

# RECORDANDO THOMAS S. KUHN (1922-1996)

## II – O Historiador 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

### Introdução

Foi no decurso da sua actividade docente como assistente, e enquanto preparava o seu doutoramento em física, que Kuhn se começou a interessar por história e filosofia das ciências. Então em Harvard, o químico e presidente da universidade J. B. Conant encarregou-o de dar um curso de ciências para alunos de humanidades com base em episódios da história das ciências. Foi assim que Kuhn abriu pela primeira vez a *Física* de Aristóteles, e se deparou com ideias acerca da mudança, do movimento e da matéria que pertenciam a um outro "universo", que inicialmente lhe pareceu totalmente errado. Mais tarde, Kuhn descobriu que, vista no contexto do seu tempo e analisada nos seus próprios termos, a física aristotélica não era "má física", era simplesmente uma física diferente.

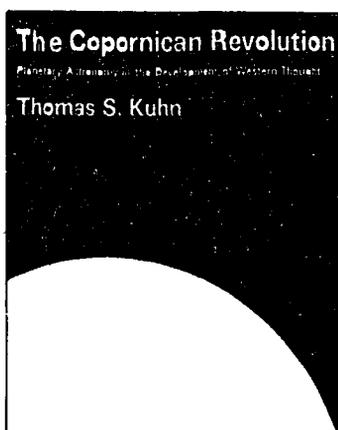
A partir desse momento, o fascínio de Kuhn pela leitura das fontes originais não mais parou assim como a sua constante chamada de atenção para a importância de uma análise contextual em história das ciências, na qual o historiador devia tentar esquecer o presente e privilegiar o estudo do passado nos seus próprios termos, não esquecendo que muitos termos técnicos têm actualmente significados diferentes dos que lhes foram atribuídos no passado. Num artigo intitulado "History of Science" publicado em 1968 na revista *International Encyclopedia of the Social Sciences*, Kuhn expunha "os princípios da nova abordagem historiográfica internalista": na medida do possível o historiador deve pôr de lado a ciência que conhece, e reaprendê-la através dos livros de texto e das revistas do período que estuda, tentando pôr-se na

pele dos cientistas cujas contribuições está a analisar.

Ao lidar com inovadores, o historiador deve tentar pensar como eles. Reconhecendo que, em geral, os cientistas adquirem fama por resultados que não pretenderam encontrar, deve indagar que problemas elaboraram e como é que estes se tornaram problemas para eles. Reconhecendo que uma descoberta é raramente aquela atribuída ao seu autor em textos futuros (objectivos pedagógicos inevitavelmente alteram uma narrativa), o historiador deve perguntar-se o que é que o seu sujeito pensou estar a descobrir e o que considerou ser a base dessa descoberta. Neste processo de reconstrução o historiador deve prestar uma atenção particular aos erros aparentes do seu sujeito, não em si mesmos, mas porque revelam mais acerca da mente em funcionamento do que as passagens nas quais um cientista regista um resultado ou argumento que a ciência actual ainda retém<sup>1</sup>.

### A revolução Copernicana

No contexto anglo-americano, aquela que ficou para a posteridade conhecida por revolução copernicana floresceu no seio de uma história das ideias da Revolução Científica à boa maneira de Alexandre Koyré, e graças, em particular, ao livro de Kuhn *The Copernican Revolution*. Este episódio consubstancia três aspectos fundamentais da Revolução Científica centrados nos domínios da astronomia, física e filosofia natural. Na astronomia, operou-se uma inversão dos



#### Contextualismo

#### Factores internos

#### Revolução Copernicana

#### O primeiro princípio da termodinâmica

#### A descoberta dos quanta

papéis relativos da Terra e do Sol e substituiu-se a descrição dos movimentos planetários em termos de combinações de movimentos circulares e uniformes (epiciclos, deferentes, excêntricas e ponto equanto ptolomaico) por uma descrição baseada na aplicação da lei física da gravitação universal. Na física, substituiu-se a física qualitativa e finalista aristotélica, com a sua divisão entre mundo sub-lunar e supra-lunar, a sua hierarquia de lugares naturais, os movimentos naturais e violentos, por uma física quantitativa baseada na quantificação das chamadas "qualidades primárias" da matéria. Na filosofia natural, operou-se a transição do cosmo geocêntrico integrado no cristianismo para um universo heliocêntrico infinito, uniforme e quase vazio.

