

tempo num líquido em ebulição, de maneira que ferver era um meio de esterilização eficiente. Obviamente, porém, a solução não poderia ser fervida por tempo muito prolongado sem destruir seu valor nutritivo. Mesmo com um aquecimento mais brando, a força vital do nutriente poderia acabar sendo destruída com os organismos contaminantes. O que era considerado ar estéril também não estava claro. Nada se sabia sobre a distribuição de microorganismos no mundo ao nosso redor e seus efeitos no gás que flua para dentro dos frascos.

Pasteur tentou observar germes diretamente. Ele analisou pelo microscópio a poeira filtrada do ar e viu imagens em forma de ovo, consideradas germes. Mas eles estavam vivos ou eram simplesmente pó? A natureza precisa da poeira somente poderia ser estabelecida como parte do mesmo processo que estabeleceu a natureza da putrefação.

Se não era possível observar diretamente os germes no ar, o que poderia ser usado para indicar se aquele introduzido em um frasco estava contaminado ou não? A passagem através de potassa cáustica ou ácido sulfúrico, o aquecimento a temperaturas muito elevadas ou a filtração em algodão eram métodos empregados para tentar remover da atmosfera quaisquer resquícios de vida. Os experimentos do início e meados do século 19, utilizando ar purgado em ácidos ou álcalis, aquecido ou filtrado foram sugestivos, mas nunca decisivos. Embora, na maioria dos casos, a entrada de ar tratado dessa maneira não houvesse causado a deterioração dos líquidos estéreis nos frascos, a putrefação ocorreu em casos suficientes para permitir que a hipótese da geração espontânea continuasse sendo acalentada. De qualquer maneira, onde o tratamento do ar fôra excessivo, é possível que o componente vital gerador de vida houvesse sido destruído, tornando o experimento tão isento de tudo como o ar.

Poder-se-ia colher amostras de ar de diferentes lugares — no alto de montanhas ou em locais baixos, próximos dos campos cultivados — na expectativa de que o grau de contaminação

microbiana fosse diferente. Para estabelecer a ligação entre a poeira e os germes, outros métodos de filtração poderiam ser utilizados. Pasteur usou os balões de vidro com pescoço de cisne (ver figura 4.1). Nesses recipientes, o pescoço era estreitado e curvado de tal maneira que a poeira que entrasse ficaria retida nas paredes úmidas do orifício. Realizaram-se experimentos nos porões do Observatório de Paris, porque lá o ar ficava imperturbado o bastante para permitir que a poeira condutora de vida ficasse assentada. Mais tarde, o cientista britânico William Tyndall armazenou ar em um recipiente revestido de graxa para captar toda a poeira antes que o ar chegasse até as substâncias putrescíveis. Para cada resultado aparentemente definitivo, entretanto, outro experimento detectava bolor no que deveria ter sido um frasco estéril. Os tipos de argumentos apresentados pelos participantes poderiam ser mostrados em um diagrama simples.

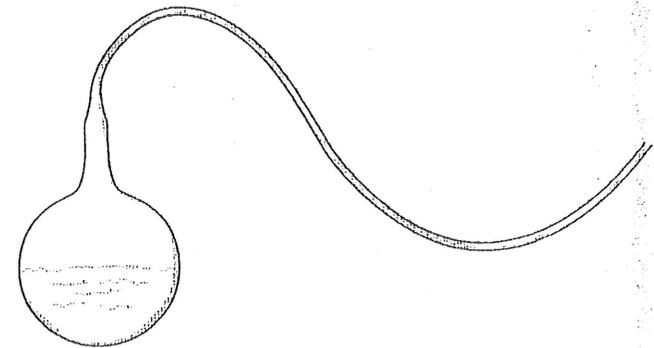


Figura 4.1. Um dos balões de vidro com pescoço de cisne utilizados por Pasteur

O grupo 1 representa a posição daqueles que consideram ter realizado suficientes experimentos, mostrando que a vida realmente se desenvolve na presença de ar puro e acreditam na geração espontânea. Eles pensam que esses experimentos provam

sua tese. O grupo 2 representa a posição dos que olham para os mesmos experimentos, mas não acreditam em geração espontânea; eles pensam que deve ter acontecido algo errado com o experimento — por exemplo, que o ar não era realmente puro.

O grupo 4 representa a posição dos que consideram ter realizado experimentos mostrando que a vida não se desenvolve na presença de ar puro e não acreditam na geração espontânea. Eles pensam que os experimentos provam sua hipótese. O grupo 3 representa a posição dos que olham para os mesmos experimentos, mas acreditam em geração espontânea. Eles pensam que deve ter acontecido algo errado com o ar — por exemplo, que as propriedades vitais foram destruídas durante o processo de purificação.

Possíveis interpretações dos experimentos de geração espontânea

		Acreditam na geração espontânea	
		Sim	Não
Vida se desenvolve em ar aparentemente puro	Sim	Grupo 1 Prova a tese	Grupo 2 Ar contaminado acidentalmente
	Não	Grupo 3 Ar danificado pelo tratamento	Grupo 4 Prova a tese

Houve um período nos anos 1860 em que argumentos encontrados no grupo 3 eram importantes, mas essa fase do debate foi relativamente curta; terminou quando os pesquisadores deixaram de esterilizar o ar por meios artificiais e passaram a procurar fontes de ar puro ou métodos de filtração, à temperatura ambiente. Argumentos como os do grupo 2 foram importantes

durante um tempo mais longo. Eles permitiram que Pasteur, virtualmente definisse como contaminado todo ar que desse origem à vida nos frascos, independentemente de ele poder demonstrá-lo diretamente ou não. Isso se torna particularmente evidente na parte do seu debate com Felix Pouchet, no qual se discutem os experimentos com mercúrio, conforme veremos.

O debate Pasteur-Pouchet

Um episódio do longo debate entre Pasteur e os que acreditavam na geração espontânea ilustra claramente muitos dos tópicos desta história. Nesse drama, o não tão jovem (60 anos de idade) Felix Pouchet parece ter servido de escadinha para o papel de brilhante cientista experimental do jovem (37 anos) Pasteur. Pasteur, não há dúvidas quanto a isso, venceu Pouchet em uma série de célebres experimentações, mas o relato retrospectivo e triunfalista encobre as ambigüidades dos testes tal como ocorreram no seu tempo.

Assim como acontece com todas as controvérsias experimentais semelhantes, os detalhes é que são cruciais. A discussão entre Pasteur e Pouchet dizia respeito ao que acontece com uma infusão de feno — chá de feno — que foi esterilizada por ebulição e exposta ao ar. Não se contesta que a infusão ficou embolorada — formas de vida microscópica cresceram em sua superfície —, mas a pergunta de sempre permaneceu. O crescimento ocorreu por que o ar contém propriedades biogênicas ou porque ele contém pequenas “sementes” de bolor?

Experimentos ao mercúrio

Pouchet acreditava na geração espontânea. Em seus experimentos iniciais ele preparou infusões esterilizadas de feno

ao mercúrio — para usar o jargão. O método consistia em realizar o trabalho com todos os frascos imersos em uma cuba de mercúrio de modo que o ar comum não entrasse. Poder-se-ia introduzir ar especialmente preparado no recipiente, borbulhando-o através do mercúrio. Essa era uma maneira padrão de introduzir gases experimentais em espaços experimentais sem deixar entrar ar normal. No caso de Pouchet, o ar borbulhado através do mercúrio era purgado. Pensava-se que era possível obter ar purificado por aquecimento do ar normal ou gerando oxigênio pela decomposição de um óxido; coincidentemente, muitas vezes, utilizava-se óxido de mercúrio que libera oxigênio quando aquecido. Pouchet, invariavelmente, observou que quando as infusões de feno eram preparadas ao mercúrio e expostas ao ar puro, havia crescimento de vida orgânica. Já que todas as fontes de organismos haviam sido eliminadas, as novas formas viventes pareciam ter sido geradas espontaneamente.

Pouchet iniciou o debate com Pasteur escrevendo-lhe uma carta na qual descrevia os resultados desses experimentos. Pasteur respondeu que ele poderia não ter sido suficientemente cauteloso:

(...) em seus novos experimentos você, involuntariamente, introduziu ar comum (contaminado), de maneira que as conclusões às quais chegou não estão baseadas em fatos de precisão impecável.

(Farley e Geison, 1974, p. 19)

Aqui vemos Pasteur utilizando um argumento como o do grupo 2. Se Pouchet encontrou vida ao introduzir ar esterilizado em uma infusão de feno estéril, então o ar tinha de estar contaminado.

Mais tarde Pasteur iria alegar que, embora nesses experimentos a infusão de feno estivesse estéril e o ar artificial fosse igualmente isento de vida, era o mercúrio que estava contami-

nado com microorganismos (eles se encontravam na poeira sobre a superfície de mercúrio) e essa era a fonte de germes.

Trata-se de um detalhe interessante porque a hipótese do mercúrio contaminado foi necessária para explicar alguns dos resultados iniciais do próprio Pasteur. Ele relatou que em suas tentativas de impedir o aparecimento de vida, preparando infusões ao mercúrio, teve sucesso em apenas 10% dos experimentos. Embora, na época, desconhecesse a fonte da contaminação, Pasteur não aceitou tais resultados como evidência a favor da hipótese da geração espontânea. Em suas próprias palavras:

(...) não publiquei esses experimentos porque as conseqüências que deles deveriam ser deduzidas eram demasiado graves para que eu deixasse de suspeitar de alguma fonte de erro, apesar de todo o cuidado que tivera para torná-los irrepreensíveis. (Farley e Geison, 1974, p. 31)

Colocado de outra forma, Pasteur estava tão envolvido em sua oposição à geração espontânea que preferiu acreditar na existência de alguma falha desconhecida em seus trabalhos a publicar os resultados. Ele definiu experimentos que pareciam confirmar a geração espontânea como mal-sucedidos e vice-versa. Posteriormente, a idéia do mercúrio contaminado substituiu a falha desconhecida.

Analisando retrospectivamente o incidente, devemos aplaudir a presciência de Pasteur. Ele estava certo, é claro, e teve a coragem de responder pelas suas convicções o suficiente para recusar-se a ser influenciado por algo que, à primeira vista, representava uma indicação experimental desfavorável. Mas era presciência. Não era a aplicação imparcial de um método científico. Se Pasteur, como Pouchet, houvesse defendido a hipótese errada, hoje estaríamos nos referindo às suas ações como “obstinação tenaz frente aos fatos científicos”. A visão retrospectiva perfeita é um aliado perigoso na história da ciência. Não

iremos compreender o debate Pasteur-Pouchet como ele foi vivido a não ser que desativemos nossa visão retrospectiva.

Frascos expostos em altitudes elevadas

A questão das experiências ao mercúrio foi apenas uma batalha preliminar. O debate principal começou com os experimentos de Pasteur utilizando frascos expostos ao ar em altitudes elevadas e com a réplica de Pouchet.

