, que confirmem ou invalidem. E o motivo é fácil de atingir. As noções inferiores aproveitam de toda a experiência. O inerte é provado, talvez até em demasia, por toda a experiência. Assim no mundo físico, químico, biológico, psicológico e sociológico.

No mundo físico e químico o seu domínio é *quási* absoluto; nos mundos biológico, psicológico e sociológico, ele domina em quantidade e sob o ponto de vista estático, sendo, no entanto, o resíduo da evolução e do esforço, dum dinamismo em suma. Estas noções inferiores são a base da pirâmide. É sôbre a sua sólida rigidez que as noções superiores de fim, liberdade, etc. se enraízam. Mas lá no vértice podem desabrochar flores muito diferentes. Em baixo têm as raízes, o solo fecundo e a seiva murmura, mas é como deduzir com segurança a beleza da flor?

Se o vértice é a flor ideal da liberdade criadora, que se pode deduzir do conhecimento da base, se ela assim é pela atracção irresistível do vértice divino?

É ainda pensamento; mas em baixo êsse pensamento é traduzido em conceitos exteriorizados, garantindo-se recíprocamente e perfeitos na sua estática essência.

Em cima, se é o mundo da liberdade, é, por isso mesmo, o mundo das noções de mobilidade e espontaneidade, de interioridade inexgotável, de infinitas possibilidades portanto. Aí não há experimentação possível, mas só a *vida*. Não há colocação arbitrária, ⁽¹⁾ mas colocação voluntária. E a vontade não se repete em si, porque sendo inteligente e activa não é arbítrio, mas consciente determinismo; não se repete nos outros porque, sendo *outros*, são não opacos nem estranhos á nossa amorosa acção, mas liberdades perante a nossa liberdade, consciências perante a nossa consciência.

(1) É arbitrária a colocação dos sistemas materiais isolados. Mas só sob êste ponto de vista — que são isolados por a *nossa* vontade.

Temos o verificável e verificado na quotidiana experiência, e o que requer uma construção dialéctica abrangendo todo o coordenável espiritual e essa fonte mesmo do coordenável, em si, actividade, amor e criação. Seja, para nós e provisoriamente, o positivo esse coordenável; o metafísico essa fonte ideal de vida, que filósofos e artistas por vezes encontram subjacente às suas obras, dando-lhe a fluidez da sua beleza e o seu laço interno de unidade e verdade.

O nosso positivo difere do de Comte, porque é racional e não *fatal* e, em virtude do seu character racional, abrange todo o coordenável, não precisando nem admitindo artifícios para introduzir a realidade, não scindindo essa realidade num objectivo e num subjectivo dados e, por isso, mutuamente misteriosos. O nosso metafísico não será a tara do pensamento (Comte), mas o próprio pensamento avançando na síntese progressiva que é a sua vida e encerrando-se, não no sistema estático do conhecimento, mas nas próprias fecundas entranhas, para se apreender como infinito, eterno e criador. Isto indica suficientemente qual será o nosso método.

Estudar aquele ser mental que se garanta mais pronta e seguramente. Analisá-lo de modo a mostrar que o seu critério de verdade é o seu racionalismo. Mostrar depois que esse racionalismo nunca é oco, mas sempre resulta duma actividade que elabora oposições. Assim fica garantido o espírito, mas o espírito sensível e livre. Sensível, porque não tira a sua vida do isolamento, mas da acção. Livre, ⁽¹⁾ porque, longe de se fundir no fluxo sensível, o domina e coordena.

Esse ser mental é a Sciência.

Temos, pois, de mostrar que a sciência é real e racional. Tem conteúdo real e é de ordem ideal. É, nos seus legítimos domínios, absoluta e concreta; ⁽²⁾ e é de noções e não de *coisas*. Assim temos de a defender do semi-scepticismo dos pragmatistas (e, dêsse modo, em excesso ficará defendida do nominalismo scéptico) e do universalismo absolutista dos metafísicos cientistas. Contra os primeiros faremos valêr o valor absoluto de cada sciência dentro dos seus legítimos domínios; contra os segundos mostraremos o absurdo das suas audácias, querendo

⁽¹⁾ Tudo isto será demonstrado no lugar competente e as noções se hão de garantir e realizar.

⁽²⁾ Todas as sciências são mais ou menos abstractas, porque são momentos do pensamento. Aqui, concreto quer dizer que a realidade é, nelas, bem mais que na percepção immediata.

esgotar o real com as sciências, que se limitaram, e até às vezes com noções duma sciência especial, esquecendo a existência das próprias irmãs. Contra os primeiros *tentarêmos* mostrar que a sciência obedece ao princípio da máxima racionalização e que todas as sciências são de ordem ideal. A forma e a matéria são noções e não *cousas* distintas. É uma tarefa que nos enche de timidez, pois bem diminuta é a nossa competência para tal obra. Mas é um ponto tam importante, e tam clara se nos afigura a nossa tentativa que nos atrevemos, tendo por desculpa o facto de os mais competentes o não fazerem.

Contra os segundos poderíamos ser arrogantes na nossa humildade e gosarmos a sua confusão de architectos do cosmos, apanhados com *noções* a construirem um Universo de *matéria*. Mostraremos que são os metafísicos de maior miopia e ingenuidade intelectual.

Desta primeira análise resultará o valor da arte e da filosofia, como complementos da sciência. Assim, e *racionalmente*, o mundo do coordenável ao mesmo tempo que se vai formando é uma permanente afirmação do Espírito. Desde o inerte, onde o movimento e a mudança resultam em globo ⁽¹⁾ de acções exteriores, vai subindo a interiorização; como que um *self-government*.

Em baixo o isolamento de sistemas, que se deixam cortar, precisamente porque as noções vivem dispersas, determinando-se os respectivos lugares, mas inertes numa inter-acção, desdobrada ao longo do tempo e do espaço homogéneos. Em fenómenos inorgânicos aflora a herança e a adaptação, e, com a vida, surgem sistemas organizados, adaptando-se ao meio dum modo, onde já desponta actividade própria, e caminhando para o domínio sobre o meio. Esses sistemas acabam por *criar* um meio, que historicamente passa a ser um novo meio para futuros sistemas. Assim, ao lado da matéria ⁽²⁾ inorgânica, encontram os seres vivos automatismos herdados e, alguns, uma matéria social. Alguns limitam-se a uma passiva adaptação, outros servem-se dessa nova matéria e servem essa nova matéria ao seu poder reformador ou liberdade.

Nestes sistemas as leis científicas difficilmente vão mantendo a medida. São indicações qualitativas, onde "l'esprit géométrique," das sciências anteriores cede ao "esprit de finesse," a missão coordenadora. A intuição excede a racionalização estática, e o espírito, sob o perigo de se render, cede em evidência e ri-

(1) Em globo. Porque aqui mesmo desponta a individualização, como veremos.

(2) O nosso conceito de matéria será aclarado a seu tempo. Por agora basta-nos supô-lo o *recebido*, o *dado* a elaborar.

gorismo para viver em conceitos tão cheios de vida interior que as combinações formais perdem o alcance, a utilidade e o sentido. Mas a ciência não despreza métodos que, de tão perto, lhe permitiram abraçar a realidade. Por isso, ainda o que mais, lhe interessa é a face inerte ⁽¹⁾ desses fenómenos.

Aqui a intuição é um imenso oceano fremente sob os sulcos da superfície. E os motivos desses sulcos estão não só nos ventos ou impulsos exteriores, mas nos estremecimentos da profundidade. Por isso o valor das artes, não só como fontes de virtude, ou capacidade de esforço pois nelas é presente o espírito dramático da vida, mas também o seu valor de realidade, como perenes fontes de intuição, não deixando adormecer o espírito em coordenações realizadas.

A filosofia, essa, é o órgão da liberdade.

Coordenar sensações é já estar acima do seu caótico fluxo, mas *construir* a consciência dessa superioridade para as subordinar a fins ideais é a verídica liberdade.

Este método é a própria vida do pensamento. Portanto êste método deve ser, só por si, um sistema filosófico. E é; só por si ele demonstra que o ser é um conjunto de noções reais e não de *cousas*. Que essas noções não são o *resultado* de associação de sensações, nem o resultado duma pura espontaneidade do Espírito. ⁽²⁾ Que, ao lado de realidades inertes, há realidades vivendo num tempo seu, evolutivas e criadoras. Que o espírito humano é criador e tem a liberdade de opor, ao fluxo sensual, afirmações ideais. E' já, portanto, uma filosofia *criacionista*, num novo e mais legítimo sentido da palavra.

O homem não é uma inutilidade num mundo feito, mas o obreiro dum mundo a fazer. Só, por si, é este método um idealismo fecundo e activo e a sincera atitude das almas indagadoras e amantes do que possa dignificar a vida.

Os espíritos prudentes podem parar aqui, e ficarão no que é bem mais positivo que os mecanicismos, materialismos, positivismos, empirismos, pragmatismos, etc.

Os espíritos inquietos e audaciosos poderão prosseguir e, então, coordenado será a superfície e não o mar, o peito e não a alma. O momento provisório desaparece e o positivo coordenável é obra do metafísico insondável, inexaurível, infinito. Este método dialéctico, construtivo, é ao mesmo tempo um método pedagógico.

Chega às últimas e supremas ideias, mas por um progressivo esforço; ergue-se ao céu, mas sem deixar o contacto da terra;

(1) O que neles há de automatismos.

(2) O Espírito também não é, para nós, uma *cousa*, como se verá.

chega a Deus, mas sem abandonar o mundo e o homem. Sabe que as máximas alturas são pródigas em desvairamentos, e que, na precipitação de escalar o céu, é fácil levar o cérebro e o coração vazios.

Não ignora como a vida das alturas é difícil e o quanto há de vago e hesitante nas suas últimas hipóteses.

E' por isso humilde e heroico. A sua atitude perante Deus é de confiança vinda da continuidade da vida moral, e, por isso, nunca esquece que o caminho de Deus é o da virtude. Atravessou o mundo e, não o tendo esquecido, não ignora o mal e as dificuldades de o justificar. A afirmação da sua vontade moral (ainda que solitária) em frente ao Universo amoral é um dos momentos do seu caminho para Deus.

CAPÍTULO II

O NÚMERO

Seguiremos, nesta análise, daquelas sciências que vivem num mínimo de intuição para as sciências onde o pensamento trabalha no meio duma intuição sempre em excesso sobre as suas fôrças.

A noção científica mais geral e fecunda é a de número. Como noção é puramente racional. Mas não haverá nada intuitivo como motivo da sua existência? Eis, para nós, o problema.

Não dizemos (nem sequer como hipótese) que o número seja um dado empírico. Nenhuma noção científica é dado empírico. A nossa questão é com os idealistas absolutos. Um homem (e já é conceder um corpo) isolado, de modo que fôsse ele o Universo, conceberia o número?

E não se diga que a existência psicológica nada tem com a ordem lógica dos conceitos. Isso é bem verdade, mas não interessa aqui. Não vamos refazer as sciências, mas verificar na sua realidade a presença de noções, que assentam sobre complexos *recebidos*. O número pode ser *pôsto* e é a atitude do sábio; pode ser um momento progressivo ou regressivo dum sistema e é a atitude do filósofo.

O sábio *põe* o número, e, para isso, ou chama a nossa atenção sobre a simultaneidade ou sucessão das sensações.

Posta esta noção, ainda psicológicamente se pode afirmar que ela não bastará, no seu perfeito isolamento, para *criar* todas as noções, que, à sua, devem a virtude e o valor.

E historicamente se vê como realidades estranhas influíram no progresso da teoria das funções, no cálculo das probabilidades, etc.

Portanto psicologia e história indicam que a presença da

(¹) Intuição é o *recebido*. O que chamamos *intuição* numa sciência pode ser racionalizado noutras ou pela crítica filosófica.

intuição foi o motivo de progresso construtivo. Mas o que, por agora, queremos mostrar é a presença de intuição nas raízes do número.

Se colocamos a origem do número na simultaneidade de sensações, admitimos claramente um mundo exterior. ⁽¹⁾

Muitos julgaram abrir menos francamente as portas ao mundo, partindo da sucessão. Assim, o ordinal precede o cardinal. "A ideia de ordem é-nos fornecida pela série dos acontecimentos no tempo. Sendo dada tal série, sabemos o que dizemos, quando dizemos que um acontecimento é anterior ou posterior a outro. Podemos, então, imaginar uma série de *sinais*, todos diferentes, por exemplo a série das palavras um, dois, três, quatro, colocadas numa ordem *determinada*; deve-se entender por isto que, sendo dados dois desses sinais diferentes, sabemos qual é o que precede um outro. Esses sinais são os números, a sua série é a série natural. Sob este ponto de vista, juntar um a um número é substituir esse número pelo seguinte." ⁽²⁾

Desta forma não desaparece o mundo exterior. A determinação da ordem ou vem do exterior e é a irreversibilidade, ou é a própria ordem do tempo.

Se é a irreversibilidade, na base do número entra uma noção científica.

Isto pode ser, e é, uma vantagem para o pensamento, hoje que a noção de irreversibilidade é adquirida para a ciência.

E não se receie círculo vicioso, por tal noção implicar a de número—as ciências dão-se reciproca garantia.

Para a nossa análise é também uma vantagem, pois temos de analisar agora um conceito científico e não a intuição vaga. O conceito de irreversibilidade é, no mundo físico, o conceito da entropia. Esse conceito será analisado noutro capítulo.

No caso de ser ordem do tempo, temos de analisar o tempo. Só há duas hipóteses. Ou é uma forma, ou um dado empírico. Esta última hipótese, aliás absurda, rasgaria de par em par as janelas, não do mundo, mas antes do Caos. A primeira hipótese desdobra-se: é uma forma, como qualquer outra resultante da acção racionalizante sobre as oposições ⁽³⁾ intuitivas ou uma *forma pura*.

Com este primeiro modo, aparece o tempo num profundo estudo de Höfding. "O tempo no sentido mais elementar da palavra é ele mesmo uma qualidade, uma experiência imediata,

⁽¹⁾ Essas sensações podem ser, e serão, mais tarde racionalizadas, mas sempre permanecerá algo recebido.

⁽²⁾ Taunery, *Leçons d'Arithmétique*.

⁽³⁾ Estas oposições são abstractas. Não ha scisão possível. A noção é racional intuitiva, isto é, real.

que se não pode descrever.” Este primeiro momento é de confusa, complexa e fluente intuição, que vai suportar a acção racionalizante. “Uma representação, do tempo como categoria, só é possível pela expectativa e pela recordação.” Segue uma primeira ordenação do fluxo pelo ritmo das necessidades práticas. Fim desejado, *estado* de espera, fim atingido. “Há um quarto membro quando a energia é tam excedente que se podem sacrificar pensamentos ao que existia antes do momento presente, por consequência antes da necessidade ou ideia do fim...”

“Quando está formada a representação desse ritmo de quatro membros e quando a experiência mostra que êle volta em experiências muito diferentes, quando enfim muitos ritmos semelhantes passados se juntam na recordação, formando cadeia, então pode constituir-se a representação do tempo como *forma* ou *quadro* geral dum conteúdo *qualitativamente diferente*.” Assim se vai constituindo o que o auctor chama uma série de diferenças progressivas.

“Mas todo êsse processo de purificação só pode efectuar-se, como o mostra a experiência, sobre a influência de outras duas categorias, o espaço e o número, de que ainda não falámos (1)”.

Aqui o tempo que pode servir de base ao número é aquele primeiro momento qualitativo de desejo, expectativa e fim. Nada é preciso acrescentar para ver a larga participação do intuitivo.

Mas, ¿se o tempo é uma forma pura?

Como veremos o *tempo* é essencialmente intuitivo. Sendo a noção discriminativa do inerte e do vivo, é o menos acessível á exaustão e á exteriorização. A sua racionalização é, em baixo, quási que só no automatismo biológico; em cima é na liberdade psicológica—momento em que o ideal se realiza. Mas não é, para Kant, o tempo “uma condição *à priori* de todos os fenómenos em geral, a saber, a condição imediata de todos os fenómenos interiores (de nossas almas), e a condição mediata, por consequência, dos fenómenos exteriores (2)”? É, se assim é, ¿não vai o número aparecer despido de intuição?

Não é esta a altura de estudarmos o Kantismo, que será analisado a seu tempo. Mas não deixaremos de apontar aqui as seguintes notas.

O tempo é uma forma *à priori* porque Kant, querendo erigir um edifício inexpugnável, esqueceu-se que a experiência é dinâmica, progressiva, numa permanente obra de coordenação. Admitiu a *Experiência* e foi procurar as condições da sua possibilidade, condições que lhe apareceram como absolutas exigên-

(1) La pensée humaine, Höffding.

(2) Critique de la Raison pure, Kant.

cias do conhecimento. Se tivesse visto o carácter progressivo da experiência, não teria cortado o mundo na aparência (fenómeno) e no que aparece (noumeno).

Não teria deixado os objectos, as cousas, colocadas irreduzivelmente deante das formas. O mundo não teria sofrido, da radical separação do homem, o constrangimento de ter, sob pena de aniquilação, de adaptar qualquer parcela do seu ser a formas estranhas e *misteriosas*. E, de caminho, não teríamos um tempo forma pura da sensibilidade, nem uma quantidade conceito puro do entendimento a gerarem o numero pelo seu absoluto isolamento e pela sua absoluta necessidade de ligação.

O que demonstra o apriorismo do tempo?

“O tempo não é um conceito empírico fornecido por uma experiência qualquer, porque a simultaneidade e a sucessão das cousas só no tempo se podem representar.”

Mas é que nem uma experiência é a passiva recepção de propriedades das cousas, nem um sistema perfeito e sem progresso.

Uma experiência é uma análise dum conjunto sensível, onde se vai levando a ordem. As realidades psicológicas indicam a distinção—desejo, expectativa, fim. Essa distinção não é ainda clara e fácil, nem bastante a ordenar o fluxo psíquico. Procuramos realidades que não tenham motivo de mudança e comparamos a *nossa duração concreta* àquele padrão, e, assim e com o auxílio do número e do espaço, se vai *concebendo* um tempo por si e para si inalterável. ⁽¹⁾

“O tempo é uma representação necessária que serve de fundamento a todas as intuições... O tempo é, portanto, dado *à priori*.”

Nada menos verdadeiro. A todo o domínio do inerte é indiferente o tempo, que, de facto, não entra nas equações dos fenómenos, mas sómente uma variável, que é um comprimento.

“Sôbre estas necessidades *à priori* se funda a possibilidade de princípios apodícticos relativos ás relações ou aos axiomas do tempo em geral, taes como—o tempo tem uma só dimensão...”

Bem melhor fundamento para as consequências duma noção é a sua construção consciente como racionalização de intuição, ordenação do confuso, etc., do que uma e miraculosa origem vazia, apriorística.

“A proposição—diferentes tempos não podem ser ao mesmo tempo, não poderia ser tirada dum conceito geral...”

Também tal proposição não é verdadeira. Podemos medir o tempo com funções do tempo simples. (a)

(1) Seja o tempo (a). Vêr o capítulo da Sociologia.

Isto é para o tempo o correlativo do problema dos espaços não-euclidianos.

A infinidade do tempo é bem menos difícil, quando ele seja uma noção, do que quando seja uma pura forma da sensibilidade. Como noção não é tempo infinito, mas sim indefinido. O tempo não é uma cousa, mas a ordem dos fenomenos. Separado do seu momento dialectico é uma abstracção, que depressa se nega. Os seus momentos volver-se-hiam reciprocamente opacos e tombariam em poeira. E' um momento a que sempre se acrescentam novas determinações, que, definindo-o, o limitam.

Como forma da intuição é donde receberia o determinismo que o acabasse de caracterizar?

Ou os fenómenos entravam no tempo com certo *ritmo* e levavam o tempo, longe de o receberem. Ou não o levavam, e então como uma forma pura tomaria contorno e limite?

Não há aqui uma dificuldade análoga à da aplicação das categorias aos fenómenos? Neste caso arranja-se um intermediário que seja ao mesmo tempo *intelectual e sensível*—o *esquema transcendental*.

Entre a forma pura, indefinida para conter todos os tempos, e os fenómenos *durando* é como achar o intermediário?

Pode ainda dizer-se que o tempo é uma noção racional, aparecendo a seu tempo, na síntese construtora, que é o pensamento.

Neste caso o número teria igualmente o seu lugar, e, para o número como para todas as outras noções, é o mesmo o valor desta tentativa. Posto que não seja agora o momento de estudarmos teorias filosóficas, temos de apresentar algum motivo, que justifique o nosso método contra uma construção racionalista pura.