Nesta reflexão, Kuhn chamaria a atenção para as características conservadoras de Copérnico, que via como o último dos astrónomos da antiguidade, ao continuar apegado à circularidade uniforme, e não como o primeiro dos modernos. Em certa medida, Kuhn falharia na sua análise do contexto astronómico em que Copérnico se moveu, ao identificar uma crise que muitos historiadores da astronomia, entre os quais Owen Gingerich<sup>2</sup>, negam ter existido. Com efeito, na *Revolução Copernicana*, Kuhn referiria as discrepâncias entre a teoria e as observações como factores puramente racionais que justificariam o despoletar de um período de crise e a transição para a proposta inovadora de Copérnico.

Muitas foram as variantes do sistema ptolomaico para além daquela contida no *Almagesto* de Ptolomeu, e algumas delas atingiram uma considerável precisão na previsão das posições planetárias. Mas, invariavelmente, a precisão foi conseguida à custa da complexidade — a adição de mais epiciclos menores ou outros artificios — e a complexidade crescente conduziu apenas a uma melhor adequação aos movimentos planetários, e não a qualquer finalidade. Nenhuma versão do sistema conseguiu realmente passar o teste de mais observações refinadas, e este falhanço, em combinação com o desaparecimento total da economia conceptual que tornara tão convincentes as versões mais grosseiras do universo das duas esferas, conduziu à Revolução Copernicana<sup>3</sup>.

Kuhn, que no futuro seria tão duramente criticado pela introdução de elementos irracionais na análise do processo científico, parecia a Gingerich ter sucumbido a uma crise de hiper-racionalismo! Tal como Kuhn já destacara, Gingerich reitera que as discrepâncias entre teoria e observações não ficaram porém resolvidas com o sistema copernicano e que, para Copérnico, as vantagens do seu sistema eram de ordem estética e não de ordem observacional. Com efeito, Kuhn já chamara a atenção para a influência possível das correntes neoplatónicas e neopitagóricas na transição do geocentrismo para o heliocentrismo. Kuhn sabia bem quanto pode ser importante a influência do meio intelectual e cultural em que o cientista se move.

O Neoplatonismo completou o estádio conceptual da Revolução Copernicana... Para uma revolução astronómica este é um estádio enigmático pois assenta em tão poucas propriedades astronómicas. A sua ausência, contudo, é o que torna o contexto importante. As inovações em ciência não precisam de responder a novidades no seio da própria ciência. Nenhuma descoberta astronómica fundamental, nenhuma nova observação astronómica persuadiu Copérnico da inadequação da astronomia antiga ou da necessidade de mudança. Até meio século após a morte de Copérnico, nenhuma alteração potencialmente revolucionária ocorreu nos dados ao dispor dos astrónomos. Qualquer tentativa de identificar o momento em que a Revolução ocorreu e os factores que a despoletaram deve ser, portanto, procurada fora da astronomia, no contexto do meio intelectual alargado em que os seus praticantes se moviam<sup>4</sup>.

Assim, Kuhn sugeria que factores de ordem externa teriam conduzido Copérnico a propor a inversão dos papéis da Terra e do Sol. Mas também aqui Kuhn seria criticado, agora por ter encontrado fora da astronomia o motivo para uma mudança que um outro historiador pensava situar-se no contexto dos problemas técnicos da própria astronomia matemática<sup>5</sup>.

