

## O QUE É A CIÊNCIA?

com

RENE THOM

MARIE-ODILE MONCHICOURT: O senhor é matemático, director de estudos no C.N.R.S., muito conhecido do público pela sua teoria das catástrofes, e foi convidado a participar no colóquio de Tsukuba. Qual era o seu estado de espírito ao partir para o Japão, sabendo muito bem que ia confrontar-se com visões do mundo muito diferentes da sua?

RENE THOM: Confesso-lhe que a minha posição relativamente ao colóquio de Tsukuba foi à partida um pouco ambígua na medida em que ele se apresentava de certo modo como o sucessor do colóquio de Córdoba, que provocou bastante agitação nos meios científicos. Depois, apercebi-me que essas reticências não tinham razão de ser, essencialmente porque a escolha das personalidades científicas convidadas, pelo menos do lado ocidental, diferia sensivelmente da escolha feita em Córdoba. Desse ponto de vista, as reservas que se podiam ter quanto à orientação geral do colóquio tiveram tendência a esbater-se.<sup>101</sup> Quanto a mim, esse colóquio deu-me a possibilidade de ter contactos interessantes, tanto do lado ocidental como do japonês. Devo, aliás, dizer que beneficei mais com



os contactos ocidentais do que com os japoneses, que foram muitas vezes um pouco difíceis. Muitos dos meus colegas japoneses tinham uma atitude um pouco complexada, e era difícil falar da ciência, por exemplo, considerando-a como essencialmente ocidental.

Para nós, a ciência começou no início do século XVII, essencialmente com Galileu, e é difícil pôr de parte esta ideia que apesar de tudo, me parece fundada. Muitos dos nossos confrades japoneses consideram que a ciência é, na realidade, uma empresa muitíssimo mais vasta e que teve representantes no Oriente e no Extremo-Oriente, provavelmente anteriores à ciência ocidental. Por consequência, houve nisso uma fonte de mal-entendidos que se exprimam várias vezes durante as discussões do colóquio. Pessoalmente, penso que é, sem dúvida, verdade que a ciência chinesa, a ciência indiana e a ciência japonesa existiram e se desenvolveram bastante, sobretudo, num período correspondente ao da ciência grega, isto é, nos séculos V ou VI antes da nossa Era (em todo o caso é verdade para a China). Mas, sinto-me tentado a dizer que essa ciência não equivale, apesar de tudo, à dos Gregos, que, com o princípio da demonstração geométrica, trouxeram um elemento essencial à ciência. Esse elemento não aparece nos saberes embebidos de técnica que floresceram entre os Chineses e os Japoneses, mas estamos talvez a entrar numa conversa um pouco particular que nos afasta do assunto.

M. O. MONCHICOURT: *O facto de se encontrar no meio de espiritualistas trouxe-lhe alguma coisa?*

R. THOM: Apreciei muito, certas comunicações, particularmente de Raja Rao, que era extremamente cativante e forte, e também algumas comunicações dos nossos colegas teólogos, os senhores Vidal e Clément. Do ponto de vista dum a abertura de espírito, devo dizer que me ofereceram muito, mas não penso que me tenham oferecido

alguma coisa no que se refere à minha personalidade própria e às minhas opções filosóficas. Contudo, reconheço que, do ponto de vista da abertura dos aspectos do pensamento, muito difíceis de adquirir sem o contacto com personalidades deste tipo, o congresso trouxe-me muito.

M. O. MONCHICOURT: *Admite essa via de conhecimento?*

R. THOM: Creio que estamos a entrar no âmago da questão. Penso que o conhecimento e a ciência não são sinónimos. Há a ciência e há o conhecimento. Há conhecimento científico e conhecimento não-científico; e penso que o conhecimento não-científico, do ponto de vista do indivíduo, pode ter um valor superior ao conhecimento científico. Eis um pouco o meu ponto de vista.

Quanto à ciência propriamente científica, penso que os dados e os métodos são praticamente claros, e que é inútil esperar que a ciência assumia uma orientação nova para estender-se a uma espécie de apreensão sincrética, com modos de pensamento teológico ou místico. Essa esperança parece-me inteiramente vã. São dois modos de pensamento, dois métodos e dois pontos de vista radicalmente diferentes. Direi até que as problemáticas a que pretendem responder não são as mesmas.

