

# RECORDANDO THOMAS S. KUHN (1922-1996): O FILÓSOFO E O HISTORIADOR DAS CIÊNCIAS

## I – O Filósofo das Ciências

MARGARIDA FRAGOSO, RICARDO LARANJEIRA,  
OLGA SANTO e ANA SIMÕES

Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa,  
Campo Grande, C1, 1700 Lisboa

Fez a 17 de Junho de 1997 um ano que morreu o historiador e filósofo das ciências americano Thomas S. Kuhn. A popularidade de Kuhn ficou essencialmente a dever-se à obra *The Structure of Scientific Revolutions*, onde expunha a sua tese sobre a forma como as transformações científicas ocorrem. Trata-se de uma obra charneira da sociologia das ciências, ao atribuir um papel fundamental aos cientistas enquanto actores do desenvolvimento científico<sup>1</sup>. Mas a importância de Kuhn ultrapassa largamente a desta obra. Pretende-se neste pequeno trabalho recordar Kuhn nas suas múltiplas facetas e, em particular, referir algumas das suas contribuições enquanto historiador da física: por um lado, o seu impacto esteve por vezes aquém do merecido; por outro lado, as suas implicações historiográficas permitem rever o contexto em que se desenvolveu a própria disciplina da história das ciências nos Estados Unidos da América após os anos cinquenta.

### Natureza da ciência

No livro *The Structure of Scientific Revolutions*<sup>2</sup>, Kuhn faz uma análise da natureza da ciência onde adopta uma perspectiva não cumulativa do desenvolvimento científico. Segundo Kuhn, este é caracterizado essencialmente por períodos de *ciência normal* interrompidos por períodos de crise a que se seguem eventualmente períodos de *revolução científica*. Em suma, de acordo com a visão kuhniana da ciência, o desenvolvimento científico pode ser esquematizado pelas seguintes etapas: ciência pré-paradigmática → ciência normal → crise → revolução científica → ciência normal → ...

O período de *ciência pré-paradigmática* é um período de imaturidade científica no qual várias escolas competem entre si na explicação de determinados fenómenos da natureza, podendo existir divergências até ao nível do(s) objecto(s) de estudo e da abordagem a seguir. Enfim, coexistem diferentes concepções da natureza que Kuhn caracterizou como *incomensuráveis*<sup>3</sup>, um adjectivo que tam-

bém aplicou aos paradigmas em disputa no período de revolução científica.

A *ciência normal* é a actividade que se efectua no contexto de um *paradigma* aceite por uma determinada *comunidade científica*. Kuhn estabelece assim uma conexão estreita entre comunidade científica e paradigma: "um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica é composta por pessoas que partilham um paradigma"<sup>4</sup>. Por outras palavras, Kuhn pretende esclarecer que, por um lado, no período de ciência pré-paradigmática não só não se faz ciência como não existe uma comunidade científica mas sim um grupo de estudiosos, e que, por outro lado, são estes estudiosos que vão fornecer pistas que conduzirão à construção de um único paradigma estabelecendo-se assim um período de ciência normal. Em suma, as noções de paradigma, de ciência normal e de comunidade científica estão profundamente relacionadas: há ciência quando existe uma comunidade que aceita consensualmente um paradigma.

**Paradigma**

**Ciência normal**

**Revolução científica**

**Incomensurabilidade**

**Relativismo**

## A noção de paradigma

A noção de paradigma, central à proposta kuhniana, e em particular fundamental na caracterização da ciência normal, foi desde o início, dada a multiplicidade dos significados que Kuhn lhe conferiu, um dos seus conceitos mais controversos. Reportando-se ao seu significado etimológico<sup>5</sup> Kuhn justifica a escolha deste termo na medida em que “alguns exemplos aceites de prática científica real — exemplos que incluem simultaneamente lei, teoria, aplicação e instrumentação — proporcionam modelos dos quais brotam tradições específicas coerentes de pesquisa científica”<sup>6</sup>. Mas a noção de paradigma é usada num sentido muito mais amplo. Abarca então o conjunto de todas as leis e teorias partilhadas pelos cientistas, as regras metodológicas que regulam a prática científica e a aplicação ou extensão das teorias e modelos, e ainda pressupostos metafísicos, uma visão do mundo, um quadro conceptual, e até mesmo um esquema vago e impreciso da forma como a natureza se comporta.