### **A génese do 1.º princípio da Termodinâmica**

Além das contribuições que deu para o estudo da Revolução Científica, na primeira fase da sua carreira Kuhn debruçou-se também sobre a física do século dezanove, e em especial sobre a termodinâmica. Numa polémica que passou pelas páginas do *American Journal of Physics*, uma revista que desde sempre publicou artigos dirigidos a professores de física, muitas vezes escritos numa perspectiva histórica, Kuhn opôs-se ao químico-físico V. K. La Mer na análise da obra de Sadi Carnot. Mais uma vez defendia que a história das ciências devia ser feita numa perspectiva contextual e, nesse sentido, a sua investigação levou-o a concluir contra La Mer que nas *Refléxions sur la Puissance Motrice du Feu*<sup>6</sup> Carnot ainda usava a teoria do fluido calórico, conquanto em manuscritos posteriores viesse a abandoná-la. Nesta controvérsia, Kuhn discutia também implicitamente os objectivos da história das ciências e o papel que nela podiam ter os cientistas (por oposição aos historiadores da ciência). La Mer advogava uma posição de tipo anacrónico ao olhar o passado duma perspectiva puramente presentista, que devia servir além do mais funções essencialmente pedagógicas.

Ficava claro que, para Kuhn, só com uma formação científica sólida podia o historiador contribuir para a interpretação do passado, procurando nos textos originais

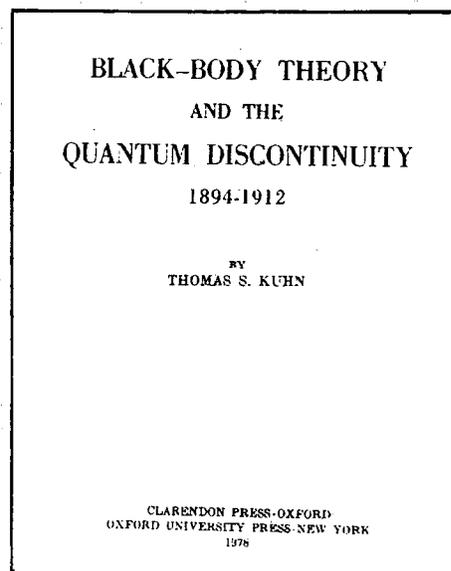
o significado que certos conceitos tinham desempenhado para um determinado autor. Dum ponto de vista historiográfico, o contextualista e internalista Kuhn actuaria de forma bem diferente das consequências que seriam imputadas à *Estrutura das Revoluções Científicas*, ao abrir o caminho para o programa forte da sociologia das ciências e alguns dos excessos cometidos na área dos "Estudos Sociais da Ciência," recentemente postos a nu pela publicação do artigo-embuste do físico Alan Sokal sobre "Hermenêutica da Gravitação Quântica" na revista de sociologia das ciências *Social Text*, e ao qual se seguiu uma acérrima polémica...

Noutro raro momento em que Kuhn se afastou de uma leitura puramente internalista, no artigo "A Conservação da Energia como um exemplo de descoberta simultânea"<sup>7</sup> apresentado em 1957 na Conferência sobre "Critical Problems in the History of Science" que decorreu em Madison, Wisconsin, USA, Kuhn recorria a considerações de ordem externa para entender o contexto em que tinha sido formulado o primeiro princípio da Termodinâmica. Para a historiografia tradicional da Física, a formulação da primeira lei da Termodinâmica constituía possivelmente o mais notável exemplo das chamadas descobertas simultâneas: após o longo reinado da teoria do calórico, a cujas capacidades explicativas se não dava, em geral, o merecido relevo, o aparecimento do princípio da conservação da energia teria resultado das contribuições de três ou quatro homens (Joule, Helmholtz, Mayer e porventura Colding) que, independentemente, por razões diversas e nem sempre fáceis de entender, se teriam apercebido dessa grande verdade.

Kuhn mostraria que já muito antes uma boa dezena de cientistas tinham expresso sob formas diferentes teses conducentes à descoberta do primeiro princípio e que, para mais, os quatro pretensos autores da celebrada descoberta simultânea fariam no início afirmações tão diferentes para nem eles próprios se aperceberam de que estavam afinal a dizer coisas concordantes. Da consideração de casos particulares à afirmação de um princípio abstracto e universal de conservação, desde as formulações meramente qualitativas às determinações quantitativas, melhores ou piores, do equivalente mecânico da caloria, das teses de cariz filosófico até às extrapolações de índole científica, é possível encontrar na génese do primeiro princípio um pouco de tudo. Mas a própria diversidade das abordagens que afinal convergiram na ideia geral da conservação levanta desde logo a questão fundamental de identificar os factores responsáveis por uma tal confluência de propósitos.