Em ciência propriamente dita, é certo que represento uma posição actualmente um tanto marginal, mas é uma posição individual. De certo modo, penso que não é propriamente ciência. É algo como uma filosofia natural e, como tal, se deve considerar.

Pode considerar-se que tentar fundar uma filosofia natural no momento actual é perfeitamente inútil, pois a ciência é suficiente para fornecer ciência propriamente científica. Mas não partilho este ponto de vista. Penso, com efeito, que há aspectos do conhecimento que de certo modo estão na fronteira da ciência e são necessários à compreensão



da própria ciência, através da sua evolução e desenvolvimento. O que é próprio da actividade científica contemporânea é ser praticamente semelhante a uma actividade intuitiva, ou seja, praticamente não raciocinada. As pessoas trabalham em ciência dentro de espartilhos quase imediatamente sociológicos e não fazem escolhas filosóficas conscientes. Ora, se quisermos devolver um pouco de profundidade à ciência, não escaparemos à constituição duma certa metaciência ou filosofia natural.

Evidentemente, o facto de constituir algo como uma metaciência ou uma filosofia natural é já uma escolha filosófica e não científica. Os cientistas podem continuar, como actualmente fazem, a oferecer uma quantidade de resultados à sociedade e a proclamar ruidosamente que esses resultados justificam todos os esforços que a sociedade consagrou à sua obtenção. É uma posição perfeitamente coerente da parte dos cientistas, que os obriga a oferecer esses resultados e a confortar a opinião do público, bem como dos dirigentes, na sua convicção de que os esforços consecutivos são justificados. Tudo isso é essencialmente um problema de relações públicas, um problema de propaganda e, actualmente, os cientistas são bastante fortes. Compreenderam perfeitamente esse aspecto do seu trabalho e apoiam-se na continua necessidade e expectativa de novidades, que reinam actualmente nos meios de comunicação. Conseguem assim fazer muito rapidamente que há, de facto, progressos sensoriais neste ou naquele domínio. Mas não quero entrar nos pormenores desta discussão, que nos afastariam do colóquio de Tsukuba.

M. CAZENAVE: Gostava que, precisamente, se explicasse quanto à relação que pode haver entre um certo tipo de filosofia, como a filosofia das ciências, e a própria ciência. Vejamos o exemplo muito simples que é o nascimento da física quântica: houve da parte dalguns fundadores da

física quântica, a priori filosóficos, que lhes permitiram romper um quadro conceptual antigo e, eventualmente, seguir por novas vias de pesquisa. Sabemos as batalhas filosóficas que se geraram em torno do nascimento da física quântica. Pensa que é possível prescindir duma posição ou dum pressuposto filosófico?

R. THOM: Você levanta o problema do escândalo intelectual provocado pela física quântica. Responder-lhe-ei que esta existe há já cinquenta anos, pois nasceu em 1925, e só nos anos trinta ganhou verdadeiramente formas. Ora, se esse escândalo dura há meio século, os sábios têm-no tolerado, perfeitamente.

A «filosofia» do físico, ou seja, «o fim da ciência», é dar fórmulas que funcionem e, se tivermos fórmulas que funcionem, não pedimos mais nada. A mecânica quântica fornece fórmulas que funcionam e o facto de tratar-se duma teoria ininteligível prova que, ou nós somos estúpidos, ou compreendemos mal, mas pouco importa, pois a única coisa que conta é ter boas fórmulas. É uma posição perfeitamente coerente e muito difícil de atacar. Você diz que a controversia faz estragos, mas eu não estou nada convencido.

M. CAZENAVE: Não, mas fez.

R. THOM: Em que ano?

M. CAZENAVE: Nos anos 1935-36, ou seja, no momento das grandes confrontações, nomeadamente entre Niels Bohr e Einstein. Nessa época tinha-se realmente a impressão de que havia uma verdadeira aposta filosófica. Penso, por exemplo, nas posições de Schrödinger. A confrontação, foi apesar de tudo, muito violenta.