Pasteur preparou balões com pescoço de cisne aquecendo o vidro. A seguir, ferveu uma infusão de levedura nos balões e, após o ar sair, selou cada pescoço. Mantendo os recipientes fechados, o conteúdo ficaria inalterado. Ele, então, transportou os frascos e quebrou o fino gargalo em diferentes lugares, deixando o ar entrar. Para permitir a entrada de ar em ambientes presumivelmente isentos de germes, Pasteur quebrava o pescoço de cisne com uma longa torquês que havia sido aquecida diretamente em uma chama, enquanto o frasco era mantido acima da cabeça, para evitar contaminações com suas roupas. Depois de o ar de cada lugar ter entrado no balão experimental, Pasteur o selava novamente no fogo. Foi dessa maneira que ele preparou uma série de recipientes contendo infusões de levedura com amostras de ar obtidas de diversos lugares. No final, descobriu que os frascos abertos em lugares convencionais ficavam embolorados, enquanto os abertos em lugares altos nas montanhas raramente se alteravam. Assim, dos 20 balões de vidro expostos a 2.000 m em uma geleira dos Alpes franceses, apenas um foi afetado.

Em 1863, Pouchet contestou esses resultados. Com dois colaboradores, ele viajou até os Pireneus para repetir os experimentos de Pasteur. No seu caso, os oito frascos abertos em altitudes elevadas foram afetados, sugerindo que mesmo ar não

contaminado era suficiente para iniciar o processo gerador de vida. Pouchet afirmou que havia seguido todas as precauções de Pasteur, exceto pelo fato de ter usado uma lima aquecida em vez de uma torquês para abrir os frascos.

Os deslizos das comissões

Na estrutura altamente centralizada da ciência francesa do século 19, as disputas científicas eram resolvidas nomeando-se comissões da Academia Francesa de Ciências, sediada em Paris, para decidir as questões. Os resultados desses comitês tornaram-se a visão quase oficial da comunidade científica francesa. Duas comissões sucessivas analisaram a controvérsia da geração espontânea. A primeira, formada antes dos experimentos de Pouchet nos Pireneus, ofereceu um prêmio “àquele que, por meio de experimentos bem conduzidos, trouxesse novos esclarecimentos à questão da assim chamada geração espontânea”. Por acaso ou desígnio, todos os membros da comissão não simpatizavam com as idéias de Pouchet e alguns anunciaram suas conclusões antes mesmo de examinar os relatórios. Dois de seus membros já haviam respondido negativamente aos trabalhos iniciais de Pouchet e os outros eram notórios oponentes da geração espontânea. Pouchet retirou-se da competição, deixando que Pasteur recebesse, incontestado, o prêmio por um manuscrito que havia escrito em 1861, no qual relatava sua famosa série de experimentos, demonstrando que a decomposição de diversas substâncias devia-se a germes transportados pelo ar.

A segunda comissão foi formada em 1864 em resposta às experiências de Pouchet nos Pireneus. Esses experimentos haviam provocado a indignação dos membros da Academia, cuja maioria considerava a questão já resolvida. A nova comissão principiou com uma declaração desafiadora:

É sempre possível, em certos lugares, obter uma quantidade considerável de ar que não tenha sido submetido a nenhuma modificação química ou física, mas esse ar é insuficiente para causar qualquer alteração no mais putrescível dos líquidos. (Dubos, 1960, p. 174)

Pouchet e colaboradores aceitaram o desafio, acrescentando:

Se um único dos nossos frascos permanecer inalterado, iremos abertamente reconhecer nossa derrota. (Dubos, 1960, p.174)

A segunda comissão era composta de membros cujos pontos de vista eram reconhecidamente contrários aos de Pouchet. Ao descobrir sua identidade, Pouchet e colaboradores tentaram mudar as condições da prova. Queriam ampliar o alcance do programa experimental, enquanto Pasteur insistia que a prova deveria centrar-se em testar se a menor quantidade de ar sempre induziria putrefação. Tudo o que Pasteur precisava mostrar, segundo os termos originais da competição, era que ar poderia ser introduzido em alguns frascos sem que ocorressem alterações em seu conteúdo. Não conseguindo mudar as condições de arbitragem, Pouchet retirou-se da contenda acreditando que não teria uma audiência justa em vista da parcialidade dos membros da comissão.

Por ter desistido duas vezes da competição, a posição de Pouchet era insustentável. O fato de as comissões serem parciais em suas opiniões era irrelevante para a comunidade científica, que já apoiava Pasteur quase unanimemente.

Retrospecto e prospecto sobre o debate Pasteur-Pouchet

A posição de Pouchet era um pouco como a de uma pessoa acusada cujo destino depende de evidência forense. O “acusa-

do”, é preciso admitir, teve a chance de apresentar alguma evidência própria, mas a interpretação foi monopólio da “acusação”, que também agiu como juiz e júri. É fácil perceber por que Pouchet desistiu. Também é fácil compreender quão facilmente Pasteur pôde afirmar que os experimentos de seu oponente nos Pireneus foram atrapalhados pelo uso da lima e não da torquês, ao cortar o gargalo dos frascos. Podemos imaginar os fragmentos de vidro, de alguma forma contaminados pela lima mesmo depois de ter sido aquecida, caindo sobre a infusão de feno e semeando os nutrientes. Podemos imaginar que se Pouchet houvesse sido forçado pela comissão a utilizar uma torquês esterilizada, como fazia Pasteur, então muitos frascos teriam permanecido inalterados. Podemos cogitar, portanto, que a compreensível falta de coragem de Pouchet diante dessa “camisa-de-força” técnica apenas o poupou de um embaraço maior. Embora as duas comissões fossem vergonhosamente parciais, tratava-se, com certeza, apenas de uma contingência histórica que não teria afetado as conclusões científicas a que chegaram?

Curiosamente, parece agora que se Pouchet não houvesse perdido a coragem, talvez não houvesse perdido a competição. Uma diferença entre Pasteur e Pouchet foi o meio nutritivo que cada um escolheu para os experimentos. Pasteur utilizou infusões de levedura e Pouchet, infusões de feno. Somente em 1876 descobriu-se que as infusões de feno permitem o crescimento de um esporo difícil de destruir pela fervura. Embora a fervura elimine por completo os microorganismos vivos na infusão de levedura, o mesmo não acontece na infusão de feno. Comentadores modernos, então, sugeriram que Pouchet poderia ter se saído bem se persistisse — ainda que pelas razões erradas! Vale a pena notar que em nenhum lugar lemos sobre Pasteur repetindo o trabalho de Pouchet com feno. De fato, exceto para reclamar sobre o uso da lima em vez da torquês, ele raramente menciona os experimentos dos Pireneus, concen-

trando a maior parte da sua força crítica nos primeiros experimentos ao mercúrio, para os quais ele já tinha uma explicação pronta. Os experimentos dos Pireneus, é claro, foram realizados em mercúrio, o suposto contaminante das experiências anteriores. Conforme observa uma de nossas fontes:

Se alguma vez Pasteur repetiu os experimentos sem mercúrio, ele guardou os resultados para si. (Farley e Geison, 1974, p. 33)

Chegou-se então à conclusão do debate como se os experimentos dos Pireneus nunca houvessem existido.

A diferença entre feno e levedura, segundo nosso entendimento atual, agrega uma ironia maliciosa aos resultados das comissões. Entretanto, não acreditamos que Pouchet teria sido mais sábio em continuar com a disputa e que fatos científicos falam por si. A interpretação moderna sugere que os fatos sobre as infusões de feno teria falado, mesmo para uma comissão parcial, na linguagem inconfundível da geração espontânea. Não acreditamos nela. A comissão teria encontrado uma maneira satisfatória de descartar os resultados de Pouchet.

Pós-escrito

É interessante notar que os defensores de Pasteur foram, em parte, motivados pelo que hoje parece outra heresia científica. Naquela época, pensava-se que o darwinismo estava baseado na idéia da geração espontânea. Em um ataque ao darwinismo, publicado no mesmo ano em que a segunda comissão foi instituída, o secretário da Academia Francesa de Ciências utilizou o malogro da geração espontânea como seu principal argumento:

A geração espontânea deixou de existir. O senhor Pasteur não apenas esclareceu a questão, ele a resolveu. (Farley e Geison, 1974, p. 23)

Pasteur, então, foi considerado aquele que desferiu o golpe final na teoria da evolução com o mesmo movimento com que derrubou a geração espontânea da vida. Uma heresia destruiu a outra. Os que consideram que a ciência está justificada porque "deu tudo certo no final", deveriam pensar novamente.

Finalmente, é preciso lembrar que hoje sabemos de várias coisas que poderiam ter impedido o sucesso dos experimentos de Pasteur se ele os houvesse levado adiante um pouco mais. Existem vários esporos, além dos encontrados no feno, que são resistentes à destruição por aquecimento a 100°C. No início do século 20, Henry Bastian apoiava a idéia da geração espontânea por descobrir, sem o saber, mais um desses esporos resistentes ao calor. Ademais, a latência de bactérias depende não somente de calor mas também da acidez da solução. Esporos que parecem mortos em meio ácido podem germinar em um ambiente alcalino. Conseqüentemente, experimentos como os que formaram as bases desse debate podem ser confundidos de muitas maneiras. Para se ter certeza de que um fluido está completamente estéril, é preciso aquecê-lo sob pressão até uma temperatura de aproximadamente 160°C e/ou submetê-lo a um ciclo de aquecimento e resfriamento repetido várias vezes e a intervalos adequados. Conforme sabemos agora, houve muitas maneiras pelas quais os experimentos de Pasteur poderiam, e deveriam, ter dado errado. Nossa melhor suposição tem de ser que eles deram errado, mas que Pasteur sabia o que deveria contar como resultado e o que deveria contar como erro.

Louis Pasteur foi um grande cientista, mas o que ele fez pouco se assemelha ao ideal exposto nos textos modernos sobre método científico. É difícil imaginar como ele teria ocasionado as mudanças em nossas idéias sobre a natureza dos germes se houvesse sido limitado pelo árido padrão de comportamento, que é considerado por muitos o modelo do método científico.

Artigo

Geração espontânea:
dois pontos de vista

Lilian A. C. Pereira Martins e
Roberto de Andrade Martins
*Centro de Lógica, Epistemologia
e História da Ciência/UNICAMP*

SEMINÁRIO

2º Seminário

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, sem cuja ajuda teria sido impossível a realização deste trabalho.

1. Introdução

O presente trabalho estudará fundamentalmente a controvérsia sobre a geração espontânea desenvolvida entre Pouchet e Pasteur no período compreendido entre 1859 e 1864.

É bem conhecido que ao longo dos tempos houve muitos defensores da geração espontânea (ver GARDNER, *History of biology*, cap. 15). Embora na primeira metade do século XIX os trabalhos de Schulze, Schroeder e Dusa tenham trazido fortes argumentos contra os partidários da geração espontânea, sabe-se que ocorreu um importante renascimento dessa discussão graças aos trabalhos de Félix-Archimede Pouchet, a partir de 1858.