É em que difere a nossa tentativa da tese racionalista de Hamelin? ⁽¹⁾

Nós admitimos, porque a achamos desde o principio, uma actividade estranha que já após uma parcial síntese elaboradora, nos aparece como intuição sensual.

Essa intuição põe-se ao espírito que a elabora em noções. Cada noção é verdadeira, e não só cómoda, na situação dialéctica em que coloca a marcha do conhecimento. Assim não admitimos a existência de *cousas*. A *cousa* é o maior pecado filosófico. Mostraremos como o erro de todos os sistemas tem sido a tendencia de *cousar* ⁽²⁾.

(1) Essai sur les elements principieux de la Representation.

(2) Permita-se-nos o termo preciso para dar vigor e rigor ao nosso pensamento.

Mas a nossa construção não será a síntese das oposições. Porque ou essas oposições resultaram duma anterior análise, e é esquecida parte da experiência; ou são postas em absoluto pela Razão, assim volvida de novo um misterioso e arbitrário noumeno. Eis o bastante para podermos continuar.

Tem, pois, o número uma origem intuitiva. Ao nascimento de cada noção é presente o mundo, quer dizer que esse arremedo de realidade já se apresenta com ligações.

¿Ao nosso intento bastará o que deixamos dito?

É o suficiente para demonstrar o que queremos, mas pode ser demasiado, deixando supôr o que não queremos. Assim pode supôr-se que admitimos um contínuo recurso do raciocínio á intuição na obra do matemático. E, se o não fez, que será bem fútil a sua certeza, etc. Temos o problema da certeza e conteúdo da sciência feita com a única ideia de número.

Antes de mais nada afastemos uns pensamentos correlativos e apositados, mas diversos. Psicologicamente não se fez a arimética sem a presença de intuições contínuas; mas logicamente pode fazer-se, fez-se, e deve fazer-se com aquele mínimo, que entrou com o número. Além disso a palavra intuição pode prestar-se a um erro. É intuitivo o que se nos apresenta sem o construirmos, mas, ao lado dessa intuição reveladôra do estranho, o homem vai criando como que uma intuição de segunda ordem pela presença, sem esforço indagadôr, de elementos adquiridos.

¿Como progride, donde lhe vem a certeza, e que contem a arimética?

Um dos mais notáveis matemáticos contemporâneos, que é ao mesmo tempo um espírito de subtilíssima crítica, começa um dos seus livros de crítica científica por estas palavras:

“A própria possibilidade da sciência matemática parece uma insolúvel contradição. Se só é dedutiva em aparência, ¿d’onde lhe vem o rigor que ninguem pensa pôr em dúvida? Se, pelo contrário, todas as proposições, que ela enuncia, se podem tirar umas das outras pelas regras da lógica formal, ¿como não se reduz a matemática a uma imensa tautologia...”

Podemos classificar os axiomas basilares como juisos sintéticos *à priori*, mas seria sómente batisar a dificuldade, e, de resto, rápido seria o termo da análise de tais axiomas e portanto da sciência. O raciocínio matemático deve, pois, ter uma espécie de virtude creadôra.

“Vejam, pois, o geómetra em trabalho e procuremos surpreender os seus processos...”

Definição ⁽¹⁾ da adição.—Suponho anteriormente defenida a operação $x + 1$ que consiste em juntar o número 1 a um número dado x . Esta definição, qualquer que seja, mais nenhum papel desempenha na série dos raciocínios.

Trata-se agora de definir a operação $x + a$, que consiste em juntar o número a a um número dado x .

Suponhamos que se tenha defenido a operação $x + (a-1)$, a operação $x + a$ será definida pela igualdade:

$$(1) \quad x + a = [x + (a - 1)] + 1$$

Saberemos, portanto, o que é $x + a$ quando soubermos o que é $x + (a-1)$, e como supuz no princípio saber o que é $a + 1$, pode-se defenir sucessivamente e “pela recorrência,” as operações $x + 2$, $x + 2$, etc...

Propriedades de adição—associatividade—. Digo que

$$a + (b + c) = (a + b) + c$$

O teorema é verdadeiro para $c = 1$; escreve-se então

$$a + (b + 1) = (a + b) + 1$$

O que é, só com diferença de notação, a igualdade (1) pela qual defeni a adição.

Suponhamos que o teorema seja verdadeiro para $c = \gamma$, digo que será verdadeiro para $c = \gamma + 1$, seja com efeito

$$(a + b) + \gamma = a + (b + \gamma)$$

deduz-se sucessivamente:

$$[(a + b) + \gamma] + 1 = [a + (b + \gamma)] + 1$$

Ou em virtude da definição (1)

$$(a + b) + (\gamma + 1) = a + (b + \gamma + 1) = a + [b + (\gamma + 1)]$$

O que mostra, por uma série de deduções puramente analíticas, que o teorema é verdadeiro para $\gamma + 1$. Sendo verdadeira para $c = 1$, vê-se deste modo que o é para $c = 2$, para $c = 3$, etc..”

⁽¹⁾ Vid. pag. 43.

O processo especial do matemático está descoberto, é a demonstração por indução matemática ou recorrência.

Qual a sua virtude? Como é *creadôr*? (1)

“O carácter essencial do raciocínio pela recorrência é que ele contem, condensados por assim dizer numa única fórmula, uma infinidade de silogismos.”

¿Mas como pode uma infinidade de silogismos ter o que nenhum deles teria?

“O silogismo nada de essencialmente novo nos pode ensisinar.”

A virtude, que á natureza do silogismo repugna, ¿como a pode ter a *infinidade* de silogismos? E ¿introduzir a infinidade não é obscurecer as noções?

¿ *Determinar uma infinidade* não é uma contradição?

Se a infinidade sai do número, como fazendo parte da sua noção, é compreensível, clara e determinada. Mas infinidade de silogismos não é determinismo racional; não explica, obscurece.

Se cada silogismo é identidade, ¿de onde vem a diversidade para a infinidade de silogismos? Se cada silogismo leva diferença, então ¿como é possível um raciocínio que salta uma infinidade?

E ¿qual a natureza da recorrência?

“Esta regra, inacessível á demonstração analítica e á experiência é o verdadeiro tipo do juízo sintético *à priori*. Não se pode vêr nele uma convenção como para alguns dos postulados da geometria.”

Mas, se é um juízo sintético *à priori*, ¿como se não exgota pela análise?

É não um juízo mas uma regra de fazer juízos?

Mas ¿que pode valer tal regra? ¿Donde tira a certeza e donde tira o conteúdo?

¿É uma imposição categorica? Mas ¿como essa imposição cria a sciência? O problema permanece, ou antes volta exactamente ao terreno do Kantismo.

“¿Porque se impõe esse juízo com uma irresistível evidência? É que ele é a afirmação de poder do espírito que se sabe capaz de conceber a repetição indefenida do mesmo acto desde que esse acto é uma vez possível.”

Se fosse só isto, seria tal juízo uma inútil e vasia concepção.

Como tal a sua certeza seria conscientemente subjectiva. Voltamos a supôr a recorrência um juízo sintético *à priori*, ou antes uma regra de juízos sintéticos *à priori*. Estamos em pleno Kantismo, e é aí que devemos ir buscar os critérios de certeza e de valôr das noções matemáticas. Deixamos Poincaré com a

(1) Poincaré—La Science et l'Hypothese.

primeira contradição duma ciência em que os princípios não são convenções sugeridas pela prática, ciência, no entanto, útil e fecunda, isto é, não podendo ser um mero artifício ou jogo da lógica.

Um dos fundamentos da Estética transcendental está na necessidade dos juízos sintéticos *à priori*.

“Em todas as sciências teóricas da razão são contidos, como princípios, juízos sintéticos *à priori*.”

Ora, no *juízo analítico*, a ligação do predicado ao sujeito concebe-se por identidade. A análise do conceito formula o juízo.

Os *juízos de experiência* são sintéticos, sendo a experiência o intermédio, que permite a síntese; por isso mesmo contingentes.

Os *juízos sintéticos à priori*, sendo universais e absolutos, têm não o valôr da experiência, mas das condições absolutas da experiência — o Espaço e o Tempo.

E assim é, duma vez, explicado o valôr absoluto da certeza ⁽¹⁾ matemática e a sua possibilidade.

“Pode imaginar-se, á primeira vista, que a proposição $7 + 5 = 12$ é uma proposição puramente analítica resultante da soma de sete e cinco, segundo o princípio de contradição. Mas de mais perto vê-se que o conceito da soma de sete e cinco não contem mais nada que a reunião de dois números em um só, o que não implica qual seja esse único número composto dos outros dois...”

E' preciso, por isso, deixar os conceitos e recorrer a uma intuição que corresponda a um dos dois números, como aos cinco dedos da mão, ou a cinco pontos, e juntar sucessivamente, ao conceito de sete, as cinco unidades dadas na intuição. Porque eu tomo primeiro o número sete; e, recorrendo aos dedos como a outras tantas intuições para significar o número cinco, junto sucessivamente a sete, destacando-as da imagem total que as representantava, as unidades antes reunidas na intuição por meio dos dedos para tomar o número cinco, e vejo resultar desta operação complexa o número doze.

Pela adição de sete a cinco, tenho, em verdade, a ideia duma soma $7 + 5$, mas nada a ideia que essa soma é igual ao número 12.

A proposição arimética é, portanto, sempre sintética.”

O número é, para Kant, o esquema da categoria da quantidade. O esquema dum conceito intelectual é a condição formal e pura da sensibilidade á qual o conceito tem de restringir-se.

(1) Ainda que essa certeza é só nossa.

“O número não é, portanto, outra coisa que a unidade da síntese da diversidade dum intuitivo homogéneo em geral, pelo facto que eu produzo o próprio tempo na apreensão da intuição”.

O número sofre da crítica a que está sujeito todo o esquematismo, como ser íbrido e aparecendo no momento da dificuldade, que é destinado a resolver.

¿Mas é bem verdade que eu posso estabelecer os conceitos cinco, sete, doze, sem que resulte a referida igualdade?

E, se não resulta, como a estabelecerá a intuição?

¿A que virtude do tempo, do espaço, irei buscar razão para, a partir de sete, contar com os meus dedos até doze?

¿Não caminharíamos, desse modo, para um empirismo vulgar?

A intuição nada mais nos daria que colecções aumentando ou diminuindo. E esta intuição não seria pura, mas empírica.

De resto o número como esquema da categoria é já unidade, pluralidade e totalidade. A sua construção é progressiva — dous é unidade, unidade em frente de unidade, total dous. Assim se forma uma série em que cada número resulta do anterior pela totalização das suas unidades com uma nova unidade. É uma formação sintética, mas racional e não intuitiva.

Kant levanta um problema que, no caso, não resolve sem tombar no empirismo, tendo aliás apontado a síntese racional, que a fragmentação que o pensamento sofre no seu sistema lhe impediu.

Basta definir a operação $\alpha + 1$, para sucessivamente nos elevarmos á operação $\alpha + b$.

Construída uma ordem racional de números, façamos corresponder um único signal a cada numero.

Agora ¿qual deve ser a definição da operação fundamental?

A mais simples.

Digamos, pois, que $\alpha + 1$ é o número que se segue a α na ordem racional dos números e demonstremos as propriedades conhecidas.

Doze será o número que se segue a 11 ou $11 + 1$, ou $10 + 1 + 1$, ou $9 + 1 + 1 + 1$, ou $8 + 1 + 1 + 1 + 1$, ou $7 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7 + 5$.

A arimética não é uma sciência com privilégios que, em absoluto, a destaquem das outras sciências.

A certeza e a universalidade se lhe são intrínsecas, não lhe pertencem por exclusiva razão.

Pertence-lhe a certeza e a universalidade, como pertence a todas as noções. São certas e universais. Mas não significa isso

que sejam *cousas* existentes em toda a parte; sómente que são momentos do pensamento, nos quais o pensamento se limita e determina.

Assim eu posso dar a uma proposição da física, por exemplo, a fórma apodítica duma proposição matemática.

Admito como postulado o princípio da conservação da energia. Chamo *fluido perfeito* todo o corpo susceptível de se deformar sob a ação dos mínimos esforços exteriores.

Conheço a definição de peso específico

Posto isto, seja um recipiente fechado, cheio dum fluido perfeito de peso específico α e munido de corpos de bomba com êmbolos de peso nulo e de ds e ds' por superfícies.

O líquido é em equilíbrio; responde, portanto, ás acções do meio sobre os êmbolos com reacções iguais e opostas.

Elas serão pds e $p'ds'$:

O êmbolo A avança dE' e A' recua ao mesmo tempo dE ,

$$dEds = dE'ds' = v.$$

Temos os dois trabalhos: $p'dE'ds'$ recebido pelo sistema e $pEds$ cedido pelo sistema. Teremos então

$$p'dE'ds' - pEds = v\alpha h$$

ou $p' = p + h\alpha$ que é o teorema geral da hidrostática.

Este teorema é universal e necessário. ¿O que o distingue então dos teoremas da arimética?

E' que, neste altura do pensamento, é o mundo das noções muito mais vasto e complexo. As noções são prenhes de realidade. A intuição freme sob a elaboração racionalista. O fluido perfeito é uma noção pobre de intuição. Esta solicita mais profunda e progressiva síntese. A noção de atrito, de degradação calorífica, etc. deve entrar na síntese e, assim, se vai complicando este primeiro momento da noção.

¿ Adquire maior realidade, só porque maior é agora a riqueza intuitiva? Não.

Adquire maior realidade, porque faz parte dum conjunto mais vasto e harmónico de noções.

Quem supõe uma realidade dada e uma intelligência, que a olha, classifica as vistas da intelligência em abstractas e concretas, conforme olha atentamente todo o objecto, ou desatende parte do objecto.

Supondo a realidade um conjunto de noções, que se vão constituindo em sistema, será abstracta cada noção em ordem ás outras que a supõem e se lhe acrescentam. Estas serão concretas

em relação aquela, sendo, no entanto, ainda abstractas — concreto seria sómente o sistema completo. Cada noção é como que os átomos com as suas valências. Maior é o número de ligações, maior é o número de sínteses a realizar e mais fácil é, para nós, um erro na ordem das noções. A indução aplicada às sciências físicas é sempre incerta e a recorrência impõe-se necessariamente. E' que a indução é um método de análise, de pesquisa de materiais científicos. A construção científica é uma síntese por teorias, onde cada noção tem o seu logar. Dentro da teoria tudo é necessário e universal, e, ás noções cuja natureza tal permite, é igualmente aplicável o raciocínio de recorrência. Se nenhuma teoria é eterna é porque não nos limitamos ás mesmas noções. Num mundo de caos seria impossível a indução, mas também o número seria impossível. Ainda mais.

O mundo de Heráclito, salvo a hipótese acrescentada das repetições, sendo um fluxo permanente, não é numerável. O *eu* profundo de M. Bérson é uma harmonia invisível, onde não se distinguem partes e onde o tempo é o englobamento *contínuo* do passado e presente no futuro ⁽¹⁾. Esse eu, eremita da Solidão, seria puro de número, se não viesse por vezes á superfície manchar-se, ao contacto do espaço, com o vício da quantidade.

Não é, pois, impossível conceber um mundo estranho ao número.

Nem o número, nem as noções da física são universais e necessárias, duma necessidade e universalidade extrínsecas. São-no por virtude intrínseca do seu próprio logar no pensamento.

O raciocínio de recorrência é uma consequência das noções. Se os números estão todos uns para os outros, sob o ponto de vista de progresso da sua série, nas mesmas relações, deve ser verdadeiro para *c* o que é verdadeiro para 1; é repetir *c* vezes a mesma verdade.

Assim se, por definição, é

será
$$a + (b + 1) = (a + b) + 1$$

$$a + (b + c) = (a + b) + c.$$

E essa construção faz o pensamento quando ordena os números.

O princípio de recorrência é este trabalho tornado consciente e tomando uma forma elegante e rápida. Se um teorema, sendo verdadeiro para $n - 1$, é para n , e se é também verdadeiro para $n = 1$, é verdadeiro para todos os números.

(1) Jaurés—De la réalité du Monde Sensible.

Isolemos um sistema material, suponhamos que esse isolamento é absoluto e que o estado interno é num perfeito determinismo unilateral. Suponhamos ainda que temos um relógio dando, para mais simplicidade, o tempo do sistema.

Olhando o sistema e o relógio vê-se uma certa coincidência. Num grupo determinado, de que haja uma coincidência provirá necessariamente a seguinte (determinada pelas disposições recíprocas dos pontos dos dois sistemas); mas, houve esta, logo haverá todas as do referido grupo. O valor do raciocínio de recorrência não está na sua forma especial, mas nas noções que o permitem. O momento racional está em aquele n poder percorrer a série dos números sem novas determinações, que, sob o ponto de vista da demonstração, o modifiquem.

Assim, por exemplo, a recorrência pode empregar-se num teorema sobre grandezas vectoriais.

O teorema fundamental sobre os momentos dos vectores diz que "o momento linear, em relação a um ponto, da resultante de muitos vectores da mesma origem é igual á soma geométrica dos momentos lineares desses vectores".

Demonstra-se para dois vectores e generaliza-se depois pelo raciocínio de recorrência.

Se é verdadeiro para $n - 1$ vectores é verdadeiro para n .

Seja, com efeito Q a resultante dos $n - 1$ vectores P_1, P_2, \dots, P_{n-1} e BH o seu momento linear ⁽¹⁾ em relação ao ponto B .

$$(BH) = (BG_1) + (BG_2) + \dots + (BG_{n-1})$$

por hipótese.

A resultante R dos n vectores dados P_1, P_2, \dots, P_n obtem-se compondo Q com P_n . O momento linear BG de R é a soma geométrica dos momentos de G e de P_n .

$$(BG) = (BH) + (BG_n) \quad \text{e} \quad (BG) = (BG_1) + (BG_2) + \dots + (BG_n),$$

como se queria. Aqui igualmente o n pode percorrer a série de vectores sem que novas determinações o venham modificar em qualquer momento do seu percurso.

E aqui estamos bem longe "do podêr do espírito de repetir indefenidamente um acto uma vez possível".

Tam pouco as grandezas vectoriais poderiam nascer exclusivamente do número inteiro.

(1) O momento linear é uma área dirigida.

O vector é um comprimento *dirigido*.

E tanto a sua natureza se distingue do número que as propriedades das operações ora permanecem, ora não permanecem.

Sejam ⁽¹⁾ dois vectores α_1 e α_2 .

Chamo producto superficial dos dois vectores, e designo-o por $[\alpha_1 \alpha_2]$, o ciclo ⁽²⁾ (área dirigida) que se obtém dirigindo o vector $M_1M_2 = \alpha_2$ a seguir a $OM_1 = \alpha_1$, terminando o paralelogramo assim começado e tomando o ciclo do paralelogramo no sentido OM_1M_2 .

O vector $\alpha = |[\alpha_1 \alpha_2]$ é o *producto vectorial* dos dois vectores α_1 e α_2 .

Ora $|[\alpha_2 \alpha_1] = -|[\alpha_1 \alpha_2]$, logo não é arbitrária a ordem dos factores. Não acontece o mesmo com a propriedade distributiva, por exemplo $\alpha | (u' + u'') = \alpha | u' + \alpha | u''$.

O número é, pois, uma noção idial e real como todas as noções. Idial, porque é um momento do pensamento; real, precisamente por ser uma noção do pensamento construtivo.

A arimética é por isso, uma sciência real e, como todas as outras, uma sciência de noções.

Este carácter justifica o seu rigor lógico e o seu valôr práctico. Este mesmo carácter explica a génese das suas noções superiores com a primitiva noção de número inteiro.

Se fosse uma sciência realista (no sentido vulgar), não poderia ir além do número inteiro e fraccionário. Se fosse apenas uma construção livre ou cómoda (este critério é bem elástico), seria bem *providencial* o seu largo alcance, e, sobre tudo, a grande aplicação na física das suas noções menos imediatas.

A noção de número inteiro não basta para que todas as operações fundamentais se possam fazer.

A divisão faz aparecer o número fraccionário. A radiciação o número irracional. E, com o irracional, aparece abertamente a ideia de infinito.

Isto é uma dificuldade sem réplica para os realistas, ⁽³⁾ que materializam as noções. ¿Como definir o irracional por duas classes contíguas—uma dos números mais pequenos, outra dos números maiores que o número irracional, não *podendo simultaneamente ter a primeira um elemento máximo e a segunda um elemento mínimo, e tais que sempre haja dois elementos um de cada classe, cuja diferença seja tão pequena quanto se queira?*

⁽¹⁾ E. Carvallo.

