

O corpo entre a química e a fisiologia: notas sobre alguns fluidos no século das Luzes

The body between chemistry and physiology: notes on some fluids in the Enlightenment

Resumo

No século das Luzes, os fluidos corpóreos passaram a ser objetos de investigação experimental. A ideia era de que o resultado dessas experiências oferecesse elementos para se conhecer melhor tanto a sua produção, quanto sua função no funcionamento do corpo humano. O conhecimento químico foi o principal responsável pela consolidação de uma nova teoria médica, a fisiologia. Como isso, para além da controvérsia entre as hipóteses do corpo-máquina e do corpo-organismo, o corpo-químico passou a ser tema central da medicina do século XVIII. Nas notas aqui apresentadas, sugerimos que os resultados da análise química possibilitaram superar alguns obstáculos epistemológicos na passagem da medicina galênica dos humores para uma medicina experimental.

Palavras-chave: Química; fisiologia; sangue; urina; respiração

* Universidade Federal do Paraná (UFPR). roneimocellin@ufpr.br

Abstract

During the Age of Enlightenment, bodily fluids became the subject of experimental research. The idea was that the results of these experiments would provide insights into both their production and their function in the human body. Chemical knowledge was primarily responsible for the consolidation of a new medical theory, the physiology. As a result, beyond the controversy between the body-machine and body-organism hypotheses, the body-chemical became a central theme in eighteenth-century medicine. In the notes presented here, we suggest that the results of chemical analysis made it possible to overcome some epistemological obstacles in the transition from Galenic medicine of humours to experimental medicine.

Keywords: Chemistry; physiology; blood; urine; respiration

O corpo e o laboratório químico: pródromos de uma relação de longa duração

Na virada do século XVIII, os fluidos produzidos pelo corpo passaram a ser objeto de investigação experimental. A ideia era de que o resultado dessas experiências oferecesse elementos para se conhecer melhor tanto a sua produção, quanto sua função no funcionamento do corpo humano. Além de testemunharem o seu estado de saúde, o conhecimento de sua natureza e composição ajudaria os médicos na escolha da melhor forma de intervenção para que o estado de vitalidade de seus pacientes fosse recuperado. Herdado dos médicos gregos, o modelo humoral também se ocupava desses fluidos, mas seu foco de interesse estava em encontrar o equilíbrio entre os quatro principais (sangue, bile amarela, bile negra, fleuma) e não em realizar experimentos com os mesmos. Por isso, a saúde e a doença representavam o sucesso ou não de se estabelecer um equilíbrio dos fluidos internos contidos pela pele. A novidade foi a investigação experimental acerca da natureza e da composição dos próprios fluidos. No caso da urina, por exemplo, no lugar dos “profetas da urina”, como eram conhecidos os médicos da Renascença que faziam diagnósticos a partir de uma inspeção visual, o objetivo passava a ser o de investigar a própria composição e modo de produção desse precioso líquido.

À experimentação anatômica sobre o “corpo” somava-se a investigação fisiológica, o que contribuiu para a emergência de um novo sistema teórico em medicina. Se Andeas Vesalius (1514-1564) e William Harvey (1578-1657) retomavam a anatomia galênica como principal foco de interesse da pesquisa médica, com Paracelso (1493-1541) e os médicos-químicos inspirados por ele, como Jean Baptista van Helmont (1580-1644), a fisiologia¹ passou a ganhar interesse similar. Mas quais os procedimentos que deveriam ser empregados nessa investigação fisiológica? A experimentação deveria ser química ou se limitar a informações físicas, como a densidade e a temperatura? A principal novidade foi a introdução da explicação química do fenômeno da fermentação, o que levou aos posteriores desenvolvimentos mais específicos sobre essa questão por Thomas Willis (1621-1675). Willis supunha que a matéria era ativa e dotada de vida e recorreu a princípios químicos, que interpretou em termos corpusculares, para explicar os processos fisiológicos, incluindo aqueles que ocorrem no cérebro e no sistema nervoso².