A versão popular da história (DE KRUIJF, *Microbe hunters*; WILSON, *Os grandes homens*, cap. 23; VALLERY-RADOT, *Vie de Pasteur*) afirma que, através de uma série de experiências e análises brilhantes e livres de falhas, Pasteur refutou definitivamente Pouchet e todos os defensores da geração espontânea. O objetivo deste artigo é investigar detalhadamente os aspectos científicos da controvérsia e determinar até que ponto foram as experiências de Pasteur evidências conclusivas contra a geração espontânea. Será estudado o papel das experiências de Pouchet nesse processo, determinando-se se a posição de Pasteur era tão forte como se costuma descrevê-la ou se a balança se equilibrava entre os defensores e os opositores da heterogenia.

O artigo descreve inicialmente o histórico da questão, até o início do século XIX; depois, trata de Pouchet e suas experiências a favor da geração espontânea; a seguir, sobre Pasteur e suas experiências que obuseram o prêmio Alhumbert, oferecido pela Academia de Ciências de Paris. É então abordada a experiência de Pouchet na Montanha Maladetta, como resposta à de Pasteur no Jura sobre a existência de germes na auto-fera. Descreve ainda os trabalhos da comissão nomeada pela Academia de Ciências para resolver a questão. Ao final, é discutida a validade do trabalho de Pasteur.

2. Histórico da Questão

É bem sabido que, ao longo dos tempos, existiram muitos defensores da idéia da geração espontânea como Aristóteles, Teófrasto de

Eresos, Plínio, o velho, Plutarco, Lucrecio, Avicena, Fracastor, Cardan, Francis Bacon, Van Helmont, Padre Atanásio Kircher, entre outros, desde a Antiguidade até o século XVII. No início, essa crença abrangia de vermes e insetos a animais maiores (peixes e salamandras, por exemplo), mas paulatinamente foi restringida a animais cada vez menores (vermes, insetos). Isso não significa que, na Antiguidade, não se conhecesse a forma de reprodução dos animais: Aristóteles descreve muito bem a de vários insetos — mas, ao mesmo tempo, admite que, em certos casos, a terra, o calor e a umidade poderiam gerar seres vivos. Esses antigos defensores da geração espontânea não constituíam uma excessão. Poder-se-ia mesmo dizer que, até o último terço do século XVII, a crença em tal doutrina era unânime. Em 1668, no entanto, Redi colocou a primeira objeção a esse preceito baseada em experiências (REDI, *Opere*). Através de seus célebres estudos mostrou que as moscas provinham de larvas e não da própria matéria da carne em decomposição. Entretanto, mesmo acreditando que a putrefação não criava a vida, Redi admite que a vida pode gerar uma vida diferente dela mesma. Por exemplo: intestinos e cérebros de animais produziram os vermes que os habitam (xenogênese).

A tese das gerações espontâneas começou a perder crédito, só sendo aplicada para explicar a presença de vermes no intestino do homem e outros animais. Porém, com a descoberta do microscópio e o uso da lupa, na segunda metade do século XVII e primeira do século XVIII, reaparece essa doutrina para explicar a origem dos variados microorganismos que surgiam nas infusões das matérias animais e vegetais. Leeuwenhoek, em 1674, descobriu os animalúnculos da água estagnada e fez experiências com eles. Absteve-se, no entanto, de se posicionar sobre a questão de serem eles gerados espontaneamente ou não. A opinião sobre a origem desses micróbios dividiu os filósofos e naturalistas, entretanto as evidências e argumentos de apoio a ambas as posições não eram conclusivos.

Estando a situação nesse pé, surge no ano de 1745 uma experiência fundamental feita por um padre irlandês, muito hábil em micrografia: John Tuberville Needham. Após haver colocado caldo de carneiro bem quente em um frasco, fechando-o cuidadosamente com tampa de cortiça, deixa-o nas brasas quentes para purgar os eventuais germes durante vários minutos, "o tempo suficiente para cozinhar um ovo de galinha". Alguns dias mais tarde, o caldo de carneiro está povoado de animalúnculos. Needham concluiu que eles não teriam podido vir do exterior, uma vez que o vaso estava fechado. Também não poderiam vir da matéria da infusão ou das paredes do vaso uma vez que tudo havia sido previamente aquecido. Ele imaginava que todas as matérias vivas seriam destruídas em uma fervura equivalente à que coagulava a clara do ovo. Needham conclui então que existe na maté-

ria orgânica (ou ao menos em algumas matérias orgânicas) uma "força plástica ou vegetativa" capaz de gerar corpúsculos organizados.

Tal experiência, perfeitamente concebida, de acordo com os conhecimentos da época, fez grande estardalhaço, tendo um papel relevante nos debates referentes à questão das gerações espontâneas (SCHOPFER, 1943). Serviu inclusive de apoio à "teoria das moléculas orgânicas", do célebre naturalista Buffon (BUFFON, *Histoire des animaux*, caps. 1 e 2, in: *Oeuvres*, vol. 2). Buffon dizia que, quando um animal perece, embora ele desapareça como indivíduo de uma espécie, não morre inteiramente: suas moléculas orgânicas persistem, separando-se, dispersando-se, após a decomposição do cadáver, e podem em seguida formar indivíduos de formas mais simples do que a do animal de onde vieram. Buffon interpreta a experiência de Needham supondo que os glóbulos móveis (animalúnculos) que aparecem no suco de carneiro ou infusões vegetais derivam-se de moléculas orgânicas do carneiro ou da planta, que formaram numerosos amontoados vivos (ver ROGER 1979).

Uma das mais rudes críticas ao trabalho de Buffon apareceu em 1751 sob o título "Cartas a um americano sobre a História Natural do Sr. Buffon e sobre as observações microscópicas do Sr. Needham". Seu autor aparente era o Abade de Lignac, mas o verdadeiro instigador e inspirador dessa obra foi o célebre entomologista Réaumur, grande amigo de Lignac, que era ferozmente anti-espontanetista. Para ele o sistema de moléculas orgânicas era "triste e grosseiro" e os animais das infusões, apesar de suas diminutas dimensões, nasciam como os animais, ou seja de pais que se pareciam com eles. Charles Bonnet, que escreveu "Considerações sobre os corpos organizados" (1748) (ver BONNET, *Oeuvres*), opõe-se a Needham e Buffon, criticando a experiência de Needham. Alegou que os frascos não estavam bem fechados; que, provavelmente, a cortiça não seria um bom vedador; e, ainda, que os frascos não tinham sido aquecidos o suficiente para haverem sido destruídos todos os germes da vida.

Os filósofos se dividiram. Muitos acreditaram na geração espontânea dos infusórios (assim chamados a partir de 1763 por Ledermüller), como Diderot e Robinet, por exemplo. Outros, como Voltaire e La Mettrie, acreditaram em germes que contaminavam as infusões. Entretanto, a experiência de Needham não foi nem confirmada nem negada senão vinte anos depois, em 1765, através das experiências de Spallanzani (ver SPALLANZANI, *Expériences...*; há uma tradução em castelhano: SPALLANZANI, *Experiencias...*). Este utilizou, inicialmente, infusões animais e vegetais (feitas com grãos de abóbora ou trigo da Turquia, por exemplo); estas, embora cuidadosamente fervidas, davam origem, após serem resfriadas, a infusórios. Concordou pois, a princípio, com Needham. Com o tempo, porém, passou a con-

siderar os animalúnculos não como amontoados de moléculas orgânicas, mas como pertencentes à classe dos animais vivos. Fez então restrições a alguns pontos da experiência de Needham: teriam sido as paredes dos vasos suficientemente aquecidas? Ter-se-ia tomado todas as precauções para impedir a comunicação entre o interior e o exterior dos vasos? Ainda havia a questão das infusões não haverem sido aquecidas o tempo suficiente. Spallanzani realiza então experiências com 19 vasos, contendo diferentes substâncias vegetais, fervendo-os fechados por 3/4 de hora. Nesses vasos fechados, não ocorrendo a entrada de um novo ar, não surgiam infusórios. Para Needham, Spallanzani havia destruído no interior dos baldes a "força plástica" que existia no ar, capaz de gerar novos organismos, pelo excesso de fervura. Houve uma sucessão de trabalhos e críticas mútuas de Needham e Spallanzani, ficando a situação indefinida. É interessante ler-se, por exemplo, as notas de Needham em uma edição de uma obra de Spallanzani: (SPALLANZANI, *Nouvelles recherches*).

Deve-se notar que nesta experiência — como em muitas outras descritas a seguir — a interpretação é dúbia. *Observa-se* que a fervura, em um recipiente fechado, impede o surgimento de infusórios. *Algo* foi alterado pela fervura. O que? Propriedade do ar? Os germes? Mas ninguém *via* os germes no ar! A situação era muito diferente das experiências de Redi, que *via* as moscas tentando se aproximar da carne e depositando seus ovos no tecido.

É preciso lembrar que, na época, não se conhecia a natureza do ar, sendo perfeitamente possível especular sobre alterações que ele poderia sofrer pelo aquecimento. Spallanzani, no entanto, passou a acreditar que os infusórios eram produzidos por alguma coisa (germes) transportada pelo ar.

Entre 1771 e 1772 Bonnet propõe a Spallanzani fazer experiências com garrafas de pescoço extremamente afilado contendo infusões, extraído por fervura todo o ar contido nelas, selando-as e abrindo-as em altas montanhas, deixando o ar entrar nelas, fechando-as novamente e posteriormente examinando-as (ver ROSTAND, *La Genèse de la Vie*, pag. 115). Spallanzani não as efetuou. Essas são as experiências que Pasteur viria a realizar um século depois, como se verá mais adiante.

Por volta de 1800, um confeitiro parisiense, aperfeiçoando uma antiga técnica e aplicando as experiências de Spallanzani à economia doméstica, criou as conservas de Appert. Nelas, os alimentos, aquecidos em vasos fechados, não se corrompiam com o tempo. Gay-Lussac, o famoso químico, constatou que nesses vasos não havia oxigênio e supôs que esta era a *única* diferença entre as conservas e um alimento guardado em um pote com ar ambiente. Como já se sabia que o oxigênio era necessário à vida animal (até mesmo de insetos), con-

cluiu que a ausência desse gás seria uma condição necessária para a conservação de substâncias animais ou vegetais (GAY-LUSSAC, 1810). O trabalho de Gay-Lussac favoreceu a posição de Needham, pois mostrava que a fervura realmente modificava o ar, retirando-lhe um componente essencial à vida.

