

e positivista. Assim sendo, não seria essencial rever todos esses valores e ideais, e o sistema de idéias de que eles faziam parte, já que de qualquer modo estava ocorrendo uma "reavaliação de todos os valores"? Tais reflexões foram se multiplicando à medida que o velho século ia chegando ao fim. A única ideologia de peso que continuou firmemente ligada à idéia de ciência, razão e progresso do século XIX foi o marxismo, não afetado pela desilusão em relação ao presente porque esperava ansiosamente o futuro triunfo justamente daquelas "massas" cuja irrupção causou tanto desconforto aos pensadores de classe média.

As próprias questões científicas desenvolvidas, que quebraram os moldes das explicações estabelecidas, faziam parte desse processo geral de expectativas transformadas e invertidas que é encontrado, à época, em todos os lugares onde homens e mulheres, em sua vida pública ou privada, enfrentaram o presente e o compararam às suas próprias expectativas ou às de seus pais. Será lícito supor que em tal ambiente os pensadores pudessem estar mais dispostos que em outras épocas a questionar os caminhos estabelecidos do intelecto, a pensar, ou ao menos a ponderar, o que até então era impensável? Ao contrário do início do século XIX, as revoluções cujos ecos podiam em certo sentido ser encontrados nos produtos da mente não estavam ocorrendo de fato, mas antes deveriam ser esperadas. Estavam implícitas na crise de um mundo burguês que simplesmente não podia mais ser compreendido em seus velhos e mesmos termos. Olhar o mundo de outro modo, mudar o próprio ponto de vista não era apenas mais fácil. Foi o que, de uma forma ou de outra, a maioria das pessoas de fato teve que fazer em suas vidas.

Entretanto, essa sensação de crise intelectual era um fenômeno estritamente minoritário. Entre os que tinham formação científica, imagina-se que essa sensação ficou restrita a poucas pessoas diretamente envolvidas com a falência da maneira de encarar o mundo do século XIX, e dentre elas nem todas o sentiram agudamente. Os dados envolvidos eram exíguos, pois mesmo onde a formação científica se expandira dramaticamente — como na Alemanha, onde o número de estudantes de ciências se multiplicou por oito entre 1880 e 1910 — eles ainda eram da ordem dos milhares e não de dezenas de milhares.²⁹ E a

maioria deles se dirigia à indústria ou a atividades docentes bastante rotineiras, onde era pouco provável que se preocupassem muito com a falência da imagem estabelecida do universo. (Um terço dos diplomados em ciência na Grã-Bretanha em 1907-1910 se dedicavam basicamente ao ensino de primeiro e segundo graus.)³⁰ A posição dos químicos, de longe o maior corpo de cientistas profissionais da época, ainda era marginal à nova revolução científica. Os que sentiram diretamente o terremoto intelectual foram os matemáticos e os físicos, cujo número sequer ainda aumentava muito depressa. Em 1910, as Sociedades de Física da Alemanha e da Grã-Bretanha, juntas, tinham apenas cerca de 700 membros, contra mais de dez vezes esse número nas sociedades associadas de química de ambos os países.³¹

Ademais, a ciência moderna, até em sua aceção mais ampla, continuou restrita a uma comunidade geograficamente concentrada. A distribuição dos novos prêmios Nobel mostra que suas maiores realizações ainda ficavam agrupadas na região tradicional do avanço científico, o centro e o nordeste da Europa. Dos primeiros 76 ganhadores do prêmio Nobel,³² só dez não eram da Alemanha, Grã-Bretanha, França, Escandinávia, Países Baixos, Áustria-Hungria ou Suíça. Apenas três eram mediterrâneos, dois da Rússia e três da comunidade científica dos EUA, em crescimento acelerado porém ainda secundário. Os demais cientistas e matemáticos não europeus se destacavam — por vezes com brilho, como o físico neozelandês Ernest Rutherford — sobretudo através de seu trabalho na Grã-Bretanha. Na verdade, a comunidade científica estava ainda mais concentrada do que esses próprios dados indicam. Mais de 60% de todos os laureados com prêmios Nobel vinham de centros científicos da Alemanha, Grã-Bretanha e França.

Uma vez mais, os intelectuais ocidentais que tentaram elaborar alternativas ao liberalismo do século XIX, a juventude burguesa culta que acolheu Nietzsche e o irracionalismo, constituíam ínfimas minorias. Seus porta-vozes contavam-se a poucas dúzias, seu público era composto essencialmente das novas gerações dos educados nas universidades, que eram, fora dos EUA, uma elite minúscula. Em 1913, havia 14 mil estudantes universitários na Bélgica e na Holanda, para uma população total de 13-14 milhões de habitantes; 11.400 na Escandinávia (fora a

Finlândia) para quase 11 milhões; e até na estudiosa Alemanha, apenas 77 mil para 65 milhões.³¹ Quando os jornalistas falavam da "geração de 1914", normalmente queriam se referir a uma mesa de café cheia de rapazes falando para o círculo de amizades que haviam feito quando entraram para a *École Normale Supérieure* de Paris ou a alguns líderes autoproclamados das modas intelectuais das universidades de Cambridge ou Heidelberg.