A polémica que se gerou em torno desta noção<sup>7</sup> levou Kuhn, na segunda edição do livro *The Structure of Scientific Revolutions*, à sua substituição pela noção de matriz disciplinar: “disciplinar” porque se refere à posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; “matriz” porque é composta por elementos ordenados de várias espécies, cada um deles exigindo uma especificação adicional.”<sup>8</sup> A matriz disciplinar subdivide-se então em quatro tipos de elementos: as *generalizações simbólicas*, os *paradigmas metafísicos*, os *valores* e os *modelos (exemplars)*, este último termo correspondendo à acepção tradicional de paradigma. As generalizações simbólicas incluem as leis e as definições de alguns dos símbolos nelas presentes. Os paradigmas metafísicos são as crenças partilhadas por uma comunidade durante um determinado período. Os valores incluem um conjunto de critérios — de simplicidade, de coerência interna, de plausibilidade — compartilhados pelos cientistas. Por fim, os modelos designam “as soluções concretas de problemas que os estudantes encontram desde o início da sua educação científica, quer nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos”<sup>9</sup>, sendo através da aprendizagem dessas soluções modelares que o estudante adquire a sua formação científica.

O paradigma ou matriz disciplinar apresenta-se, deste modo, com um carácter simultaneamente *poderoso* e *incompleto*: *poderoso* porque foi capaz de realizações

suficientemente notáveis para subtrair um grupo coeso de adeptos a outras formas de actividade científica concorrentes; *incompleto* porque foi capaz de fornecer ao novo grupo de investigadores numerosos problemas experimentais e teóricos a resolver.



Thomas S. Kuhn (1922-1996) iniciou a sua carreira como físico, concluindo o seu doutoramento com o Nobel da física John H. Van Vleck. No início dos anos cinquenta, Kuhn virar-se-ia para a história, e depois para a filosofia das ciências. A sua vida académica levou-o da universidade de Harvard (1951-56) até à universidade de Berkeley (1956-64), a Princeton (1964-68) e finalmente ao MIT, onde se encontrava desde 1979.

Nesta óptica, a ciência normal concentra todas as suas forças na interpretação dos fenómenos observáveis, na articulação e extensão do paradigma, procurando-se a solução de novos problemas entre as soluções dos problemas já anteriormente encontradas. Para que um tal esforço seja bem sucedido é necessário que o novo problema seja formulado em termos “correctos”, isto é, se possa assemelhar ao tipo de questões a que o paradigma já respondeu. É este o tipo de actividade que Kuhn denomina *resolução de enigmas ou problemas-puzzle (puzzle-solving activity)*. A motivação individual para o trabalho científico assenta pois, na convicção de que “se for suficientemente engenhoso, (o cientista) conseguirá solucionar um enigma que ninguém até então resolveu ou, pelo menos, não resolveu tão bem”<sup>10</sup>. Com efeito, um fracasso na sua resolução não põe em causa o paradigma mas tão só as capacidades do cientista.

O aspecto aparentemente mais desconcertante da ciência normal reside nesta não se propor à partida grandes descobertas: a sua actividade centra-se em torno da resolução de enigmas de acordo com regras previamente estabelecidas. Kuhn afirma mesmo que a ciência normal quando é bem sucedida, não o é por

ter encontrado novidades no domínio dos factos ou da teoria.