Em 1836, Schwabe realiza uma experiência contra o espontaneísmo. Coloca uma infusão animal ou vegetal, previamente fervida, em um frasco bem fechado, cuja tampa é atravessada por dois tubos dotados de dilatações, umas cheias de ácido sulfúrico concentrado e outras com potassa cáustica. Durante dois meses o ar é renovado no frasco. O ar só chega às substâncias infusas após haver passado pelo ácido sulfúrico. Tais infusões não se povoam de infusórios, fato oposto ao que ocorre com aquelas colocadas em frascos deixados abertos. O ácido sulfúrico, no caso, não modifica o teor de oxigênio do ar, mas torna-o impróprio a levar a vida para as infusões. Como? A experiência não o diz. No entanto, ela mostrava que Gay-Lussac estava errado e foi interpretada como favorável à idéia de que existiriam no ar certos princípios vivos, que seriam destruídos pelo ácido e pela potassa (ROSTAND, *La Genèse de la Vie*, 76-77). Outra experiência contra a geração espontânea é atribuída a Schwann. Fazendo ferver uma infusão de carne em frasco bem fechado, faz depois penetrar no balão apenas ar que sofreu a ação de alta temperatura (350°), atravessando um tubo metálico levado ao vermelho, sendo em seguida resfriado. A infusão permanece estéril (ver FLORKIN, 1952). Ainda aqui é notório que o ar, pelo aquecimento, não sofreu nenhuma alteração de seu teor de oxigênio. Schwann limita-se a afirmar que existe no ar um princípio que pode ser destruído pelo calor e que é necessário ao aparecimento da vida, sem afirmar se esse princípio é algo vivo ou inanimado.

Quinze anos depois, Schroeder e Dusch colocam infusões fervidas em contacto com ar filtrado por algodão. Dessa maneira protegidas, as infusões não se turvam, ao menos quando se opera com infusões de carne e de levedo de cerveja. Entretanto, o leite, mesmo cuidadosamente fervido, não deixa de apodrecer em contacto com o ar filtrado pelo algodão.

Referindo-se à sua experiência e à de Schwann anos mais tarde, Schroeder admite que o ar fresco encerra uma substância ariva, capaz de provocar fermentação alcoólica e putrefação, substância essa que o calor destruiria ou que o algodão pararia. Entretanto, cautelosamente evita afirmar se ela era constituída por germes disseminados no ar ou por uma substância química desconhecida.

3. Pouchet, o Defensor da Heterogenia

Félix Pouchet (1800-1876), naturalista e médico, era diretor do Museu de História Natural de Rouen quando começou a desenvolver seus

trabalhos relativos à geração espontânea. Seus estudos o levaram a defender uma versão dessa doutrina chamada "heterogenia", nome adotado anteriormente por Burdach¹. Pouchet foi conduzido à questão da geração espontânea após realizar estudos, publicados em 1847, sobre reprodução de animais superiores (POUCHET, *Théorie positive...*). Fez grande número de experiências que pareciam mostrar a existência da geração espontânea.

O primeiro trabalho que publicou sobre o tema foi uma comunicação à Academia de Ciências de Paris (POUCHET 1858) que parecia decisivamente favorável à heterogenia. Havendo enchido com água fervente um frasco de vidro de um litro, fechou-o hermeticamente e o colocou invertido com a boca dentro de uma cuba de mercúrio. Após o resfriamento da água, destampou o frasco, introduzindo nele meio litro de oxigênio puro (produzido quimicamente) e, em seguida, uma pequena quantidade de feno, previamente aquecido a 100°, em um forno, durante 30 minutos. Após oito dias, a infusão de feno se encheu de fungos e de animalúnculos, cuja origem espontânea não deixava nenhuma dúvida para Pouchet.

Tal comunicação provocou grande estardalhaço na Academia de Ciências. Muitos acadêmicos, como Milne Edwards (MILNE EDWARDS, 1859) Quatrefages (QUATREFAGES, 1859) e Claude Bernard (CLAUDE BERNARD, 1859)², entre outros, protestaram veementemente. Para eles, apesar de todas as precauções, houve a introdução de germes aéreos, ou o calor havia sido insuficiente para matar os microorganismos do feno. Todavia, não existiam experiências que refutassem as conclusões de Pouchet. Nenhum desses pesquisadores repetiu suas experiências. Pouchet responde detalhadamente às críticas (POUCHET, 1859a), refazendo as experiências, aquecendo o feno até carbonizá-lo e tomando outras precauções, sem que deixassem de surgir os microorganismos. Flourens apresenta à Academia uma obra de Mantegazza, onde são descritas experiências concordantes com as de Pouchet — embora menos cuidadosas (FLOURENS, 262).

Em outubro de 1859 Pouchet publica a sua grande obra, intitulada: *Hétérogène ou Traité de la Génération Spontanée*, após três anos de dedicadas pesquisas. A obra começa por um longo histórico da questão da geração espontânea, com quase cem páginas. Segue-se um capítulo sobre Metafísica, o que lhe valeu inúmeras críticas de seus opositores. Há também uma seção sobre Geologia, procurando explicar o aparecimento dos primeiros seres vivos que, em última análise, teriam se formado espontaneamente. Pouchet toma o cuidado de procurar mostrar que essa teoria não inutilizaria a existência de Deus. Há ainda a parte experimental do livro, considerada a mais importante.

Nessa parte experimental, Pouchet procura mostrar que, para nascerem animais em uma infusão, são necessários apenas três agentes:

um corpo putrescível, água e ar. As experiências de Schulze e de Schwann, já referidas, pareciam indicar que isso não era verdade. Pouchet as repete e observa que, mesmo com o ar calcinado ou passando através de substâncias químicas, surgem os microorganismos nas infusões fervidas.

De acordo com os adversários da geração espontânea, em todos os casos em que esta parece ocorrer, houve algum germe existente no ar, que penetrou no meio antes estéril e se reproduziu, povoando-o de microorganismos. Ora, tal explicação pressupõe que o ar atmosférico estivesse repleto de germes, para poder explicar os fatos observados. Afirmava-se que a poeira do ar conteria esses germes fecundadores em grande quantidade (ver, por exemplo, QUATREFAGES, 1859). Este é um dos pontos que Pouchet irá investigar.

Em diversas experiências em que analisa as poeiras do ar de diferentes lugares e idades, Pouchet encontrou raríssimos ou mesmo nenhum ovo de microzoário (POUCHET, 1859b). Isso vinha fortalecer o seu ponto de vista, de que não eram os germes os causadores do aparecimento de infusórios nas infusões, mas sim uma força plástica ou vegetativa, que existia no ar e que fazia com que a matéria existente em putrefação se organizasse, formando novos infusórios. Já para os "panspermistas" (que afirmam a ubiquidade dos germes), eram os ovos existentes no ar que originavam novos indivíduos nas infusões. Por longo tempo eles creram que a menor quantidade de ar continha germes. Pouchet os critica dizendo que, se tal ocorresse, o ar escurecer-se-ia formando um nevoeiro denso como o ferro. Como aceitar a existência de tais germes se não havia tal escurecimento do ar e em suas análises não encontrava nem mesmo uma quantidade razoável de germes?

Pouchet variava as formas de mostrar a ausência de germes no ar. Raciocinando que a queda da neve deveria arrastar as impurezas do ar, recolhe uma camada de neve de cinco centímetros de espessura sobre uma superfície de quatro metros quadrados (POUCHET, 1860a; idem, 1860b). Se os germes das infusões existissem no ar, eles teriam sido levados pela neve. Entretanto, não foram encontrados. Dois químicos de Toulouse, Musset e Joly, seguiram o mesmo processo de Pouchet para fazer a análise microscópica do ar que também lhes ofereceu os mesmos corpos observados na neve (grãos de amido, fuligem, restos de insetos, fios de lã, cristais de sílica, grãos de calcário, restos de vegetais, epidermes de plantas dicotilidóneas, algas microscópicas, esporos e féculas (JOLY ET MUSSET, 1860).

4. Os Primeiros Estudos de Pasteur

Louis Pasteur (1822-1895), químico ilustre, iniciou sua carreira científica realizando trabalhos admiráveis sobre as propriedades ópti-

cas de cristais orgânicos. Essas pesquisas o conduziram, a partir de 1857, ao estudo dos fermentos lácticos e alcoólicos. Ele concluiu ser a fermentação um fenômeno específico sempre ligado à presença de um microorganismo vivo: o fermento ou levedura. Em relação ao levedo láctico, Pasteur escreveu: "Ele nasce espontaneamente com tanta facilidade quanto a levedura de cerveja, todas as vezes em que as condições são favoráveis" (PASTEUR, 1858). Por esta razão, será depois acusado por opositores de haver primitivamente admitido a geração espontânea (POUCHET, 1861).

Em 14 de fevereiro de 1859, algumas semanas após a comunicação de Pouchet (de 20 de dezembro de 1858), Pasteur anuncia o êxito em obter a levedura láctica sobre um meio contendo apenas matérias açucaradas e minerais (PASTEUR, 1859).

Nessas experiências, ele partia de uma solução de água pura, com açúcar, sal, amoníaco, fosfatos e carbonato de cálcio; depois de algum tempo, observava o surgimento do levedo láctico. E escreve:

Quanto à origem do levedo láctico, nessas experiências, ela é devida unicamente ao ar atmosférico; recaímos aqui no fato das gerações espontâneas...

... nas experiências anteriores, a vida vegetal e animal nasceu do açúcar canchã pura, substância cristalizável, misturada a um sal do amoníaco e a matéria mineral, quer dizer, em um meio onde não havia nenhum produto que anteriormente tivesse qualquer organização.

Nesse ponto, a questão da geração espontânea progrediu. (PASTEUR 1859)

Após a publicação desse trabalho, Pouchet escreve a Pasteur, perguntando sua opinião pessoal a respeito da questão das gerações espontâneas. Pasteur responde em termos evasivos (PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, págs. 628-30; PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, pp. 44-47): "As experiências que fiz a esse respeito são muito pouco numerosas e, devo dizer, muito instáveis para que eu possa ter uma opinião digna de ser comunicada. Se, na nota que acabo de divulgar, pronunciei a palavra *geração espontânea*, é que, com efeito, a minha observação teve uma relação direta e acrescentou alguma coisa aos nossos conhecimentos sobre a questão..." Pasteur diz ainda que, se os adversários de Pouchet afirmavam que o ar continha germes das produções organizadas das infusões, eles iam além dos resultados de experiência; deveriam dizer, simplesmente, que no ar comum existe alguma coisa que é uma condição da vida, quer dizer, empregar alguma palavra vaga que não prejudique a questão no que ela tem de mais delicado. Nessa

época, pois, Pasteur parecia ainda não haver se posicionado perante a questão das gerações ditas espontâneas.

"Na minha opinião, senhor, a questão é intetramente e sempre virgem de provas decisivas. O que há no ar que provoca a organização? São os germes? É um corpo sólido? É um gás? É um fluido? É um princípio tal qual o ozônio? Tudo isso é desconhecido e convicia à experiência". (PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, p. 46).

Entretanto, fatores extra-científicos irão influenciar a posição que Pasteur irá adotar contra a geração espontânea (FARLEY, 1978). Ele era, em princípio, hostil à tese espontaneísta. Talvez sejam esses fatores que o fizeram repetir e divulgar apenas resultados de experiências favoráveis ao anti-espontaneísmo, apesar de, em 1857, haver constatado fatos que pareciam favoráveis à geração espontânea, e que ocultou pela gravidade das consequências (ROSTAND, *Genese*, p. 117).