⁽²⁾ A um ciclo pode-se fazer corresponder um vector da medida de A perpendicular ao plano de A e tal que o circuito em relação ao vector, seja directo.

⁽³⁾ Como se tem visto, a realidade é para nós pensamento. Este realismo não materializa as noções.

E como explicará um formalismo puro o valôr prático de tam requintadas especulações? E não é bem extraordinário um pensamento a mobilizar, em contínuas determinações, uma forma pura? Se o número não é já pensamento, não é uma espécie de milagre que um pensamento exterior, com tanto rigôr e clareza, conduza essas formas vazias?

Se o número é noção, o seu determinismo é dinâmico; é o pensamento determinando-se e não o pensamento determinando arranjos de seres pensados.

O número determina pela sua construção progressiva a lei da separação em classes, e essas classes apossimam-se tanto quanto quisermos. A continuidade é também um momento da noção de número. De qualquer operação sobre os números, resulta a ideia de função. Na função há a variável independente e a variável dependente. Às variações duma correspondem variações da outra.

A lei da correspondência diversifica a natureza das funções. Diz-se que uma função de x é contínua para $x = a$ quando ela tem um valôr bem determinado para $x = a$ e quando ela tem por limite, quando x tende para a , precisamente o seu valôr para $x = a$.

A condição necessária e suficiente para que uma função da variável x seja contínua para $x = a$ é que, se dêmos á variável x um acréscimo h a partir do valor a , o acréscimo correspondente, k , da função *tende para zero* ao mesmo tempo que h . Como um realista há de intepretar esta expressão — *tender para zero*? De que serve tender para zero, se o infinito exgota e inutiliza todo o movimento? Onde há nas *cousas* esta continuidade para, *desatendendo* o resto, a recebermos?

E o formalista puro como pode explicar o movimento do pensamento sobre noções mortas e a fecundidade prática desta noção, que se estende a toda a física? E não é bem mais simples, e de harmonia com a natureza do pensamento, admitir que o número se eleva a função e, nessa altura, a função põe o momento mais simples da sua realidade, na identidade do mobilismo da função e da variável?

CAPÍTULO III

O ESPAÇO

Com a geometria prosseguimos na construção de noções destinadas a racionalizar uma intuição, em si obscura e insubsistente, de forma a dar-lhe certeza e realidade. ¿Pode a geometria estabelecer-se sem que largamente a intuição lhe seja presente? Não. E aqui é, e com inteira franqueza, que a crítica científica manda colocar os postulados.

O nosso método será, consultando um livro de geometria, vêr como os seus elementos implicam intuição. Procurar se o Espaço é essa intuição ou uma forma da intuição, ou uma noção, tendo já, como todas as noções, intuição racionalizada.

Abrindo um bom livro de geometria, por ex., o de M. Hadamard, encontramos uma série de definições, onde há irreduzível intuitivo.

Primeira definição—Volume é a *porção* de *espaço* limitado em *todos os sentidos*.

As noções de limite e porção, que já nos forneceu a aritmética e onde encontramos intuição, são elaboradas. Espaço e todos os sentidos são aqui noções recebidas e não feitas pelo geômetra. O que é o Espaço? Di-lo o geômetra? Não. Di-lo-há mais tarde? Parece que sim, atenta a existência de vários espaços com parâmetro característico. Mas (se o não diz agora, que pela primeira vez dele usa) ¿não será esse Espaço conceitual uma obra do raciocínio sobre este irreduzível intuitivo que agora aparece? E, se o Espaço ainda não é aqui mais que uma palavra, ¿o que significa o seu limite em *todos os sentidos*? Donde lhe vêm os *sentidos*, e como são *todos*? Tem conteúdo a palavra Espaço e não é aqui um conceito; logo é um irreduzível intuitivo. Antes de mais longe irmos, distingamos a generalização matemática da generalização filosófica. A generalização matemática faz-se por aumento de determinantes, a filosófica por diminuição. O número fracionário é mais geral que o inteiro e maior é o conteúdo da sua

noção determinada? Como construir o número imaginário sem o número real? Assim a ideia geral de Espaço, particularizando-se por características próprias, nada prova contra a riqueza intuitiva daquelle Espaço, que, porventura, seja a força criadora dessa ideia.

Segunda definição: Superfície é a parte comum a duas regiões *contíguas* do Espaço.

¿O que é esta contiguidade, senão a afirmação da continuidade, (quázi diríamos) concreta do Espaço e da noção (já resultante da actividade mental sobre a *homogeneidade* do Espaço) de *síntese de pontos*?

¿E como fazer uma síntese sem uma lei, que, *na espécie*, é já a da *máxima racionalização*? A síntese mais simples é aquela em que dois pontos, e só dois, determinam porções de Espaço. E aqui temos a linha recta, que, por toda a parte vai levar o determinismo geométrico e o irreductível intuitivo da geometria. Note-se que esta noção de contiguidade não é nova, ela lá estava no Espaço, que por isso mesmo que é intuição, se desenvolve em inumeráveis conceitos.

Vamos caminhando e novas noções aparecem saídas da reflexão sobre a *fecundidade intuitiva* do Espaço.

—Uma linha pode considerar-se como gerada por um ponto que se *desloca* sobre ela.

A noção de deslocamento também não é definida. Aqui basta a homogeneidade do Espaço, ou a sua possível síntese por pontos, para a definir.

O seu posterior enriquecimento, na mecânica, mostra bem como cada ciência só leva em si um limitado cabedal de intuição.

Nesta altura da nossa análise, o Espaço é a fonte onde o géometra vai buscar as suas intuições, que elaboradas vão erguer o edifício da geometria.

Mas o que é o espaço?

O realismo vulgar diz que é o lugar dos corpos—o que postula um novo espaço para lugar desse lugar, etc. O positivismo (recebendo arbitrariamente um pouco de racionalismo) diz-nos que o espaço é um artifício cómodo.

“Reduzido ao seu significado positivo esta ⁽¹⁾ concepção consiste simplesmente em que, em lugar de considerarmos a extensão nos próprios corpos, considerámo-la num meio indefinido, que encaramos como contendo todos os corpos do Universo”.

Este espaço abriria, de par em par, as portas da geometria

(1) A do espaço. A citação é do Cours de philosophie positive—A. Comte.

nada menos que ao Universo. Dentro deste critério não teríamos que defender os direitos da intuição, mas os direitos da razão ameaçada.

¿Donde viria á geometria o seu carácter racional?

Mas, deixando estes vícios de semi-realismo de A. Comte para o lugar próprio, ¿não há nesta concepção de Espaço uma contradição interna?

Comte falando das vantagens da hipótese (hipótese arbitrária e absurda, aliás) diz:

“.... Pelo contrário, concebendo a extensão no *espaço*, pode o espírito humano encarar todas as formas *imagináveis*, o que é indispensável para dar á geometria um carácter inteiramente racional.”

Desta forma restabelece A. Comte o Espaço, e, com ele, o problema.

E é este espaço, que é o fundamento de uma geometria inteiramente racional.

E porquê?

Porque, só assim, eu posso estudar todas as formas imagináveis. Quem não vê que A. Comte tem o Espaço (aquele que aparece no princípio de todas as geometrias) sempre presente e, com ele e nele, pensa. Para que uma geometria seja *inteiramente racional* confessa Comte ser preciso estudar todas as formas imagináveis.

Logo é preciso (salvo o caso de dotarmos a imaginação com espontaneidade de conceitos geométricos) um espaço donde saiam aquelas formas imagináveis, e não dadas nos corpos da natureza. E, se é preciso um tal Espaço, ficamos com dois fundamentos da geometria.

Um empírico, imperfeito e contingente—o dos corpos; outro artificial e que nada daria, se não fosse apenas um pretexto para o aparecimento do Espaço ⁽¹⁾ de todos os géometras.

¿Será o Espaço uma forma?

O espaço forma dos objectos sensíveis não seria fundamento da geometria, pois, além de lhe faltarem a necessidade e universalidade, nem sequer teria homogeneidade. Seria anisótropo e descontínuo.

¿Será uma forma *à priori*, onde necessária e universalmente os objectos se coloquem?

Sendo uma forma intelectual é uma noção, base de muitas outras noções científicas, e, como a geometria leva intuição nos seus elementos, é uma noção real no bom sentido da palavra.

Resta a hipótese de ser uma forma *à priori* da sensibilidade.

(1) Espaço que todos postulam e mostraremos ser uma noção.

Introduzir esta hipótese é, duma só vez, encarcerar a espontaneidade do entendimento, erguer o Incognoscível, retirar o ser moral do mundo da acção sob pena de o ver materializado, estendido ao longo dum Espaço e dum Tempo *fatais*.

E, se os protestos do ser moral são ténues e írritos muitas vezes, *peessoas* há onde, pela sua persistencia e nobreza, eles representam e exigem primacial destino no trabalho filosófico. Analisemos, no entanto, a hipótese em si. Kant divide a demonstração da sua hipótese em duas partes — exposição metafísica e exposição transcendente.

Na exposição metafísica diz Kant que o Espaço não pode ser um conceito empírico derivado de intuições exteriores, porque para representar as cousas como exteriores umas ás outras é já precisa a representação do Espaço.

Donde se segue que a representação de Espaço não pode derivar, pela experiência, das relações do fenómeno exterior, mas que a própria experiência só é possível por essa representação. Aqui, como por toda a parte, o erro de Kant é admitir dada uma Experiência, que é preciso explicar.

A experiência faz-se; e, se uma Experiência adulta (se nos é permitido o termo) já é *informada* pelo Espaço, na experiência hesitante que se inicia vai-se, pouco a pouco, formando a *noção* de Espaço.

O nosso primeiro espaço é qualitativo e finito. O espaço infinito e homogéneo é o resultado de uma profunda elaboração mental, quando é certo que na hipótese, devia ser-nos imediata e íntima. Já se viu que Kant faz tambem do tempo uma forma *à priori* da sensibilidade.

Aqui a hipótese aparece mais claramente falsa, porque o tempo, sendo imediatamente um modo muito mais interessado, é profundamente qualitativo. A filosofia bergsonista é quasi que só um protesto contra a absoluta exaustão do tempo imediato, que de qualidade pura passa a puro espaço.

A situação especial da noção de Espaço explica como para o Espaço se têm voltado menos os protestos do imediato. O Espaço é uma forma mais intelectual e menos passional que o tempo. O Espaço para a dôr, prazer, fome, etc. é já um tempo retido, intelectualizado. Se o espaço do cão é, como é natural, um contínuo aromático; quando ele se dirige, em busca dum pedaço de carne, as distâncias no espaço são medidas por uma crescente salivação, que o precipitaria em linha recta na primeira direcção tentada, se uma certa indiferença perante o *actual* lhe não deixasse uma certa liberdade de especular ou escolher no espaço.

A Experiência ⁽¹⁾ científica (que é a própria ciência) é impossível sem o Espaço, que é uma noção fundamental da coordenação científica, mas igualmente o é sem outras noções como o numero, a massa, a inércia, etc.

A experiência pre-científica faz-se com um espaço qualificado, confuso, imediato, que, só pouco a pouco, se eleva a noção.

“O espaço é uma representação *à priori*, porque não podemos conceber a sua inexistência e podemos muito bem concebê-lo sem que nenhum objecto nele se contenha”.

Isto é um critério subjectivo, sem nenhum valor racional, e, se alguma coisa prova, é sómente que o espaço é uma noção presente a todo o pensamento. Quando Descartes afirmava o “Cógito, ergo sum,” era-lhe, com certeza, presente uma imediata afirmação de espaço, pelo menos na vaga localização do pensamento.

“O espaço não é também um conceito discursivo ou, como se diz, um conceito geral das relações das cousas, mas uma intuição pura. Só se pode, com efeito, representar um único Espaço e, quando se fala de muitos espaços, entende-se sómente por isso partes dum só e mesmo espaço. Essas partes não poderiam mesmo preceder o espaço único e universal, como partes dum todo que, pelo seu conjunto, comporiam; só podem pelo contrário ser concebidas nele. *O espaço é essencialmente uno; o múltiplo nele, por consequência também o conceito geral de espaço, é devido unicamente a limitações* ⁽²⁾.”

Donde se segue que uma intuição *à priori* não empírica serve de fundamento a todos os conceitos, que nós temos. E’ assim que todos os princípios de Geometria, por exemplo,—os dous lados dum triângulo juntos são maiores que o terceiro, serão sempre derivados com uma certeza apodítica, não dos conceitos gerais da linha e do triângulo, mas da intuição, e duma intuição *à priori*.”

E’ este o momento de maior amplidão e profundidade na análise, que Kant faz do Espaço. Só se pode representar um único Espaço e os outros espaços são partes dum só e mesmo espaço. Estas noções têm o único defeito de serem realistas, falando de espaços, que são *partes* do espaço. Transportadas em linguagem francamente racional são perfeitamente justas e rigorosas.

Deve haver, com efeito, uma noção de espaço, que, sendo a mais simples, seja como que o alicerce onde todos os outros

⁽¹⁾ A não ser que assim chamemos ao âmbito de uma só ciência, e então, á arimética também o Espaço será preciso.

⁽²⁾ O italico é nosso.

espaços venham enraizar-se. Um espaço homogéneo, contínuo e infinito será o único susceptível de receber todas as formas e todos os movimentos. Esse espaço é realmente postulado em todas as modernas tentativas geométricas.

A ideia de uma Geometria geral, onde cada espaço se caracterizasse por um determinado parâmetro, parecendo vir contrariar as vistas de Kant, é, dum certo modo a sua mais brilhante confirmação. Se não justifica o espaço como forma *à priori* da sensibilidade, justifica plenamente a ideia dum espaço de todos os outros espaços.

Sabe-se, com efeito, que os elementos de Euclides contêm uma série de definições e uma série de seis postulados.

Entre esses postulados, o quinto foi desde longa data motivo de tentativas de demonstração pertinazes, mas infrutíferas. Postula ele que se uma recta, encontrando duas rectas num mesmo plano, faz dum mesmo lado ângulos interiores cuja soma seja menor que dois rectos, as duas rectas prolongadas indefinidamente, se encontram do lado donde a soma é inferior a dois rectos. É esta a forma que lhe deu Euclides.

Quer dizer que, no mesmo plano só podemos tirar por um ponto uma paralela a uma recta, ou que a soma dos tres ângulos dum triângulo é igual a dois ângulos rectos, ou a existência de triângulos semelhantes, ou, como veremos, qualquer propriedade vinda da homogeneidade do espaço. Os géometras gastaram um esforço prodigioso em busca duma demonstração deste postulado e não a acharam porque era impossível achá-la. Com efeito, e isto é uma nova e poderosa razão do nosso realismo, não se pode demonstrar tudo, porque isso seria colocar a rocha de Sisifo na base da sciência. Não se pode trabalhar só com noções recebidas das outras sciências, porque fariamos apenas inúteis multiplicações. Portanto é preciso pôr no início das sciências intuição pura ou noções recebidas.

Para o nosso realismo (realismo de noções — activo e construtôr na mais longínqua acção do pensamento) não há nem intuição pura, nem racional puro; mas todo o pensamento, mesmo o pre-lógico e pre-scientífico, é noção-realidade. Se assim é, cada noção é, não só no sistema completo de pensamento que é a filosofia, como nos sistemas para e por si limitados, que são as sciências, um momento dialético que a si mesmo se garante e justifica pela sua racionalidade, que é ordem e fecundidade.

Mas os matemáticos queriam tudo demonstrar e, como o não puderam, resolveram de duas maneiras o problema. Uns limitaram-se a pôr, com todo o escrúpulo e franqueza, os postulados; outros mais curiosos, mas de curiosidade preguiçosa,

disseram “donde se conclue a experiência como base da geometria”.

A presença da intuição (confuso imediato) até na base da aritmética a tentamos demonstrar. Mas esta experiência que dá os postulados não será já duma falsa generosidade, limitando-se a dar-nos o que o espírito lá pôs?

A órbita traçada pelas tentativas de demonstração do postulado, levando o espírito sempre sobre afirmações interdependentes, como corolários da mesma verdade, indica suficientemente a presença duma noção mãe de todo esse pensamento.

Digamos, em aparte, que o verdadeiro espírito científico é aquele que põe francamente os resultados, pois a ciência não compete a análise exaustiva das noções fundamentais, mas nós tentamos fazer filosofia e não ciência.

O matemático Gauss ⁽¹⁾ escrevia a propósito dos primeiros princípios de geometria a W. Boliã. “... cheguei, é certo, a muitas cousas, que seriam olhadas pela maior parte dos homens como uma demonstração valiosa, mas que, aos meus olhos, não demonstram *nada* por assim dizer; por exemplo, se se pudesse demonstrar a *existência possível dum triângulo rectilíneo, cuja área fosse maior que toda a superfície dada, eu estaria então em estado de demonstrar com um rigor perfeito toda a geometria...*” ⁽²⁾

A necessidade de achar uma demonstração da existência de tal triângulo é a necessidade de demonstrar a essência dum *certo* espaço, que é, como veremos, o único homogêneo. É o reconhecimento dessa essência, *a presença dessa noção* que dirige o pensamento.

O que caracteriza os diferentes espaços esféricos é um certo número constante para cada superfície esférica, que é o quociente da área dum polígono esférico por um certo e determinado *excesso*, que é o excesso da área do polígono sobre $2n - 4$ rectos, sendo n o número de lados. ¿O que determina esse *excesso*? A consideração que um triângulo esférico infinitamente pequeno é euclidiano, ou a consideração de fusos esféricos cujo determinismo vem da recta. A *noção* dum certo espaço é presente e determinante. O próprio Euclides, *sentia*, tanto como Gauss, o privilégio lógico dum *certo* espaço (visto que com ele trabalhou) e ao mesmo tempo, como Gauss, a presença de outros espaços.

Gauss procura demonstrar esse espaço (indemonstrável por

⁽¹⁾ Gauss tinha chegado ás mesmas conclusões que chegou o filho de W. Boliã, como se vê duma outra carta de Gauss para W.

⁽²⁾ O italico é nosso. A citação é da correspondência de Gauss e W. Boliã, pai de Boliã.

noção última da geometria), pois é atormentado pelas imposições duma lógica cada vez mais exigente. Euclides põe o postulado confiadamente, mas logo a seguir a visão intuitiva o coloca num espaço imperfeitamente exaurido, onde a qualidade formal mantém muitos espaços.

Assim, entre os postulados de Euclides, figura um tendente a eliminar esses importunos espaços. É o postulado que quer que todos os ângulos rectos sejam iguais entre si. Este postulado unifica, ou melhor determina, a noção de plano e impõe que, nesse plano, se considere uma só espécie de rectas, espécie ainda indeterminada se no plano permanecer a referida diversidade qualitativa. Todos os géometras tiveram sempre presente esse privilegiado espaço de que ora confiadamente se serviam, cuja noção por vezes queriam deduzir, como se o pensamento pudesse realizar a maravilha impossível do perpétuo motôr. Por isso os que não apelaram para a experiência (explicação preguiçosa), vendo a indemonstrabilidade de certos postulados, resolveram fazer geometria sem eles e considerar o espaço um género, que apropositados parâmetros especificavam. Por considerações geométricas acharam os espaços de curvatura constante (para os de curvatura variável maior seria a generalidade, mas ficaria impossibilitada a demonstração por sobreposição) com curvatura positiva (geometria esférica), com curvatura negativa (geometria pseudo-esférica) e sem curvatura. De Tilly demonstrou, por considerações analíticas, que as tres citadas geometrias, rimania (esférica), lobatschewskiana (pseudo-esférica) e euclidiana, podem, sem contradição, derivar da noção de distância.

Mas o que é certo é que a noção de *distância* deriva da noção de espaço homogéneo. E que certas hipóteses são admitidas, que, igualmente derivam dessa noção — como a da correspondência entre o número de intervalos de certas relações e o *número de dimensões* do espaço que se estuda.

¿Donde vem o conhecimento da dimensão e do número delas, senão do espaço homogéneo?

É certo que podemos generalizar a geometria pela consideração de parâmetro; unicamente essa noção é a própria noção de Espaço homogéneo, que, já mostramos ser presente no pensamento dos géometras no mesmo instante da dúvida e incerteza.

Com efeito todas as rectas não-euclidianas devem a sua realidade á recta euclidiana; por si, a primeira e mais simples determinação do espaço homogéneo. Qualquer pessoa absolutamente estranha á questão das geometrias, ouvindo dizer que há triângulos nos quais a soma dos ângulos vale dois rectos, outros onde vale menos e outros onde vale mais, conclui que

ou houve mudança de designações, ou mudança de essências, ou equívoco.