Herman Boerhaave (1668-1738), eminente professor de medicina e de química da Universidade de Leiden, conhecido como o “Hipócrates de Leiden” devido a sua admiração pelo método de investigação do médico grego, propunha uma nova fundamentação teórica à iatroquímica paracelsista, baseada, sobretudo, na filosofia experimental inglesa. Apesar de rejeitar algumas ideias de Paracelso, como a busca de um *elixir vitae* e a da *crisopeia*, ele estava em pleno acordo com seus sucessores, sobretudo van Helmont, ao considerar a química como fundamental para auxiliar a medicina. Boerhaave reestruturou e reinterpretou uma variedade de práticas de diversas tradições químicas – química didática, alquimia, medicina química – para desenvolver a sua própria metodologia de investigação a fim de assimilar esse conhecimento como parte da filosofia natural experimental. Tal como o filósofo natural, o químico examinava os fenômenos dos corpos e os reduzia a uma História Natural. Boerhaave defende que existem duas formas de recolher as observações para essa história natural: observando as aparências dos corpos isolados e aplicando corpos diferentes uns aos outros e observando os novos fenômenos que deles resultam. O segundo eixo de investigação era próprio da química, que

1 Termo criado por Jean Fresnel (1497-1558) – do grego *physis* (natureza) e *logia* (estudo). Ver Andrew Cunningham, *The pain and the Sword: Recovering the Disciplinary Identity of Physiology and Anatomy before 1800: I: Old physiology – the pen. Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 33, 4, pp. 631-665, 2002.

2 Clericuzio, A. Thomas Willis' Iatrochemistry and the Activity of Matter. *The Royal Society Journal of the History of Science*, 77, pp. 717-732, 2023.

assim contribuiria para o desenvolvimento da História Natural e da medicina. Nesse eixo, além do *Corpus Hipocrático* moldar sua prática médica, o método de Hipócrates também é considerado por Boerhaave um modelo perfeito para tornar a química uma disciplina acadêmica³.

Em resposta a uma edição pirata de seu curso de química (*Institutiones et Experimenta Chemiae*, Paris, 1724), que continha ideias que não eram as suas, Boerhaave publicou o seu *Elementa Chemiae* (1732), obra que se tornou uma referência de rigor experimental. Ele estruturou os *Elementa* de acordo com os mesmos métodos pedagógicos que utilizava nos seus cursos de química. O objetivo do seu ensino da química era revelar os mecanismos das operações materiais através do estudo dos *instrumentos* químicos (fogo, ar, água, terra e *menstrua*) e das suas interações com as espécies químicas. O objetivo final dos *Elementa* era apresentar os *princípios* de ação que orientariam os químicos na condução e interpretação das operações sobre os materiais. Ele afirmava que os princípios que apresentava eram gerados através da aplicação da filosofia experimental baconiana, na qual preceitos individuais ou experiências demonstrativas eram apenas exemplos instrutivos de observações numerosas e repetidas. Nos domínios da química, onde os preceitos orientadores não estavam bem estabelecidos, Boerhaave sugeria que o seu leitor deveria trabalhar para construir histórias naturais a partir da experimentação com fenômenos químicos a fim de obter princípios gerais⁴. Boerhaave reconhecia que a química era muito útil para a medicina, para a farmácia ou terapêutica, mas também para a fisiologia, patologia, semiótica (diagnóstico) e dietética. Ele e seus discípulos influenciaram profundamente a medicina prática e a farmácia com seu conhecimento químico sobre minerais, embora, na sua opinião, a química deveria ser vista como um auxílio à medicina, e não como a sua principal orientação⁵.

O apelo à química para contribuir ao estudo do corpo não era unânime, o que gerou algumas controvérsias, como aquela acerca das glândulas. Essa controvérsia se deu entre Boerhaave e o anatomista Frederik Ruysch (1638-1731) sobre a natureza das glândulas e resultou na demonstração de que o

3 Knoeff, R. Practicing Chemistry “After the Hippocratical Manner”. Hippocrates and the Importance of Boerhaave’s Medicine. In: ____ *New Narratives in Eighteenth-Century Chemistry*. Dordrecht: Springer, pp. 63-76, 2007.

4 Powers, J. *Inventing Chemistry: Herman Boerhaave and the Reform of the Chemical Arts*. Chicago: The University of Chicago Press, p. 147, 2012.

5 Hendriksen, M. Boerhaave’s Mineral Chemistry and Its Influence on Eighteenth-Century Pharmacy in the Netherlands and England. *Ambix*, 65, 4, pp. 303-323, 2018.

conhecimento químico tinha uma influência decisiva na explicação acerca do seu funcionamento. Enquanto Ruysch defendia que as glândulas não eram mais do que as extremidades das artérias e atuavam como instrumentos mecânicos que separavam os fluidos em partículas mais pequenas, Boerhaave examinou as glândulas como folículos membranosos nos quais processos químicos preparavam os fluidos para as suas diferentes utilizações no corpo. O ponto de vista de Boerhaave era novo e resultava da sua crença na química como o conhecimento por excelência para a explicação dos processos mais básicos do corpo⁶.