5. O Prêmio Alhumbert

A obra de Pouchet havia produzido forte repercussão na comunidade científica. A questão das gerações espontâneas era um problema científico crucial, com repercussões nas áreas filosófica, religiosa e até política (FARLEY & GEISON, 1974). Por isso, a 30 de janeiro de 1860 a Academia de Ciências de Paris propôs um prêmio no valor de 2.500 francos (Prêmio Alhumbert) ao melhor trabalho que esclarecesse a questão das gerações espontâneas. Para julgar os trabalhos inseridos, foi nomeada uma comissão composta por Geoffroy Saint-Hilaire, Brogniart, Milne-Edwards, Serres e Flourens (relator).

Apesar de advertências de Biot e Dumas, Pasteur começa a se dedicar ao problema (VALLERY-RADOT, *Vie de Pasteur*, p. 104; PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, p. 223). A enorme pretensão de Pasteur pode ser observada em suas cartas:

Prossigo o melhor possível esses estudos sobre fermentação que possuem um grande interesse por sua ligação com o impenetrável mistério da vida e da morte. Espero dar um passo decisivo, resolvendo, sem a menor confusão, a célebre questão da geração espontânea. Eu já poderiu intervir, mas desejo ainda prosseguir minhas experiências. Há tantas paixões e obscuridades de um lado e de outro que se exigirá nada menos do que a clareza de um raciocínio aritmético para convencer os adversários de minhas conclusões. Pretendo chegar a isto. (PASTEUR, *Correspondance* vol. 2, p. 64).

A 6 de fevereiro de 1860, Pasteur comunica suas primeiras experiências especificamente dedicadas à geração espontânea à Academia de Ciências (PASTEUR, 1860a). Trata-se de experiências feitas com as poeiras do ar, através das quais ele concluiu existirem sempre no ar corpusculos organizados semelhantes a germes de organismos inferiores e que a água de levedo de cerveja (líquido fortemente alterável ao ar ordinário) permanece límpido, sem dar jamais nascimento a infusórios ou a bolores, quando deixado em contato com o ar previamente aquecido a alta temperatura (de modo semelhante ao das experiências de Schwann).

Refazendo várias experiências, Pasteur obtém os mesmos resultados. Prepara um balão cheio de água albuminosa fervida contendo ar calcinado, que é devidamente lacrado. Esse balão permanece na estufa indefinidamente, intacto. Mas se, após um mês ou seis semanas, for introduzido, tomando todas as precauções, um pequeno pedaço de amianto ou algodão carregado de poeiras aéreas, percebe-se que o líquido, após uma breve estada na estufa, se enche de microorganismos. A interpretação de Pasteur é a de que a poeira contém germes que produziram esses microorganismos.

Pasteur desenvolve uma série de estudos e experiências contrárias à geração espontânea e insere-se no prêmio Alhumbert. Pouchet, Joly e Musset também se inscrevem inicialmente. Logo depois, no entanto, percebendo estar diante de um tribunal declaradamente contra a heterogenia, Pouchet se retira, seguido pelos companheiros Joly e Musset. Pasteur permanece sozinho e recebe o grande prêmio em 29 de dezembro de 1862, com o seu trabalho "Memória sobre os corpusculos organizados que existem na atmosfera" (PASTEUR, *Atémoire*; *idem*, *Oeuvres*, vol. 2, pp. 210-94).

Os heterogenistas, entretanto, retiraram-se do concurso, apenas — não da luta.

6. Em Direção a uma Experiência Crucial

A decisão entre a geração espontânea e seu oposto nunca foi simples. A situação, agora, era a seguinte: os dois partidos admitiam que uma infusão de material orgânico, esterilizada pela fervura prolongada, permanecia livre de microorganismos indefinidamente, desde que não tivesse contato com o ar atmosférico; as explicações, no entanto, divergiam: *Geração espontânea* — a vida só pode ressurgir na infusão com o auxílio do ar, que possui um princípio vital essencial mas que, em si próprio, não traz seres vivos capazes de contaminar as infusões. *Panspermia* — a vida só pode se manifestar na infusão se vier de fora, pelo ar, através de germes transportados pelo mesmo. O ar livre de germes não contamina as infusões.

Era muito difícil, no entanto, perceber exatamente o que ocorria nas experiências. Os adversários da geração espontânea não podiam mostrar os germes, no ar, penetrando nos balões e contaminando as infusões. Como dizia Pouchet, Pasteur nunca mostrou os germes no ar. Mas parecia haver algum tipo de experiência que pudesse ser decisiva. Historicamente, nesse momento, o teste que foi aceito como crucial por ambos os lados foi verificar se o ar atmosférico *sempre* contaminava as infusões, ou não.

De acordo com a doutrina da geração espontânea aceita por Pouchet, era *suficiente* a existência de substâncias orgânicas, água e ar, para o surgimento de microorganismos. Ou seja: *sempre* que essas condições estivessem presentes, se a heterogenia estava correta, deveria surgir vida. De acordo com a versão primitiva da panspermia, a previsão experimental seria idêntica, pois, se toda porção de ar contém germes, essas condições sempre levarão ao surgimento de microorganismos. Mas as críticas dos heterogenistas haviam forçado os adversários da geração espontânea a recuar de sua posição, passando a adotar a "panspermia limitada": o ar não podia estar continuamente preenchido por germes, era preciso que existissem germes em número finito em qualquer volume de ar e, subdividindo esse volume, devia ser possível obter-se ar sem germes. Ora, dentro dessa nova posição, da panspermia limitada, deveria ser possível dispor de água, substâncias orgânicas e ar natural (não calcinado e sem passar por processos químicos) sem que surgissem microorganismos. Parecia, portanto, que a experiência poderia agora distinguir as duas posições.

O teste era o seguinte: se uma infusão estéril *sempre* se povoasse de microorganismos, quando em contato com a menor porção de ar atmosférico, o resultado seria favorável à geração espontânea; se *nem sempre* isso ocorresse, o resultado seria favorável a panspermia limitada. É para tentar decidir se a menor quantidade de ar ordinário sempre desenvolve organismos em uma infusão que Pasteur realizou certas experiências (PASTEUR, 1860b) que foram incluídas na *Memória* que obteve o prêmio Alhumbert.

Enchendo balões com um líquido putrescível (água albuminosa, urina, etc), Pasteur alonga o seu pescoço com a lâmpada, faz ferver o líquido e durante a ebulição, fecha a extremidade afilada do pescoço com a lâmpada. Assim faz-se o vácuo no balão (ou, mais exatamente, ele fica repleto de vapor de água a baixa pressão), sendo necessário quebrar a sua extremidade para que o ar penetre. Fecha-se novamente o balão com a chama de um maçarico e leva-se à estufa com uma temperatura de 25 a 30°. Conforme o aparecimento ou não de microorganismos, pode-se experimentar a capacidade genésica do volume de ar introduzido.

Pasteur observou que o mais comum era que os balões, quando cheios de ar natural não calcinado, se povoavam de microorganismos. Entretanto, alguns não se alteravam qualquer que fosse o tempo de permanência na estufa. Ainda observou que a turvação dos balões dependia do lugar onde haviam sido feitas as tomadas de ar. Quando quebrava a ponta dos balões nos porões do observatório astronômico, onde o ar era parado e aparentemente livre de pó, aumentava o número de balões onde não surgiam microorganismos.

O resultado era contrário à geração espontânea, que não poderia explicar por que alguns balões ficavam contaminados e outros não. Pasteur podia explicar as observações: algumas porções de ar deveriam conter germes e outras não.

A propósito desse tipo de explicação, poder-se-ia comentar que se tratava de uma hipótese excessivamente cômoda, capaz de se ajustar a qualquer resultado. Os balões das experiências ficaram estérteis? É porque a experiência foi feita em uma veia infecunda. Ficam eles contaminados? É o acaso que os jogou em uma nuvem de germes.

Por um lado, tal tipo de crítica é injusta, pois, embora a panspermia limitada não pudesse explicar *cada* observação, podia explicar algo que a heterogenia *não podia* explicar: *alguns* balões não se contaminavam. Mas, para tornar a sua posição mais forte, era preciso que Pasteur encontrasse alguma regularidade e previsibilidade nas variações observadas. Conjeturou que a quantidade de germes em suspensão no ar deveria depender da altitude do lugar, o que poderia ser notado efetuando experiências comparativas entre o ar da planície e aquele de montanha. Faz ele então a célebre experiência do Jura.

7. Experiência de Pasteur no Monte Jura

Pasteur, contrariamente aos heterogenistas, aceitava que "era sempre possível recolher em um lugar determinado um volume notável, mas limitado de ar ordinário, não tendo sofrido nenhuma espécie de modificação física ou química, completamente impróprio entretanto, para provocar uma alteração num líquido eminentemente putrescível" (PASTEUR, 1860b, p. 348).

Para corroborar sua hipótese, realiza então, em 1860, a célebre experiência do Jura (PASTEUR, 1860c), que nada mais é do que a experiência que, com anos antes, Charles Bonnet havia proposto a Spallanzani.

Na sessão de 5 de novembro de 1860, Pasteur coloca sobre a mesa da Academia 73 balões, cada um com 1/4 l de capacidade, primitivamente vazios de ar, cheios até a sua terça parte com água de levedo de cerveja, filtrada e limpa.

Vinte deles receberam o ar do campo, bem longe de qualquer habitação, ao pé do primeiro planalto do Jura. Vinte outros foram abertos sobre uma das montanhas do Jura, a 850m de latitude; e 20 outros no Montanvert — próximo à *Mer de Glace*, 2.000m de altitude". Os outros 13 não haviam sido abertos.

Pasteur obteve os seguintes resultados:

Dos vinte balões abertos no campo, oito continham produções organizadas; dos 20 abertos sobre o Jura, cinco somente as continham; e, finalmente, dos 20 abertos no Montanvert um só se alterou — sugerindo Pasteur que isto era devido a um vento muito forte que soprava das profundas gargantas da geleira de Bois.

O resultado obtido por Pasteur era altamente significativo. Corroborava fortemente a panspermia limitada, descobrindo uma regularidade no fenômeno de contaminação das infusões: quanto maior a altitude, menor o número de balões com microorganismos. Isso se ajustava perfeitamente à conjectura de que a quantidade de germes no ar deveria diminuir com a altitude. Por outro lado, como compreender isso de acordo com a heterogenia?

Note-se, no entanto, que também essa experiência era indireta, no seguinte sentido: era impossível observar, no ar que entrava nos balões, se existia ou não algum germe, e de que tipo ele seria. Para a estratégia de Pasteur, era importante frisar que *nem todos* os balões se povoavam, pois isso era um argumento contra a idéia dos heterogenistas.

R. A Resposta aos Heterogenistas: A Experiência da Montanha Maladetta

Pouchet e seus seguidores, Musset e Joly, achavam que a experiência de Pasteur precisava ser repetida, pois não poderia ter dado o resultado que deu, conforme a heterogenia. Para eles, as produções organizadas encontradas nas infusões deveriam se formar sempre com a entrada de ar comum nos balões. Todos os balões deveriam então se povoar de microorganismos. Resolveram testar eles próprios essa experiência, e não certos estavam da vitória da heterogenia que subiram 1.000m acima da altitude alcançada por Pasteur, em 1863 (POUCHET, MUSSIEU & JOLY, 1863).

