

## 9 - O enigma da respiração

como foi decifrado

Joffre Marcondes de Rezende

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

REZENDE, JM. *À sombra do plátano: crônicas de história da medicina* [online]. São Paulo: Editora Unifesp, 2009. O enigma da respiração: como foi decifrado. pp. 97-102. ISBN 978-85-61673-63-5. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

---

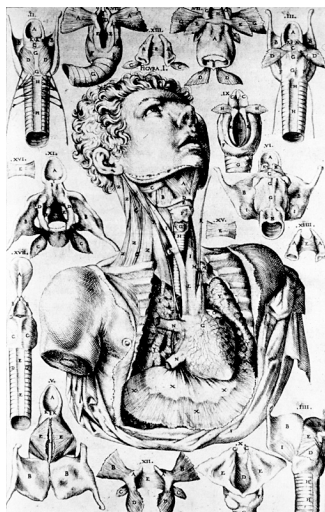


All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

## O Enigma da Respiração: Como Foi Decifrado



*Anatomia do sistema respiratório, por Giulio Casserio (1552-1616).*

As descobertas sobre a fisiologia da respiração são um exemplo típico de como evoluiu o conhecimento científico, por etapas, graças à contribuição de sucessivos pesquisadores – e de como continuará evoluindo, até que se torne possível decifrar o enigma com que a natureza desafia a inteligência humana.

A medicina egípcia via na respiração a função vital mais importante do organismo e o ar era considerado indispensável à preservação da vida. Segundo um texto no papiro de Ebers, o ar penetra pelas narinas, alcança o pulmão e o coração, de onde é distribuído a todo o corpo pelos vasos sanguíneos (Leca, 1971, p. 156). No mesmo papiro, em outra passagem, há referência ao *sopro da vida* e ao *sopro da morte* (Lopes, 1969, p. 51).

Na medicina hebraica a importância da respiração para a manutenção da vida é ressaltada no Livro dos Salmos (104.29): “Se lhes tira a respiração, morrem, e voltam para o seu pó” (*A Bíblia Sagrada*, 1981, p. 592).

Entre os filósofos gregos, Anaximenes (570-500 a.C.) considerava o ar o principal elemento da criação e sustentáculo da vida animal. Para a esco-

la hipocrática, o calor corporal é inerente à vida e para a conservação do calor é necessária a respiração, que introduz no corpo o pneuma, elemento vital contido no ar. A respiração leva o pneuma até os pulmões e, destes, ao ventrículo esquerdo, de onde é transportado pelas artérias a todas as partes do organismo (Entralgo, 1970, pp. 169-170).

Na Idade Média, Leonardo da Vinci registrou, em um de seus cadernos de nota, que a chama de uma vela se apaga na ausência do ar (Fahraeus, 1956, p. 579).

Robert Boyle (1627-1691), físico inglês, confirmou a observação de Da Vinci, extraindo o ar de dentro de uma redoma de vidro por meio de uma bomba de aspiração. Verificou que a vida era impossível na atmosfera rarefeita dentro da redoma e que um pequeno animal ali colocado morria rapidamente. Portanto, alguma coisa havia no ar que alimentava ao mesmo tempo o fogo e a vida (Major, 1954, pp. 514-515).

John Mayow (1643-1679) repetiu as experiências de Boyle e constatou que quando se coloca ao mesmo tempo, dentro da redoma, um camundongo e uma vela, reduz-se pela metade o tempo necessário para apagar a chama e para a morte do animal. Ficou evidente que a porção de ar que alimentava a chama era a mesma que mantinha a vida. Tentou, a seguir, queimar um fragmento de cânfora no interior da redoma, após a extração do ar, fazendo convergir sobre o mesmo os raios solares concentrados por meio de uma lente. A combustão da cânfora só se processava quando se adicionava à mesma uma pequena quantidade de salitre (nitrato de potássio), substância empregada na fabricação da pólvora. Mayow concluiu que o nitrato contém a mesma substância existente no ar, necessária ao fogo e à vida. Chamou a esta substância *spiritus nitroaereus*. Em suas primeiras publicações, aos 25 anos de idade, Mayow combateu a teoria vigente desde o tempo de Galeno, de que o ar inspirado destinava-se a refrigerar o coração, e afirmou que a cor vermelha do sangue arterial se devia ao seu maior conteúdo em “ar do fogo” e que este era necessário para manter o calor do corpo. Mayow faleceu aos 36 anos de idade e seus trabalhos foram ignorados por quase um século (Fahraeus, *op. cit.*, pp. 580-582).