## As crises em ciência

Em qualquer período de ciência normal, os problemas-puzzles por resolver não são tomados como instâncias falsificadoras do paradigma, mas adquirem o estatuto de anomalias, potenciais desencadeadoras de uma *crise*. Como Kuhn faz notar, os primeiros ataques a um problema não resolvido obedecem às regras ditadas pelo paradigma vigente, mas à medida que o problema persiste as sucessivas tentativas de solução vão envolvendo cada vez mais articulações menores do paradigma. Com a proliferação de articulações divergentes, as regras da ciência normal vão sofrendo um enfraquecimento gradual até que a certa altura “embora ainda exista um paradigma, poucos são os praticantes que concordam inteiramente”<sup>11</sup>.

ramente sobre o que ele representa. Mesmo soluções-padrão de problemas já anteriormente resolvidos são agora questionadas" <sup>11</sup>. A investigação em períodos de crise assemelha-se à investigação em períodos de ciência pré-paradigmática, o que levou o filósofo da ciência Ronald N. Giere <sup>12</sup> a sustentar que seria mais correcto, na perspectiva cíclica de ciência defendida por Kuhn, substituir a noção de ciência pré-paradigmática pela de ciência multi-paradigmática.

International Encyclopedia of Unified Science	
Volume 2 · Number 2	
The Structure of Scientific Revolutions	
Thomas S. Kuhn	
Contents:	
PREFACE	v
I. INTRODUCTION: A ROLE FOR HISTORY	1
II. THE ROUTE TO NORMAL SCIENCE	10
III. THE NATURE OF NORMAL SCIENCE	23
IV. NORMAL SCIENCE AS PUZZLE-SOLVING	35
V. THE PRIORITY OF PARADIGMS	43
VI. ANOMALY AND THE EMERGENCE OF SCIENTIFIC DISCOVERIES	52
VII. CRISIS AND THE EMERGENCE OF SCIENTIFIC THEORIES	66
VIII. THE RESPONSE TO CRISIS	77
IX. THE NATURE AND NECESSITY OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS	92
X. REVOLUTIONS AS CHANGES OF WORLD VIEW	111
XI. THE INVISIBILITY OF REVOLUTIONS	136
XII. THE REVOLUTION OF REVOLUTIONS	141
XIII. PROGRESS THROUGH REVOLUTIONS	160
POSTSCRIPT—1969	174

A questão da anomalia é introduzida (ainda que metaforicamente) através de experiências psicológicas ilustrativas da dificuldade com que uma "novidade inesperada" surge, e da "resistência à evidência" por parte dos que a encontram. São as anomalias rotuladas como significativas que podem levar à descoberta de inesperados tipos de fenómenos ou de entidades. Mas como distinguir, recorda Hoyningen-Huene, entre uma "mera" anomalia, e uma anomalia "significativa"? <sup>13</sup> Kuhn aponta quatro factores relevantes na identificação de uma anomalia significativa: discrepância entre previsões teóricas quantitativas e dados observacionais ou experimentais; conflito crescente face a desenvolvimentos subsequentes do paradigma; resistência ao longo de extensos períodos de tempo a sucessivas tentativas de solução; (re)aparecimento da mesma anomalia em diferentes laboratórios ou proliferação de diferentes anomalias todas associadas ao mesmo problema de raiz. O crescente rigor e alcance do paradigma, dotando-o simultaneamente de uma enorme sensibilidade, torna-o um detector eficaz de anomalias, e um "alarme" pronto a identificar a necessidade de mudança de paradigma. Percebe-se finalmente porque é que "a ciência normal — um empreendimento não dirigido para as novidades e que em princípio tende a suprimi-las — pode, não obstante, ser tão eficaz a convocá-las" <sup>14</sup>.