Se lhe disserem que as designações são idênticas e que os teoremas citados são produto de honesto e genial esforço especulativo, de pronto concluirá que os mesmos nomes, se designam as mesmas relações, não designam as mesmas essências.

E assim é. Como se define a linha recta? Pela mais curta distância, pela sua inalterabilidade de direcção e pelo facto de só passar uma por dois pontos.

Todas as condições são gerais para as rectas de todas as geometrias. Há com efeito, sobre todas as superfícies de curvatura constante, linhas de mínima distancia chamadas *geodésicas*, com uma só direcção e passando por dois pontos (excepto casos muito particulares) uma e só uma.

Uma distinção fundamental as separa da recta euclidiana. E' que são distâncias ⁽¹⁾ mínimas, de direcção única, não passando mais de uma por dois pontos no espaço *derivado*, que é a superfície em que repousam. A recta euclidiana, e só ela, é tudo isso no espaço original e não num espaço derivado. Qual é o original? O homogéneo, aquele onde repousa a recta absoluta ⁽²⁾. Uma geodésica qualquer, um arco de círculo maximo por exemplo, possui as referidas qualidades sob a condição que repouse sobre a superfície da esfera.

E éo que define a superfície da esfera? A recta euclidiana ⁽³⁾. E' scientificamente legítimo e útil fazer a geometria geral, mas a análise filosófica tem o direito e o dever de procurar a ordem hierárquica ou racional das noções.

O mesmo resultaria da análise das geometrias, que desprezam (aparentemente) outras propriedades do espaço (*a*) ⁽⁴⁾, por exemplo, a continuidade, como as não-arquimedianas. São sobre construções da euclidiana, mais gerais sob o ponto de vista matemático e mais compreensivas sob o ponto de vista metafísico. Não tem, por isso, sentido perguntar qual é a geometria mais verdadeira?

Tem ⁽⁵⁾. E nós concebemos, uma experiência que nos diga se o Universo físico é geométricamente euclidiano ou não, aproveitando o teorema que diz que a projecção dum segmento de recta sobre um eixo é superior, igual, ou inferior ao producto

(1) ¿Como conceber a distância sem um espaço homogéneo?

(2) Permita-se-me o termo, que quer significar sómente a recta sem mais condições.

(3) Vêr Hannequin.

(4) Chamaremos agora espaço (*a*) ao nosso espaço, *noção real*, base de todas as geometrias.

(5) Mais concreta é que é, num sistema racionalista.

do segmento pelo cosseno do ângulo de inclinação, segundo que a figura é rimaniãna, euclidiana ou lobatschewskiana ⁽¹⁾.

Mas ainda a noção de espaço euclidiano não perderia a sua primasia como o primeiro momento dialético da ideia de espaço. Únicamente o espaço físico (que para nós não é uma realidade, mas uma noção) sendo um momento dialético superior, seria mais concreto.

De tudo isto resulta claramente a existência dum espaço homogêneo, contínuo e infinito, lugar de todos os outros espaços. De acordo com Kant sobre a existência de tal espaço, já mostramos o nosso desacordo, provando ser esse espaço uma noção. Continuemos na análise directa da prova kantiana. Concedemos que há um espaço fundamental. Mas é prova isso que esse espaço não pode sêr noção?

Diz Kant que não pode ser, por isso, um conceito geral das relações das cousas.

Para Kant o conceito geral de espaço conteria o múltiplo, e, por isso mesmo que o espaço é uno, não é o espaço um conceito geral.

Que não seja um conceito geral, definido desta forma, está bem pois que seria precisa existência de muitos espaços e deles sairia o abstracto espaço. Mas é o que prova ser esse o caminho de todas as noções?

É porque não haveria noções, que, sendo uma primeira racionalização do *dado* (intuição), são um primeiro momento dialético, que progressivamente se enriquece com novas e mais complexas determinações? É o que obriga a essa teoria de conceitos? É o que prova que o conceito, longe de ser um extracto quasi passivo, não seja um raciocínio condensado e resumido?

E, se é assim, é o que me proíbe de racionalizar o espaço immediato qualitativo até á perfeita homogeneidade?

“E’ assim que todos os princípios da geometria, por exemplo — dous lados dum triângulo tomados juntos são maiores que o terceiro, serão sempre derivados com uma certeza apodítica, não dos conceitos gerais de linha recta e de triângulo, mas da intuição e duma intuição *à priori*„. E’ assim, se definirmos recta e triângulo de fórma que não fiquem completamente definidos, mas dum modo geral e incompleto que uma nova condição virá completar. Então, o mostramos, essa tal condição introduz o espaço (*a*), que fica sendo motivo bastante para a derivação apodítica. Se não introduzimos clara e conscientemente, como nas novas geometrias, essa tal condição determinante e com ela o

(1) Como se verá há realidades, ou noções superiores, determinando o espaço.

espaço (a), então fazemo-lo, envergonhadamente, recorrendo a êle como intuição. Mas devemos, mesmo scientificamente, definir as noções; e, se, como no caso, permanecemos na geometria euclidiana, devemos começar pela posição dum espaço homogéneo (o que lhe retira a possibilidade de curvatura) e contínuo.

A seguir virá a recta euclidiana com todos os seus caracteres determinantes, depois a definição de triângulo — e o teorema sai immediata e exclusivamente destas noções. Delas sai o determinismo da circunferência e, por isso, o determinismo angular. A homogeneidade e a continuidade do espaço permitem as demonstrações dos teoremas do triângulo isósceles e da maior grandeza do ângulo exterior dum triângulo sobre cada um dos ângulos interiores não adjacentes. Estes teoremas mostram que, em todo o triângulo, ao maior lado se opõe o maior ângulo e que, por consequência, um lado do triângulo é menor que a soma dos outros dous. No triângulo esférico é a consideração dos triedros, que os lados medem, que determina a relação das grandezas dos lados. Mais uma vez se verifica que o espaço (a), se não é introduzido por considerações infinitesimais, é directamente posto como determinante fundamento de todos os outros. Num espaço heterogéneo só se podem determinar as figuras depois de ter achado a lei dessa heterogeneidade, isto é, o modo como tal espaço deriva do espaço (a).

Diz ainda Kant que o espaço não pode ser um conceito, porque contêm uma infinidade de representações. Nenhum conceito contêm uma infinidade de representações, mas todos êles são, dentro da sua essência, presentes a todo o pensamento de todos os seus possíveis representados.

Resta a exposição transcendental do conceito de espaço, onde Kant se limita a procurar qual o espaço para que seja possível a geometria. Deve ser uma intuição, porque simples conceitos não darão progresso; essa intuição deve ser, em nós, antes da percepção dos objectos ou *a priori* e, como a geometria é certa, deve ser pura.

“... Só a nossa exposição torna inteligível a possibilidade da geometria como conhecimento sintético *a priori*...”

Já demonstramos não ser assim e, por isso, é-nos permitido passar a outra ordem de considerações. As ideias de Poincaré sobre o espaço, fazem uma larga concessão ao que chamamos o complexo intuitivo e uma larga parte à actividade do espírito. Nesta primeira parte do nosso trabalho, onde sómente queremos mostrar que as *noções* são reais, porque a sua essência é pensamento do mundo (racionalização da intuição), poderíamos aceitar provisoriamente as ideias de Poincaré se não tivéssemos já mostrado, que as noções estão longe da indiferença lógica que Poin-

caré lhes atribui. Duas ordens de considerações, por nós já abordadas, faz Poincaré. Que os espaços são mais ou menos cómodos e não mais ou menos verdadeiros, e que é impossível resolver sobre a real geometria do Universo.

Ora nós já dissemos que as geometrias são verdadeiras todas, mas que há um espaço, homogéneo, contínuo, isótropo e infinito em absoluto, que é o espaço (*a*) fundamento de todos os outros, e já citamos um processo de pesquisa sobre qual das geometrias é a do Universo físico. Vejamos se a crítica de Poincaré deixa valor a essas afirmações.

Poincaré distingue o espaço geométrico do espaço representativo. Assim mostra que o espaço geométrico não é necessário. Depois explica a sua génese pelo estudo das leis de sucessão das nossas sensações.

Mostra o papel que o movimento dos sólidos desempenhou na génese da geometria e conclui que "se não houvesse corpos sólidos na natureza não haveria geometria".

Tudo isto mostra como, subjacente à noção de espaço, palpita todo um mundo; mas nada mais demonstra. Psicologicamente, talvez só num mundo de sólidos móveis, nós fizéssemos geometria; logicamente basta-nos o espaço (*a*).

Depois, e é este o ponto que mais parece contrariar a nossa noção de espaço, imagina Poincaré um mundo especial, onde só se produziriam deslocamentos não-euclidianos. Seres como nós, vivendo em tal mundo, fariam uma geometria não-euclidiana. Assim o espaço (*a*) seria desconhecido de tais seres; e não é êle, pois, uma irreductível noção fundamental, como dissemos.

Esta análise acabará de formular a nossa noção e de a legitimar como único e basilar motivo de toda a especulação geométrica. Vejamos o mundo fantástico de Poincaré ⁽¹⁾.

"Suponhamos, por exemplo, um mundo encerrado numa grande esfera e submetido às leis seguintes:

Não tem temperatura uniforme; ela é a máxima no centro e diminui à medida que dêle nos afastamos, para se reduzir a zero absoluto quando atingimos a esfera onde esse mundo é encerrado... ⁽²⁾. Seja *R* o raio da esfera limite, *r* a distância do ponto considerado ao centro da esfera. A temperatura absoluta será proporcional a $R^2 - r^2$...

Todos os corpos têm o mesmo coeficiente de dilatação, de modo que o comprimento de uma régua qualquer seja proporcional à sua temperatura absoluta. Suporei ainda, nos objectos

⁽¹⁾ Poincaré—La Science et l'Hypothese.

⁽²⁾ As reticências indicam que, para brevidade, suprimimos o que não é indispensável.

transportados a pontos de temperatura diferente, immediato equilibrio térmico.

Deste modo um objecto diminuirá indefinidamente de volume á medida que se aproximar da esfera limite. ... O mundo limitado, segundo a nossa geometria, parecerá infinito aos seus habitantes... Se, para nós, a geometria é apenas o estudo das leis segundo as quais se movem os sólidos invariáveis; para esses imaginários seres, será o estudo das leis segundo as quais se movem os sólidos *deformados por essas diferenças de temperatura* de que acabo de falar...

Farei ainda outra hipótese: suporei que a luz atravessa meios diversamente refringentes e de tal forma que o índice de refração seja inversamente proporcional a $R^2 - r^2$.

Nestas condições os raios luminosos serão não rectilíneos, mas circulares. Para justificar o que precede resta-me mostrar que certas mudanças na posição dos objectos exteriores podem corrigir-se por movimentos correlativos dos seres sensíveis, que habitam esse mundo imaginário, e isto de forma a restabelecer o conjunto primitivo das impressões sofridas por esses seres.

Suponhamos, com efeito, que um objecto se desloca, deformando-se, não como um sólido invariável, mas como um sólido experimentando dilatações desiguais, exactamente conformes á lei da temperatura, que supús acima. Permita-se-me, para abreviar, que, a um tal movimento, chame deslocamento não-euclidiano. Se um ser sensível se encontra na vizinhança, as suas impressões serão modificadas pelo deslocamento do objecto, mas ele poderá restabelecê-las, movendo-se convenientemente. Basta que finalmente o conjunto do objecto e do ser sensível, considerado como formando um só corpo, tenha experimentado um desses *deslocamentos particulares que chamei não-euclidianos. Isto é possível, se suposermos que os membros dêsses seres se dilatam segundo a mesma lei que os outros corpos do mundo que eles habitam* ⁽¹⁾.

Ao acabar de lêr este trecho de literatura científica, lembam as palavras do princípio do Evangelho de S. João: "No princípio era o Verbo, e o Verbo estava com Deus, e o Verbo era Deus".

Este Deus é Poincaré.

Enunciemos o problema, de, postas as hipóteses, achar o mundo ordenado, perante uma assembleia de pessoas ignorantes. Nem uma deixará de prestar atenção ao romântico problema e nem uma poderá achar-lhe a solução. Essas pessoas encontram-se como um deus medíocre perante um cáos. Poincaré resolve o pro-

(1) O italico é nosso.

blema, porque é, na hipótese, um deus poderoso e sabedôr. Sabe o espaço (*a*) e, com ele, resolve o problema.

¿Qual é a lei da dilatação do objecto? E' $S = K (R^2 - r^2)$, sendo R o raio duma esfera e r uma distância — dupla entrada do espaço (*a*). Este deslocamento não-euclidiano é definido por considerações euclidianas.

¿O que é, agora, preciso para restabelecer as impressões, ou para compensar o deslocamento do objecto? Que o sistema corpo-objecto tenha um deslocamento, acima chamado deslocamento não-euclidiano, que se pode dar na nova hipótese dos membros dos seres sensíveis se dilatarem segundo a mesma lei dos outros corpos do mundo que habitam.

Poincaré tem o espaço (*a*) para lhe fornecer, de novo, a lei de dilatação que é a precisa para os seres sensíveis. E é ainda a mesma noção de espaço que lhe indica a necessidade e suficiência de tal lei, pois foi esse o espaço determinante do espaço particular de que se trata. Mas, se o espaço (*a*) é Verbo criador do cosmos poincareísta, ¿as *criaturas* não pensarão no particular espaço do cosmos poincareísta?

De certo, se é possível a sua existência. Mas ¿que direito temos nós a *parar* na dialética e *cousar* uma noção?

¿Que direito temos nós a construir um mundo com fragmentos abstractos realizados?

¿Com que direito um cosmos, cuja realidade única é a insupportável tirania do preconceito anti-euclidiano?

¿Com que direito noções (cuja realidade demonstraremos) são amputadas e, delas, só recebida a euclidofobia? Se a matéria entra, se os seres vivos entram, com eles entrarão mais realidades que as permitidas por Poincaré, e ¿porque com elas, não entrará a possibilidade de racionalizar o espaço? Os raios luminosos, desigualmente desviados conforme as côres, ¿não poderiam, cortando-se, dar a ideia de curvatura maior ou menor, portanto de linha recta, como limite?

Uma hipótese destas ou é uma simples concepção sem intuito de realidade, ou é uma hipótese sobre o que possa haver de realizado em possíveis mundos. No primeiro caso é uma noção, legítima no seu lugar embora incompleta; mas a sua verdade reside no seu motivo dialéctico, que já demonstramos ser, mesmo no pensamento de Poincaré, o espaço (*a*).

No segundo caso é a todas as sciências que temos de atender, e então a sciência está afirmando o direito hierárquico, e lógico portanto, do espaço (*a*).

Em qualquer dos casos a hipótese de Poincaré é apenas uma metáfora imaginosa dos raciocínios abstractos sobre a geome-

tria geral, raciocínios anteriormente analisados. O seu motivo está na sedução *cousista*, que todas as noções possuem.

Em si, nada mais que uma ilustração, acompanhando o texto.

Falta tratar do critério de Poincaré sobre a geometria do nosso espaço físico.

Os motivos, porque Poincaré afirma a impossibilidade de descobrir a natureza do espaço físico o são mais o resultado do seu semiscepticismo crítico que motivos intrínsecos. Diz: 'Que servirá a astronomia, dada a possibilidade prática de tal operação, concluir a favor deste ou daquele espaço se é sempre possível iludir a resposta supondo que os raios luminosos não são rectas euclidianas?'

Poincaré faz um verdadeiro círculo vicioso, servindo-se duma teoria de conhecimento, que pretende demonstrar.

Se Poincaré não admitisse a independência das noções, não faria, de ânimo leve, as mudanças precisas nas noções para a realidade corresponder às suas fantasiosas hipóteses; e, por sua vez, não teria aparentemente justificado a sua crítica filosófica. Que direito temos nós a modificar, para um fim estranho á ciência (porque só á metafísica interessaria) as noções fundamentais da óptica. 'E a complicação resultante não é protesto suficiente contra tal modificação? Como faz notar G. Lechalas, a lei de Newton, extremamente simples na hipótese dos raios luminosos serem rectas euclidianas, toma uma forma muito complexa noutra hipótese.

A questão é teóricamente possível, embora, no caso, as diferenças sejam inferiores aos erros das medidas. De resto, só em espaços finitos tem significação e determinismo as figuras não-euclidianas, porque no espaço infinito todas as figuras seriam euclidianas; ora, num espaço finito, é sempre teóricamente possível a medida.

Está, pois, adquirida para a Geometria uma *noção real* a cuja génese é presente a intuição e o espírito. Como os da aritmética os teoremas da geometria são universais e necessários.

Mas aqui, precisamente por causa das geometrias não-euclidianas, é mais claro o motivo dessa necessidade—a auto-limitação das noções. O campo das possibilidades é perfeitamente determinado e o raciocínio do géometra tira daí a sua virtude e forma.

O princípio da razão suficiente, olhando dum golpe um terreno perfeito e completamente determinado, toma o aspecto do princípio da identidade e contradição. Mas, nem por isso, o pensamento se move em noções vãs e mortas. Há um desejo da ordem e seqüência, que é o permanente companheiro do dinamismo das noções.

¿Quem não vê que a ordem das noções é o seu motivo bastante, a sua razão suficiente?

O caminho seguido para demonstrar o teorema do valor do ângulo externo dum triângulo é um contínuo avanço para a verdade, uma construção progressiva, um contínuo desenvolver de razões, até que bastem.

Definido o triângulo e demonstrados os casos de igualdade de triângulos e propriedades do triângulo isósceles, demonstra-se que todo o ângulo exterior dum triângulo é maior que cada um dos ângulos interiores não adjacentes. Este teorema serve para demonstrar que se pode sempre tirar uma paralela (*b*) a uma recta por um ponto tomado fora dela. O postulado de Euclides ⁽¹⁾ diz que essa paralela é única e, por isso, a paralela é sempre uma recta satisfazendo ás condições (*b*) — as relações conhecidas dos ângulos das rectas com uma secante. Daqui imediatamente se conclui que a soma dos tres ângulos dum triângulo é igual a dois rectos e, como corolário, a igualdade do ângulo externo á soma dos ângulos internos não adjacentes.

Um primeiro determinismo do sentido da grandeza serve para ir orientando até chegar ao perfeito determinismo da grandeza.

E' o dinamismo da razão. Há, em matemática, além da recorrência, um raciocínio muito próprio e especial — é a demonstração por absurdo.

Vamos vêr, como para a recorrência, que ele não pertence exclusivamente á matemática, e que ele, como a recorrência, tira o seu valor dum perfeito e completo determinismo. Assim, como no caso da recorrência, não há nada ⁽¹⁾ que separe a geometria das outras sciências; sendo, como elas, uma sciência de noções reais, usando certos raciocínios, aparentemente exclusivos, mas que, em condições lógicas identicas, valem em todas as sciências. Assim terminará o nosso estudo sobre o espaço, que mostramos ser uma noção real e não uma simples forma da sensibilidade ou do entendimento.

O raciocínio por absurdo choca os espíritos desprevenidos, que, esperando um ensinamento, recebem sómente um convite a que atendam e vejam o que, no campo das possibilidades, permaneceu.

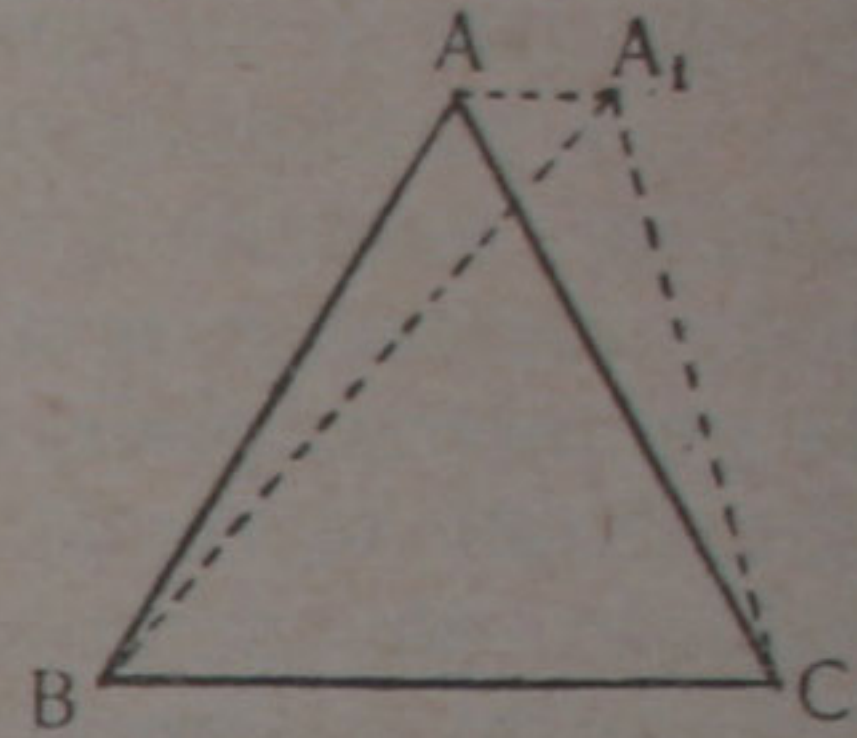
Estudemos um caso de demonstração por absurdo; seja o terceiro caso da igualdade de triângulos: Dous triângulos são iguais se têm os tres lados iguais cada um a cada um.