Georg Stahl (1660-1734), no início do século XVIII, lançou a teoria flogística, segundo a qual todas as substâncias que se queimam têm na sua constituição um elemento comum, o *flogisto*, verdadeiro fogo latente, que se

desprende durante a combustão. Esta teoria teve grande influência no pensamento médico, na interpretação da febre e da inflamação, que seriam causadas pela liberação dessa hipotética substância (Major, *op. cit.*, p. 566).

Inflamar provém do latim *inflammare*, que significa “pôr em chamas”. Data dessa época a denominação de antiflogístico, usada até hoje para designar as substâncias ou medicamentos dotados de ação anti-inflamatória.

Joseph Black (1728-1799), professor de Química em Glasgow, na Escócia, descobriu em 1757 que havia no ar atmosférico um gás com a propriedade de turvar a água de cal. Chamou a esse gás de “ar fixo” e identificou-o ao “gás silvestre” descoberto por Van Helmont um século antes. Verificou que o ar expelido pelos pulmões era mais rico deste gás do que o ar atmosférico, e que o mesmo também se formava com a queima do carvão (*Idem*, p. 613).

Em 1766, Cavendish isolou o hidrogênio. William Henry Cavendish (1731-1810) era físico e químico inglês, descendente de família nobre e muito rica. Dedicou toda a sua vida à pesquisa científica e foi um dos pioneiros no estudo dos gases atmosféricos. Era um misantropo que evitava contato com as pessoas, inclusive parentes. Nunca se casou e sua convivência se limitava aos membros da Royal Society, a que pertencia, e onde comunicava as suas descobertas. Dentre elas, uma das mais importantes foi a identificação do hidrogênio, a que chamou de “ar inflamável”. Por meio de uma centelha elétrica obteve a síntese da água, combinando o “ar inflamável” com o “ar do fogo”, ou seja, o hidrogênio com o oxigênio, que ele chamava de “ar vital”. Muitas de suas descobertas permaneceram desconhecidas de seus contemporâneos e só foram divulgadas muitos anos após sua morte (*Idem*, pp. 613-614).

O nitrogênio foi identificado independentemente por Scheele, Priestley e Rutherford em 1772.

A esta altura, portanto, já haviam sido isolados o gás carbônico, o hidrogênio e o nitrogênio. Faltava ser identificado o oxigênio, até então chamado “ar do fogo” ou “ar vital”. O oxigênio foi finalmente isolado, ao mesmo tempo, por Scheele e Priestley.

Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), de nacionalidade sueca, era farmacêutico e fazia suas experiências em um pequeno laboratório nos fundos da farmácia onde trabalhava, na cidade de Upsala. Obteve o “ar do fogo” a partir do óxido de magnésio e, a seguir, do óxido de mercúrio. Observou

que os animais colocados no recipiente onde era coletado o “ar do fogo”, lentamente o transformavam em “ar fixo” (gás carbônico). Scheele deixou-se influenciar pela teoria flogística que dominava o pensamento científico na época e acreditava que a produção do calor se devia à liberação do flogisto, que se unia ao “ar do fogo”. Scheele faleceu aos 43 anos de idade, dois dias após o seu casamento com a viúva do antigo dono da farmácia, convencido do acerto da teoria flogística (Fahraeus, *op. cit.*, pp. 580-582).

Joseph Priestley (1733-1804), em Birmingham, na Inglaterra, também isolou em 1772 o “ar do fogo”, aquecendo diversas substâncias químicas. Notou que a chama era mais brilhante com o “ar do fogo” puro do que com o ar atmosférico. Explicou a combustão, do mesmo modo que Scheele, como resultado da liberação do flogisto contido nos corpos e sua união ao “ar do fogo”. A queima de uma substância nada mais era, segundo Priestley, do que a retirada pelo gás, do flogisto, que se libertava (flogisto livre).

A respiração para ele tinha por fim levar o “ar do fogo” ao interior do organismo a fim de retirar do sangue o flogisto liberado pelos alimentos. A cor escura do sangue venoso seria devida ao maior teor de flogisto e a cor vermelha do sangue arterial ao processo de desflogistificação, isto é, à retirada do flogisto pelo ar dos pulmões.

Priestley era um sacerdote e teve de fugir da Inglaterra para os Estados Unidos por suas convicções religiosas. Enquanto viveu manteve sua crença na teoria flogística (Major, *op. cit.*, pp. 614-615).

Coube a Lavoisier decifrar o quebra-cabeças armado por seus antecessores. Ele o fez deferindo um golpe mortal na teoria do flogisto.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), o fundador da química moderna, era descendente de família rica. Nasceu em Paris e teve educação esmerada. Primeiramente estudou direito, porém desde cedo sentiu-se atraído pela investigação científica e montou seu próprio laboratório. Aos 25 anos já era membro da Academia de Ciências da França, quando se casou com Marie-Anne Paulze, de treze anos de idade, filha do diretor da Companhia das Índias.