Foram eles ao Pirineus Franceses, inicialmente na Rencluse (2083m de altitude) e depois nas geleiras da Maladetta (3000m). Levaram 12 balões com infusão de feno, previamente fervida mais de uma hora e filtrada. Esses balões estavam cheios até sua terça parte e tinham, como os de Pasteur, 1/4 l de capacidade.

Tais balões estavam, na hora da experiência, vazios de ar, pois haviam sido fechados com uma chama no momento da ebulição.

Pouchet, Musset e Joly tomaram todas as precauções sugeridas por Pasteur. Afastaram-se dos guias, elevaram os balões acima de suas cabeças para evitar que entrassem poeiras que estivessem em suas roupas, quebraram suas pontas com uma lima passada na chama. Durante o processo, agitaram os balões, para tornar espumosa a solução. Depois, selaram novamente os balões.

Como, dos 12 balões, 4 se quebraram, sobraram 8, sendo 4 abertos na Rencluse e 4 na Maladetta.

Após o retorno da montanha e uma pequena espera, observaram que todos eles se povoaram de microorganismos.

Para os heterogenistas, isso era uma confirmação de sua teoria e uma refutação do que Pasteur havia afirmado ("É sempre possível obter em um lugar determinado um volume notável de ar ordinário, não tendo sofrido nenhuma espécie de modificação física ou química, e completamente impróprio todavia a provocar uma alteração qualquer em um líquido eminentemente putrescível").

O resultado da experiência de Pouchet não podia ser compreendido por Pasteur, uma vez que, segundo a sua teoria de que não existia geração espontânea e da existência de germes em apenas algumas regiões da atmosfera, isso não poderia ter acontecido. Pasteur concluiu que a causa principal desses resultados deveria ter sido a má realização da experiência.

Entre as críticas de Pasteur à experiência dos heterogenistas (PASTEUR 1863a) está o reduzido número de balões que eles utilizaram. Também afirma não haverem sido tomadas as precauções por ele estabelecidas, ou seja, ao invés de haverem utilizado a pinça passada na chama, empregaram os heterogenistas uma lima passada na chama. Segundo ele, para a lima ser equivalente à pinça, deveria tocar a ponta do balão, sem a mão ou o polegar. Afirma também que os balões não deveriam ser agitados. Alega ainda que só 4 balões dos heterogenistas haviam se povoado, embora tivesse ficado bem claro em comunicação precedente dos heterogenistas serem 8 os balões que se povoaram de microorganismos.¹¹

Apesar das críticas de Pasteur, formuladas em meio a uma retórica e ironia pouco condizentes com a discussão¹², era difícil envalidar a experiência dos heterogenistas. Ela parecia equivalente à de Pasteur, porém, dava resultados contrários. Era uma situação bastante absurda. Quem fez a experiência errada? — era a questão implícita em toda a discussão. Pasteur criticava os heterogenistas e estes, por sua vez, alegavam que Pasteur aquecera excessivamente e desigualmente seus balões, que suas infusões não eram todas iguais, etc.¹³. Parecia só existir um modo de resolver o problema: repetir a experiência, de modo público e controlado pelos dois lados.

9. A Comissão da Academia

Em sua resposta a Pasteur, Joly e Musset propõem um modo de terminar o debate: solicitam à Academia de Ciências de Paris que nomeie uma comissão perante a qual os dois grupos repetirão suas principais experiências (JOLY & MUSSET, 1863); Pouchet apoia suas palavras (POUCHET, 1863); Pasteur concorda, e a comissão¹⁴ é nomeada (PASTEUR, 1864a).

Tal comissão decidiu que as experiências de Pouchet, Musset e Joly, sobre a heterogenia, poderiam ser repetidas na primeira quinzena de março. "Isso seria — responderam Pouchet, Musset e Joly — comprometer nossos resultados, e talvez não obter nenhum, pois seria operar sob uma temperatura que, mesmo na primavera, está frequentemente muitos graus abaixo de zero, no sul da França. Quem pode pois assegurar que, no intervalo de 1 a 15 de março, Paris não congelará?" (POUCHET, MUSSET & JOLY, 1864).

Pasteur sugeriu que tais experiências fossem repetidas em estufa, sendo que as dele poderiam ser feitas em qualquer época do ano (PASTEUR, 1864d). No entanto, a comissão concordou em adiar as experiências até junho.

O grupo dos heterogenistas e Pasteur foram convidados a operar com 3 séries de 20 balões. Pasteur utilizaria água de levedo de cerveja e os heterogenistas água de feno, como usualmente faziam. As experiências seriam realizadas no laboratório de química do Museu de História Natural (BALARD, 1865).

Em 20 de junho, os heterogenistas recusam o programa proposto pela Academia das Ciências, redigindo um outro, em que colocavam as experiências em ordem de importância (*Comptes Rendus*, v. 58, p. 1161, 1864). A Academia não aceita a sugestão, decidindo começar pelas experiências cujos resultados tinham sido contrários à geração espontânea. Os heterogenistas não acharam isso razoável porque colocaria a opinião pública contra eles. E isso pesava bastante.

Apesar disso, os heterogenistas ainda queriam se submeter a comissão e compareceram ao encontro, em 22 de junho. Mas logo surge uma discussão relacionada aos balões que Pasteur utilizara no Montanvert. Ao invés de repetir as experiências, a comissão aceita a antiga experiência de Pasteur.

Os heterogenistas perdem a calma. Como o programa que haviam elaborado não fora aceito e ainda eles sentiam na comissão uma "parcialidade intransigente", alegaram não terem se deslocado para fazer as experiências de Pasteur, mas as próprias. Retiraram-se, dirigindo uma carta muito eloqüente à Academia. "Na presença de obstáculos completamente inesperados que nos são opostos, nossa con-

ciência nos diz que temos apenas um partido a tomar, é protestar em nome da ciência e reservar os direitos do futuro" (POUCHET, 1864).

A comissão prosseguiu seu trabalho sem a presença dos heterogenistas, repetindo apenas a experiência de Pasteur. Foram enchidos 3 lotes de balões com ar de localidades diferentes (grande anfiteatro do Museu, domo do anfiteatro, jardim de Bellevue). Quatorze balões permaneceram intactos dos 19 enchidos com ar do anfiteatro; treze dos 19 cheios com o ar da cúpula; e dois dos 18 cheios com o ar de Bellevue. Resultados que estavam de acordo com as previsões de Pasteur e deram origem ao relatório de Balard (BALARD 1865), contrário à doutrina da geração espontânea.

A comissão da Academia pretendia em seguida examinar o que se passava com a água de feno mas, adiando seus ensaios, eles acabaram não acontecendo. Não houve, pois, um segundo relatório.

Tendo rejeitado a autoridade da comissão, os heterogenistas resolveram adotar outra tática. O ministro Duruy autorizou-os a expor ao público a questão das gerações espontâneas, em uma conferência que teve lugar no Anfiteatro da Faculdade de Medicina (VALLÉRY-RADOT). *Vie de Pasteur*, p. 134; LAROUSSE, *Grand dictionnaire*, vol. 8, p. 1138).

Os jornais divulgaram o acontecimento, posicionando-se a favor dos heterogenistas. Pasteur se lastimou: "Não sei se existe um só [jornal] que não denuncie a seus leitores a parcialidade da Academia e a opressão da ciência oficial, como dizem" (PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, p. 168; ver também pp. 170-3, 187-8). O diretor do Museu, Fremy, colocou o laboratório à disposição dos heterogenistas que, lá, diante de testemunhas, repetiram com sucesso suas principais experiências (LAROUSSE, *Grand dictionnaire*, vol. 8, p. 1139).

10. Conclusões

A experiência realizada por Pasteur no Jura, em 1860, levou-o a concluir que não há continuidade de germes nas diversas porções de ar e que, à medida em que se sobe, o número de germes diminui consideravelmente. No local mais alto (Montanvert — 2000m de altitude), em 20 dos balões abertos, apenas um deu aparecimento a um mucédineo. Utilizou-se de água de levedo de cerveja, obtendo resultados contrários a doutrina das gerações espontâneas. Realizou experiências muito bem concebidas, uma vez que era um químico, sem dúvida, brilhante.

Pouchet, Joly e Musset não aceitaram os resultados das experiências de Pasteur no Jura, que eram contrários à doutrina das gerações espontâneas. Em resposta a ela (no ano de 1863) vão até os Pirineus Franceses e, a uma altitude 1000m superior àquela de Montanvert, na

Maladetta, dos quatro balões abertos todos se povoaram de microorganismos (bactérias de vários tipos e micélios de mucédinicos). Serviram-se de infusão de feno fervida e filtrada.

Pasteur criticou os heterogenistas utilizando-se de retórica num estilo pouco científico e alegando detalhes pouco relevantes, como, por exemplo, terem utilizado em lugar da lima uma pinça. Chamou também muita atenção para o reduzido número de balões utilizados.

O fato dos quatro balões abertos pelos heterogenistas na Maladetta haverem se povoado de organismos não poderia ser coincidência, como o sugeriu Pasteur. Se, entre os balões abertos por Pasteur, 1 em 20 se contaminou, a chance de ter ocorrido por acaso o resultado observado pelos heterogenistas seria aproximadamente 1 em 20⁴, ou 1 em 160.000, pela teoria das probabilidades — isso se as experiências tivessem sido feitas a igual altitude. Como os heterogenistas subiram muito mais alto, seria mínima a chance de contaminação casual dos quatro frascos.

É importante ainda colocar aqui que experiências feitas por Pouchet sobre micrografia atmosférica a 14.800 pés de altitude, no Mont Blanc, com frascos contendo água fervendo por 45 minutos, tomando-se todas as precauções, obtiveram resultados favoráveis à geração espontânea (POUCHET, 1863) e não tiveram resposta de Pasteur. Ainda estudando a neve recolhida, a 12.100 pés de altitude, Pouchet não encontrou nem ovos nem esporos; entretanto, utilizando o ar recolhido por um explorador a essa altitude e introduzindo-o em infusões estéreis, obteve microorganismos vivos. Esta e várias outras observações de Pouchet não foram jamais discutidas por Pasteur.

Pasteur, sem dúvida um exímio experimentador, embora afirmasse o contrário, tinha ideias pré-concebidas. Repetiu experiências que eram favoráveis às suas crenças e não fez o mesmo com aquelas realizadas pelos heterogenistas. É difícil duvidar que suas posições religiosas, política e filosófica não tivessem influenciado o seu trabalho, embora alguns autores tentem defender sua neutralidade científica (ROLI-HANSEN, 1979). Prova de sua posição conservadora é a conferência por ele realizada na Sorbonne (PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, p. 328) onde sugere a inutilidade de Deus no caso de haver geração espontânea. Parece tentar, assim, jogar o peso da religião contra os heterogenistas. Isso, certamente, não era apenas uma tática: Pasteur parece sinceramente apoiar a tradição e a ordem, como se pode ver pela análise de sua vida — veja-se, por exemplo, sua posição a favor de expulsar da *École Normale* os estudantes que fumassem; sua defesa de uma rígida hierarquia nessa mesma instituição; e seu deslumbramento com a corte imperial (PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, pp. 124, 136, 216-61).