R. THOM: A confrontação entre Einstein e Bohr era essencialmente literária, quer dizer, epistolar. Não penso que essa confrontação tenha tido efeitos na evolução da própria ciência. Houve, efectivamente, um certo número de espíritos que não aceitaram que a mecânica quântica fosse ininteligível. Contavam-se entre eles Einstein, Schrödinger, De Broglie, etc. E eles explicaram-se e disseram: Não compreendemos e gostávamos muito de compreender. Mas até agora não se conseguiu dar um modelo inteligível do fundamento da mecânica quântica.

E. É verdade que, em certa medida, isto é intelectualmente grave, e num certo sentido a mecânica quântica levanta, do ponto de vista da compreensão do mundo, os problemas mais difíceis de todas as ciências. A relatividade ou a relatividade geral são teorias quase clássicas, comparadas com a mecânica quântica. A mecânica quântica levanta problemas relacionados com o espaço e a matéria, ou o espaço e a radiação, ligados ao que eu chamaria a teoria fundadora da física, isto é, ao estatuto do espaço relativamente às entidades físicas que o preenchem. Sabe que Mach dizia: «O espaço não existe fora das entidades que o constituem.» Depois veio a posição einsteiniana e pitagórica que consiste em dizer: «É a geometria que está na base de tudo, os objectos físicos são apenas uma espécie de acidente, pequenas falhas locais, simetrias constituídas pela geometria.» Eis o ponto de vista actual. Mas, um dia, haverá uma grande mudança e passará a dizer-se que não é a geometria que está na base de tudo, mas sim o objecto físico. No dia em que essa mudança se operar, vai ser preciso dar do objecto físico uma descrição diferente daquela com que vivemos, e essa descrição está ainda para ser criada. Eis como eu pessoalmente vejo o problema, digamos, do fundamento da mecânica quântica. Na minha opinião, é um problema essencialmente técnico, não é um problema filosófico real.

M. CAZENAVE: Eu reajo, evidentemente, como filósofo, e a partir daí constato que se admite geralmente que a ciência nos dá uma descrição da realidade ou, pelo menos, uma representação coerente da realidade. A partir do momento em que, de repente, a descrição da realidade muda, não passaria a haver necessidade dum novo esforço de pensamento para tentar compreender as novas descrições que nos são dadas?

R. THOM: Tem toda a razão em dizer que, em princípio, a ciência deveria oferecer-nos uma descrição inteligível, e foi praticamente o que aconteceu até ao aparecimento da mecânica quântica que, de facto, levanta problemas de inteligibilidade ainda por resolver. Mas acontece que uma filosofia pragmática, como a filosofia da interpretação de Copenhaga, diz que há uma espécie de mistura inextricável entre o sujeito e o objecto e que, por conseguinte, não se deve tentar fazer a distinção entre os dois. É verdade que todo o acto de conhecimento implica provavelmente um aspecto subjectivo, mas isso nada tem de espantoso; o espantoso é que a mudança da posição do sujeito, em mecânica quântica, tenha efeitos que dificilmente se podem tornar compatíveis com uma espécie de interpretação objectiva. Qualquer acto de conhecimento comporta um aspecto subjectivo. Quando olho para um objecto qualquer, vejo o seu contorno aparente, e a forma do contorno aparente muda quando me desloco em relação ao objecto. Em mecânica quântica é um pouco a mesma coisa. Também aí há uma espécie de apreciação subjectiva do fenómeno, que aparece na chamada fase da função de onda, para empregar um termo técnico, e, quando nós deslocamos ou deslocamos os aparelhos de medição, modificamos a fase por um certo factor. E, pois, uma interpretação ligada à posição e à deslocação efectuada pelo experimentador. Creio que é assim que se devem ver as coisas.



Não é muito satisfatório porque dá à realidade um aspecto um pouco fantasmático, mas «a gente habitua-se», como dizem os físicos. Shubnikov abstrai-se um dia sem perceber o problema. Penso que o problema que a mecânica quântica levanta é irritante, mas não é realmente fundamental do ponto de vista filosófico, pois o mundo de que a filosofia deve ocupar-se é o da realidade quotidiana. Não é nada evidente que o mundo da microfísica seja ontologicamente mais pertinente que o mundo da realidade macroscópica. Desse ponto de vista, sou fenomenologista, e penso que a velha tentação reducionista que consiste em dizer que o mundo do elemento é algo de mais fundamental que o mundo que nós constituímos, você e eu quando falamos, é, na minha opinião, infundada.