Inicialmente verificou que o óxido de ferro, quando aquecido, se transformava em ferro, perdendo peso e liberando gás com as mesmas propriedades do “ar do fogo”. Chamou a esse gás oxigênio (que produz ácido). Concluiu que o fenômeno da combustão deveria ser interpretado ao contrário do que

ensinava a teoria flogística: em lugar de perder flogisto, elemento imaginário que não deveria existir, os corpos quando se queimam, ou se oxidam, ou absorvem oxigênio.

Teve a intuição de que o calor animal resultava de uma combustão interna, lenta, na qual seria consumido o oxigênio do ar inspirado, e desprendido o “ar fixo”, que identificou ao gás carbônico. Atribuiu a cor vermelha do sangue arterial ao oxigênio e a cor escura do sangue venoso ao gás carbônico. Comparou a produção do calor animal à queima do carvão, em que há consumo de oxigênio e produção de gás carbônico e água.

Lavoisier acreditava, e este foi o seu único erro, que a combustão se desse nos pulmões, onde o sangue entraria em contato com o ar inspirado, e que o calor gerado nos pulmões seria distribuído pelo sangue a todo o corpo. Esta hipótese foi refutada por Lagrange. Lavoisier, considerado um dos maiores gênios de todos os tempos, foi condenado pela Revolução Francesa de 1793 a morrer na guilhotina, aos 51 anos de idade, por suas ligações com a realeza, tendo sido decapitado em 8 de maio de 1794 (Porter, 1994, p. 414; Fahraeus, *op. cit.*, pp. 589-592)

Joseph Louis Lagrange (1736-1813), matemático e astrônomo francês, com base em cálculos, demonstrou que se a combustão ocorresse somente nos pulmões, a produção local de calor seria tão intensa que lesaria o parênquima pulmonar. Defendeu a ideia de que o consumo de oxigênio e a produção de gás carbônico se dariam em todos os órgãos, realizando-se nos pulmões apenas a troca de gases, o que foi confirmado posteriormente (Fahraeus, *op. cit.*, p. 592).

Pierre Simon Laplace (1749-1827), matemático francês e amigo de Lavoisier, submeteu esta hipótese a uma análise matemática, comparando a quantidade de gás carbônico eliminado com o calor produzido por um animal em dado período de tempo. A seguir mediu o calor e o gás carbônico produzido pela combustão de uma certa quantidade de carvão. Concluiu Laplace que o calor produzido, assim como o gás carbônico produzido, tanto num como noutro caso, é proporcional ao consumo de oxigênio. (*Idem, ibidem*)

Heinrich Gustav Magnus (1802-1870), químico e fisiologista alemão, dosou pela primeira vez o oxigênio e o gás carbônico no sangue arterial e venoso, comprovando, assim que a utilização de oxigênio e a eliminação de gás carbônico se passam na intimidade dos tecidos (Morton, 1983, p. 121).

A decifração do enigma da respiração resultou das investigações realizadas por quatro físicos, um farmacêutico, três químicos e dois matemáticos, cabendo o maior mérito, sem sombra de dúvida, a Lavoisier.

Ironicamente, o único médico que participou dessa empreitada, que foi Stahl, o fez em sentido negativo, lançando a teoria do flogisto, elemento imaginário criado pela fantasia, sem nenhuma base científica, e que dificultou a compreensão do liame existente entre a respiração e a produção do calor animal.

Houve grande resistência do mundo científico em abandonar a teoria flogística e aceitar as novas ideias de Lavoisier, que representaram uma revolução só comparável à descoberta da circulação por Harvey.

### *Referências Bibliográficas*

- A *BÍBLIA SAGRADA*. Trad. de João Ferreira de Almeida, 50ª impressão, Rio de Janeiro, Imprensa Bíblica Brasileira, 1981.
- ENTRALGO, P. L. *La Medicina Hipocrática*. Madrid, Revista do Ocidente, 1970.
- FAHRAEUS, R. *História da Medicina*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1956.
- LECA, A.-P. *La médecine égyptienne au temps de pharaons*. Paris, Ed. Roger Dacosta, 1971.
- LOPES, O. C. *A Medicina no Tempo*. São Paulo, Edusp/Melhoramentos, 1969.
- MAJOR, R. H. *A History of Medicine*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1954.
- MORTON, L. *A Medical Bibliography* (Garrison and Morton). London, Gower, 1983.
- PORTER, R. *The Biographical Dictionary of Scientists*. New York, Oxford University Press, 1994.