Sejam os dous triângulos ABC , $A'B'C'$ que têm os tres lados iguais cada um a cada um. Desloquemos o segundo triân-

⁽¹⁾ Postulado, scientificamente falando. O espaço (*a*) contem-no.

gulo de forma a colocar $B'C'$ sobre o seu igual BC , ficando os dois triângulos do mesmo lado de BC .

Seja BCA , a nova posição do triângulo $B'C'A'$. O ponto A_1 coincidirá com A . Isto é evidente se a recta $B'A'$ toma a direcção BA_1 ou a recta $C'A'$ a direcção CA . Não sendo assim, teremos os dois triângulos isósceles BAA_1 , CAA_1 . A perpendicular ao meio da recta AA_1 , passará pelos pontos B e C , logo é a recta BC — *o que é absurdo* porque BC não pode passar pelo meio de AA_1 ,



visto deixar os pontos AA_1 do mesmo lado. Os pontos A e A_1 só podem ser confundidos e os dois triângulos coincidem.

Esta demonstração deixa sempre no espírito dos principiantes uma impressão de mal estar e hesitação. E é natural. O espaço é para eles uma ideia, que não foi elaborada ainda numa séria reflexão. Um vago coenestesismo acompanha o pensamento de espaço, que, por isso, tem uma tonalidade qualitativa.

O espaço não é, pois, presente ao seu espírito em homogeneidade perfeita; qualquer coisa de obscuro permanece, onde mais possibilidades residem.

Todos têm a experiência da arbitrariedade de julgar as coisas da vida por juízos disjuntivos, porque quasi sempre o caso fica fora das possibilidades em que se dividiu a realidade. Para que se possa dizer com rigor que se A não é B , A é C , é preciso saber que A só pode ser B ou C ; quer dizer, é preciso retirar tudo o que seja estranho ás noções que queremos considerar e limitar nitidamente essas noções. Só depois dessa exaustão perfeita conhecemos todo o campo das possibilidades. Esse trabalho pertence á lógica consciente da reflexão, por isso é de pasmo e receio a atitude dos principiantes, quando se lhe apresenta numa conclusão tirada dum espaço, que, para eles, é ainda vagamente qualitativo e obscuro. Na demonstração citada posso deslocar o segundo triângulo sem deformação porque o plano é identico a ele mesmo, e colocá-lo do mesmo lado de BC que o primeiro triângulo, porque a recta BC divide no plano duas partes distintas.

Estando $B'C'$ sobre BC , A' tem de coincidir com A porque todas as possibilidades são: $B'A'$ tomar a direcção BA , ou $C'A'$ tomar a direcção CA , ou nem $B'A'$ tomar a direcção BA , nem $C'A'$ tomar a direcção CA .

E' tudo o que pode acontecer.

Se acontece a primeira ou a segunda hipótese, A' coincide

(¹) Provisoriamente, pois ha diferença metafísica.

com A e está demonstrado o teorema. Se não acontecesse nem a primeira, nem a segunda hipótese, teria de dar-se a terceira — mas a terceira não pode dar-se, logo dá-se a primeira ou segunda, isto é, ambas, porque uma arrasta a outra.

O raciocínio por absurdo só pode, como a recorrência ⁽¹⁾, fazer-se quando forem bem definidas as possibilidades. Então pode usar-se e sem sêr exclusivo da matemática e em especial da geometria; pode, como a recorrência, usar-se em todas as sciências. Num teorema de física pode fazer-se uso do raciocínio de redução ao absurdo sempre que esteja, ou admitamos estar, delimitado o campo das possibilidades.

Consideremos ⁽²⁾ dous estados A e A' dum sistema susceptível de se modificar.

A variação da sua energia, quando o sistema passa dum estado ao outro, depende unicamente desses estados e nada da série de transformações intermediárias.

Imaginemos que se pode levar o sistema de A a A' por duas séries diferentes de estados S e S₁ durante os quais as acções sobre o meio exterior são puramente mecánicas. A variação de energia do sistema é, em cada caso, igual ao trabalho adquirido. Temos, pois, de demonstrar que os trabalhos W e W₁ adquiridos nos dous percursos são iguais. São iguais porque é absurdo que sejam desiguais. Seja, com efeito,

$$W_1 > W.$$

Imprimindo ao sistema a série de transformações ASA', e reconduzindo-o ao estado inicial pela série A'S₁A, exactamente inversa de AS₁A', o sistema *recebe* o trabalho W na série ASA' e *cede* o trabalho W₁ voltando ao estado inicial, pela série A'S₁A. Assim o sistema voltaria ao seu primitivo estado tendo *cedido* ao meio o trabalho W₁ — W.

Deste modo teríamos uma máquina que *produziria trabalho gratuitamente* — o que é absurdo. O mesmo, com a diferença da ordem dos percursos, se concluiu para W₁ < W. Logo W₁ = W.

O campo das possibilidades é reduzido a W₁ ≧ W.

Demonstrando o absurdo de W₁ ≧ W (a), terá de ser W₁ = W. O absurdo de (a) demonstra-se pela noção de mecanismo, que ela contradiz. A delimitação das possibilidades resulta da noção de trabalho e sua expressão numérica. Se este raciocínio é menos usado em física que em geometria, resulta isso de

(1) A recorrência produziria (a sêr usada) o mesmo efeito nos principiantes.

(2) Chassagny.

que o campo da física, rico de uma inexgotável intuição, mais dificilmente pode ser logicamente delimitado.

As proposições recíprocas em geometria demonstram-se por processos claramente indicativos de que, como na demonstração por absurdo, o raciocínio tira a sua segurança do completo determinismo das possibilidades. Demonstra-se que duas oblíquas cujos pés se afastam igualmente do pé da perpendicular são iguais, e logo se pode concluir que, se duas oblíquas são iguais, os seus pés são igualmente afastados do pé da perpendicular. Só podem ser igual ou desigualmente afastados; desigualmente não podem ser porque são iguais, logo são igualmente afastados.

Pode demonstrar-se a recíproca, demonstrando *a proposição contrária*.

Para demonstrar a recíproca da proposição que diz que todo o ponto situado sobre a perpendicular ao meio dum segmento de recta é equidistante das extremidades desse segmento basta demonstrar a sua contrária—que todo o ponto não situado sobre a perpendicular ao meio dum segmento é desigualmente distante das duas extremidades do segmento.

Os pontos estão sobre a perpendicular ou fóra, se estão fóra distam desigualmente, logo se distam igualmente estão sobre a perpendicular.

Em certas condições muito particulares pode ainda demonstrar-se a recíproca duma proposição por meio dessa proposição.

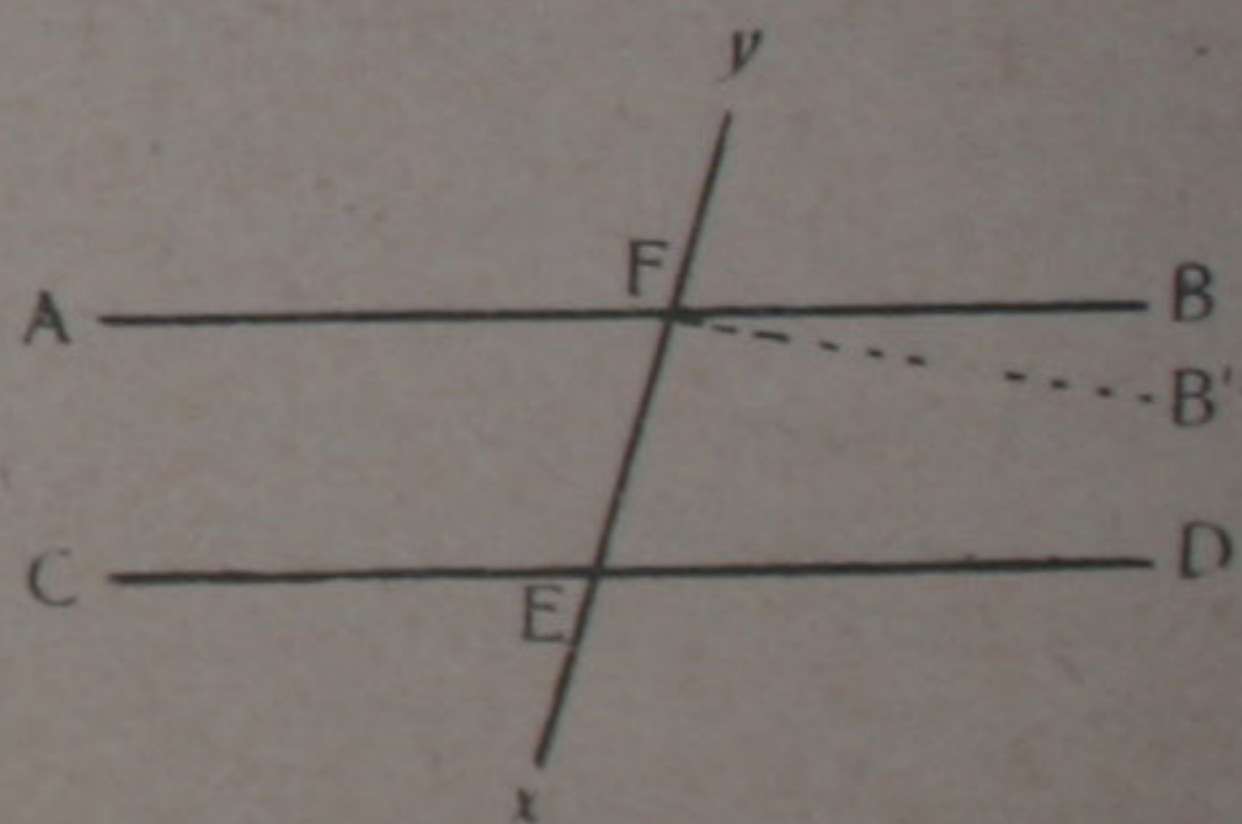
Duas rectas cortadas pela mesma secante são paralelas se os ângulos interiores do mesmo lado são suplementares, os alternos-internos e os correspondentes iguais.

A recíproca demonstra-se pela proposição primitiva: que os ângulos correspondentes, por exemplo, sejam iguais. Nós podemos fazer em F com FE um ângulo $\angle FB'$ igual a $\angle ED$. A recta FB' é, deste modo, paralela a CD e *confunde-se* com AB.

Confunde-se, porque, por F, só se pode tirar *uma* paralela a CD. E a demonstração faz-se por motivo

dessa unicidade precisa para que o determinismo seja completo.

Salvo distinção ulterior, ficam as noções da aritmética e da geometria reais como os das outras sciências, porque assentam sobre intuições; e idiais, como os das outras sciências, porque são já uma profunda racionalização da intuição. Os seus processos mais especiais de demonstração devem o seu valor, não a motivos especiais e próprios a cada sciência, mas a certas condições lógicas, que, onde quer que se verifiquem, legitimam esses processos.



Sendo pois sciências de noções (intuição racionalizada), colocam na base da construção científica a afirmação do mundo e a afirmação do Espírito. São, em si, exemplos da falsidade dum empirismo sem ordem e dum formalismo sem entranhas.

CAPÍTULO IV

A MATÉRIA

A matéria, no sentido vulgar, é uma palavra dum significado vago e elástico.

Um dia perguntou-nos um *livre-pensadôr português* se éramos ou não materialistas.

Como respondêssemos que o problema só tinha sentido, definindo primeiramente a *noção* de matéria, disse-nos ele, muito solerte e completo, que matéria era tudo.

Ficamos pensando que era esse com certeza, o motivo primordial do preconceito materialista.

Com efeito o materialismo vulgar é uma doutrina menos reflectida que o substancialismo, o mecanismo, o sensualismo, ou qualquer das fórmulas mais ou menos sábias do que já chamamos o preconceito *cousista*. Qualquer deles não se limita a receber cousas imediatas, mas as suas cousas são já o resultado duma activa, e mais ou menos profunda, reflexão. O materialismo vulgar seria a filosofia sentida dum animal absolutamente absorvido no *tacto*. O homem, com um simples olhar, encontra essa filosofia e, para acabar com dúvidas, a preguiça intelectual ensina-lhe o cómodo estratagem da plena generalização. Mas deixemos, pois não é por agora esse o nosso intento, os preconceitos filosóficos, e procuremos fazer uma rápida análise do conteúdo científico da palavra matéria. A primeira noção que encontramos na base de todas as sciências da matéria é a noção de movimento. Esta noção é diferente de deslocamento geométrico ao qual é indiferente o tempo. O movimento mecânico é uma noção, porque lhe é presente o complexo intuitivo e porque, longe de ser um dado recebido pelo espírito, resulta de uma profunda acção racionalizante. Já vimos que o tempo é uma noção a cuja génese psicológica nós podemos assistir. Para uma criança de tres anos o futuro é o amanhã, e o passado o ontem, quando futuro e

passado não são sómente o amanhã ⁽¹⁾. O movimento é uma relação entre o espaço e o tempo. A sua natureza é a natureza dessa relação. Num mundo, por hipótese absurda, reduzido a movimento, podíamos á vontade modificar os tempos e os espaços, com a *condição* de que as suas relações permanecessem. Aqui, como na geometria, devemos achar uma primeira noção de movimento, que, sendo homogénea, seja a garantia de todas as outras. O que na geometria era o espaço (*a*) é aqui o movimento uniforme rectilíneo. Os outros espaços determinavam-se no e pelo espaço (*a*), os outros movimentos devem determinar-se no e pelo movimento uniforme. Neste momento do pensamento científico o movimento é definido pela velocidade, dizer que o movimento é uniforme é dizer que a sua velocidade é constante. O movimento unidade, o movimento noção fundamental, é o movimento de velocidade constante, e isto, porque a relação determinada e determinante o mais possível entre o espaço e o tempo é a proporcionalidade. O mundo de movimentos *absolutamente* variáveis só aparentemente é compreensível.

Nesse mundo seria impossível o pensamento; ora o pensamento é, logo não pode haver tal mundo. E seria impossível o pensamento, seja qual for a hipótese sobre a natureza do mundo e do pensamento. Um espaço homogéneo absoluto é um espaço que dá a cada um dos outros a sua relativa homogeneidade, uma velocidade constante será aquela da qual todas as outras recebam a sua medida e a sua legitimidade racional. A velocidade do movimento uniforme rectilíneo é a matéria prima de todas as outras velocidades. Os empiristas fazem uma confissão de incompetência quando declaram não haver nenhum movimento perfeitamente uniforme. ¿Então como o sabem, e donde conhecem o movimento uniforme?

É um conceito limite?

Já não seriam de todo empiristas; mas não sendo este limite determinado pelos movimentos variados, se o concluimos, é por que ele preexistia.

É, pois, o movimento de velocidade constante a primeira noção da sciência do movimento. Sendo os movimentos relações entre o espaço e o tempo, a velocidade uniforme tem sempre a mesma direcção no espaço.

Há, pois, dous motivos de diversidade—a grandeza e a direcção da velocidade. É, portanto, a velocidade um vector.

Essas modificações da velocidade são constantes ou variá-

(1) Conhecemos um caso. E' de notar a maior importância do amanhã, o ontem é já muito falto de interesse para entrar no pensamento emotivo primitivo.

veis e assim temos os movimentos uniformemente variáveis ou simplesmente variáveis. ¿Como vamos estudar esses movimentos?

Atendendo á velocidade com que varia a velocidade.

¿Esses acréscimos geometricos da velocidade são os mesmos ou variam? Se são os mesmos, o movimento varia uniformemente, recebendo com cada unidade de tempo o mesmo acréscimo de velocidade. Esse acréscimo constante, chamado aceleração, basta determinar o movimento, $v = v_0 + \gamma t$. Se os acréscimos variam, consideramos acréscimos infinitésimos e a velocidade resultante será o integral desses acréscimos $\gamma = f dv$.

A aceleração, neste caso, será o limite da relação dos acréscimos da velocidade para os do tempo quando este tende para zero, e determinará o movimento $v = \int \gamma dt$, $S = \int v dt$.

Como se vê é o movimento uniforme, que determina os outros movimentos, e é preciso o subtil podêr da análise infinitesimal para o ir descobrir sob os movimentos variados. Temos, pois, com o movimento uniforme, a primeira noção da matéria.

¿Porque não há de aparecer uma filosofia, que parta a construir o mundo com esta simples noção?

Porque é ainda tam excessivamente abstracta esta noção que todos percebem a sua imperfeição dialéctica. Esta noção é, para nós, real como as outras até aqui estudadas. Real no sentido que damos, por enquanto, a essa palavra. Por isso mesmo, a velocidade, como o número e o espaço, não sendo cousas, nem formas vazias, prestam-se ao determinismo das noções superiores, e veremos como isto explica e desfaz certos importunos problemas obsediando o pensamento desde o seu primeiro despertar.

Se considerações posteriores acham um limite para as velocidades fisicamente realizáveis, em nada isso contrariará a nossa noção de velocidade.

Sobre estas noções fundamentais se ergue a foronomia.

Mas a matéria vai-se complicar por novas noções, e é ainda o movimento que nos vai conduzir a elas. Consideramos até agora o movimento em si, ora isso é uma abstração, pois que no movimento há as condições determinantes da sua natureza.

Os movimentos são caracterizados pelas suas velocidades, ou melhor, pelas suas acelerações, mas ¿donde vêm que essas acelerações são umas dadas acelerações?

¿O que determina a indiferença da velocidade?

Os movimentos são movimentos dum móvel.

¿O móvel não concorrerá para a determinação da velocidade?

O movimento até aqui considerado é uma abstração insignificante. Movimentos num espaço homogêneo seriam como não existentes. O movimento é o movimento dum móvel, seja

sómente dum ponto caracterizado. Um móvel isolado, em movimento, conservará sempre esse movimento; um móvel isolado, em repouso, conservará sempre esse repouso.

Com efeito, se um móvel isolado tem um certo movimento, é donde lhe virá o motivo duma variação? Se pode, por si, variar uma vez o seu movimento, poderá fazê-lo mais vezes, isto é, terá uma espontaneidade absoluta.

O mesmo se aplica ao repouso.

As modificações do repouso ou movimento dum móvel isolado são impossíveis.

Para que haja variações de movimento é preciso considerar acções exteriores, que, sendo a causa das mudanças de movimento, serão, para os *mesmos* móveis e mesmas variações, as mesmas.

Para os *mesmos* móveis e variações duplas, serão duplas, etc.

$$\frac{F}{\gamma} = \frac{F'}{\gamma'} = \frac{F''}{\gamma''} = C \quad \text{ou} \quad F = \gamma C.$$

C é uma constante, que, para cada ponto material, é bem determinada pela força e aceleração do movimento. Temos, pois, a matéria enriquecida com a força e a massa. A matéria é agora força, massa e aceleração, espaço e tempo homogêneos. Tudo noções; e, portanto, pensamento.

Mas é força e inércia não serão apenas dados de experiência?

A palavra experiência presta-se a equívocos e grandes. A experiência duma criança não é a mesma experiência que a do homem, a experiência do homem ignorante não é a mesma que a do homem culto, etc. ⁽¹⁾ A medida que vamos alargando, pela cultura, os nossos horisontes intelectuais, vamos igualmente alargando o campo da experiência. É Quantos fenómenos da vida social não escapam á atenção do homem vulgar?

Esses fenómenos, que fazem parte da experiência do espectador ilustrado, não entram na experiência do ignorante; porque, para o primeiro, são, de pronto, noções e, para o segundo, são apenas um emaranhado e tumultuoso fluxo de sensações. Quando se fala em experiência é preciso distinguir. Se se quer dizer que o pensamento exclusivamente com as noções já possuídas seria incapaz de construir as novas noções, estamos de acordo. Mas

(1) Todos conhecem um lindissimo brinquedo, que todas as crianças amam — as bolas de sabão. Para as crianças é a alegria da côr e do movimento; para a família é, quasi sempre, uma impertinência. Para o estudantinho do liceu é a noção de peso, o princípio de Arquimedes, a força ascensional, etc. Para o físico é mais ainda, a tensão superficial, a óptica de Newton em perigo, a optica de Young e Fresnel, etc.

significa isso sómente que o mundo (já pensamento) estava incompleto, porque a intuição era incompletamente racionalizada. E' preciso prosseguir no trabalho de elaboração dos dados, de racionalização da intuição. Se por experiência se entende a recepção passiva de realidades feitas, sem a assistência do pensamento, diremos, então, que tal experiência não existe; e que sempre, que a êle aparentemente se recorre, é com o pensamento que se trabalha e progride.