M. CAZENAVE: Na medida em que tento pensar o real, tento pensá-lo sob todos os seus aspectos e no conjunto dos seus níveis. Parece-me que, com a física quântica, se põe ao mesmo tempo para a filosofia o problema do que se poderia chamar o estatuto da ciência, na medida em que, classicamente, a ciência pretendia descrever o real. Ora, um certo número de pessoas, entre as quais Heisenberg, dizem-nos: «Final não descrevemos a natureza, descrevemos a nossa maneira de conhecer a natureza.» É evidente que isto dá uma definição da ciência muito diferente da maneira como ela tem vindo a ser pensada.

R. THOM: Creio que o que, de facto, está em causa é o que se poderia chamar «a divisão do mundo em ontologias regionais», como dizem os filósofos. O problema consiste em saber se, entre todas estas ontologias regionais existe alguma que seja efectivamente mais determinante que as outras e, sob esse aspecto, não sou reducionista. Não creio que se possa encontrar uma ontologia última que sirva de fundamento a todas as outras. Por outras palavras, os níveis de organização do real que constatamos, empírica-

mente, isto é, o nível dos seres vivos ou da sua individualidade, o nível clássico da física, ou o nível quântico, etc., têm todos a sua autonomia e não há nenhuma razão para dar ao mais fino um estatuto privilegiado.

M. CAZENAVE: Mudemos um pouco de horizonte. Tenho a impressão de que, em Tsukuba, houve uma certa reticência da sua parte perante um dos ramos actuais da ciência, isto é, perante a cosmologia ou a astrofísica. Sentia-se que tinha uma certa dificuldade em acompanhá-lo no seu desenvolvimento, na medida em que isso parecia chocar com pressupostos filosóficos, ou maneiras de conceber ou de definir a ciência que lhe são próprias. De repente, pareceu dizer: «É claro que há um certo número de verosimilhanças no que dizem, mas podem elas ser consideradas como ciência?» Poderia explicar essa posição?

R. THOM: Com certeza. Você refere-se a algumas reacções que se seguiram à comunicação de Reeves e, em particular, à do meu colega Ivar Ekeland, que me parece ter sido muito mais clara do que a minha. Posso explicar a minha atitude perante a cosmologia do seguinte modo: Penso que nós continuamos a pensar que a Terra é plana, isto é, que continuamos a viver numa hipótese simplificada. Pensou-se a princípio que a Terra era plana porque, numa primeira aproximação, se esquecemos as montanhas e os vales, a Terra é efectivamente bem representada por um plano. Depois, mudou-se de figuração, geométrica e passou-se do espaço newtoniano ao espaço de Minkowski, depois ao espaço da relatividade geral de Einstein, sobre a natureza do qual podemos aliás ter bastantes hesitações. Ora, quando consideramos o estado actual da teoria, pomos uma hipótese extremamente simplificadora. Dizemos: O universo é esférico e tem uma história que tentamos



reconstituir. É uma gigantesca bola de sabão que proveio duma catástrofe original que é o Big-Bang. E tentamos reconstituir tudo o que se passou depois do Big-Bang.

Penso que este tipo de construções é muito interessante para o espírito, muito válido enquanto grande exercício de física teórica, mas não deve ter um alcance ontológico excessivo. Os nossos antepassados da antiguidade grego-romana tinham perfeitamente razão em pensar, à sua escala, que a Terra era plana, assim como nós também temos razão em pensar que o modelo do Big-Bang é satisfatório, tendo em conta os nossos conhecimentos actuais. Mas não há nenhuma razão para dar a este modelo um valor absoluto.

M. CAZENAVE: Mas, do ponto de vista da física, nenhum modelo tem um valor absoluto. É sempre, ultrapassado por alguma coisa. Por exemplo, contrariamente ao que o público pensa, Einstein não desvaloriza Newton, simplesmente diz que ele só é verdadeiro numa zona de realidade e, se nós mudarmos de dimensão, passamos efectivamente para Einstein. Há na cosmologia umas quantas predições teóricas e estou a pensar na radiação cósmica nas quais ninguém queria acreditar. Essa radiação era implícita à teoria e foi a sua descoberta que, de repente, por volta de 1964, fez com que se passasse a levar a sério a teoria da expansão. Aparentemente, há nisto não só uma coerência mas também um certo número de verificações trazidas pela experiência. Talvez seja apenas um modelo, mas é um modelo que se pode dizer que é verosímil. Pelo menos, é assim que as coisas aparecem.