Tais dados não devem nos levar a subestimar o impacto das novas idéias, pois os números não são indicadores de influência intelectual. O número total de homens escolhidos para a pequena sociedade de discussão de Cambridge, normalmente conhecida como os "Apóstolos", entre 1890 e a guerra foi de apenas 37; mas entre eles estavam os filósofos Bertrand Russell, G. E. Moore e Ludwig Wittgenstein, o futuro economista J. M. Keynes, o matemático G. H. Hardy e algumas personalidades razoavelmente famosas da literatura inglesa.³² Nos círculos intelectuais russos, o impacto da revolução na física e na filosofia já era tão importante em 1908 que Lenin sentiu a necessidade de escrever um longo livro contra Ernst Mach, cuja influência política entre os bolcheviques ele considerava tão séria quanto pernicioso: *Materialismo e Empiocríticismo*. Seja qual for a nossa visão das opiniões de Lenin sobre ciência, sua avaliação da realidade política era extremamente realista. Ademais, num mundo já formado pela mídia moderna (no dizer de Karl Kraus, satírico e inimigo da imprensa), as noções vulgarizadas das principais mudanças intelectuais não demorariam a ser absorvidas por um público mais amplo. Em 1914, o nome de Einstein não era conhecido fora das famílias dos próprios grandes físicos, mas, no final da guerra mundial, a "relatividade" já era tema de piadas apreensivas nos cabarés da Europa central. No curto lapso da Primeira Guerra Mundial, Einstein se tornara, apesar da total impenetrabilidade de sua teoria para a maioria dos leigos, talvez o único cientista depois de Darwin cujo nome e imagem eram reconhecidos, de maneira geral, pelo público leigo instruído do mundo inteiro.

O Sol dentro de um tubo de ensaio: a história da fusão fria

Quando dois químicos da Universidade de Utah anunciaram à imprensa mundial, no dia 23 de março de 1989, que haviam descoberto a fusão — o poder controlado da bomba de hidrogênio — dentro de um tubo de ensaio, começou o equivalente à corrida do ouro científica. E podia encontrar-se ouro por toda parte — pelo menos em qualquer laboratório bem equipado. Os dois cientistas chamavam-se Martin Fleischmann e Stanley Pons.

O aparelho era bastante simples (ver figura 3.1): um béquer contendo água pesada (parecida com água normal, mas com os átomos de hidrogênio substituídos por hidrogênio pesado, também chamado deutério), um eletrodo de paládio como cátodo e um eletrodo de platina como ânodo. Para servir de condutor, uma pequena quantidade de sal, deuteróxido de lítio, era adicionada à água pesada. Embora essas substâncias não sejam de uso corriqueiro e sejam um tanto caras, qualquer cientista mo-

dermo está familiarizado com elas. Não há nada de especial nesse aparelho. Aplique uma diferença de potencial na célula durante algumas centenas de horas e lá estará o ouro — o poder da fusão. Os átomos de hidrogênio pesado deveriam fundir-se para formar hélio, liberando energia — é assim que o Sol obtém a sua. Os indicadores da fusão eram o calor e subprodutos nucleares como os nêutrons (partículas subatômicas) e pequenas quantidades de trítio, o átomo de hidrogênio superpesado.

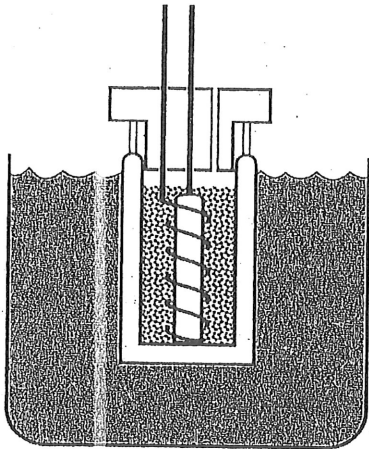


Figura 3.1. Célula de fusão fria

(redesenhada por Steven W. Allison, baseado em Close, 1991, p. 76)

Pons e Fleischmann incluíram uma curiosa provocação no relato da proeza bem-sucedida. Eles advertiram que o experimento somente deveria ser tentado em pequena escala. Uma célula mais antiga explodira misteriosamente, vaporizando o paládio e fazendo um enorme buraco no chão de concreto do laboratório. Por sorte isso aconteceu durante a noite e ninguém se machucou.

O experimento parecia bem simples e o número de cientistas a fim de tentá-lo era grande; muitos puseram mãos à obra. Era maravilhoso poder contar com um experimento de fusão simples e realizável em laboratório, depois de décadas de embaraçosos esforços tentando controlar a fusão quente. Esses esforços haviam custado máquinas de muitos bilhões de dólares e todo sucesso parecia ser impedido por uma falha imprevista. A fusão fria aparentemente oferecia, conforme expressou Martin Fleischmann durante aquela famosa entrevista coletiva à imprensa em Utah, outro caminho — o caminho da ciência mais econômica.

Cientistas do mundo todo, imediatamente, começaram o duelo por informações sobre o experimento. Era difícil conseguir detalhes. Faxes, redes de correios eletrônicos, jornais e TV fizeram a sua parte. Alguns pesquisadores sequer esperaram pelos detalhes; nessa mesma noite, estudantes mais empreendedores do Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) tentaram reproduzir o experimento com base no vídeo de um noticiário de TV, no qual o aparelho era brevemente mostrado. As chances de sucesso desses ensaios não eram grandes, porque ainda não se sabia quais as condições experimentais precisas utilizadas por Pons e Fleischmann. Assim como os experimentos das corridas de vermes discutidos no capítulo 1, os experimentos de fusão fria sofreriam pela aparente simplicidade — inicialmente, antes de os cientistas reconhecerem a complexidade de uma célula eletrolítica de paládio-deutério. Em uma semana, uma fotocópia do manuscrito contendo os detalhes técnicos do experimento ficou disponível. A reprodução do experimento começara para valer. Escassas provisões de paládio eram compradas em grande quantidade e peças de equipamento eram desenterradas de todos os lugares. Muitos varavam a noite tomando conta das suas células eletrolíticas. A ciência não havia visto nada igual; nem tampouco a imprensa mundial que, continuamente, divulgava novos achados e versões atualizadas do andamento das coisas. Era uma ciência por entrevista coletiva, à medida que os

pesquisadores faziam fila para apresentar suas últimas descobertas e previsões à mídia.