Isto explica a força dos empiristas. O pensamento preguiçoso tem a tendência de, contentando-se com as noções possuídas, erguer todo o sistema do conhecimento. Isso produz um desequilíbrio entre o pensamento sistemático e o pensamento quotidiano sempre solicitado por uma intuição virgem. Os que se afirmam empiristas são aqueles que, consciente ou inconscientemente, vão com o conhecimento sistemático da época racionalizar a intuição e, por contra-golpe, alargar o conhecimento sistemático. Este empirismo é mais racionalista que um formalismo, que, contentando-se com as noções feitas, adormece na ruminação perpétua das mesmas realidades.

Este é o valor do empirismo e dum certo materialismo muito seu parente. Esse empirismo sofre de ingratitude pelo racionalismo, que é afinal o seu valor e motivo. Um empirismo não racionalista seria aquele que pretendesse servir-se e viver na intuição pura—o empirismo radical seria o intuicionismo puro. O racionalista consciente e consequente sabe que trabalha com noções com reciprocidade dialéctica: a ciência e portanto a experiência, é um mundo de noções em progresso.

Entre o empirismo e o racionalismo há algumas escolas híbridas que consideram uma experiência pura (sem racionalização) dum lado e doutro lado os artifícios lógicos do espírito (sem intuição). A essas escolas pertence o positivismo, doutrina filosófica instável, que pela sua própria instabilidade bem demonstra o seu hibridismo.

Deste modo, no nosso problema e ao nosso intento, não prejudica a afirmação que novas experiências são precisas para levantar, sobre o mundo cinemático, o mundo mecânico. Isso só significa que a intuição é presente e que a força e a massa são noções reais.

Mas prejudicaria o semi-empirismo, semi-racionalismo de Comte, pondo, em nome da positividade, dum lado o lógico e de outro o sensível.

Como se vê a separação é absoluta. Diz Comte falando da mecânica racional:

“Nota-se, em todas as noções fundamentais desta ciência, uma confusão profunda e contínua entre o ponto de vista abstracto

e o ponto de vista concreto, que impede de distinguir nítidamente o que é realmente físico do que é puramente lógico, e de separar, com exactidão, as concepções artificiais unicamente destinadas a facilitar o estabelecimento das leis gerais do equilíbrio ou do movimento, dos *factos naturais* ⁽¹⁾ fornecidos pela observação efectiva do mundo exterior, que constituem as bases reais da ciência...”

“Os factos naturais fornecidos pela observação” é o que não existe.

O *facto* dum lado, doutro lado as *concepções artificiais* são dous mistérios feitos um para o outro e um pelo outro, dous mistérios separados, dous mundos diferentes, que nem um terceiro mistério poderia unir. Mas este é o erro basilar do positivismo, e aqui só nos interessa a sua particular aplicação à inércia e à força.

Nós tínhamos achado que um móvel isolado não pode alterar o seu movimento. Essa propriedade chama-se inércia.

Se não pode alterar o seu movimento, êle conservará o movimento que tomar pela acção da força; por isso, abandonado a si, continuará o movimento com a velocidade do instante do abandono, movendo-se uniformemente e em linha recta.

Esta é a lei da inércia.

Veamos o que diz Comte sobre estas duas noções.

A inércia é um artifício, porque “nós devemos nítidamente reconhecer antes de tudo que esse estado passivo dos corpos é uma pura abstracção, directamente contrária à sua verdadeira constituição”.

A lei da inércia “deve ser encarada como um resultado geral da observação”.

A noção de inércia é que resulta duma elaboração do intuitivo. E' o resultado da determinação do movimento real. Os movimentos ordenados carecem um fundamento da ordem, esse fundamento é na inércia do móvel. Com esse fundamento devemos construir os princípios que dirigem os movimentos reais. Esse fundamento é uma noção sobre que esses princípios assentam a sua realidade. Se a noção fosse um artifício, artificiosos deviam ser os princípios. Se os princípios são verdadeiros, ainda que duma verdade imposta por uma experiência *sofrida*, terá de ser verdadeira a noção de inércia e não mero artifício lógico. Mas é como prova Comte que a inércia seja um artifício? E é como compreender que um artifício, que é, de resto, “uma abstracção contrária à verdadeira constituição dos corpos”, sirva e seja necessário à ciência?

(1) O itálico é nosso.

Diz Comte que o pensamento primitivo concebia a matéria como inerte e passiva movida por seres sobre-naturais, e desde que começa o predomínio da filosofia positiva se torna evidente "que os diversos corpos naturais nos manifestam todos uma actividade espontânea mais ou menos extensa". Há aqui uma afirmação metafísica sobre o primitivo pensamento e uma confusão da matéria científica com a matéria vaga, informe e complexa da intuição quasi passiva.

O pensamento primitivo é um pensamento imediatamente dirigido para a acção, interessado e emotivo. Nele os fenómenos são imediatamente *actos* de caprichos ⁽¹⁾ estranhos. Para os animais e para as crianças inexperientes, todo o movimento é acto. Lembra-nos agora um facto, não nos recordamos se lido, se ouvido da boca dum official do exército português, expedicionário de África, bem demonstrativo da *imediate* animação dos objectos.

Um dia, em Africa, um missionário expediu por um preto um presente de fruta a outro missionário distante, juntando uma carta.

A carta dizia o número dos fructos que ia diminuido. O missionário disse ao preto que ele os tinha comido.

Passado tempo repetiu-se o facto. O preto, quando acusado de ter comido os fructos, mostrou a sua admiração, pois tinha *escondido a carta para ela nada dizer*.

As crianças dão a todos os momentos sinais evidentes de animismo na linguagem, na cólera e na imaginação poética.

E' sabido que as crianças se voltam coléricas contra os objectos que as magoaram.

Tem-se dito que isso representa apenas a necessidade de descarga nervosa a que as mães dão essa forma, acompanhando-as na cólera. E argumenta-se com o facto de nos acontecer o mesmo.

Mas, ainda que o motivo inicial seja esse e não haverá, no reconhecimento desse estranho importuno, a oportunidade para a sua *animação*, se ainda não há experiência da sua passividade, mas sómente da sua activa maldade? E as outras manifestações do animismo?

Uma criança de tres anos conhecemos ⁽²⁾ nós, que um dia nos perguntou quem era o pai da lua, e, como respondêssemos que era o Sol, retorquiu—*é ele que dá-lhe?* ⁽⁴⁾

(1) Dizemos caprichos e não vontades, porque a vontade é uma realidade muito ulterior.

(2) Para os animais o movimento é o mais evidente sinal de vida. Entre um espantalho com forma humana e quieto e qualquer outro baloiçando ao vento, é sempre o segundo o preferível para afugentar os pássaros.

(3) Falamos dum filho.

(4) Uma pessoa inteligente, mas pouco culta, que assistiu, limitou-se a achar graça e esqueceu logo o facto. Isto ilustra o que atraz dissemos sobre "Experiência".

¿Não há aqui, ao lado do mais poético animismo, a indicação clara do motivo racional desse animismo — a analogia?

A experiência sistemática é a da família, a ela é referido o resto. O pensamento que começa por uma curiosidade poética, acaba colorido e interessado: "ele que dá-lhe".

Na própria construção do período está gravado o interesse. O verbo vem antes do complemento, porque o essencial do pensamento é o facto da *dádiva* paterna.

"Que os corpos naturais manifestam uma actividade espontânea mais ou menos extensa," é um erro científico.

Isso seria radicar na matéria o mais completo, o mais absoluto indeterminismo. Mas não é esse o pensamento de Comte. Comte pensa sómente na irreductibilidade de certas qualidades, como logo a seguir se verifica, quando cita a gravidade para mostrar a não passividade das moléculas materiais.

A irreductibilidade das qualidades é insubsistente, se tem apenas a garanti-la uma intuição tam nua quanto possível. Tam insubsistente que Galileu e Descartes a suprimiram.

E, com os trabalhos de Helmholtz, Taine fabrica no seu laboratório todas as qualidades, que são feixes de sensações elementares, por sua vez, *em apagados longes*, exclusivos movimentos mecânicos ⁽¹⁾. Arquimedes com uma alavanca e um ponto de apoio erguia o mundo. Condillac fazia o homem com a sensação, Taine faz sensação, homem e mundo, com esse insignificante movimento mecânico. Deste modo é bem pouco segura a irreductibilidade das qualidades. Se as qualidades existem, só o pensamento fazendo as noções lhes pode dar existência!

Mas Comte, que chamou toda a riqueza intuitiva para negar a passividade material, cheio de suficiência, contenta-se com a gravidade. "Não houvesse em todas as moléculas materiais outra propriedade que a gravidade, isso bastaria para que nenhum físico as pudesse olhar como essencialmente passivas".

Ora em primeiro logar a irreductibilidade da gravitação é provisória, em segundo logar encarar a gravitação como uma propriedade dos corpos é recair na teoria dos lugares naturais de Aristóteles.

O próprio Newton escrevera: "Para mostrar que não tomei a gravidade por uma propriedade essencial dos corpos, juntei uma pergunta sobre a sua causa, preferindo esta forma de pergunta, porque isso me não satisfazia por falta de experiências".

“¿ Não é esse meio, o éter, muito mais raro no seio dos corpos densos, do Sol, das estrelas, dos planetas e dos cometas, que nos espaços vazios que os separam?

(1) O que introduzia de novo a sensação e a qualidade.

Passando desses corpos a grandes distâncias ¿ não se torna ele cada vez mais denso, e não produzirá, assim, a gravitação desses grandes corpos uns para os outros, e das suas partes para esses corpos, esforçando-se cada corpo por ir das partes mais densas do meio para as mais rarefeitas?„

Depois de Newton, altíssimos espíritos se tem ocupado do problema, que é colocar a noção, e *não o facto*, de gravidade em mais estreita união dialéctica ⁽¹⁾ com as outras noções.

Por outro lado admitir que a gravidade é propriedade das moléculas, é afirmá-la como dado intuitivo. Tomá-la como noção irreductível seria supôr acabada a sciência física, mas recebê-la como dado intuitivo é ignorar a elaboração newtoniana e cair na teoria platónico-aristotélica dos lugares naturais, que representa uma regressão para trás de Demócrito.

E ainda aqueles, como o mostra Gomperz ⁽¹⁾, o fazem em contradição com a já afirmada (Platão, Phedro) passividade da matéria.

Se a gravidade é uma propriedade das moléculas, ¿ porque motivo varia ela com a distância?

E ¿ que significa, num objecto, uma propriedade intrínseca ⁽²⁾, que só aparece com a presença doutro objecto? Mas “na sua queda para o centro do nosso globo um corpo pesado é tam activo como a própria terra...” E’ tam activo e tam passivo.

Nulamente activos e igualmente passivos.

Mas; então, ¿ donde resulta o movimento? Da acção recíproca dos dous corpos. E ¿ como conceber duas passividades exercendo uma acção? A isso só poderá responder uma teoria sobre a gravitação. Mas não aproveita esta relativa ignorância aos inimigos da passividade da matéria.

O campo da intuição é ordenado constituindo-se uma realidade, que um certo número de noções exprimem. Entre elas é a gravidade, como uma relação entre as massas e as forças actuando sobre essas massas. ¿ Essa noção está perfeitamente ligada ao sistema a que pertence? Não.

Mas isso nada prova contra aqueles, que a sabem um momento da actividade racionalizante construtiva.

¿ De que serve apresentá-la como uma propriedade da matéria, se dessa forma ela nada explica e se contradiz?

¿ Que melhor garantia pode ter, neste momento dialéctico do pensamento, a inércia que essa mesma gravidade em cuja expressão ela entra e a cuja lei ela dá significado e valor? A confusão de Comte era fatal, atendendo ao seu método. Não

⁽¹⁾ Chamamos dialéctica á lógica das noções, como já se tem visto.

⁽²⁾ “Les penseurs de la Grèce”.

analisa o conhecimento, não analisa a experiência. Começa a análise das ciências e, ignorando o progresso dialéctico das noções, serve-se na análise de cada ciência e como dado intuitivo das noções das outras. Assim a física mostra que a mecânica é incompleta, porque as noções da física são mais complexas.

Mas não mostra, como Comte pretende, que sejam artificiais; nem o poderiam mostrar, porque as primeiras entram na sua realidade e essência.

Como se um manco que a ortopedia conseguisse curar, negasse depois a sua realidade pelo motivo de já não precisar dela.

O que é artificioso e falso é a explicação da possibilidade de aplicar a inércia como verdadeira, sem inconveniente.

“Podemos substituir á vontade qualquer força por outra de qualquer natureza que seja capaz de imprimir ao corpo exactamente o mesmo movimento,” . . . “Assim, por exemplo, embora todo o corpo seja necessariamente pesado e nós não possamos conceber realmente um corpo que o não fosse, os géometras consideram, na mecânica abstracta, os corpos como sendo despidos, ao princípio, dessa propriedade Que o corpo, na sua queda, seja movido por uma atracção interna ou que eie obedeça a uma simples impulsão exterior, isso é indiferente para a mecânica racional se o movimento efectivo fôr exactamente idêntico, e poderêmos, portanto, preferir a última concepção . . .”

A hipótese é absurda e ignora a gravidade e a natureza da força. A força gravífica dum corpo é a resultante das forças gravíficas das últimas partículas e o seu ponto de aplicação perfeitamente determinado, pelo menos teóricamente, é chamado o centro da gravidade. Uma atracção interna seria a gravitação das partículas, força que teria bem determinado o seu ponto de aplicação e que daria, ao sistema—corpo, uma certa disposição alheia á possível atracção do sistema para outra massa. A gravidade, isto é, a atracção dos corpos pela terra é bem distinta da atracção da terra pelo Sol. Isto também é fatal. Comte quer ignorar a atracção newtoniana e tem, por isso, de cair nos erros e dificuldades da atracção, qualidade da matéria.

Fosse, no entanto, admissível o artifício de Comte, ainda ele não suprimia a inércia.

Com efeito, diz Comte que as forças exteriores devem ser modificadas á medida que se conhecerem melhor as forças interiores, e cita a queda dos corpos. Esse conhecimento progressivo (o exemplo e a ciência o mostram) é um resultado da ciência, que aceita e trabalha com a inércia.

Construída a noção de inércia, o princípio da inércia aparece natural e logicamente. E isso mesmo é a única explicação de

que Aristóteles tivesse suposto o movimento circular o movimento perfeito ⁽¹⁾.

Com efeito, se o princípio da inércia é só uma lei física do movimento, susceptível de observação, é como se explica que só Kepler tivesse observado *o facto*?

é Como compreender em Aristóteles tam estranha cegueira?

Exactamente porque resulta duma noção, seguiu os progressos do racionalismo científico.

Assim em Aristóteles um movimento natural é rectilíneo por *umas certas razões* e outro movimento natural é curvilíneo por *umas certas razões*.

O movimento na região sub-lunar é rectilíneo porque os corpos procuram os seus lugares naturais e neles descansam. O movimento é circular nos espaços celestes, porque o éter, o primeiro corpo, não tendo lugar natural continua eternamente o seu movimento—o que num espaço limitado obrigaria a percorrer uma curva fechada, que, por simetria, seria um circunfêrencia. Isto indica claramente que nem o raciocínio puro, nem a intuição pura guiaram Aristóteles, como igualmente não guiaram Kepler, que, começando por admitir que os planetas eram movidos por almas, acaba por admitir que se trata de uma força, visto a sua acção diminuir com a distância. Comte repete os erros do costume, intrínsecos duma filosofia dogmática, chamando observação ora o que já é noção científica envolvendo a lei da inércia, ora o que, sendo muito mais complexo, como o movimento dos seres vivos, que o grau de abstracção do actual pensamento, vem complicar e exigir transigências duvidosas.

...“Emfim os próprios movimentos curvilíneos mostram-nos claramente, pelos variados fenómenos devidos ao que se chama a *força centrífuga*, que os corpos conservam constantemente a sua tendência natural a moverem-se em linha recta...”

Um movimento curvilíneo qualquer é, como os outros movimentos, caracterizado pela aceleração, que, por sua vez, é determinada pelas duas projecções sobre a tangente e a normal principal á trajectória. Como se sabe, a normal principal é a normal situada no plano osculador, e aqui temos nós outra vez a análise infinitesimal procurando, sob o variado, o uniforme.

Dinamicamente, essas acelerações são devidas a forças, que, com as acelerações, se chamam centrípeta e tangencial.

E é o que é que determina essas acelerações por essas forças? A inércia e o princípio da inércia.

Portanto não se pode falar em força centrífuga, igual e di-

(1) E' este um argumento de Comte a favor da lei como facto observável. Voltamos o argumento contra Comte.

rectamente oposta á força centrípeta, sem ter achado essas forças, e elas só subsistem pelo principio da inércia.

E çem que é que os fenómenos da força centrífuga provam que os corpos conservam a tendência natural de se moverem em linha recta?

Um corpo está sujeito a duas forças; uma delas cessa, ç que há de acontecer ao corpo, senão obedecer á outra?

Os fenómenos *erradamente* chamados da força centrífuga ç que mais provam além disto?

Um corpo move-se sob a acção das forças centrípeta e tangencial, suprime-se a força centrípeta (e consequência a centrífuga), o corpo ficou, e moveu-se, exclusivamente sob a acção da força tangencial. ç Como prova isto uma *tendência natural* dos corpos?! Esta confusão entre o que Comte chama o abstracto e o concreto (como se o concreto existisse sem o abstracto e, dialécticamente, antes dele!) vai mais longe e faz entrar as sensações de resistência dos seres vivos entre as experiências que vão fundamentar o principio da inércia. E emfim esta lei é "*uma tendência espontânea de todos os corpos para se moverem em linha recta e com uma velocidade constante*". Esta audácia filosófica lembra Ernesto Haeckel!

O principio de igualdade da acção e da reacção é tam pouco um dado da experiência que as teorias eléctricas da matéria dizem negá-lo.

Ele é, no entanto, para Comte um dado da observação. Esse principio exige uma perfeita reciprocidade nas acções mecánicas. Onde, com efeito, ç uma massa buscará motivo para responder á acção doutra massa com uma reacção diferente da acção?

O espirito trabalha na tentativa dum completo determinismo, e ç poderia ser determinado um sistema sem reciprocidade de acção?

Um sistema mecânico é determinado quando conhecemos as suas posições e velocidades actuais. O determinismo mecânico carece da não-hereditariedade. E, se os corpos não se actualizassem em perfeita reciprocidade, ç não seria possível e até necessária a hereditariedade? Na base da construção física ç appareceria a irreversibilidade? ç Então o fluxo sensível é imediatamente lançado, num contínuo *devenir*, sem nada que se repita? O automatismo biológico não é já uma primeira *informação desse fluxo* em moldes mecânicos? Suspendo um peso dum fio elástico, este é esticado e, cortando-o, volta sobre si, o que mostra a existência duma força oposta ao peso. Se o fio não é elástico, serão as suas fibras puxadas e tornadas rígidas, etc. Isto diz uma experiência vulgar, mas daí ao principio de igualdade da acção e reacção vai tanto que Comte, se o percebesse, teria escorraçado o principio tam eivado do pecado metafísico. Este principio,

quanto a nós, vale tanto quanto vale o mecanismo. E' impossível um mecanismo sem o princípio de Newton, como a não aplicação do princípio de Newton faz logo aparecer um determinismo superior ao mecânico. Como o energetismo admite, (quer queira, quer não), o mecanismo; o princípio de Newton deve valer dentro de todas as teorias físicas, que se alicercem quer na mecânica, quer na energética.

Uma escola de físicos, e não somenos, para se furtar á péssima metafísica de certos *ultra-substancialistas*, que ora faziam da física o estudo dos accidentes da Força ou Energia, ora o estudo das trans-substanciações do trabalho em Calor, Electricidade, etc., procura os invariantes das transformações energéticas sem querer saber da essência dessas Energias. Mas esses invariantes são referidos a um que os mede — esse é o trabalho mecânico. Além disso o mecanismo é-lhes mais uma vez preciso para o negarem, quando do estabelecimento do princípio da entropia. Assim os ataques dirigidos contra o princípio de Newton são dirigidos contra a mecânica e contra a energética. ¿Donde vem e que dizem essas críticas? Da teoria de Lorentz. O éter vai conquistando mais terreno no campo da física.