R. THOM: Sim, mas esquece-se um pouco que há uma espécie de princípio de extrapolação. Supõe-se que as constantes da física são invariáveis, que a constante de

Planck, por exemplo, é efectivamente uma constante e eu diria que é a hipótese mais económica, mas não deixa de ser uma hipótese.

Parce-me que seriam possíveis outras opções, as quais poderiam conduzir a uma visão do universo que, remontando ao passado, seria menos catastrófica. Mas preferia não me alongar sobre o assunto, pois trata-se dum domínio que não conheço bem.

Penso que exprimo uma opção pessoal e individual, mas é verdade que, perante as exigências da precisão da física, sinto sempre um mal-estar incrível. Choca-me a ideia de que as nossas teorias devem depender da sétima ou da nona décima desta ou daquela grandeza física. É fazer a realidade depender dum milagre. Dir-me-á que o milagre é verificado pela física. É verdade que certas leis físicas são, às vezes verificadas a  $10^6$  ou  $10^8$ . Define-se agora o metro por um certo comprimento de onda que se avalia, creio, a treze ou catorze décimas e, portanto, é certo que há domínios em que a eficácia quantitativa é indubitável, mas custa-me aceitá-la e, sobretudo, fazer dela o critério último da validade ontológica duma teoria.

M. CAZENAVE: É justamente aí que eu queria chegar. Não posso deixar de ter a impressão de que há da sua parte uma espécie de equação pessoal. Gostava de saber como definiria um critério de validade duma ciência e o que é ao certo uma ciência digna desse nome.

R. THOM: Para mim, a ciência é definida por um conjunto de proposições verdadeiras, cuja validade qualquer um, presente ou futuro, pode em princípio verificar. Eis a minha definição da ciência. Com esta definição, o conjunto dos factos científicos tem, necessariamente, de aumentar. As teorias mudam, evidentemente, mas os factos ficam. Sob esse aspecto, por exemplo, a física aristotélica, na medida em que descreve fenómenos observáveis, continua



perfeitamente correcta. É verdade que o fogo sobe e que os corpos pesados caem. Foi observado por Aristóteles e continua a ser verdade. Penso que, do mesmo modo, há factos que subsistem.

As teorias é que podem mudar consideravelmente. Entre as teorias há, efectivamente, tudo o que se refere às grandes extrapolações no espaço-tempo. Por enquanto, não podemos saber qual é a estrutura real do espaço-tempo, nem mesmo se esta locução tem sentido. A métrica pode degenerar em certos pontos e não existe actualmente uma boa teoria dum universo de métrica degenerada. Para mim, que tudo baseei nas singularidades, o facto de não haver até agora boas teorias das singularidades do espaço-tempo físico parece-me uma lacuna irremediável e incita-me a um certo cepticismo face a certas construções actuais da cosmologia, que me parecem inspiradas num geometrismo ingénuo.

M. CAZNAVE: Talvez me engane, e cabe-lhe dizê-lo, mas tenho a impressão de que há um certo platonismo no que diz. É como se precisasse duma ontologia realista e de que a ciência se funde em exigências acima de qualquer suspeita, um ideal para que a ciência deve tender. Estarei enganado ou é efectivamente para uma espécie de horizonte intelectual comparável a este que você se move?