A concepção de Boerhaave também contrastava fortemente com o ponto de vista de Georg Ernst Stahl (1660-1734) sobre o papel da química na medicina. Embora Stahl tenha contribuído significativamente para o campo da química, ele rejeita sua importância no estudo das condições que levam um corpo a ser saudável ou doente. Sua abordagem da medicina favorecia o papel da *anima* (alma) na saúde e na doença em detrimento dos princípios químicos das partes do corpo. Stahl descreve-o como um equilíbrio, como uma balança entre as forças corruptoras que atuam continuamente, de forma autônoma, no seio da matéria orgânica (ou seja, organizada), da qual é composto o corpo, e a ação vivificante, reguladora, corretiva, da alma. Além disso, surgem causas externas, acidentais, de desequilíbrio, que complicam a tarefa vital da alma, lesões teciduais ou orgânicas, pelas quais se encontra comprometida, mais ou menos gravemente, a vida do corpo. A alma perturbada, enfraquecida, torna-se então incapaz de remediar a desordem que se instalou. A partir do conceito de alma, Stahl se tornou um respeitado teórico da patologia psicossomática e exerceu grande influência na escola médica de Montpellier⁷.

Stahl também rejeitava a hipótese de uma matéria única e homogênea, tal como sustentada por Boerhaave, assim como de qualquer “ação à distância” de inspiração newtoniana. Stahl se opunha à ideia de uma divisibilidade infinita da matéria e de procedimentos dedutivos na organização do conhecimento químico, o que gerou uma acalorada controvérsia com Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716), defensor dessas possibilidades. Essa controvérsia teve início em 1709, quando Leibniz enviou uma carta para Stahl comentando sua obra *Theoria medica vera* e prosseguiu através de uma troca epistolar que foi

6 Kneoff, R. Chemistry, mechanics and the making of anatomical knowledge: Boerhaave vs. Ruysch on the nature of the glands. *Ambix*, 53, 3, pp. 201-219, 2006.

7 Hoffmann, P. L'âme et les passions dans la philosophie médicale de Georg-Ernst Stahl. *Dix-Huitième Siècle*, 23, pp. 31-43, 1991. Para um estudo aprofundado sobre vitalismo no século XVIII ver Roselyne Rey, *Naissance et développement du vitalisme en France de la deuxième moitié du 18e siècle à la fin du Premier Empire*. Oxford: Voltaire Foundation, 2000.

reunida por Stahl, e publicada em 1720, com o título *Negotium otiosum*. Ambos estavam de acordo que a tentativa de René Descartes (1596-1650) de submeter a química a uma abordagem geométrica ou mecânica estava incorreta, pois não conseguia explicar os *mixtos* e as especificidades das transformações materiais. Ambos rejeitavam, igualmente, as pretensões da iatroquímica, mas o faziam por motivos diferentes. Segundo Stahl, não era tarefa da química explicar os fenômenos dos corpos organizados, de maneira que a medicina era um campo específico que não permitia uma interpretação a partir das mudanças que ocorrem na matéria inorgânica. Leibniz discordou veementemente da dupla exclusão da química, por Stahl, tanto do campo da medicina quanto da física geral. Enquanto a visão de Stahl era disciplinar, precisamente para permitir que cada campo específico construísse sua própria teoria com base em seus problemas específicos, Leibniz propunha um ponto de vista geral a partir do qual os problemas pareciam interconectados e o critério de coerência geral era de importância primordial. A controvérsia acerca da infinita divisibilidade da matéria é importante para toda a discussão, pois a explicação da matéria também determina a relação que a química e a medicina devem ter. Stahl elabora uma distinção ontológica entre a estrutura da matéria química e a organização dos corpos vivos, enquanto Leibniz postula microrganismos em entidades infinitamente pequenas⁸.

Francis Bacon (1561-1626) e Robert Boyle (1627-1691) foram referências constantes para Boerhaave na construção de um discurso filosófico-experimental para a prática médica e para a experimentação química. Boerhaave retomava elementos centrais do programa de Bacon, como a experimentação ordenada, a utilidade pública do conhecimento, a aliança entre os sentidos e a razão e considerava que eram muitas “as vantagens que os filósofos podiam retirar da química cultivada como se deve, de modo que ela colocaria a Física no estado em que o famoso chanceler Bacon almejava, e no que foi seguido pelo ilustre Robert Boyle”⁹. Para ele, “a primeira e principal parte desta ciência [química] consiste em agrupar todos os fenômenos dos corpos que nossos sentidos podem descobrir, e assinalar seu verdadeiro lugar na História natural”¹⁰.