Em suma, embora a expressão "descoberta simultânea" aponte para o problema central desta comunicação, não o decreeve, se a tomarmos em sentido literal. Mesmo para o historiador familiarizado com os conceitos de conservação da energia, os pioneiros não comunicam

todos a mesma coisa. Na época, muitas vezes não comunicavam absolutamente nada uns aos outros. O que vemos nos seus trabalhos não é realmente a descoberta simultânea da conservação da energia. É antes a emer-



gência rápida e, muitas vezes, desordenada dos elementos experimentais e conceptuais a partir dos quais essa teoria em breve se iria constituir. São estes elementos que nos preocupam. Sabemos porque estavam ali: a energia é conservada; a natureza comporta-se assim. Mas não sabemos porque razão esses elementos se tornaram de súbito acessíveis e reconhecíveis. Eis o problema fundamental desta comunicação. Porque razão, nos anos 1830-1850, tantas experiências e conceitos necessários a uma afirmação completa da conservação da energia se encontravam tão perto da superfície da consciência científica?<sup>8</sup>

Desde os começos do século dezanove, lembrava Kuhn, uma intrincada rede de conexões se estabeleceria entre domínios díspares da física, consequência directa da observação de numerosos processos de conversão entre diferentes formas de energia. Decerto, a ideia de conversão era apenas um passo, ainda que um passo significativo, no caminho que levava a um princípio de conservação. Mas, segundo Kuhn, dois outros factores, e estes de ordem externa, um tecnológico e outro cultural, desempenharam aqui um papel decisivo. Um deles foi o desenvolvimento e matematização do conceito de trabalho mecânico, o qual iria ser utilizado na análise dos fenómenos ocorrentes nas máquinas térmicas. Alguns dos nomes associados à génese do primeiro princípio eram engenheiros interessados sobretudo pelo estudo da eficiência de tais máquinas (Lazare Carnot, Séguin,

Holtzmann e Hirn). Mas o outro factor, e não menos importante, proviria de um quadrante completamente diferente. Teria resultado da influência da *Naturphilosophie*, essa ideologia romântica difundida pelas universidades alemãs, nas quais todos os alunos eram então familiarizados com os problemas metafísicos das várias "*Weltanschauungen*" ("concepções do mundo"), com a epistemologia de Kant ou as controvérsias mecanicismo-vitalismo. Ora a *Naturphilosophie* insistia fortemente na unidade profunda de todos os fenómenos naturais, fossem eles físicos, químicos ou biológicos, e essa ideia de que as forças "vitais" deviam ter o mesmo estatuto que os outros tipos de força perpassa na obra de Mayer, um médico, ou na de Helmholtz, um fisiologista de formação, para quem as forças vitais são, como quaisquer outras conservadas na natureza. A influência dessa metafísica é igualmente detectável nos escritos de Mohr, de Grove, de Faraday ou de Liebig.

A atitude "conservadora", preponderantemente internalista, de Kuhn enquanto historiador das ciências, mais uma vez perpassa as suas contribuições na área da história da física quântica. É difícil aqui não deixar de recordar a afirmação que fez relativamente a Copérnico, e que tão bem a ele próprio se aplica, segundo a qual o *De Revolutionibus* não tinha sido uma obra revolucionária, ainda que viesse a despoletar uma revolução. Na década de sessenta, Kuhn liderou o projecto "Sources for the History of Quantum Physics" que conduziu à constituição do maior arquivo para a história da física deste século contendo microfilmes de manuscritos, cartas, notas e outros documentos, e um enorme conjunto de transcrições de entrevistas com a maior parte dos físicos envolvidos na génese da física quântica e que, nesta altura, estavam em vias de desaparecer.<sup>9</sup> Niels Bohr, por exemplo, morreria entre duas entrevistas conduzidas pelo próprio Kuhn. O exemplo iniciado neste projecto estabeleceu novos padrões, diríamos mesmo um novo paradigma, para a historiografia da ciência. O Centro para a História da Ciência, da Niels Bohr Library no American Institute of Physics, tem continuado esse trabalho de documentação da história da física contemporânea.