Do nosso ponto de vista é explicável a fecundidade científica da introdução do éter.

Se, com efeito, o maior vício do pensamento vulgar é o *cousismo*, ¿não é claro que a introdução dum fluido, que nada mais é, a cada momento, que a *provisória* substancialização do determinismo das *noções*, deve ser um grande meio de furtar o espírito á fascinação cousista?

E a atitude de Comte perante a hipótese do éter é mais uma confirmação brilhante da esterilidade do seu semi-empirismo dos factos. Augusto Comte acha inútil a hipótese, bastando-lhe os factos. Mas que factos?

Se são os factos científicos da óptica, (¹) esses factos são exactamente os filhos do éter. Se mais uma vez se quer referir a factos brutos, nada mais faz que repetir o seu eterno equívoco de apresentar como dado o que é construído.

E os argumentos que tenta formular contra a hipótese do éter são a sua irremissível condenação.

Pretende bater a teoria das emanações pela teoria das ondulações e, enviando os partidários duma teoria contra os partidários da outra, gosar socegado da sua recíproca destruição.

Mas foi exactamente o contrário que aconteceu: a teoria de Newton cedeu á teoria ondulatória, e os argumentos, perfilhados por Comte, contra esta teoria foram em breve a sua mais sólida razão.

(¹) Só ao éter luminífero se dirigia a crítica de Comte.

O que é certo é que, contra toda a expectativa de Comte, o éter cada vez ganhou mais terreno, e, servindo inicialmente para teorizar a Óptica, estendeu-se á Electricidade e tende a envolver toda a sciência da matéria.

Assim, segundo a teoria de Lorentz, os fenómenos eléctricos seriam devidos aos deslocamentos de pequenas partículas electrizadas e mergulhadas no éter.

Ora esta teoria parece negar o princípio da igualdade da acção e da reacção.

Diz H. Poincaré ⁽¹⁾. "Imaginemos, por exemplo, um excitador de Hertz como os que se empregam na telegrafia sem fios. Ele envia energia ⁽²⁾ em todos sentidos, mas podemos muni-lo dum espelho parabólico, como fez Hertz com os seus excitadores mais pequenos, com o fim de enviar toda a energia produzida numa só direcção. ¿Que acontecerá, então, segundo a teoria? O aparelho recuará como se fosse um canhão, e como se a energia projectada fosse uma bala; e isto é contrário ao princípio de Newton, visto que o nosso projectil não tem massa, não é matéria, mas energia...

Se toda a energia saída do nosso excitador fosse cair num receptor, este comportava-se como se tivesse recebido um choque mecânico, que representará, num sentido, a compensação do recuo do excitador; a reacção será igual á acção, mas não serão simultâneas, o receptor avançará, mas não no momento de recuo do excitador. Se a energia se propaga indefinidamente sem encontrar o receptor, nunca se fará a compensação."

Se a sciência estivesse adstrita a uma marcha dialéctica regular, isto seria uma dificuldade bem mais grave do que parece supô-la H. Poincaré. Teríamos uma teoria, que, em última análise contém como momento dialéctico, um certo princípio a contrariar esse mesmo princípio.

Isto seria a contradição no coração da sciência, a sua morte portanto.

Mas a sciência parte no seu esforço construtivo de muitos pontos do horisonte sensível e as suas sínteses são parciais e locais. Deste modo pode acontecer que um grupo de fenómenos se encontre unificado numa teoria, que, estranha a outros, os não justifique.

Assim na teoria de Lorentz tem significado a energia, na sua teoria da matéria o átomo é um sistema planetário de electrónios, e tudo isto nada significa sem o princípio de Newton.

Formula uma teoria, que explica um certo número de fe-

⁽¹⁾ Poincaré — "La Valeur de la Science".

⁽²⁾ Energia precisa trabalho, o trabalho postula o princípio.

nómenos e levanta algumas dificuldades, pelo desacordo com noções anteriores. ¿Que quer isto dizer, senão que a teoria de Lorentz é um fragmento e não o sistema dialéctico de toda a física? Mas se o princípio de Newton é maltratado, no caso do exemplo ¿não acontece o mesmo ao princípio da conservação da energia? Se a energia se propaga indefinidamente, ¿não se perde nessa infinidade? Quando com as condições do exemplo introduzimos o indeterminismo físico, ¿é de estranhar que igualmente entre o indeterminismo mecânico?

Mas, seja como fôr, é certo que, salva uma nova *teorização total*, este princípio resulta da noção de mecanismo-determinismo actual.

O princípio da independência das forças, ou de Galileu, é igualmente uma noção derivada. A intuição pura não dá forças, nem acelerações, por isso nunca poderia dar o princípio.

Se a força F imprime uma aceleração γ a um corpo de massa M , duas forças F imprimem á mesma massa a aceleração 2γ .

Pois que é uma força? Em si nada é, mas só é perante uma massa e uma aceleração.

As tres noções determinam-se recíprocamente e o seu determinismo é completo. Se em vez dum sistema—massa, aceleração, força, tivermos dous sistemas com a mesma massa e forças diferentes ¿qual o motivo para que cada força deixe de manifestar-se pela aceleração que lhe é correlativa?

Se as forças se influenciasssem pela sua presença, essas influências, repercutindo-se de força para força, nunca acabariam o seu dueto. E, a supor que num momento posterior do pensamento encontramos forças funções de forças, ¿como conhecer essa função sem o momento abstracto de forças independentes como o lugar dinâmico dessa função?

Ainda aqui, e sempre pelo mesmo motivo, Comte confunde a questão com considerações estranhas, como seja a influência do movimento de rotação sobre o estado do sistema em movimento, e demonstra o seu bastardo empirismo com os seus argumentos contra o apriorismo do princípio.

Esses argumentos, se provam contra um ôco formalismo, igualmente provam contra o empirismo bruto. Se fosse um princípio de observação e fundado sobre observações tam simples como as de nenhuma outra proposição de filosofia natural, ¿como explicar não só o seu desconhecimento, mas até o seu repúdio, quando Galileu o apresentou em nome da mais vulgar e usual observação?

E não se diga que se não fizeram as experiências próprias, porque muitas vezes do alto dos mastros teriam sido lançados,

em queda livre, objectos vários. Mas a experiência ou passaria *desapercebida* ou seria olhada como anormal e incompreensível. Com estes tres princípios a mecânica vai construindo novas e superiores noções, donde uma exposição dogmática pode partir mais tarde, sem que o pensamento filosófico possa esquecer a ordem dialéctica das noções.

As condições de equilíbrio dum ponto material resultam imediatamente das considerações sobre a composição de forças, que á cinemática competem.

Basta impedir os movimentos de translação e rotação referidos ás arestas dum triedro trirrectângulo.

A dinâmica dum ponto material deduz-se da relação: força, aceleração, massa.

Conhecendo o movimento dum ponto material, pelas suas projecções sobre as arestas do triedro trirrectângulo, e a massa desse ponto, podemos conhecer a força que produz o movimento. As cordenadas x , y , z do móvel em função do tempo dão as acelerações segundo as arestas, que multiplicadas pela massa dão as forças X , Y , Z .

Recíprocamente, conhecendo a lei da força, a massa e as condições iniciais podemos achar as coordenadas do movimento. Basta fazer a integração das equações do movimento de modo que sejam satisfeitas as condições iniciais.

Os grandes teoremas sintéticos, donde a exposição científica deduz toda a doutrina, nada mais são que noções de ordem superior, resumindo, num teorema, todas as noções elementares. Tal o princípio dos trabalhos virtuais, ou o das forças vivas.

Assim o teorema das forças vivas, por exemplo, deriva imediatamente de noções anteriores. Substituindo ás equações do movimento, que conhecemos referidas ao triedro, as chamadas equações intrínsecas referidas á tangente e á normal principal e binormal, temos:

$$F_t = m \frac{dv}{dt}, \quad F_n = \frac{mv^2}{R}, \quad F_b = 0.$$

Tomando a primeira equação, teremos sucessivamente:

$$mdv = F_t dt, \quad mv dv = F_t v dt,$$

mas $v = \frac{ds}{dt}$, e portanto $d\frac{mv^2}{2} = F_t ds$, forma diferencial do teorema das forças vivas. Dentro desta primeira análise, demonstramos que a realidade é a noção e que a matéria é diferente a cada momento dialéctico da noção, o que coloca os materialistas na situação de

terem uma filosofia de noções, ou, se substancializam a matéria, lhes permite várias filosofias e todas negativas, porque cada noção substancializada é a negação do ulterior progresso dialéctico. A acção racionalizante é contínua e persistente, é impossível separar a intuição da racionalização. O pensamento lança-se e é uma especulação incansável o motivo do progresso construtivo.

E quantas vezes, raciocínios imperfeitos e errados não foram o início de célebres descobertas! Quando Galileu procurava a lei da queda dos corpos afastou a hipótese das velocidades crescerem proporcionalmente aos espaços percorridos, pelo seguinte interessante, embora errado, raciocínio.

“Quando ⁽¹⁾ um corpo adquire uma certa velocidade depois de ter caído duma certa altura, uma velocidade dupla depois duma altura de queda dupla etc., como a sua velocidade na segunda queda é dupla da sua velocidade na primeira, resulta que o segundo caminho, que é duplo, é percorrido no mesmo tempo que o primeiro que é simples.

Ora, num caminho duplo, como a primeira metade deve ser percorrida primeiro, vê-se que não ficaria tempo para o percurso da segunda metade.

A queda dos corpos seria portanto um transporte instantâneo, o que é contraditório não sómente com a hipótese, mas ainda com a experiência visual.”

A limitação das noções, adentro do estrito mecanismo, é tam nítida, que um raciocínio especial (mais um grau na atenção exigida pela complexidade intuitiva) é aplicável a cada passo. E' o princípio da simetria

Contou-nos um amigo, um dos mais ilustres professores do nosso ensino secundário, que ouvindo, em criança, um estudante da Universidade falar do problema do lançamento vertical e pôr a questão das velocidades finais e iniciais, viu imediatamente a igualdade dessas velocidades. Foi uma rápida aplicação do princípio de simetria que lhes deu a visão, embora depois não pudesse demonstrar essa simetria. Neste meu amigo havia, como há apesar da oposição da cultura, uma grande falta de atenção para o colorido, a riqueza da intuição complexa. Isso explica a sua precocidade matemática e o caso referido. Temos posto, propositadamente, o caso a várias pessoas ignorando os rudimentos de mecânica, *entre elas muitos bachareis*, e a resposta pronta é que — num tiro vertical, uma bala ao sair do cano, *leva muito mais força*.

(1). “La mécanique. Exposé historique et critique de son développement,” por Ernest Mach.

No problema de composição de forças pode fazer-se um uso muito elegante do princípio da simetria.

Esta matéria é mais como que o esqueleto da matéria que propriamente matéria. Esta apresenta-se qualificada, numa diversidade inexgotável e indefenida. Bem pobre seria a *informação* científica, se ficássemos neste momento de abstracção. Um mundo todo confusão, fluxo, desordem, aparecendo no espaço e em movimento. Mas nós, que já elevámos *qualidades imediatas* a noções, não podemos parar na racionalização, que dá realidade a esse vago e múltiplo intuitivo. Nenhuma ciência melhor que a física para mostrar a persistente acção do raciocínio e a inexaurível riqueza da intuição. Vindo da mecânica, o raciocínio invade a intuição com o mecanismo e aproveita-lhe toda a virtude ordenadora. Assim, em toda a física, mecanismos apropriados unificam e ligam a fenomenalidade.

Duas ordens de considerações se levantam contra o mecanismo. Considerações vindas da experiência ⁽¹⁾ e considerações filosóficas. Começemos por estas últimas. Alguns físicos filósofos têm-se levantado contra o mecanismo, por este se apresentar como penetrando a realidade essencial.

Contra um agnosticismo respeitoso se levantaram alguns ruidosos mecanistas, penetrando triunfantemente até ás entranhas da realidade. Como o pensamento não pode sair fóra de si, eles, levando mecanismo e uma incipiente noção de realidades superiores, chegavam ao fim com uma síntese onde o mecanismo se perdia procurando adaptar-se a essas realidades superiores, e estas realidades se degradavam procurando adaptar-se ao mecanismo. Contra este mecanismo cousista são bem vindas todas as críticas. Mas é o mecanismo noção não deve triunfar dessas críticas?

Este mecanismo, sabendo-se uma noção, não se dá como realidade acabada e completa; o seu maior pecado seria substancializar-se.

Uma outra acusação se faz contra o mecanismo — é o demonstrar-se que sempre que seja possível uma explicação mecânica são possíveis tantas quantas quizermos. Ora este argumento, infalível e irrefutável para os mecanistas cousistas, é sem efeito contra a noção do mecanismo.

Ele só demonstra, com efeito, que um mecanismo sendo, em si, completa e absolutamente determinado, é, nas relações externas, absolutamente indeterminado.

É essa a melhor prova de que o mecanismo é uma noção.

(1) Experiencia sábia, isto é, de noções.

Determinado no seu momento dialéctico, isto é internamente, é, indeterminado em relação ás noções superiores, que o determinam subordinando-o — exactamente como com as noções inferiores de número, espaço e movimento ⁽¹⁾. De resto as teorias energéticas carecem de *noção* de trabalho derivada do mecanismo. E, ao lado deste seu incontestável valor dialéctico, tem o mecanismo vantagens psicológicas e, conseqüentemente, pedagógicas.

As relações mecânicas prestam-se á *imaginação*, que, deste modo, liberta e ajuda o raciocínio oferecendo-lhe, de pronto, uma intuição ordenada. Os argumentos de ordem experimental, já indicados na indiferença dos mecanismos dum sistema, só mostram a necessidade de noções superiores e só valem, quando essas noções, aparecendo, negam o mecanismo. Suponhamos um mecanismo em movimento e abandonemo-lo. Segundo o teorema das forças vivas

$$T = W_0 - W_1$$

se o mecanismo não produz trabalho, a força viva será invariável

$$W_0 = W_1.$$

Ora tal não acontece.

Para que a força viva seja invariável é preciso fornecer trabalho ao sistema. Mas o mecanismo de que se trata é, não o mecanismo ideal, mas um complexo sujeito teóricamente a admitir um potencial externo. Esse complexo deve ficar invariável durante o funcionamento do sistema. Mas o sistema não admite potencial externo precisamente porque o complexo não fica invariável.

O trabalho produzido pelo sistema é inferior do que devia sêr

$$T - (W_0 - W_1) < 0$$

e aparece no sistema uma quantidade Q de calor, que não deveria aparecer. Estas duas quantidades são correlativas. A hipótese mais *racionalizante* é a sua proporcionalidade. É a que se faz e se verifica pela sua larga e profunda acção racionalizante dos complexos sensíveis. Se o complexo volta ao estado inicial pelo arrefecimento das partes aquecidas por Q , isto é, se o sistema retoma, com excepção das velocidades, todas as propriedades primitivas, diz-se que percorre um ciclo fechado.

Então, nada mais havendo no complexo, que o calor absor-

⁽¹⁾ Estas considerações terão larga aplicação no estudo das antinomias e dilemas.

vido pelos seus corpos, as velocidades e o trabalho externo, o sistema será determinado por

$$(b) \quad EQ - T_e + W_1 - W_0 = 0,$$

sendo E o tal coeficiente de proporcionalidade.

Querendo estudar uma modificação não fechada consideram-se duas, que formem um ciclo fechado e faz-se passar o sistema por duas séries diferentes, a e a' ⁽¹⁾, do estado inicial a um dado estado, 1 por exemplo, e voltar de 1 ao estado inicial, em ambos os casos pela mesma transformação K . Sendo cada transformação um ciclo fechado, teremos

$$a + K = 0, \quad a' + K = 0 \quad \text{e} \quad a = a',$$

o que mostra ser o primeiro membro de (b) independente da maneira como o sistema passa dum dado estado inicial a um estado final dado. Assim achamos uma quantidade que define os estados do sistema, pois só deles depende, e que designamos por U . O valôr de A , dependendo só do estado do sistema, será, depois de escolhido para sempre um certo e determinado estado ⁽²⁾, passando o sistema do estado 0 a 1,

$$A = U_1 - U_0.$$

A formula (b) transforma-se em

$$(c) \quad EQ - T_e = W_1 - W_0 + E (U_1 - U_0).$$

Isolando o sistema será $T_e = 0$ e $Q = 0$, e (c) dá $EU_1 + W_1 = EU_0 + W_0$, que é o princípio da conservação da energia. Mas as transformações energéticas não são indiferentes — o que leva a qualificar as energias.

Estuda-se um ciclo reversível, chamado ciclo de Carnot ⁽³⁾, que é, entre todos os ciclos reversíveis descritos entre duas temperaturas dadas, o de máximo rendimento. Chama-se rendimento — a relação da quantidade de calor equivalente ao trabalho produzido pelo sistema que percorre um ciclo de Carnot para a quantidade de calor recebido do foco. Prova-se que este rendimento é sempre inferior á unidade: Q é o calor recebido do foco

⁽¹⁾ a e a' valores do primeiro membro de (b) , que designaremos por A .

⁽²⁾ Esta escolha é feita pelo raciocínio, e é uma das partes mais importantes dos problemas.

⁽³⁾ Noção de profunda elaboração mental.

á temperatura T_1 , $q = -Q_0$ a quantidade de calor cedido ao refrigerante de temperatura T_0 inferior a T_1 . Aplicando o princípio de Carnot-Clausius, o rendimento será

$$R = \frac{Q - q}{Q} = 1 - \frac{T_0}{T_1}.$$

Assim, nem no caso mais favorável, o calor recebido é integralmente transformado em trabalho. Há sempre energia *degradada*.

Mas se, em vez duma máquina térmica, nos servirmos duma pilha e dum electromotor, por exemplo, a energia química da reacção ou reacções é integralmente transformada em trabalho. E' preciso, pois, nas transformações energéticas qualificar as energias que, sob o ponto de vista do rendimento, são diferentes. Mas ainda essa transformação só é teóricamente integral, porque nas experiências de Favre se despreza o aquecimento do fio de junção do gerador ao receptor.

Más, ainda que em certas condições ele seja desprezável, não é nulo como o mostra o efeito Joule. E isto nos circuitos fixos com correntes contínuas, porque nas correntes variáveis e circuitos móveis não é assim, porque há novas energias a considerar, e em nenhum dos casos se evita completamente a degradação. Quando, em vez dum ciclo fechado reversível, consideramos uma transformação reversível qualquer, somos, por considerações já feitas a propósito da energia interna U , levados a considerar uma grandeza S_x , chamada *entropia* do sistema. Então o princípio de Carnot-Clausius dá, entre os estados 0 e 1,

$$\int_0^1 \frac{dQ}{T} = S_1 - S_0$$

Partindo do mecanismo, fomos levados, para racionalizar o complexo intuitivo excedente, aos dous princípios da Energética, que, como tínhamos dito, só aparecem como momentos superiores da dialéctica e não como *factos* que negassem o *facto* mecanismo.

Se a energética fosse a imediata reprodução dos factos (o para nós, já se sabe, é impossível) ¿como poderia ela negar o mecanismo, que lhe é nos alicerces, e, como tal, nas suas últimas verificações?

¿Qual é a unidade de energia, senão a energia *mecânica*? Em última instância ¿qual é a moeda cosmopolita no mundo energético, senão o trabalho? ¿Como poderiam os energetistas reclamar-se de dispensarem os favores do mecanismo, se, sem ele, não teria o complexo intuitivo, subido á noção de energia e en-

tropia? O que, consciente ou inconscientemente fazem os energéticos é fugirem do mecanismo *cousista*, no que só são dignos de louvôr ⁽¹⁾.

Por vezes também, é o espírito da sua pedagogia que fala. Querem um ensino dedutivo, que ponha as noções e princípios, tire a doutrina e a verifique em globo nas consequências longínquas. Seja como for, esquecem, todavia, a gratidão devida ao mecanismo; e, como o que mais lhes importa é a clareza científica, a supressão da metafísica em ciência, desconfiam do ingénuo *cousismo* dos mecanistas. Mas no mundo das noções, o mecanismo tem o seu incontestável lugar, e julgamos tê-lo legitimado e descrito.

Depois deste estudo do mecanismo e da energética, em que mostramos a virtude construtiva da noção, vamos encarar o problema geral da física teórica.

Uma teoria física será, para nós, o resultado duma incessante racionalização, pelo mecanismo e pela energética, do complexo intuitivo. Em frente do qualitativo sensual, o físico procura medir.