## As revoluções científicas

Segundo Kuhn, uma crise termina de uma de três formas: ou a ciência normal resolve o problema "in extremis", ou a solução do problema é adiada, ou finalmente um novo candidato a paradigma surge e desencadeia uma batalha pela sua aceitação, estando esta última situação associada à ocorrência de uma revolução científica: <sup>15</sup>

A decisão de rejeitar um paradigma é sempre simultaneamente a de aceitar outro e o julgamento conducente a tal decisão envolve a comparação de ambos os paradigmas com a natureza *assim* como a sua comparação mútua.

É exactamente na ausência de um critério objectivo que permita avaliar os dois paradigmas rivais que a metáfora política melhor se aplica. Nas revoluções políticas, é a ausência de uma estrutura supra-institucional competente para julgar diferenças revolucionárias que conduz as partes beligerantes ao uso da persuasão, à manipulação e, porventura, finalmente à força. Nas revoluções científicas, diferentes paradigmas traduzem simultaneamente teorias, métodos e padrões científicos diferentes, pelo que na ausência de um critério que permita julgar de forma isenta essas diferenças, as partes em conflito invariavelmente travarão um diálogo de surdos: "Cada grupo usa o seu próprio paradigma para argumentar em defesa desse mesmo paradigma" <sup>16</sup>. Este tipo de argumento circular não pode visar, por definição, mais que a simples persuasão. É neste sentido que Kuhn defende que dois paradigmas rivais são *incomensuráveis*. Tudo se passa como se os seus proponentes "vivessem em mundos diferentes" e a mudança de paradigma é comparada a uma *mudança gestalt* ou a uma *conversão religiosa*.

A incomensurabilidade kuhniana evidencia-se a dois níveis particularmente interessantes: por um lado, como acabou de se ver, na escolha entre paradigmas rivais, por outro lado, na demarcação entre ciência e não ciência. Uma breve incursão em *The Essential Tension* <sup>17</sup>, permite-nos sugerir que, relativamente ao problema da demarcação, Kuhn o situa ligado à existência de uma tradição de ciência normal. Confrontando a sua tese com a do filósofo da ciência Karl Popper, Kuhn afirma:

Um olhar cuidadoso para o empreendimento científico sugere que ele é ciência normal, onde o género de testes de Sir Karl não ocorre, e não ciência extraordinária, que distingue com mais clareza a ciência de qualquer outro empreendimento. Se existe um critério de demarcação (julgo que não devemos procurar um critério rotundo ou decisivo), ele pode estar exactamente nessa parte da ciência que Sir Karl ignora <sup>18</sup>.

*Testar* enunciados, à maneira popperiana, é uma actividade que Kuhn situa no período de ciência extraordinária. Por outro lado, os critérios popperianos de prova por confronto com a observação e a experiência não são mais que uma das faces da moeda, cuja outra face é uma tradição de solução de enigmas. Kuhn finaliza, exemplificando que a astrologia não é uma ciência, não porque os seus praticantes não façam previsões testáveis, mas porque não foram capazes de fundar uma tradição de ciência normal. O critério de demarcação passa então, de acordo com Kuhn, por uma tradição normal de investigação associada a um único paradigma.

### A questão do progresso científico

Na última secção do ensaio *The Structure of Scientific Revolutions*, Kuhn retoma a questão do progresso científico e pergunta: "Um campo de estudos progride porque é uma ciência ou é uma ciência porque progride?"<sup>19</sup>. Kuhn sublinha a existência de um progresso particularmente rápido nos períodos de ciência normal. Uma comunidade científica amadurecida trabalhando no contexto dum paradigma, e relativamente independente face às solicitações exteriores, torna-se especialmente competente e eficaz. O progresso científico normal contabilizado, por exemplo, pelo número de problemas resolvidos, fica assim assegurado, e tal progresso é ainda *cumulativo*.