8 Smets, A. The Controversy Between Leibniz and Stahl on the Theory of Chemistry. In: ____ *Neighbours and Territories the Evolving Identity of Chemistry*. José Ramón-Sánchez, Duncan Thorburn Burns and Brigitte Van Tiggelen (Editors). Louvain la Neuve: Mémosciences, pp. 291-306, 2008.

9 Boerhaave, H. *Eléments de Chymie*. Traduction du Latin par J.N.S. Allamand. Paris: Chez Guillyn, t. 1, p. 173, 1754.

10 Ibidem, p. 168.

Associando-se aos princípios teológicos de Bacon e Boyle, Boerhaave promoveu o que considerava ser uma química baseada numa verdadeira compreensão da Bíblia. Em outras palavras, ele queria compreender a Bíblia no seu sentido original e, ao mesmo tempo, salvar a química da sua natureza secreta, oculta, ou ainda de ser utilizada para sustentar filosofias materialistas. *Matéria* e *movimento* são os pilares da química de Boerhaave que em seu *De cohaesione corporum* (1687), seguindo Boyle e Isaac Newton (1643-1727), refutava o mecanicismo cartesiano, introduzindo agentes não mecânicos em seu sistema. Além disso, os elementos manipulados pelos químicos não eram os constituintes últimos da matéria, pois esta era uniforme e homogênea tendo sido criada por Deus e onipresente no espaço¹¹.

Mas a sistematização da fisiologia será obra de Albrecht von Haller (1708-1777), médico suíço e discípulo de Boerhaave, com os 8 volumes de seu *Elementa physiologiae corporis humanae* (1757-1766)¹². No centro desse sistema fisiológico está o conceito de irritabilidade, que ele reenviava à estrutura das fibras, já anteriormente objeto de estudos do criador do microscópio, Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723). Segundo Haller, nem todos os órgãos reagiam da mesma maneira a uma estimulação, o que o levou a distinguir entre irritabilidade e sensibilidade. Ele atribuía a irritabilidade à fibra muscular, que se manifestava por uma contração devido à ação de um estímulo externo, enquanto a sensibilidade era própria do nervo, que respondia ao estímulo por uma sensação. Os sucessores de Haller, como o francês Samuel Tissot (1728-1797) e o inglês William Cullen (1710-1790), estenderam a irritabilidade a toda atividade fisiológica¹³.

A investigação experimental dos fluidos corpóreos também contribuía a argumentações em querelas filosóficas acerca da natureza do corpo. Tais querelas se davam tanto em um âmbito metafísico mais geral, questionando-se, por exemplo, sobre a origem/criação da vida e de sua finitude, quanto no modo de funcionamento, para alguns da “máquina”, para outros do “organismo” vivente. Por exemplo, a obra de Haller teve grande relevância na concepção fisiológica de Denis Diderot (1713-1784), exposta principalmente em seu

11 Knoeff, R. *Herman Boerhaave (1668-1738): Calvinist Chemist and Physician*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, pp. 115ss, 2002.

12 Vila, A. *Enlightenment and Pathology. Sensibility in the Literature and Medicine of Eighteenth-Century France*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1998.

13 Touwaide, A. *Physiologie*. In: ____ *Dictionnaire européen des Lumières*. Sous la direction de Michel Delon. Paris : PUF, 2007, p. 996.

Elementos de fisiologia que, segundo Paolo Quintili, foi redigido em torno de 1780 na sequência do *Sonho de d'Alembert*¹⁴. As verdades que Diderot pretendia explorar e explicar são aquelas relacionadas à vida do organismo humano, saudável e doente. Os instrumentos oferecidos pela medicina, pelas ciências da vida e pela reflexão filosófica permitem conceber o ser humano como um agregado de moléculas sensíveis, compostas e em constante transformação. Esse fato leva a diferentes concepções da vida e da morte, deixando esta de ser um evento definitivo e imutável e inscrevendo-se, então, em um processo de transformação contínua da matéria¹⁵.