Pouchet, mesmo não sendo um experimentador tão brilhante quanto Pasteur (sendo muitas vezes acusado de mau experimentador), fez experimentos corretos na Maladetta. Ao contrário do que Pasteur pensava, não foi a falta de cuidado dos heterogenistas que levou à contaminação dos balões. Se o próprio Pasteur os tivesse acompanhado ao pico da Maladetta, levando 20 balões com água de feno, ao invés de 4, quebrando a ponta dos balões com a pinça, ao invés de lima, e evitando sua agitação, isso tudo não impediria que todos os 20 balões se enchessem de microorganismos. Hoje sabemos que a água de feno, mesmo longamente fervida, pode dar origem a microorganismos, mesmo quando chega a ela apenas ar privado de germes. Tal fato ocorre, segundo hoje se acredita, porque o feno contém germes ou esporos que uma ebulição mesmo prolongada não consegue destruir e que se desenvolvem em contacto com o oxigênio. Note-se, no entanto, que Pasteur jamais chegou a sugerir que essa fosse a causa da anomalia das experiências dos heterogenistas. Na época, parecia bem estabelecido que, mesmo no caso do feno, a fervura matava rapidamente todos os microorganismos (MEUNIER, 1865). Apenas em 1876 Cohn e Tyndall estabeleceram a resistência do bacilo do feno à fervura (FARLEY & GEISON, 1974; WEEB, 1942). O biógrafo e genro de Pasteur lhe atribui a mesma descoberta, no mesmo ano (VALLE-RY RADOT, *Vie de Pasteur*, p. 369), mas parece estar enganado.

Nenhum dos dois lados era constituído por tolos ou cegos. Ambos procuravam se portar cientificamente, apresentando fatos e argumentos. Examinando-se, na época, separadamente, cada um dos conjuntos de evidências, era possível aceitar tanto a heterogenia quanto a panspermia limitada. O problema era o conflito entre as próprias evidências.

Cada partido procurava destituir de valor as experiências do adversário através de explicações "ad hoc". Faltou a ambos os lados a capacidade de repetir *exatamente* a experiência do adversário e de dar crédito às observações do partido oposto.

A Academia de Ciências de Paris, através de suas comissões, de posição extremamente conservadora e totalmente parcial, apoiava Pasteur, que partilhava de suas ideias. Colocou-se contra Pouchet, cujas ideias eram, inclusive, acordes com o darwinismo, que enfrentou muitas objeções na época. "A Comissão da Academia nem sequer realizou as experiências com o feno, concebidas por Pouchet. Falhou-lhe pois a imparcialidade esperada de uma instituição de tal peso.

Sob o ponto de vista puramente científico, na época, a balança estava equilibrada entre a geração espontânea e seus opositores. Não se deve julgar que todos foram convencidos por Pasteur, na época. Muito pelo contrário: o *Grande dictionnaire universel* (LAROUSSE, *Grand dictionnaire*, vol. 8, p. 1139), em 1865, considerava que a hete-

rogenia havia vencido. Nessa época ou depois, não cessaram de aparecer obras favoráveis à geração espontânea. Na própria Academia e fora dela, Pasteur teve que enfrentar outros espontaneístas.

No entanto, pode-se dizer que os membros mais influentes da Academia de Ciências de Paris negavam a heterogenia. O que levava à preferência pela posição de Pasteur não eram evidências experimentais. Não é possível, no entanto, elucidar este ponto aqui, uma vez que foi adotada neste artigo uma abordagem primariamente internalista do estudo da controvérsia da geração espontânea.

NOTAS

- ¹ A geração espontânea consiste na formação de indivíduos vivos, destituídos de pais, a partir de substâncias retiradas do meio ambiente.
- ² Esta e outras obras antigas citadas no presente artigo foram consultadas na Biblioteca Nacional, no Rio de Janeiro.
- ³ A heterogênese é um tipo de geração espontânea em que a vida surge a partir de matérias provenientes de outros seres vivos anteriores, mas diferentes; distingue-se da "abiogênese", que é a produção de seres vivos a partir da matéria inanimada.
- ⁴ É relevante observar que Pouchet, antes de se dedicar à pesquisa das gerações espontâneas, seguia uma carreira científica comum. Em 1841, publicara um tratado de Zoologia (POUCHET, *Zoologie classique*) e vários artigos. Ao publicar seu livro *Hétérogénéité*, contava com uma extensa lista de títulos, incluindo os seguintes: Professor da Escola de Medicina e da Escola Superior de Ciências de Rouen; membro correspondente do Institut de France; membro das Sociedades de Biologia, de História Natural e de Ciências Físicas de Paris; membro fundador da Sociedade Imperial Zoológica, de Paris; membro das academias de ciências de Rouen, Strasbourg, Toulouse, Caen, Cherbourg, Lisieux, Veneza, Filadélfia e Turim; e outros títulos semelhantes, obtidos a partir de uma atividade científica "normal". Não era, portanto, um mero excêntrico, nem um amador ou professor obscuro à procura de publicidade.
- ⁵ É interessante assinalar que o famoso Claude Bernard, ao final de sua vida, passou a aceitar a existência da geração espontânea. A publicação póstuma de seus últimos trabalhos (BERNARD, 1878), onde também criticava a teoria da fermentação de Pasteur, produziu grande impacto e constringeu Pasteur, que se sentiu na obrigação de escrever um livro de 180 páginas para se defender do fantasma do grande mestre (PASTEUR, *Examen critique*).

- ⁶ A criação desse prêmio mostra a importância dada pela Academia de Ciências ao trabalho de Pouchet. Antes de suas pesquisas, não pareciam existir muitas dúvidas sobre a inexistência da geração espontânea. Se os trabalhos de Pouchet tivessem sido desprovidos de valor, teriam sido ignorados: não se costuma discutir nem criar prêmios para estudar problemas tolos e propostas sem fundamento.
- ⁷ Tal comissão era, desde o princípio, em sua maioria declaradamente anti-espontaneísta. Somente Geoffroy Saint-Hilaire e Serres não tinham opinião já formada publicamente conhecida. O primeiro morreu; o segundo foi substituído. Claude Bernard e Coste vieram completar o tribunal, agora em sua totalidade declaradamente contra a heterogenia.
- ⁸ Pasteur fala sobre as precauções necessárias para a tomada de ar, para não haver intervenção de poeiras que o experimentador possa levar consigo e daquelas espalhadas sobre a superfície dos balões e utensílios dos quais ele se serve. Primeiro, esquenta o pescoço do balão e sua ponta em uma chama de lâmpada a álcool; depois, faz um traço sobre o vidro com uma lâmina de aço. A seguir, eleva o balão acima da cabeça, numa direção oposta à do vento, quebrando a sua ponta com uma pinça de ferro passada na chama. O ar entra com violência, sendo então o balão vedado novamente, na chama.
- ⁹ A reação a esse trabalho de Pasteur não foi muito favorável. Um artigo publicado na revista científica de Victor Meunier, *Siècle*, a 31 de março de 1860, criticou vivamente seu primeiro estudo sobre geração espontânea, terminando pelas palavras: "Como o Sr. Pasteur é químico, a insuficiência do trabalho fisiológico que nos ocupa não deve prejudicar seu renome, fundado sobre trabalhos de um outro tipo. Mas se ele tiver que continuar os estudos nos quais acaba de principiar, precisará a garantia do auxílio de um micrograto e de um lógico" (*apud* PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, p. 71). Mas nem todos consideraram tão fraco o trabalho inicial de Pasteur — houve uma avaliação positiva publicada no journal *Patrie*, que a esposa de Pasteur se apressou a enviar ao sogro, para "corrigir o mau efeito que o artigo do *Siècle* produziu no pai de Pasteur" (*idem*, *ibidem*).
- ¹⁰ Pasteur foi capaz de levar um grande número de balões (preparou 110, inicialmente) pois apenas se deslocou até um local pouco elevado, de fácil acesso, sendo os balões transportados por jumentos (PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, p. 79). Pouchet, Musset e Joly, pelo contrário, precisaram tornar-se alpinistas improvisados, o que explica o pequeno número de balões utilizados. Na descida, Joly

quase morreu em um precipício (ver VALLERY-RADOT, *Vie de Pasteur*, p. 125).

- ¹¹ Pasteur se precipitou ao criticar a experiência dos heterogenistas sem dispor de informações completas. Ele escrevera a Pouchet pedindo detalhes, porém, sem aguardar a resposta (que foi enviada imediatamente), criticou infundadamente a experiência de Maladetta, chegando a afirmar que seus resultados confirmavam os obtidos no Jura (ver PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, pp. 142-4; Joly & Musset, 1863; PASTEUR, 1863 b).
- ¹² Basta citar alguns exemplos do estilo de Pasteur neste artigo: "... Pouchet, Joly & Musset... meus perscrvantes contraditores..."; "Fico feliz por esses hábeis naturalistas terem se dado ao trabalho de ir fazer na Rencluse e na Maladetta aquilo que eu fiz no Monte Branco e em um dos contrafortes do Jura, e que, seguindo meu exemplo..."; "... vê-se perfeitamente que meus sábios adversários... foram guiados pelo firme desejo de repetir minuciosamente minhas experiências". O último parágrafo do artigo de Pasteur afirma: "Em resumo, eis aí um novo exemplo a ser adicionado a tantos outros na lista das causas de erros científicos, onde vemos que, embora se esforçando por reproduzir e criticar as experiências de um autor, pode-se não compreender nada de seu método de experimentação e até crer-se que se o refuta quando nada se faz senão confirmar os princípios que ele estabeleceu" (PASTEUR, 1863a).
- ¹³ Além da discussão científica, dava-se uma discussão paralela, de outro nível, cada lado tentando ridicularizar o outro. Em 1864, Pouchet publica um novo livro (POUCHET, *Nouvelles expériences*), em cujo prefácio (p. XIII) afirma: "Vimos, repentinamente, o Sr. Pasteur apresentar seus balões como o *ultimato* da ciência, dizendo que seus resultados iriam *"maravilhar o mundo"*. Essas são suas expressões. Pasteur reage: "Essa afirmação é falsa. Protesto que jamais pronunciei nem escrevi essas palavras ridículas e espero da tealdade do Sr. Pouchet uma reificação pública" (PASTEUR, 1864 b). Segue-se então a troca de reclamações mútuas (POUCHET, 1864; PASTEUR, 1864 c), onde, curiosamente, Pouchet não aponta a fonte de sua citação. Mas ele estava correto, pois encontramos em um artigo de Pasteur: "Já o disse a propósito de experiências que serão expostas em minha Memória, mas hoje darei provas que maravilharão todo o mundo" (PASTEUR, 1860 b; idem, *Oeuvres*, vol. 2, p. 201).
- ¹⁴ Comissão essa constituída por Flourens, Dumas, Brongniart, Milne Edwards e Ballard, encarregada de repetir as experiências cujos resultados foram invocados como favoráveis ou contrários a doutrina das gerações espontâneas (*Comptes Rendus*, sessão de 4 de janeiro de 1864, vol. 58, p. 22). Novamente a comissão estava longe

de ser neutra: e os heterogenistas o sabem: "Embora nos iludíssemos acreditando que os membros da Academia que tão freqüente e nitidamente formularam sua opinião contra a heterogenia não poderiam e não deveriam fazer parte de Comissão, estamos mais convencidos de que encontraremos em nossos adversários, transformados em nossos juizes, a alta imparcialidade que deve presidir a esse debate científico" (POUCHET, JOLY & MUSSET, 1864).