É a revolução que confere ao desenvolvimento científico o seu carácter *não cumulativo*. Mesmo que o novo paradigma pareça uma extensão do anterior, este é transformado retrospectivamente, sob a direcção explícita do paradigma mais recente. Kuhn exemplifica esta ideia mostrando que a dinâmica newtoniana pode ser derivada da dinâmica relativista, mas que o contrário não é possível. Na derivação da dinâmica newtoniana a partir da dinâmica relativista "não foram apenas as formas das leis que mudaram. Tivemos de alterar simultaneamente os elementos estruturais fundamentais que compõem o universo ao qual se aplicam."<sup>20</sup> No entanto, ao conduzirem inexoravelmente ao triunfo de um paradigma capaz de sustentar uma nova etapa de ciência normal, os cientistas admitirão sem qualquer hesitação que a revolução científica acarretou um progresso indiscutível. O protagonismo atribuído por Kuhn à comunidade científica está especialmente patente no julgamento que esse grupo faz do progresso da sua actividade:

afirmará alguma vez o grupo vencedor que o resultado da sua vitória é algo menos que progresso? Isso equivaleria a admitir que o grupo vencedor estava errado e os seus opositores certos. Pelo menos, para o grupo vitorioso, o resultado de uma revolução tem que ser o progresso<sup>21</sup>.

Apesar de posições como esta parecerem muito próximas do relativismo, Kuhn defende o progresso científico na medida em que "embora os novos paradigmas raramente ou nunca possuam todas as capacidades dos seus predecessores, geralmente preservam o que as realizações científicas passadas possuem de mais concreto, e além disso, permitem sempre soluções concretas de problemas adicionais"<sup>22</sup>. Mas, adverte imediatamente a seguir que a sua posição não é também *não-relativista*: "Dizer isto, não é sugerir que a habilidade para resolver problemas constitua a única base ou uma base inequívoca para a escolha de paradigmas"<sup>23</sup>.

Embora a actividade científica seja progressiva, não se encaminha em direcção a um fim previamente estabelecido. Na ausência de um mapa que conduza à verdade, as transformações científicas efectuem-se tal como a evolução por selecção natural na teoria de Darwin — a luta pela sobrevivência produz organismos cada vez mais elaborados, mais articulados e mais especializados.

### Questões em aberto

Várias questões escapam ao âmbito desta obra. Entre elas, encontram-se as que dizem respeito aos "mecanismos responsáveis pelo processo de transição"<sup>24</sup> entre os vários períodos que caracterizam o desenvolvimento científico. Outras questões não foram completamente esclarecidas e têm vindo a ser, por isso mesmo, alvo de numerosas discussões. Entre outras, refirmam-se a possibilidade de identificação de regras de investigação em ciência normal; a invisibilidade das revoluções e os factores que a determinam; as inextricáveis conexões entre as noções de ciência e progresso; o problema da demarcação e a concomitante elaboração de um critério que permita distinguir a ciência da não-ciência; e a temática da anomalia. Finalmente, a questão da incomensurabilidade constituía o tema do livro em que Kuhn trabalhava quando morreu e que esperamos venha a ser publicado postumamente.

### Notas e Bibliografia

- [1] A ideia deste artigo surgiu no final do segundo semestre de 1995-1996, semestre em que pela primeira vez funcionou a cadeira opcional de Fundamentos Epistemológicos da Física Contemporânea. Um dos trabalhos que tinha sido pedido era uma recensão crítica do livro de Kuhn *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Esta obra, publicada em 1962, portavo dos positivistas lógicos, viria a vender mais de um milhão de cópias e a ser traduzida em dezasseis línguas. Quando soubemos que Kuhn morrera pensámos que esse trabalho podia ser um ponto de partida para uma homenagem ao filósofo e historiador das ciências.