Por uns tempos, teve-se a impressão de que a fusão fria era real. Surpreendentemente, na semana seguinte à primeira comunicação à imprensa, ficou claro que existiam não um, mas dois grupos de fusão fria em Utah. O segundo grupo independente pertencia à vizinha Universidade Brigham Young e seus membros também haviam obtido resultados positivos durante os três anos anteriores. Essa equipe, liderada pelo físico Steven Jones, não encontrara excedente de calor, mas detectara a emissão de nêutrons em uma célula de fusão fria (mesmo que em níveis muito inferiores aos relatados por Pons e Fleischmann). Os dois grupos haviam submetido seus resultados à prestigiosa revista científica *Nature*.

A Universidade A&M do Texas logo anunciou à mídia em alerta que também havia observado excedente de calor em células de fusão fria; em seguida veio a notícia de Georgia Tech sobre a detecção de nêutrons. Resultados positivos foram comunicados pela Hungria e outros lugares da Europa oriental. Rumores de experimentos bem-sucedidos chegavam de todos os cantos do mundo científico. Os japoneses, aparentemente, lançavam um grande programa de detecção.

A Universidade de Utah registrou patentes em nome de Pons e Fleischmann. Na realidade, parte da razão do comunicado à imprensa ter precedido a publicação dos resultados em um artigo científico (uma quebra da etiqueta científica que seria usada contra os cientistas) foi a preocupação da Universidade de Utah em garantir prioridade ao seu grupo e não ao da Universidade Brigham Young. Utah parecia decidido a tornar-se o Estado da corrida do ouro, com o legislativo deliberando e votando a favor de cinco milhões de dólares de investimento na proeza da fusão fria. O Congresso foi abordado na tentativa de obter mais 25 milhões. Até mesmo o presidente Bush recebia avaliações contínuas sobre os progressos.

Foi então que começaram a surgir dúvidas. Transpirou que o Georgia Tech havia cometido um erro; seu detector de nêutrons resultou ser sensível ao calor. Atribuiu-se o excedente de calor medido na Universidade A&M do Texas a um dispositivo sensível à temperatura indevidamente aterrado. Grupos do MIT e laboratórios norte-americanos como Lawrence Livermore e Oak Ridge não estavam detectando nada. O artigo de Pons e Fleischmann foi misteriosamente retirado da revista *Nature*. O congresso decidiu suspender, temporariamente, os 25 milhões de dólares.

No encontro da Sociedade Americana de Física, realizado em Baltimore durante o mês de maio daquele ano, com o circo da mídia sempre presente, as críticas chegaram a um clímax. Um grupo do MIT alegou que Pons e Fleischmann haviam interpretado incorretamente a evidência sobre os nêutrons; outro grupo do prestigiado Cal Tech (Instituto de Tecnologia da Califórnia) relatou em detalhes suas tentativas de reproduzir os achados, todas sem sucesso, e levantou dúvidas sobre a precisão das medidas de excedente de calor de Utah; por fim, um teórico do Cal Tech declarou que a fusão fria era teoricamente muito improvável e acusou Pons e Fleischmann de interpretações errôneas e de incompetência. O par da Universidade de Utah não se encontrava presente no encontro para poder se defender, mas Steven Jones, do outro grupo de fusão fria de Utah, estava lá. Infelizmente para Pons e Fleischmann, até mesmo Jones tratou o trabalho com reservas, alegando também ter dúvidas quanto às medidas de excedente de calor.

Para a maioria da comunidade de físicos reunida e um tanto descrente em relação ao poder dos químicos em derrubar pressupostos bem arraigados sobre física de fusão, isso já havia passado dos limites. O ouro tornou-se o metal precioso dos tolos ou pelo menos é assim que a história é conhecida. Segundo veremos, como na maioria dos episódios analisados neste livro, há bem mais a ser dito, muito mais.

Chegando à fusão pela ciência mais econômica

É possível montar um gráfico sobre a ascensão e queda da fusão fria a partir do preço do paládio. No dia 23 de março de 1989, logo antes do comunicado da descoberta, o paládio valia US\$ 145,60 a onça. Por volta de maio de 1989, no auge do frenesi da fusão fria, esse valor havia disparado para US\$ 170. Os preços despencaram depois do encontro de Baltimore. A partir dessa data (outubro de 1992), o preço caiu para US\$ 95 a onça.

Foi o paládio, ou melhor, uma propriedade do paládio, que deu impulso à pesquisa sobre fusão fria. Sabe-se que esse elemento metálico tem uma capacidade surpreendente de absorver vastas quantidades de hidrogênio. Se uma amostra de paládio for carregada com o máximo de hidrogênio que puder absorver, então a pressão dentro da sua rede cristalina aumentará enormemente. Talvez fosse possível, a pressões altas, vencer a barreira normal de carga positiva (conhecida por barreira de Coulomb) que impede a aproximação dos núcleos até a fusão. Era um palpite um tanto improvável, mas outros cientistas antes de Pons e Fleischmann haviam tentado causar a fusão de átomos de hidrogênio dessa maneira.