## A descoberta dos quanta

Um dos trabalhos mais interessantes de Kuhn no domínio da história da física, e talvez o mais injustamente esquecido, foi o livro *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912*<sup>10</sup> em que Kuhn analisava o período que precedeu imediatamente o contemplado nos arquivos. Nele punha a questão de saber quem descobriu os quanta: Planck ou Einstein? O relato habitual atribuía essa honra a Planck, mas de acordo com a nova tese tinham sido Einstein (com a explicação do efeito fotoeléctrico) e Ehrenfest (com a rederivação da fórmula para a distribuição da densidade da radiação do

corpo negro) a reconhecer pela primeira vez no período 1905-1906 que a derivação dessa fórmula exigia que se restringisse a energia dos "ressoadores" a múltiplos inteiros de *hν*. Alguns físicos só após a adopção desta ideia por H.A. Lorentz em 1908 a viriam também a aceitar.

Como sempre no começo de um grande projecto de investigação, o tempo ao meu dispor parecia imenso, e por isso não iniciei o meu trabalho pela leitura dos artigos famosos de Planck de 1900 e de 1901, artigos que já tinha lido várias vezes e que pensava perceber. Comecei pelo trabalho anterior de Planck sobre o corpo negro publicado a partir de 1895.

Este programa de leitura teve, para mim, um efeito extraordinário. Tendo assimilado a teoria clássica de Planck do corpo negro, já não era capaz de entender os primeiros artigos quânticos da maneira como eu e outros os tínhamos lido até então. Eles não representavam, via-o agora, um novo começo, uma tentativa de fornecer uma teoria completamente nova. Ao contrário, tentavam preencher uma falha identificada na derivação da teoria antiga de Planck. Em particular, os argumentos dos primeiros artigos quânticos de Planck não punham quaisquer restrições, lia eu agora, à energia dos ressoadores hipotéticos que o autor introduzira para equilibrar a distribuição da energia do campo de radiação do corpo negro. Os ressoadores de Planck, concluí, absorviam e emitiam energia continuamente a uma taxa governada precisamente pelas equações de Maxwell. A teoria continuava a ser clássica.

Pouco tempo depois descobri que o mesmo ponto de vista clássico era desenvolvido, mas de forma bem mais clara, na primeira edição do conhecido livro de Planck *Lições sobre a teoria da radiação térmica* proferidas no inverno de 1905-1906 e publicadas na primavera seguinte. Até meados de 1906, nenhuma restrição na energia permitida classicamente ou descontinuidades no processo de emissão ou de absorção se podiam encontrar no trabalho de Planck. Estas eram, contudo, as novidades conceptuais charneira que nos acostumámos a associar ao quantum, e que tinham sido invariavelmente atribuídas a Planck e localizadas no seu trabalho do final de 1900. Só depois de estudar o tratamento detalhado da teoria de Planck nas *Lições* de 1906 me convenci que estava agora a ler correctamente os seus primeiros artigos quânticos e que eles não pressupunham ou implicavam a descontinuidade quântica<sup>11</sup>.

Mais uma vez a análise do trabalho de Planck no contexto da física da sua época (1890s) e das preocupações do próprio Planck, ao esclarecer quais os problemas, os métodos e as hipóteses que constituíam o

seu programa de investigação, levava Kuhn a concluir que, em 1900, Planck não se referia a uma descontinuidade física mas recorria apenas a um "artifício matemático". Kuhn argumentava que Planck dividiu o contínuo de energia em células de dimensão  $\epsilon$ , mas esta restrição não foi entendida como uma restrição na energia dos "ressoadores", mas como uma restrição no tamanho das células.