- [2] Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press, 1962, 1.<sup>a</sup> edição, 1970, 2.<sup>a</sup> edição). Tradução brasileira: *A Estrutura das Revoluções Científicas* (Editora Perspectiva, 1995, 3.<sup>a</sup> edição). Na segunda edição, Kuhn acrescentou um posfácio em que responde a inúmeras críticas. A tese de Kuhn foi em parte desenvolvida na sequência do trabalho que conduziu ao livro Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge: Harvard University Press, 1957). Tradução portuguesa: *A Revolução Copernicana* (Lisboa: Edições 70, 1990). Mais respostas a críticas podem encontrar-se em Thomas S. Kuhn, *The Essential Tension — Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago: University of Chicago Press, 1977). Tradução portuguesa: *A Tensão Essencial* (Lisboa: Edições 70, 1989).
- [3] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 4.
- [4] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 176.
- [5] m. Modelo. Gram. Exemplo ou tipo de conjugação ou declinação gramatical (Lat. *paradigma*) in Cândido de Figueiredo, ed., *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, (Venda Nova: Bertrand Editora, 1991, 24.<sup>a</sup> edição).
- [6] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 10.
- [7] Por exemplo, M. Masterman, "The Nature of Paradigm" in Lakatos, Musgrave, eds., *Criticism and the Growth of Knowledge* (New York: Cambridge University Press, 1974) identifica 21 significados diferentes para o conceito de paradigma.
- [8] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 182.
- [9] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 187.
- [10] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 38.
- [11] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 83.
- [12] Ronald N. Giere, "A Natureza da Ciência — Uma perspectiva iluminista pós-moderna", *Colóquio Ciências* 6 (1989).
- [13] Paul Hoyningen-Huene, *Reconstructing Scientific Revolutions—Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1993), pp. 223-236.
- [14] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 64.
- [15] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 77.
- [16] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 94.
- [17] Kuhn, *Tensão Essencial* (ref. 1), pp. 327-336.
- [18] Kuhn, *Tensão Essencial* (ref. 1), p. 330. Para Kuhn, a ciência extraordinária está associada aos períodos de crise e de revolução.
- [19] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 162.
- [20] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 102.
- [21] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 166.
- [22] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 169.
- [23] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 169.
- [24] Giere, "Natureza da Ciência" (ref. 13), p. 75.

Margarida Fragoso é licenciada em Física pela FCUL e está a concluir uma pós-graduação em "Engenharia de Qualidade de Equipamentos Médicos" na Escola Nacional de Saúde Pública. Ricardo Laranjeira e Olga Santo são alunos do 4.<sup>o</sup> ano da licenciatura em Física do Departamento de Física da FCUL. Ana Simões é doutorada em História e Filosofia das Ciências pela Universidade de Maryland, College Park, USA (1993) é actualmente professora auxiliar do DFFCUL.

## III Iberian Joint Meeting on Atomic and Molecular Physics

May 4-7, 1998

Mira, Portugal

The meeting is organized under the auspices of the Iberian Physical Societies: Sociedade Portuguesa de Física and Real Sociedad Española de Física. It is sponsored by Fundação para a Ciência e Tecnologia, Fundação Calouste Gulbenkian, FCTUC — Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra and Departamentos de Física e Química da FCTUC, among other Institutions.

**Scope and programme:** The scientific programme will consist of invited lectures and poster communications covering all areas of atomic and molecular physics.

### PRE-REGISTRATION

(Deadline: Decembre 15, 1997)

**Organizing Committee:** A. J. C. Varandas, M. S. S. C. P. Leite, M. F. O. P. Santos, M. M. F. R. Fraga, J. M. C. Marques, S. P. J. Rodrigues.

**Scientific Committee:** A. Aguilar, F. Castaño, G. Delgado-Barrio, M. S. S. C. P. Leite, J. P. Marques, A. C. Moutinho, I. Nebot-Gil, A. J. C. Varandas.

### CORRESPONDENCE

IBER98 — Secretariado a/c Cláudia Martins, Química Teórica & Computacional, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, P-3049 Coimbra Codex, Portugal. Tel.: 351.39.852080; Fax: 351.39.27703; E-mail: iber98@cygnus.ci.uc.pt.