Nos anos 1920, logo após a descoberta da estrutura atômica da matéria, dois químicos alemães, trabalhando na Universidade de Berlim, procuraram chegar à fusão de hidrogênio usando paládio. Fritz Paneth e Kurt Peters não estavam interessados no processo como fonte de energia e sim no seu produto, o hélio, utilizado em dirigíveis. A indústria alemã buscava urgentemente novas maneiras de obter hélio, porque os Estados Unidos, o principal fornecedor comercial, recusava-se a vendê-lo à Alemanha depois da Primeira Guerra Mundial. Paneth e Peters, conhecendo a afinidade do paládio pelo hidrogênio, iniciaram um experimento em que hidrogênio era passado sobre paládio incandescente. Eles alegaram ter detectado a presença de pequenas

quantidades de hélio mas, infelizmente, descobriram mais tarde que sua provável fonte era o gás já absorvido nas paredes de vidro do próprio aparelho. Não obstante, o trabalho de ambos teve continuidade com outro cientista e inventor: John Tandberg, um sueco que trabalhava no Laboratório da Corporação Electrolux, em Estocolmo.

As idéias de Tandberg foram incrivelmente parecidas com as de Pons e Fleischmann 60 anos mais tarde ou pelo menos assim parece em retrospectiva. Em 1927, Tandberg entrou com um pedido de patente para um dispositivo que visava fabricar hélio pela eletrólise da água, usando um cátodo de paládio. Nesse aparelho, o hidrogênio produzido no cátodo penetraria a rede cristalina do paládio e, então, sob as enormes pressões induzidas pela absorção, sofreria fusão e geraria hélio. Essa era a intenção. A única diferença substancial entre o dispositivo de Tandberg e o aparelho montado, posteriormente, por Pons e Fleischmann, era o uso de água leve como eletrólito. A patente de Tandberg foi rejeitada sob a alegação de falta de detalhamento na descrição da invenção. Contudo, depois da descoberta do deutério (nos anos 1930), Tandberg deu prosseguimento ao trabalho, tentando produzir fusão em uma rede de paládio que havia sido eletroliticamente saturada com esse isótopo de hidrogênio. Parece que ele não foi muito bem sucedido no que diz respeito à obtenção de hélio.

Pons e Fleischmann não estavam a par desses trabalhos mais antigos quando iniciaram seus experimentos, em 1984. Martin Fleischmann é considerado um dos eletroquímicos mais ilustres da Grã-Bretanha. Stanley Pons (norte-americano) visitou a Universidade de Southampton para fazer seu doutoramento em 1975 e foi assim que os dois se conheceram. Fleischmann, que ocupava a cadeira Faraday como professor titular de eletroquímica em Southampton, tinha a reputação de pesquisador que gosta de fazer ciência de alto risco, dedicando-se a idéias e abordagens arrojadas e inovadoras. De fato, ele construíra sua

carreira com esse tipo de trabalho e alguns dos riscos haviam valido a pena. Fleischmann foi autor de várias descobertas importantes, cujo reconhecimento tornou-se evidente na sua eleição como membro da Royal Society, em 1986.

A razão de Fleischmann estar em Utah em 1989 dizia respeito à primeira-ministra britânica, Margaret Thatcher. Devido aos cortes de verbas destinadas às universidades inglesas, ordenados por Thatcher em 1983, Fleischmann viu-se forçado a uma aposentadoria antecipada na Universidade de Southampton (onde manteve um cargo não remunerado); passou então a atuar como pesquisador independente e juntou-se a Pons, que nesse meio tempo tornara-se um cientista produtivo por mérito próprio e ocupava uma cátedra no departamento de química da Universidade de Utah. Pons tinha 46 anos de idade e Fleischmann 62 quando anunciaram a descoberta. Pons também era conhecido pelos seus empreendimentos bem-sucedidos em ciência de alto risco. Ambos estavam perfeitamente cientes de que a fusão fria era um palpite improvável. No começo financiaram seus experimentos com cem mil dólares do próprio bolso, esperando detectar, quando muito, quantidades bem pequenas de trítio e, possivelmente, alguns nêutrons. Os níveis de excedente de calor que observaram foram uma surpresa total.

A participação de Jones

A comunicação do dia 23 de março de 1989 não pode ser compreendida sem que se faça referência ao trabalho do outro grupo de Utah, liderado por Steven Jones, na Universidade Brigham Young. Embora desconhecendo o trabalho de Pons e Fleischmann, a comunidade científica acompanhara os avanços de Jones por vários anos. Em 1982, Jones e seus colegas haviam dado início a uma grande tentativa experimental, buscando encontrar fusões desencadeadas por partículas subatômicas

geradas no acelerador de partículas de Los Alamos. Eles haviam encontrado muito mais evidências dessas fusões do que a teoria os fizera presumir, mas não o suficiente para produzir uma fonte de energia viável. Assim como a pesquisa sobre a fusão quente, a fusão induzida por partículas foi um passo frustrante, pois não levou a um excedente de energia suficiente para exploração comercial.

Jones passara a considerar de que maneira pressões altas poderiam favorecer a fusão de isótopos de hidrogênio. O grande avanço no seu raciocínio se deu em 1985, quando Paul Palmer, geofísico da Brigham Young, chamou-lhe a atenção para o excesso anormal de hélio pesado (hélio 3) nas proximidades de vulcões. Palmer e Jones conjecturaram que uma possível explicação disso seria uma fusão fria induzida no interior da Terra por fatores geológicos, agindo sobre deutério presente em água comum.

O grupo da Brigham Young resolveu explorar a idéia tentando reproduzir os processos geológicos em laboratório. Eles procuravam um metal cujas quantidades ínfimas em uma rocha poderiam servir de catalisadores da fusão. Construíram uma célula eletrolítica basicamente parecida com a de Tandberg e testaram eletrodos de vários materiais. Em pouco tempo também decidiram que o paládio, com sua capacidade de absorver hidrogênio, era o melhor candidato. Construíram um detector de baixos níveis de nêutrons para medir qualquer fusão em andamento e, em 1986, começaram a observar nêutrons a uma velocidade marginalmente superior aos níveis basais. Por volta de 1988, utilizando agora um detector melhorado, acreditaram ter, definitivamente, conseguido evidências da emissão de nêutrons.