Três tipos de evidência jogam a favor desta reinterpretação. Por um lado, o trabalho de Planck aparece como consequência de um trajecto mais lógico e de uma evolução mais contínua. Por outro lado, permite eliminar algumas inconsistências nas publicações à cerca da teoria do corpo negro, nomeadamente a ambivalência tardia (1900 a 1906) de Planck à cerca da física quântica. Finalmente, as afirmações de Planck do período 1908-1909 indiciam uma mudança radical de atitude. Esta tese é secundada pelas afirmações de Planck na lição Nobel e na sua *Autobiografia Científica*. No discurso que proferiu quando recebeu o prémio Nobel, Planck referiu que apenas duas alternativas eram possíveis após a introdução da constante  $h$ , o famoso quantum de acção: ou se considerava que "o quantum de acção era uma quantidade fictícia" ou que "o quantum de acção devia desempenhar um papel fundamental na física". Esta última escolha tinha ficado a dever-se, quanto a ele, ao "incansável trabalho de todos aqueles que utilizaram o quantum de acção nas suas investigações". E, em seguida, Planck atribuía o crédito a Einstein ao ter dado o primeiro passo nesse sentido e reservava para a sua contribuição o estatuto de "malabarismo matemático"<sup>12</sup>. Na *Autobiografia Científica*, Planck afirmara menos distintamente ter "imediatamente tentado interpretar a constante  $h$  no contexto da teoria clássica"<sup>13</sup>. A questão é, contudo, difícil de esclarecer do ponto de vista do historiador pois que todos os manuscritos de Planck desapareceram num ataque aéreo durante a segunda guerra mundial. Por isso mesmo, Kuhn baseava inteiramente a sua análise na leitura dos artigos e livros publicados por Planck no período que vai de 1894 até 1912.

A recepção do último livro de Kuhn foi bastante fria. Muitos esperavam ver nela uma ilustração mais explícita das teses da *Estrutura das Revoluções Científicas*. Muitos revelaram-se incapazes de acompanhar o raciocínio de Kuhn que pressupunha um conhecimento profundo da física daquele período. Outros simplesmente não aceitaram a nova tese. Porquê admitir que num período de transição entre dois paradigmas as ideias de Planck eram completamente coerentes? Mesmo que em 1906 Planck recusasse e se recusasse a aceitar a descontinuidade isso não era prova de que não acreditava nela em 1900. Afinal de contas, Kuhn sugeria uma reinterpretação plausível dos acontecimentos que considerava ser a melhor interpretação compatível com os documentos existentes. E em história, como em muitas outras disciplinas, não há certezas, há apenas interpretações mais ou menos plausíveis.

## NOTAS

- 1 KUHN, Thomas S. — «History of Science», *International Encyclopedia of the Social Sciences*, 14 (1968), pp. 74-83. Traduzido em KUHN — *Tensão Essencial* (ref. 1), pp. 143-166, pp. 148-149.
- 2 GINGERICH, Owen — «"Crisis" versus Aesthetic in the Copernican Revolution», *Vistas in Astronomy*, 17 (1975), pp. 85-94.
- 3 KUHN — *Copernican Revolution* (ref. 1), p. 74.
- 4 KUHN — *Copernican Revolution* (ref. 1), p. 132.
- 5 SWERDLOW, N. M. — «Pseudodoxia Copernicana», *Arch. Int. Hist. Sci.*, 26 (1976), pp. 108-158.
- 6 CARNOT, Sadi — *Reflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur les Machines propres a developper cette Puissance* (Paris: Bachelier, 1824).
- 7 KUHN, Thomas S. — «Energy Conservation as an example of simultaneous discovery», in *Critical Problems in the History of Science* (Madison: University of Wisconsin Press, 1959). Traduzido em KUHN — *Tensão Essencial* (ref.1), pp. 101-141.
- 8 KUHN — *Tensão Essencial* (ref.1), p. 107.
- 9 KUHN, T. S.; HEILBRON, J. L.; FORMAN, P.; ALLEN, L. — *Sources for the History of Quantum Physics. An Inventory and Report*. (Philadelphia: The American Philosophical Society, 1976).
- 10 KUHN, Thomas S. — *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912* (New York: Oxford University Press, 1978).
- 11 KUHN — *Black-Body Theory* (ref. 37), p. viii.
- 12 PLANCK, Max — «The Genesis and Present State of Development of the Quantum Theory», in *Nobel Lectures, 1901-1921* (Amsterdam: Elsevier, 1967), pp. 407-420.
- 13 PLANCK, Max — *Scientific Autobiography and Other Papers* (New York: Philosophical Library, 1949; original 1948), pp. 13-51, p. 44.

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 dos 4.º 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.