- ¹⁵ Pasteur afirmava, em 1860: "Sou sempre contraditado por dois naturalistas, um de Rouen — Sr. Pouchet — e outro de Toulouse — Sr. Joly. Mas não perco meu tempo em responder-lhes. Que digam o que quiserem. A verdade está comigo. Eles não sabem fazer experiências" (PASTEUR, *Correspondance*, vol. 2, p. 72). A acusação de Pasteur é excessivamente forte — além de distorcer a verdade. Os trabalhos de Pouchet eram anteriores aos seus, e era ele, Pasteur, quem atacava — e Pouchet se defendia.
- ¹⁶ Darwin, cuidadosamente evita se posicionar sobre o problema. Após dizer os motivos que levaram Lamarck a aceitar a geração espontânea, afirma: "A ciência ainda não provou a verdade desta crença, seja o que for que o futuro nos revele" (DARWIN, *The origin of species*, p. 61). Mas era natural que tanto os opositores quanto os adeptos da geração espontânea (por exemplo, ROHAUT, *Trans-formisme*) vissem uma conexão entre essas idéias.

Referências Bibliográficas

- BALARD, A. Rapport sur les expériences relatives à la génération spontanée. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 60: 384-97, 1865.
- BERNARD, Claude. (Observações sobre os trabalhos de Pouchet). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 48:33-5, 1859.
- . La fermentation alcoolique. Dernières expériences de Claude Bernard (publiées par M. Berthelot). *Revue scientifique* [2] 15:49-56, 1878.
- BONNET, Charles. *Oeuvres d'histoire naturelle et de philosophie*. 9 vols. Neuchâtel, S. Fauche, 1779-1783.
- BUFFON, Georges Louis Leclerc, comte de. *Oeuvres complètes de Buffon*. Ed. M. Flourens. 12 vols. Paris, Garnier, 1853-1855.
- DARWIN, Charles. *The origin of species by means of natural selection*. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1971 (Great Books of the Western World, v. 49).
- DE KRUIJF, P.H. *Microbe hunters*. New York, Hacourt & Brace, 1932.

- FARLEY, John. The social, political and religious background to the work of Louis Pasteur. *Annual Review of Microbiology* 32:143-54, 1978.
- FARLEY, J. & GEISON, G. Science, politics and spontaneous generation in 19th century France: the Pasteur-Pouchet debate. *Bulletin of the History of Medicine* 48:161-98, 1974.
- FLORKIN, Marcel. Le journal d'expériences de Théodore Schwann sur la génération spontanée, la fermentation alcoolique et la putréfaction. *Bulletin de l'Académie de Médecine de Belgique* 17: 164-7, 1952.
- FLOURENS, M. (Apresentação de trechos de uma obra de Mantegazza). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 48: 262-3, 1859.
- GARDNER, Eldon J. *History of biology*. 3. ed. Minneapolis, Burgess, 1972.
- GAY-LUSSAC, Louis Joseph. Extrait d'un mémoire sur la fermentation. *Annales de Chimie ou Recueil de Mémoires concernant la Chimie et les Arts qui en dépendent* 76: 245-59, 1810.
- JOLY, N. *La génération spontanée*. Paris, G. Baillière, 1865.
- JOLY, N. & MUSSET, C. Étude microscopique de l'air. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 50: 647-8, 1860.
- _____. Recherches sur l'origine, la germination et la fructification de la levûre de bière (*Tbrula cerevisiae*, Turpin). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 53: 368-71, 1860.
- _____. Réponse aux observations critiques de M. Pasteur, relatives aux expériences exécutées par eux dans les glaciers de la Maladetta. *Ibidem* 57: 842-5, 1863.
- LAROUSSE, Pierre (ed.). *Grand dictionnaire universel*. Paris, G.D.L., s/d (Prefácio: 1865).
- MEUNIER, Victor. Mémoire sur la résistance vitale des Kolpodes enkystées. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 61: 991-2, 1865.
- MILNE-EDWARDS, Henri. Remarques sur la valeur des faits qui sont considérés par quelques naturalistes comme étant propres à prouver l'existence de la génération spontanée des animaux. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 48: 23-9, 1859.
- PASTEUR, Louis. *Oeuvres de Pasteur*. Ed. R.P. Vallery-Radot, 7 vols. Paris, Masson, 1922-39.
- _____. *Correspondence de Pasteur: 1840-1895*. Ed. P. Vallery-Radot. 4 vols. Paris, Flammarion, 1946-51.
- _____. *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des générations spontanées*. Paris, Mallet-Bachelier, 1862. Reproduzido em PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, pp. 210-94.
- _____. *Examen critique d'un écrit postume de Claude Bernard sur la fermentation*. Paris, Gauthier-Villars, 1879. Reproduzido em: PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, pp. 483-585.
- _____. Mémoire sur la fermentation appelée lactique. *Annales de Chimie et de Physique* [3] 52: 404-16, 1858.
- _____. Nouveaux faits pour servir à l'histoire de la levure lactique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 48: 337-8, 1859.
- _____. Expériences relatives aux générations dites spontanées. *Ibidem* 50: 303-7, 1860 (a).
- _____. Nouvelles expériences relatives aux générations dites spontanées. *Ibidem* 51: 348-52, 1860 (b).
- _____. Suite à une précédente communication relative aux générations dites spontanées. *Ibidem* 51:675-8 1860 (c).
- _____. Note en réponse à des observations critiques présentées à l'Académie par MM. Pouchet, Joly et Musset, dans la séance du 21 septembre dernier. *Ibidem* 57: 724-6, 1863 (a).
- _____. Remarques. *Ibidem* 57: 846, 1863 (b).
- _____. Note sur les générations spontanées. *Ibidem* 58: 21-2, 1864 (a).
- _____. Note sur une fausse allégation d'un ouvrage récent de M. Pouchet. *Ibidem* 58: 22, 1864 (b).
- _____. (Nota) *Ibidem* 58: 192, 1864 (c).
- _____. Remarques. *Ibidem* 58: 471, 1864 (d).
- _____. POUCHET, Félix Archimède. *Zoologie classique*, 2 vols. Paris, J.B. Baillière, 1841.
- _____. *Théorie positive de la fécondation des mammifères basée sur l'observation de toute la série animale*. Paris, J.B. Baillière, 1842.
- _____. *Hétérogenie ou traité de la génération spontanée*. Paris, Baillière, 1859.
- _____. Sur des protoorganismes végétal et animaux, nés spontanément dans l'air artificiel et dans le gaz oxygène. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 47: 979-82, 1858.
- _____. Remarques sur les objections relatives aux protoorganismes rencontrés dans l'oxygène et l'air artificiel. *Ibidem* 48: 148-58, 1859 (a).
- _____. Étude des corpuscules en suspension dans l'atmosphère. *Ibidem* 48: 546-51, 1859 (b).
- _____. Corps organisés recueillis dans l'air par la neige. *Ibidem* 50: 532-4, 1860 (a).
- _____. Addition à la Note sur les corps organisés recueillis par la neige. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 50: 572, 1860 (b).
- _____. Moyen de rassembler dans un espace infiniment petit tous

- les corpuscules normalement invisibles contenus dans un volume d'air déterminé. *Ibidem* 50: 748-50, 1860 (c).
- _____. Génèse des proto-organismes dans l'air calciné et à l'aide des corps putrescibles portés à la température de 150 degrés. *Ibidem* 50: 1861 (d).
- _____. Adhésion à la protestation contenue dans une Note récente de MM. Joly et Musset. *Ibidem* 57: 902-3, 1863.
- _____. Observation sur la neige de la cime du Mont Blanc et de quelques autres points culminants des Alpes. *Ibidem* 58: 188-91, 1864 (a).
- _____. (Carta ao Sr. Flourens). *Ibidem* 58: 191-2, 1864 (b).
- POUCHET, F.A., MUSSET, C. & JOLY, N. Expériences sur l'hétérogénie exécutées dans l'intérieur des glaciers de la Maladetta (Pyrénées d'Espagne). *Ibidem* 57: 558-61, 1863.
- _____. (Carta). *Ibidem* 58: 191, 1864.
- QUATREFAGES, J.L.A. Remarques sur la valeur des faits qui sont considérés par quelques naturalistes comme étant propres à prouver l'existence de la génération spontanée des animaux. *Ibidem* 48: 30-3, 1859.
- REDI, Francesco. *Opere di Redi*. 3 vols. Venezia, G. Gabriello, 1712.
- ROGER, Jacques. Chimie et biologie: des "molécules organiques" de Buffon à la "physico-chimie" de Lamarck. *History and Philosophy of Life Sciences* 1: 43-64, 1979.
- ROHAUT, C.A. *Le transformisme et de la génération spontanée*. Paris, J-B. Baillière et Fils, 1890.
- ROLL-HANSEN, Nils. Experimental method and spontaneous generation: the controversy between Pasteur and Pouchet, 1859-64. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 34 (3): 273-92, 1979.
- ROSSI, D.C. *Le darwinisme et les générations spontanées*. Paris, C. Reinwald, 1970.
- ROSTAND, Jean. *La genèse de la vie*. Paris, Hachette, 1943.
- SCHOPFER, W.F. Histoire des théories relatives à la génération, aux 18^{ème} et 19^{ème} siècles. *Gesnerus* 2: 81-103, 1945.
- SPALLANZANI, L. *Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes*. Genève, B. Chirid, 1785.
- _____. *Experiencias para servir a la historia de la generacion de animales y plantas*. Trad. F.B. Diaz. Buenos Aires, Emecé, 1945.
- _____. *Nouvelles recherches sur les découvertes microscopiques et la génération des corps organisés*. Avec des notes de M. de Needham. London, Lacombe, 1769.
- VALÉRY-RADOT, René. *La vie de Pasteur*. Paris, Hachette, 1931.
- _____. *A vida de Pasteur*. Trad. Fábio Leite Lobo. Rio de Janeiro, Vecchi, 1939.

- WEED, Lyle A. John Tyndall and his contribution to the theory of spontaneous generation. *Annals of Medical History* 4: 55-62, 1942.
- WILSON, Grove. *Os grandes homens da ciência*. 4. ed. São Paulo, Nacional, 1963.