Jones conduziu sua pesquisa sem saber dos empreendimentos semelhantes da universidade vizinha, também em Utah. Ele ficou ciente dos experimentos de Pons e Fleischmann, pela primeira vez, em setembro de 1988, ao receber do Departamento de

Energia a proposta de pesquisa de ambos, para dar seu parecer (Pons e Fleischmann haviam finalmente decidido que seu trabalho merecia ser financiado com dinheiro público).

Foi uma infelicidade para os dois grupos que esses trabalhos parecidos estivessem sendo desenvolvidos a uma distância tão curta. Em vista do evidente lucro comercial que poderia resultar da fusão fria e da necessidade de proteger os esforços com uma patente, certo grau de rivalidade e suspeita entre as duas equipes foi inevitável. O acordo exato a que chegaram com respeito à publicação simultânea dos respectivos resultados ainda é motivo de controvérsia.

Aparentemente, no início de 1989 Pons e Fleischmann esperavam que Jones adiasse sua publicação por um certo tempo (até 18 meses), dando-lhes condições de refinar as medições. Ao que parece, Pons e Fleischmann tinham certeza de estar observando calor em excesso, mas não dispunham de evidência sólida sobre suas origens nucleares. Algumas medições mais grosseiras indicavam que havia emissão de nêutrons, porém determinações mais precisas eram necessárias. Fleischmann até tentou providenciar o envio de uma célula de fusão fria para o Laboratório Harwell, na Inglaterra, onde era consultor e onde detectores de nêutrons extremamente sensíveis encontravam-se disponíveis. Infelizmente, a célula foi considerada um risco de radiação e, como tal, não poderia atravessar fronteiras internacionais. Na realidade, a alegação de Pons e Fleischmann baseou-se em uma detecção indireta de nêutrons, quando observaram interações em uma blindagem de água onde a célula era imersa. Foi contra essas medições realizadas apressadamente que, mais tarde, o grupo do MIT levantou objeções; elas acabaram sendo o calcanhar de Aquiles de Utah.

Pons e Fleischmann estavam sendo pressionados pela iminente declaração de Jones. Embora Jones houvesse cancelado um seminário a ser realizado em março, ele planejava apresen-

tar seus resultados em uma reunião da Sociedade Americana de Física, a ser realizada em primeiro de maio. Para não perder os direitos de reivindicar primazia, Pons e Fleischmann chegaram a um entendimento com Jones e concordaram que, no dia 24 de março, os dois grupos de pesquisa enviariam, simultaneamente, artigos independentes à revista *Nature*.

Em março, entretanto, as relações entre os dois grupos se deterioraram. Embora Jones tenha concordado em falar em maio, o resumo do seu trabalho foi divulgado antecipadamente. Aparentemente, Pons e Fleischmann interpretaram isso como uma autorização para tornar públicos seus próprios dados. Além do mais, o grupo da Universidade de Utah temia que Jones pudesse estar roubando suas idéias sobre o excedente de calor, por ele ter tido acesso ao trabalho enquanto analisava o plano de pesquisa enviado ao Departamento de Energia. Para complicar mais ainda a situação, no mês de março o editor da revista científica *Journal of Electroanalytical Chemistry* entrou em contato com Pons, pedindo-lhe um artigo sobre seu trabalho mais recente. Pons, rapidamente, escreveu um relato dos experimentos de fusão fria e submeteu-o à revista. É esse artigo (publicado em abril de 1989) que, posteriormente, viria a ser amplamente difundido e que forneceu os primeiros detalhes técnicos do experimento.

Sob a pressão crescente da administração de Utah, Pons e Fleischmann decidiram ir em frente com a coletiva de imprensa do dia 23 de março, um dia antes da data de submissão dos artigos dos dois grupos à *Nature*. Um vazamento de informações de Fleischmann para um jornalista britânico fez com que a primeira notícia da descoberta aparecesse no jornal *Financial Times* na manhã do dia 23 de março. A imprensa mundial estava agora preparada para aterrissar em Utah. Na reunião com os jornalistas, nenhuma menção ao outro grupo de pesquisa de Utah foi feita.

Jones, que nesse entretanto se sentia enfurecido tanto com a coletiva de imprensa como pela revelação de que um artigo já

havia sido submetido, considerou o acordo desfeito e, imediatamente, mandou seu próprio artigo à revista *Nature*. Nada pode simbolizar melhor as falhas de comunicação surgidas entre os dois grupos de Utah do que a figura solitária de Marvin Hawkins (estudante de pós-graduação que trabalhava com Pons e Fleischmann) no escritório da Federal Express do aeroporto de Salt Lake City, na hora marcada do dia 24 de março, esperando por alguém do grupo de Jones. Ninguém apareceu e o artigo de Pons e Fleischmann foi despachado sozinho.

A controvérsia

Foram os resultados de Pons e Fleischmann que deram lugar à controvérsia sobre a fusão fria. Os níveis de nêutrons detectados por Jones eram de ordens de magnitude mais baixas e ele nunca reivindicou ter observado excedente de calor; seus resultados tampouco significaram o mesmo desafio teórico. Além do mais, Jones, ao contrário de Pons e Fleischmann, fez questão de negligenciar o aspecto da aplicação comercial.