Procura, por isso, efeitos qualitativos dessa qualidade. Assim vai introduzindo a ordem na confusão qualitativa. Grupos de fenómenos surgem, ligados uns aos outros.

O mecanismo e a energética dão a esse todo uma ligação racional, formulam a noção, que, sendo o fio intrínseco de todas as outras, lhes garante a realidade.

¿E' então uma teoria física uma hierarquia de noções? E'. A sua ordem não é historicamente perfeita, porque o dado intuitivo é insondável dum golpe. A cada sondagem pelo raciocínio surge uma noção, que serve para voltar ao trabalho racionalizante, etc. Mas as novas noções nascem das antigas, e, se estas negam dialécticamente aquelas, é por serem uma maior realidade.

O trabalho do raciocínio é, sem descanso, em frente duma intuição inexgotável. As teorias erguem-se para logo serem substituídas, e o edifício é duma instabilidade assustadora de todos os tímidos. Os metafísicos, preconceituosamente inimigos do saber, proclamam a falência das ciências. Os metafísicos, preconceituosamente amigos da matéria-realidade dada, calam-se na impotência duma resposta.

Uns e outros se aniquilam perante um facto para eles absurdo—uma ciência que se modifica, uma Matéria que todos os dias recebe novas determinações e substancialmente incompatíveis.

Os sábios que reflectem sobre a vida efémera das teorias

(1) P. Duhem, "La theorie physique, son objet et sa structure".

científicas, admitem, *como um facto*, que tal acontece e fazem a filosofia das teorias científicas de harmonia com esse facto. São, por isso, muito acima do scepticismo e do materialismo, mas não dão o motivo verdadeiro do modo de ser das teorias científicas. Se, com efeito, a ciência é uma dialéctica de noções, não pode ela permanecer num só modo desde que a intuição lhe seja presente. Novas noções, novas teorias, que, negando dialécticamente as anteriores, as aproveitam, pois delas recebem um dos seus motivos de sêr.

Poincaré dá-nos as teorias como construções cómodas e fecundas.

Duhem diz "Uma teoria física não é uma explicação. É um sistema de proposições matemáticas, deduzidas dum pequeno número de princípios, que tem por fim representar, tão simplesmente, tão completamente e tão exactamente quanto possível, um conjunto de leis experimentais".

Ambas estas doutrinas garantem a parte *livre* do conhecimento. Ambas mostram o papel extenso e intenso do espírito na elaboração da ciência. Únicamente essa *liberdade* do espírito, não sendo pensamento, é uma liberdade de *facto*, incompreensível, exterior e não livre portanto. A teoria da convenção cómoda supõe uma intuição ordenada e uma ciência que sobreordena essa intuição. Pois se a intuição fôra o vago, o caótico é como se compreenderia que uma teoria fosse substituída por outra pelo único critério de comodidade e fecundidade? Se temos sómente o confuso, complexo sensível a ordenar pelo raciocínio, é como entender essa liberdade de teorização?

No nosso caso a teorização não seria caprichosa, mas seria a ordem dialéctica das noções.

De resto Poincaré tem de levar recurso para a dialéctica das noções. O único critério da comodidade, que é um critério subjectivo, nada diz sobre a lógica do pensamento; é apenas um sinal exterior á sua marcha dialéctica, é sómente a relação do pensamento ao sujeito que pensa. O critério de fecundidade é uma relação do pensamento e da intuição. É ainda uma relação exterior.

Uma teoria será fecunda se as suas noções fundamentais forem reais, porque então as suas consequências são o resultado dessas noções.

é Como se substituem as teorias? Quando deixam de ser cómodas e fecundas.

Mas é qual é o critério de comodidade e de fecundidade?

é Não irá esse critério procurar garantia na teoria da verdade — acordo e relação dialéctica das noções? Vejamos, por exemplo, a substituição da óptica de Descartes pela de Newton, esta pela de Fresnel, e esta pela de Maxwell.

A propagação rectilínea da luz e a sua reflexão, de modo que o raio reflectido fosse simétrico do incidente em relação á normal, explicavam-se na teoria de Descartes, que era, como se sabe, a teoria do pleno.

A refração contradizia a teoria, que indicava a inflexão do raio refractado para o plano de separação e não para a normal, quando a luz penetra dum meio menos denso para um meio mais denso.

Além disso deveria ser, nesta teoria, instantânea a propagação da luz. Røemer mostrou que só se observam os eclipses dos satélites de Júpiter algum tempo depois do eclipse. Assim achou que a luz se propagava com velocidade finita. Tinha medido o tempo de percurso do diâmetro da órbita terrestre, cujo valor, tirado da paralaxe solar, é de 304 milhões de quilómetros.

O tempo de percurso, atraso da hora real do eclipse sobre a calculada, era de 986 segundos ⁽¹⁾. A velocidade da luz era, pois, de 308:000 quilómetros por segundo, velocidade grande em relação ás velocidades conhecida, mas velocidade finita.

A óptica de Descartes cedeu á de Newton, a do pleno á do vazio. Newton explicou a luz pela projecção rectilínea, através do vazio, de particulas infinitésimas e elásticas, emitidas com a velocidade constante de 300:000 quilómetros por segundo. A reflexão explicava-se, carecendo já no entanto de hipóteses auxiliares para levantar a dificuldade proveniente das rugosidades das superfícies polidas.

A refração explicava-se pela atracção do meio sobre os raios incidentes. Desta arte, a velocidade da luz ao entrar num meio mais refractivo devia aumentar.

Acontecia exactamente o contrário, e uma hipótese, já então lembrada para resolver certas dificuldades da de Newton, explicava directamente que assim fosse. Nessa teoria, a das ondulações do éter, o índice dum meio em relação a um outro é igual á relação inversa das velocidades de propagação da luz em cada um deles. Com efeito basta considerar, além da superfície refractiva, tomando o plano dum dos raios incidentes vindos do infinito para o plano de figura, os traços, no plano da figura, do plano perpendicular aos raios de propagação.

Considerar a figura t segundos depois, comparar o movimento no meio, a água por exemplo, mais refractivo e no ar.

A semelhança dos triângulos dará imediatamente a relação $n = \frac{V}{V_1}$

⁽¹⁾ Veja-se como não foi a observação passiva, mas um desacôrdo de noções, que arruinou a teoria.

sendo V e V_1 as velocidades no ar e na água e n o índice da água em relação ao ar.

A teoria de Newton cedeu á teoria das ondulações, que explicava o que explicava a de Newton e resolvera dificuldades de que esta não triunfára.

Agora a teoria das ondulações vai complicar-se para explicar novos fenómenos. São os fenómenos da polarização da luz e os fenómenos de interferência, alterados quando dessa polarização.

Para explicar isto o éter vai-se enriquecer de novas determinações.

Se as vibrações se fazem paralelamente á linha de propagação não se explica a polarização, nem a sua acção sobre a interferência. As vibrações transversais dão estas explicações, admitindo que, na luz polarizada, as partículas do éter vibram normalmente ao plano de polarização (¹). Assim á medida que a explicação progride, progride a noção de éter em determinações novas. Isto mostra a ingénua ignorância das apreciações, como a de Comte, sobre a inutilidade perigosa do éter. O fenómeno da dispersão obrigou Cauchy a uma profunda análise do éter, que appareceu, quando em liberdade, bem diferente do que é quando entre os interstícios do ponderável.

¿Como se fêz agora a passagem da óptica ondulatoria para a óptica de Maxwell? Lançando uma ponte entre duas ordens de noções da física.

E a garantia de valor da teoria de Maxwell está exactamente em que as noções se unificam e se enriquecem da sua reciproca verdade. A electrodinâmica elaborada por Ampère não explicava sufficientemente o fenomeno da indução pela variação do fluxo magnético. Além disso os fenómenos electrodinamicos, dentro das teorias de Ampère, seriam acções a distancia. Ora uma acção a distancia é um irreductível que o pensamento sempre procura explicar e reduzir. Doutro lado Fáraday mostrara que as linhas de força dum campo eléctrico exercem sobre o meio uma forte acção; assim um líquido isoladôr torna-se bi-refractivo, quando colocado num campo eléctrico. Deste modo a energia era colocada no meio dieléctrico. Maxwell admitiu que, se o campo eléctrico varia, o meio dieléctrico é percorrido por uma corrente, que o galvanómetro mostra, chamada *corrente de deslocamento*.

Mais tarde consegue-se achar a velocidade de propagação da indução electromagnética.

Hertz consegue por descargas oscilantes dum aparelho es-

(¹) Outros dizem paralelamente ao plano. Sempre por motivos mais ou menos amplamente explicativos.

pecial, o excitador de Hertz, demonstrar a existência de ondas eléctricas propagando-se em torno do excitadôr.

A descoberta dos rádio-conductores permite estudar a reflexão e a refração das ondas hertzianas. Os cristais bi-refractam as ondas hertzianas, como as ondas luminosas.

São polarizáveis e interferem. Emfim gozam de todas as propriedades das ondas luminosas.

Na teoria de Maxwell o campo magnético é devido á corrente de condução e á corrente de deslocamento. Isto permite

estabelecer as equações do fluxo para $\omega = \frac{q}{S}$ (em que S é a superfície dum condensadôr, q a quantidade de electricidade e ω o deslocamento) e para \mathfrak{B} , vector da indução magnética.

E permite tambem estabelecer os equações de equilíbrio sobre todo o contorno fechado ⁽¹⁾ para os vectores \mathfrak{H} , força magnética e \mathfrak{E} , força eléctrica. Sendo o meio estudado um dieléctrico perfeito e não magnético, estas equações permitem eliminar \mathfrak{E} e \mathfrak{B} e \mathfrak{H} . As equações resultantes para o vector ω podem ser identificadas com os deslocamentos interiores dum corpo elástico e vem, para valor da velocidade de propagação das ondas electro-magnéticas, o valor

$$v = \sqrt{\frac{1}{4\pi a}}$$
 sendo a a capacidade específica do ar.

Este valôr de v é o valôr achado para a relação das unidades electrostáticas e das unidades electromagnéticas:

$$\sqrt{\frac{1}{4\pi a}} = 3 \times 10^{10},$$

pouco mais ou menos. A velocidade das ondas electro-magnéticas é, pois, igual á velocidade da luz.

Era, pois, a luz explicável como uma perturbação electromagnética.

Era maior a unidade da física e, quer os fenómenos eléctricos, quer os fenómenos luminosos se garantiam pelos seus reciprocos motivos, pelas respectivas noções.

Veio, passados vinte anos, a teoria de Maxwell a receber dos trabalhos de Hertz a mais brilhante confirmação. O espectro foi aumentado e diminuida portanto a sua região desconhecida.

O espectro luminoso prolonga-se em radiações ultra-violetas de pequeno comprimento de onda e do outro lado em radiações infra-vermelhas de grande comprimento de onda.

(1) Carvallo, "Leçons de Electricité".

As primeiras são sobretudo químicamente activas, as segundas caloríficas. As radiações do infra-vermelho, cujo comprimento de onda chega a um décimo de milímetro, possuem já certas propriedades eléctricas. Entre o éter que serve para as ondas electro-magnéticas e o das ondas luminosas há diferenças, que bem provam não estar ainda completa a racionalização, que uma noção superior poderá fazer.

Esta marcha do pensamento nas teorias da luz é dum mínimo para um máximo de racionalizado. ¿Onde há em toda essa marcha o pensamento puro e a intuição pura? ¿Onde uma experiência que abolisse o valor duma teoria pela sua incompatibilidade com a pura intuição? ¿Porque succumbiu a teoria de Newton apesar de toda a sistematização que conseguiu e a despeito do génio do seu auctor? ¿Não a vimos ceder precisamente na ocasião em que a noção de luz refracta é impedida no seu desenvolvimento por uma contradição interna? ¿Porque é mais cómoda a teoria das ondulações? ¿É o que significa essa comodidade? E' a mais cómoda, porque a outra obrigava a uma artificiosa construção de noções. Artificiosa, porque uma noção surgiu que todas essas dispensa. ¿É as novas noções, pela nova teoria adquiridas, como saíriam da teoria morta? Comodidade é um modo de dizer verdade, isto é, ordem e dependência das noções, progresso do pensamento. A fecundidade de uma teoria é a sua verdade, isto é, a mediação do desconhecido pelo conhecido, a sua realidade garantida pelo valor dialéctico das suas noções. ¿O que garante uma teoria? E' a sua fecundidade e comodidade. Ora a comodidade, se não é a ordem dialéctica, só pode ser o vago modo subjectivo de cada pensador. Isso seria pequena garantia para uma teoria, porque todas garantiria igualmente. Resta a fecundidade. E o pensamento oculto de *Poincaré* é talvez o da comodidade gerando a fecundidade. Então essa comodidade seria, bem claramente, a verdade, ou ¿será a comodidade só conhecida *à posteriori* pela fecundidade? Dessa forma seria Poincaré um pragmatista puro. ¿E qual seria o critério de fecundidade? ¿O valor prático da teoria? Mas o valor prático duma teoria não é, como deste modo teria de ser, num acordo entre ideias e objectos, mas no poder racionalizadôr dessa teoria. Então ela é um conjunto de noções ligadas, procurando mais perfeita unidade, visto que elas chegam de diferentes pontos do horisonte mental.

Este é o característico diferencial das sciências, que agora começam. Até aqui as noções fundamentais resultavam duma pronta racionalização, que depois se enriquecia, talvez pela presença do mundo físico, mas que logicamente o poderia fazer pela única consideração das noções fundamentais.

Com a física começa a multiplicidade intuitiva a ser infor-

mada por pontos vários do horizonte, e essas formas convidam-se a uma mais completa informação que as ligue. Mas o pensamento trabalha sempre com noções, e o seu esforço, sendo sempre para a mais completa racionalização, é para a mais íntima unidade e acordo.

A sua marcha é para a realidade, por uma dialéctica de noções.

Duhem dá uma definição de teoria física, que scinde o momento teorizante do momento experimental. Esta definição parece, de resto, pouco fiel ao pensamento do autor, que, no decorrer do citado livro, mostra *vigorosamente* que a experiência é a íntima união, ou melhor a íntima *informação* da intuição pelo pensamento. Mesmo dentro desta definição se pode mostrar a necessidade do trabalho dialéctico.

Imediatamente Duhem caracteriza quatro operações sucessivas na formação da teoria.

Na primeira "escolhemos, de entre as propriedades físicas que queremos representar, as que consideramos simples e com cujas combinações, se formam as outras". Depois faz-se corresponder a cada propriedade um símbolo matemático, correspondendo a cada valor do símbolo um estado da propriedade e inversamente.

Mas é como se faz essa escolha se apenas temos na nossa frente *propriedades físicas* puras?

E, feita a escolha, é como fazemos corresponder a cada estado um símbolo? É uma correspondência arbitrária? Não será um estudo preliminar que indicará as relações fenomenais da propriedade escolhida? É essas propriedades simples não serão já também o resultado de anterior estudo?

Na segunda operação ligamos as diferentes grandezas introduzidas, por um pequeno número de hipóteses, verdadeiros fundamentos sobre os quais se edifica a teoria. Essas hipóteses não pretendem anunciar relações verdadeiras entre as propriedades reais dos corpos. «*Estas hipóteses podem, pois, ser formuladas duma maneira arbitrária*». A única barreira deste arbitrário será a contradição lógica.

É como hipóteses arbitrárias sobre dadas grandezas podem ser mais que um puro jogo? Que esperança poderá ter o físico de chegar ao fim dum trabalho que não seja meramente uma matemática das noções das hipóteses?

Essas hipóteses devem ser independentes ou dependentes umas das outras.

Se são independentes uma exaustão rápida lhes tira todo o real, e rápida é a marcha do pensamento por virtude delas. E só um estudo anterior nos pode elucidar da sua independência. Se

são dependentes, só conheceremos essa dependência e as suas formas por um estudo preliminar.

Na terceira operação as diversas hipóteses são combinadas juntas segundo as regras da análise matemática.

Mas que regras? Todas as regras? Uma só? E porque esta e não aquela?

Na quarta operação traduzimos as conseqüências tiradas das hipóteses em juízos sobre as propriedades físicas dos corpos.

“Os métodos próprios a definir e a medir essas propriedades físicas são como o vocabulário, a chave que permite fazer essa tradução”.

Comparam-se depois esses juízos «*com as leis experimentais que a teoria se propõe representar*». Se concordam é boa a teoria, se discordam é má a teoria.

¿Mas que virtude é a desses métodos que dá significado físico definido ao resultado de combinações arbitrarias de arbitrarias noções? E o que são essas leis experimentais tão indiferentes pela teoria, que se erguem, sem ela, diante dela?

Na óptica, por exemplo, ¿haverá dum lado as leis experimentais e doutro lado as teorias ópticas? ¿O que significa a lei da reflexão sem que os raios luminosos sejam rectilíneos?

¿O que significa a lei da propagação da luz sem um meio de propagação, a velocidade sem um percurso, etc.?

Vê-se claramente que Duhem coloca dum lado a física feita num permanente e íntimo convívio do pensamento com a intuição e doutro lado a pedagogia da física.

Propõe-se fazer uma exposição elegante e dedutiva, sente a facilidade do seu espírito possuidor e livre e começa uma teoria, onde a facilidade de construir não lhe deixa vêr a imposição dialéctica duma *certa ordem*, duma *certa escolha*, dumas *certas hipóteses*, etc.

Assim os momentos separados num tempo imóvel unem-se no mesmo progresso dialéctico. E, quando Duhem diz que “o acordo com a experiência é, para uma teoria física, o único critério de verdade”, significa que *o acordo das noções entre si e com as novas noções vindas das novas e mais longínquas profundidades do intuitivo* é o único critério de verdade.

Duhem reconhece a seguir que a física produz uma economia de pensamento e tende para uma classificação natural.

Uma teoria produz uma grande economia de pensamento diz Duhem, seguindo Mach. Uma lei experimental era já uma grande economia de pensamento, mas uma teoria, condensando um grande número de leis experimentais, produz uma maior economia de pensamento. Isto é, na opinião de Duhem, uma das vantagens da teoria física que nada ensina sobre a *natureza das cousas*.

Que uma teoria física não exgota a realidade nós o queremos e o sabemos, mas que nada tenha com o real (para Duhem —natureza das cousas) não admitimos por vários motivos. Porque, nesta altura do pensamento construtivo, admiti-lo é supôr uma metafísica do Incognoscível; porque seria um misterioso acaso que uma teoria sem realidade vivesse, progredisse e dirigisse a acção; porque uma única realidade conhecemos — a da noção; e a física é uma sciência de noções. Doutra forma de nada serviria a economia de pensamento, pois para voltar ao real seria preciso regressar da teoria á lei, da lei aos fenómenos, dos fenómenos ao imediato sensível. Nem o aspecto — economia — da sciência poderia aparecer, se houvesse facto, lei e teoria. Se há facto, lei e teoria, a lei só pode ser um conjunto de factos, e a teoria um conjunto de leis. ¿Que economia resulta de se substituir aos factos uma lei, que só tem significado e só vale pelos factos? Se a lei difere do conjunto de factos, ¿donde vem essa diferença?

Essa diferença é dialéctica, e assim se explica a economia. Uma noção superior, como a do éter luminífero, contém como momentos construtivos outras noções, que dela se podem, por isso, deduzir.

Sem entrar conscientemente na *natureza das cousas*, teorizando, entra-se no dinamismo dialéctico do pensamento, e, como ele se não move no vazio, entra-se no progresso construtor do real.

Duhem vê ainda na teoria física uma classificação natural.

E aqui vai até *sentir* que a teoria física corresponde a *afinidades reais entre as cousas*.

Como não há (por enquanto pelo menos) cousas, estas afinidades reais entre as cousas só podem ser relações dialécticas das noções. Duhem supõe um mundo essencial de que nada sabe e depois *sente*, a despeito de tudo, a relativa verdade das teorias físicas. Tirando esse mundo essencial indemonstrado, fica a verdade das teorias físicas limitada apenas pela hipótese de realidades superiores e pelo seu progresso, que, vindo de diferentes direcções, caminha em racionalizações locais dum intuitivo indefinido em superfície e profundidade.

O carácter de classificação natural faz-se notar sobretudo pela fecundidade da teoria, que advinha leis experimentais ainda não observadas.

Advinha e dirige as pesquisas dessas leis. ¿Qual a noção que não advinha o seu determinado?

De resto Duhem mostra com a largueza noticiosa, que lhe permite uma vasta erudição, que a experiência física é uma interpretação sábia e não uma passividade sofrida. Assim