R. THOM: Tem razão, sou um pouco platónico. Acredito de facto na existência de entidades de caracteres matemáticos que, em certa medida, têm relação com a realidade. Por outras palavras, uma parte das matemáticas tem um contacto estreito com o real. A natureza desse contacto é, evidentemente, difícil de definir, mas sinto-o de certo modo quase físico. Como conceber este tipo de contacto? A única formulação que posso oferecer-lhe é a do esquema hilemórfico de Aristóteles: a matéria aspirando a forma. Penso que há como que uma espécie de substrato primitivo, uma

espécie de éter diferenciado que tende sempre a adquirir certas formas que, por sua vez, são especificadas pelas suas propriedades intrínsecas, as suas propriedades formais de geometria ou de topologia intrínseca. Eis um pouco como eu descreveria a minha própria filosofia. Evidentemente, isto afasta-nos da visão atomista e particular que hoje reina na física. Mas não me sinto muito perturbado com isso porque, no fundo, como há pouco lhe dizia, o problema da autonomia dos níveis é o problema real entre as ciências. Penso que uma autonomia dos níveis só pode fundar-se num platonismo. É pelo facto de que há formas com poder de atracção universal e independente do nível, e em certa medida independente dos substratos, que se pode realmente fundar, creio eu, e justificar a existência dos níveis independentes e autónomos.

M. CAZNAVE: Como poderia definir o estatuto das matemáticas, na medida em que não se pode dizer que a física se serve das matemáticas, posto que as matemáticas são constituintes da própria teoria? Por outro lado, sendo as matemáticas uma criação intelectual humana, como definir essa relação ao mesmo tempo de constituição da teoria física e de descrição da realidade, pois afinal como é que as matemáticas dão realmente conta da realidade? Não é à partida uma evidência.

R. THOM: Tudo o que você diz devia ser visto com mais cambiantes. Há, evidentemente, domínios do real em que as matemáticas não só se aplicam mas se implicam, como dizia Lévy-Leblond, e é o domínio da física fundamental. Quando deixamos o domínio da física fundamental e nos voltamos para a física macroscópica, e depois para a química, para a biologia, para não falar das ciências humanas, o poder das matemáticas tende a diminuir consideravelmente, ou pelo menos o poder das matemáticas quantitativas no sentido usual do termo.



Penso que as matemáticas também podem aplicar-se ou introduzir-se na teorização de disciplinas, ditas moles, com a condição de que mudem de natureza e recorram a matemáticas de carácter mais qualitativo que quantitativo, mais topológico que realmente numérico. Eis o meu ponto de vista geral. Não pretendo, como é evidente, falar-lhe da teoria das catástrofes, que nos levaria muito longe; mas a filosofia geral da teoria das catástrofes consiste em dizer que existem situações que se podem descrever matematicamente, sobre os substratos mais variados e independentemente da natureza destes substratos. Isto dá, de algum modo um estatuto ontológico a certas estruturas matemáticas que, de certa forma, ultrapassam a natureza específica do substrato. É, evidentemente, uma coisa difícil de admitir para quem trabalha com um material bem definido, o qual se recusará a acreditar que o matemático possa ver coisas que ele não viu com o seu microscópio ou o seu telescópio. É, no entanto, essa a minha convicção.

M. CAZENAVE: Admira-me constatar que a palavra «ontologia» aparece frequentemente no seu discurso. Aí se descobre o aspecto platónico do seu pensamento, quer dizer, que para si as matemáticas participam aparentemente no domínio ontológico.

R. THOM: Certamente, e o que acabo de descrever é um pouco uma filosofia. É uma filosofia natural que, contudo, tem uma zona de contacto bastante pertinente com a ciência tal como ela existe. Mas, por enquanto, é uma filosofia, o que significa que se pode prescindir dela. Mesmo as pessoas que utilizam modelos catastróficos, em sociologia, em geografia ou em biologia, podem utilizá-los, como modelos, e ver-se pegam ou não. Podem esquecer completamente a filosofia subjacente, ou, se preferem, a ontologia subjacente. Eu, pessoalmente, não sou positivista, sou de facto mais metafísico. Creio que é preciso descobrir

uma ontologia subjacente ao real, uma ontologia que não vejo como algo de definitivo, mas antes como uma espécie de estrutura estratificada com níveis, camadas, objectos singulares no seio da cada nível. O mundo da ontologia última do real, vejo-o em um modo algebrico-geométrico. É, evidentemente, uma visão muito diferente da dos filósofos. Note que, com as minhas últimas ideias de saliência e pregnância, assumo a direcção duma metafísica um pouco mais tradicional. Quanto a mim, até o que designo por «pregnâncias», isto é, as capacidades de atracção duma forma, é apesar de tudo algo que, em última análise, deve ter um suporte ontológico de natureza matemática.