O abalo na credibilidade de achados científicos, observado quando os pesquisadores se vêem envolvidos em uma disputa científica que não escolheram deliberadamente, pode ser apreciado na maneira como os dados de Jones foram acolhidos. Considerando o renome de Steve Jones em sua especialidade, a pouca repercussão dos seus resultados em termos de desafios teóricos e a maneira modesta como os apresentou, provavelmente, se não fosse por Pons e Fleischmann, ele teria estabelecido sem alardes um fato interessante sobre o mundo natural: a fusão de pequenas quantidades de deutério em paládio metálico.

Apesar de suas tentativas de manter distância do outro grupo de Utah, Jones, inevitavelmente, foi objeto das mesmas suspeitas. A veracidade das suas medições de nêutrons foi questionada e não há consenso sobre uma observação, de fato, realizada por ele.

Pons e Fleischmann, ao contrário de Jones, não tinham uma posição consagrada no campo da pesquisa sobre fusão; eram químicos e não físicos. Além do mais, eles reivindicavam algo que para a maioria dos físicos era teoricamente impossível. Não somente pareceu altamente improvável que estivesse ocorrendo uma fusão fria, mas se todo o excedente de calor fosse proveniente dessa fusão, então os níveis de nêutrons produzidos deveriam ter sido mais que suficientes para matar Pons e Fleischmann e qualquer outro que, porventura, se encontrasse próximo a uma das células eletrolíticas. Resumindo, a fusão não poderia ter acontecido e caso houvesse acontecido eles deveriam estar mortos. Isso é o que poderíamos chamar um argumento decisivo.

Há pouco que duvidar sobre o ceticismo dos pesquisadores de fusão quando ouviram as notícias do dia 23 de março. A reação foi:

Suponha que você estivesse projetando aviões a jato e, de repente, ouvisse no noticiário da TV que alguém havia inventado uma máquina antigravitacional. (Mallove, 1991, p. 41)

Outro comentário daquela ocasião:

Estou disposto a ter uma mente aberta, mas é realmente inacreditável que ali haja algo acontecendo de fato. (Mallove, 1991, p. 41)

Parte do ceticismo surgiu porque os pesquisadores de fusão estavam mais do que acostumados a ouvir declarações de avanços grandiosos, que logo depois resultavam ser incorretos. Existiam muitos episódios desse tipo na história da fusão e, por isso, os cientistas desse campo eram cautelosos quanto a reivindicações extravagantes. Para eles, resolver os problemas mundiais sobre energia com um avanço no campo da fusão tinha tantas chances de ser verdade quanto as constantes alegações de se ter suplantado a teoria da relatividade de Einstein.

Embora os pesquisadores de fusão, bem acostumados a declarações espetaculares e com seus programas de pesquisa de bilhões de dólares a proteger, fossem incrédulos, outros cientistas sentiam-se mais inclinados a levar o trabalho a sério. Pons e Fleischmann saíram-se melhor com seus colegas da química, afinal eram especialistas reconhecidos na área. Logo de início, Pons apresentou seus achados em uma reunião da Sociedade Americana de Química, onde teve uma recepção calorosa. Para a maioria, os preconceitos da comunidade científica, provavelmente, importaram menos que o fato de o experimento parecer fácil. Se havia algo realmente acontecendo, pensou a maioria dos cientistas, então tudo ficaria claro logo. Pons e Fleischmann dispunham de dois tipos de evidência para fundamentar suas reivindicações: excedente de calor e produtos nucleares. Esses precisavam ser testados.

Excedente de calor

Testar excedente de calor não era, basicamente, mais complicado que um problema de física do segundo grau. As energias de entrada e de saída da célula eram meteticulosamente calculadas e monitoradas, incluindo-se todas as reações químicas conhecidas capazes de transformar energia química em calor. Esse cômputo precisa ser feito durante um certo tempo, porque a qualquer momento os valores contabilizados do balanço energético podem não bater, na medida em que energia pode ficar armazenada na célula (transformando-a em um banco de calor, por assim dizer). Tendo primeiro calibrado a célula com um aquecedor de potência conhecida, identificar a energia produzida, medindo o aumento de temperatura, é um procedimento bastante simples. Na prática o experimento foi um tanto demorado porque os eletrodos de paládio tinham de estar totalmente carregados com deutério (para eletrodos de 8 mm de

diâmetro isso poderia levar vários meses).

O excedente de calor variou entre células e algumas não apresentaram nenhum. A energia, às vezes, vinha em surtos; em um caso, registrou-se uma saída de energia quatro vezes maior que a introduzida. Entretanto, mais freqüentemente, o excedente de calor ficou na faixa de 10% a 25%.

Apesar da natureza inconstante do fenômeno, Pons e Fleischmann acreditaram que o excedente de calor não poderia ser explicado por nenhum processo ou reação química conhecidos.

Produtos nucleares

A prova mais direta da fusão seria a emissão de nêutrons correlacionada ao excedente de calor. As primeiras tentativas de medição de nêutrons realizadas por Pons e Fleischmann foram relativamente grosseiras. O produto de uma célula era comparado ao efeito de fundo medido a uma distância de 50 m. Afirmou-se que um sinal três vezes maior que o efeito de fundo havia sido registrado nessa célula. Era um dado sugestivo, mas como não precisava a energia dos nêutrons nem tampouco se o efeito de fundo próximo da célula seria o mesmo que a 50 m de distância, estava longe de ser um resultado conclusivo. Um procedimento mais satisfatório consistia em medir feixes de emissões de raios gama produzidos quando os nêutrons eram capturados por prótons, no banho de água que circundava a célula. Essas medidas foram registradas durante dois dias por Bob Hoffman, um radiologista de Utah. O número de nêutrons detectados, se houve algum, foi bilhões de vezes menor que o esperado caso todo o calor tivesse sido produzido pela reação de fusão do deutério.

Outra constatação da fusão seria a presença de um de seus produtos, como o trítio. Pons e Fleischmann encontraram traços de trítio no cátodo de paládio da célula. O problema,

nesse caso, que acabou causando dificuldades para todas as reivindicações de fusão fria, é que o trítio é, sabidamente, um contaminante da água pesada.

A replicação

Conforme mencionado, depois do comunicado do dia 23 de março houve um animado período de tentativas de replicação do experimento. Apesar de toda a cobertura jornalística, esses primeiros resultados (tanto negativos como positivos) pouco valeram. O embaraço causado pelos informes prematuros do Georgia Tech e da Universidade A&M do Texas mostrou aos pesquisadores, seriamente envolvidos em reproduzir os achados, que havia uma longa batalha pela frente. Muitos se iludiram com a aparente facilidade do experimento para, mais tarde, descobrir que uma célula eletrolítica de paládio era bem mais complicada do que o esperado.

Parte da dificuldade enfrentada por esses cientistas era a falta de detalhamento experimental no comunicado de Pons e Fleischmann. Houve discussões sobre o tamanho dos eletrodos, a densidade das correntes a serem usadas para operar a célula, sobre se o sal de lítio era crucial ou poderia ser substituído por outro, a possibilidade de o cátodo estar contaminado e com o quê e o tempo de duração do experimento. Nada disso estava claro. Em seguida ao primeiro comunicado, Pons e Fleischmann foram bombardeados com pedidos de informações. Na frenética atmosfera de Utah não é de estranhar que os cientistas nem sempre obtivessem informações cruciais com facilidade.

Alguns acusaram Pons e Fleischmann de sigilo deliberado para garantir os direitos de patente ou (mais tarde, quando muitos ficaram desiludidos) para esconder sua própria incompetência. Entretanto, dada a relevância comercial da descoberta, assegurar os direitos de patente não é uma questão

secundária; acontece rotineiramente em áreas da biotecnologia. Também parece que Pons e Fleischmann ficaram, inicialmente, hesitantes devido às próprias incertezas e medos sobre os perigos do experimento. Preocupava-os a possibilidade de criar uma fonte barata de trítio, um dos ingredientes críticos da bomba de hidrogênio.

Os detalhes inacessíveis dos experimentos logo foram difundidos por uma rede informal de correio eletrônico e contatos telefônicos. Na realidade, o correio eletrônico talvez tenha contribuído significativamente para a controvérsia, ao criar rapidamente um consenso contra a fusão fria que aumentou depois da reunião da Sociedade Americana de Física em Baltimore. Por exemplo, Douglas Morrison, um físico da Cern (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear) e um dos primeiros entusiastas da fusão fria, montou um boletim eletrônico aparentemente muito lido na época. Morrison logo passou a ver as afirmações de resultados positivos com ceticismo e lembrou os cientistas do famoso discurso de Irving Langmuir sobre a ciência patológica, em que vários casos de fenômenos controversos na ciência (incluindo os raios N e a percepção extra-sensorial) foram descartados como produtos de uma delusão em massa. (O discurso de Langmuir foi reproduzido na revista *Physics Today*, em outubro de 1989.) A fusão fria era, segundo Morrison, o caso mais recente de ciência patológica.

O que ficou claro de início é que enquanto a maioria dos grupos não encontrava nada, alguns poucos obtinham resultados positivos. O problema clássico da reprodutibilidade de achados científicos controversos estava emergindo. Para os crentes, dados negativos poderiam ser atribuíveis a diferenças no experimento- réplica. Para aqueles que não conseguiam constatar nada, entretanto, essa justificativa era simplesmente uma confirmação de que não havia nada a constatar. A atitude dos próprios Fleischmann e Pons, conforme mostra o depoimento de ambos ao Congresso em abril de 1989, era de que

não se surpreendiam pelos resultados negativos, já que muitas células estavam sendo montadas segundo parâmetros e dimensões incorretos.

Dentre as primeiras replicações positivas, uma das mais importantes foi a de Robert Huggins, um cientista de materiais da Universidade de Stanford. Huggins operou duas células, uma com água comum e outra com água pesada, e descobriu que apenas a segunda produzia excedente de calor. Isso serviu de resposta a uma crítica que já vinha sendo feita a Pons e Fleischmann há um certo tempo, sobre o fato de eles não terem utilizado uma célula-controle com água comum. Huggins, consistentemente, tem obtido resultados positivos ao longo dos anos.

Outra crítica feita ao trabalho de Pons e Fleischmann foi que as células utilizadas eram sistemas abertos de onde os gases produzidos durante a eletrólise (deutério e oxigênio) poderiam escapar. A preocupação, nesse caso, era que o balanço energético poderia ser afetado pela possível recombinação química de deutério e oxigênio para formar água pesada, adicionando calor ao sistema. Essa objeção foi finalmente superada quando John Appleby, da A&M do Texas (mas não o mesmo grupo que prematuramente anunciou resultados positivos), conduziu experimentos calorimétricos rigorosamente controlados, utilizando células fechadas. Mais uma vez, detectou-se excedente de calor.

Dentre os resultados negativos, um dos mais influentes veio do grupo do Cal Tech, liderado pelo químico Nathan Lewis e pelo físico Charlie Barnes. A equipe do Cal Tech havia tentado várias combinações de condições sem chegar a lugar algum. Conforme mencionado, Lewis apresentou os dados negativos na reunião da Sociedade Americana de Física em Baltimore, com grande repercussão. Seus resultados geraram um impacto adicional, pois implicavam que Pons e Fleischmann haviam cometido um descuido básico — deixaram de agitar o eletrólito, permitindo o desenvolvimento de pontos quentes e gerando leituras de temperatura falsas.

Entretanto, parece que as acusações de Lewis estavam mal aplicadas. Pons e Fleischmann alegaram que não havia necessidade de agitar o eletrólito, porque as bolhas de deutério produzidas pela reação resolviam o problema adequadamente. A fim de demonstrar o erro, Lewis tentara reproduzir com exatidão a célula de Pons e Fleischmann; para tal, baseara-se em uma fotografia do aparelho publicada no *Los Angeles Times*. Resultou que essa célula somente foi utilizada por Pons e Fleischmann para demonstração e suas dimensões eram bem maiores que as das células empregadas nas verdadeiras corridas experimentais. Pons e Fleischmann puderam mostrar com um experimento simples, em que algumas gotas de corante eram pingadas no eletrólito, que as bolhas constituíam um bom mecanismo de agitação.

Como em outras controvérsias, aquilo que a maioria considera um resultado negativo contundente acaba ele mesmo, depois de uma análise cuidadosa, ficando sujeito aos mesmos tipos de ambigüidades dos resultados que, alegadamente, ele põe por terra. Se as medições de Lewis houvessem sido esmiuçadas com o mesmo detalhamento reservado para Pons e Fleischmann, elas talvez não parecessem tão convincentes quanto o foram na ocasião. Na atmosfera da reunião de Baltimore, onde os físicos clamavam pelas cabeças dos dois químicos e onde toda uma série de evidências negativas foi apresentada (ver adiante), Lewis pôde desferir seu golpe decisivo.

O problema clássico da replicação aparece com outra série de achados negativos altamente influentes — os relatados por Harwell. Como resultado do contato entre Fleischmann e Harwell, David Williams, um ex-pós-graduando de Fleischmann, começou seus experimentos antes do comunicado de março. Para todos os efeitos, os dados obtidos eliminaram a fusão fria na Grã-Bretanha. A julgar pela aparência, o experimento impressiona, com suas várias células sendo monitoradas em longo prazo para excedente de calor e produção de nêutrons.

Esses resultados, entretanto, não são convincentes para defensores da fusão fria como Eugene Mallove, porque segundo ele quase metade das células foi submetida a correntes inferiores ao limiar necessário para permitir uma atividade eletrolítica. Houve outras críticas aos métodos de estimativa de calor de Harwell mas, apesar das várias interpretações divergentes, para muitos cientistas seu experimento foi o veredicto final sobre fusão fria.

Além das tentativas de reproduzir o fenômeno, montando células eletrolíticas, experimentos recentes têm se baseado em outros métodos. Um deles é o resfriamento e reaquecimento do paládio de maneira a deixá-lo supersaturado com deutério; nesses testes, foram detectados surtos de emissão de nêutrons.

A dificuldade na aceitação de dados positivos enfrentada pelos defensores da fusão fria está bem ilustrada no que ocorreu com as medições de trítio. É preciso lembrar que os próprios Pons e Fleischmann encontraram pequenas quantidades de trítio. A evidência adicional veio de outros cientistas experimentais, incluindo um grupo da Índia com longa experiência na medição desse isótopo, um grupo de Los Alamos e um terceiro grupo da Universidade A&M do Texas. O trítio, no entanto, é um contaminante da água pesada, o que gera uma conveniente explicação normal para esses achados. É impossível satisfazer os críticos quanto à ausência de contaminação, porque eles sempre conseguem pensar em maneiras de o trítio penetrar na célula.

Foi até sugerido que houve desonestidade. Em 1990, um artigo na revista *Science* menciona a fraude como um elemento das medições de trítio da Universidade A&M do Texas. O impasse entre defensores e críticos, que aumentou devido a acusações mútuas de comportamento não científico, é típico de controvérsias na ciência. Os críticos citam a preponderância de resultados negativos como base para descartar o fenômeno con-

troverso e qualquer dado positivo restante é dado como incompetência, ilusão ou mesmo embuste. Os defensores, por outro lado, explicam que os insucessos provêm de testes em que as condições geradoras de dados positivos não foram reproduzidas com exatidão. Os experimentos em si parecem não ser capazes de resolver a questão.

Fusão fria: uma impossibilidade teórica?

A maior parte do debate tem acontecido em ambiente onde a fusão fria é tida como impossibilidade teórica. Embora Pons e Fleischmann, assim como Tandberg antes deles, esperassem que as pressões extremas na rede cristalina de paládio facilitassem a fusão de deutério, não havia bases teóricas que realmente justificassem isso.

Uma das reações dos físicos nucleares às alegações de fusão fria foi a reavaliação detalhada das suas possibilidades do ponto de vista da teoria. Steve Koonin e Mike Nauenberg dedicaram tempo e energia a esse problema. Embora, ao refazer os cálculos, eles tenham descoberto erros que aumentaram a taxa de fusão deutério-deutério por um fator superior a dez bilhões em relação a estimativas anteriores, o principal ataque foi mostrar por que a fusão de deutério no paládio em quantidades necessárias para gerar excedente de calor é extremamente improvável. Koonin e Nauenberg ressaltaram que a pressão aumentada dentro da estrutura de paládio não seria suficiente para ocasionar a fusão. De fato, os milhões de deutérios na rede cristalina do metal estariam, na realidade, mais afastados entre si do que na água comum. Seus cálculos probabilísticos mostraram que a taxa de fusão deutério-deutério seria extremamente baixa. Em comparação inspirada, Koonin descreveu essa probabilidade da seguinte forma: "uma massa de deutério frio do tamanho do Sol sofreria uma fusão por ano".