Em suma, os médicos-químicos que encontraram inspiração em Boerhaave, apropriaram-se dos seus ensinamentos e práticas de investigação, deram contributos originais para o campo e, por sua vez, transmitiram os seus conhecimentos a mais uma geração de médicos. Os artigos sobre a medicina (geral, cirurgia, febre, etc.) da *Encyclopédie* de Diderot e d'Alembert, escritos pelo Louis de Jaucourt (1704-1779) e pelo médico Pierre Tarin (1735-1761), responsável pelos artigos de anatomia e tradutor de obras de Haller, também demonstram a extensão da influência de Boerhaave. No entanto, a partir do oitavo volume, os artigos de medicina serão de autoria de Jean-Joseph Ménuret de Chambeaud (1739-1815), que sustenta uma concepção vitalista fundamentada no conceito de *sensibilidade*¹⁶ e não no de *anima* como no vitalismo de Stahl, opondo-se também tanto aos iatroquímicos quanto aos mecanicistas. O modelo vitalista de Ménuret de Chambeaud foi aplicado na concepção do vivente defendido por Diderot em seu *Sonho de d'Alembert*¹⁷.

Mas o papel da química na medicina não se limitava à investigação do funcionamento dos corpos individuais, pois também passou a ter, como apontou M. Foucault um lugar fundamental na origem de uma *medicina social* que buscava o controle dos corpos de modo coletivo. No contexto francês, essa associação entre a química e a medicina pode ser percebida na segunda metade do século pela construção de laboratórios químicos anexos a hospitais. A burocracia estatal também passou a se interessar pelo fluxo de materiais nas

14 Quintili, P. *Matérialismes et Lumières. Philosophies de la vie, autour de Diderot et de quelques autres, 1706-1789*. Paris: Honoré Champion, p. 241ss, 2016.

15 Biasci, G. « Éléments de physiologie » de Diderot : une vulgarisation scientifique sensible. *Studi Francesi*, 187, p. 30-41, 2019.

16 Rey, R. *op.cit.* p. 147.

17 Duflo, C. Diderot et Ménuret de Chambeaud. *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, 34, pp. 26-44, 2003.

idades, bem como da água, do ar, dos eflúvios das manufaturas, dos miasmas das igrejas e dos cemitérios com a criação de regulamentos de controle¹⁸. Por isso, para além da controvérsia entre as hipóteses do corpo-máquina e do corpo-organismo, o corpo-químico passou a ser tema central da medicina do século XVIII. A seguir, faremos alguns comentários acerca do papel da química na investigação do sangue, da urina e da respiração. O sangue é o fluido corpóreo por excelência, símbolo da vida; a urina é o que o corpo expele e cuja composição deve entrar na equação entre vitalidade e doenças. Concluiremos com algumas observações sobre a fisiologia da respiração que resultaram do trabalho do químico Antoine de Lavoisier (1743-1794).

Sangue

A concepção de que o sangue era o fluido corporal mais importante existiu por muitos séculos. O sangue era um dos quatro fluidos essenciais na teoria humoral, na qual a saúde e a doença correspondiam a um equilíbrio ou desequilíbrio com os três outros humores, a bile amarela, a bile negra e a fleuma. Nesse sistema, os humores correspondiam aos quatro elementos aristotélicos (ar, água, fogo e terra), às quatro qualidades (quente, frio, seco e úmido) e aos quatro temperamentos (sanguíneo, fleumático, colérico e melancólico). O sangue era literalmente o mais sanguíneo de todos os quatro humores, permitindo que os seres humanos fossem caracterizados por otimismo, paciência, e ponderação – em oposição a serem irritáveis ou melancólicos no caso da bile amarela ou negra. Contudo, a teoria humoral era, acima de tudo, uma construção racional e lógica, e não necessariamente fundamentada na observação e na experiência¹⁹.

No início do século XVIII, a natureza e a função reais do sangue na chamada *economia animal* se tornaram objeto de experimentos controlados. Dessas investigações, os médicos levantaram várias questões importantes, tais como: qual era a relação entre o movimento do sangue e sua capacidade única de coagular? Quais eram as diferenças entre o sangue em corpos doentes e em corpos saudáveis? O sangue estava vivo? Quer dizer, embora Harvey

18 Foucault, M. O nascimento da medicina social. In: ____ *Microfísica do poder*. São Paulo: Graal, pp. 143-170, 2012.

19 Arikha, N. *Passions and Tempers: A History of the Humours*. New York: Harper Collins Publishers, 2007.

já tivesse demonstrado em 1628 que o sangue circulava no corpo humano, mesmo um século depois, os estudos anatômicos do sistema circulatório ainda não conseguiam explicar a natureza e as propriedades do próprio sangue. Em suas tentativas de entender a natureza do sangue, alguns médicos começaram a se basear cada vez mais na química, mesmo que essa abordagem não fosse aceita universalmente. Essa controvérsia na investigação experimental do sangue pode ser constatada em dois professores de medicina da Universidade de Leiden, ambos discípulos de Boerhaave, como Hieronymus Gaubius (1705-1780) e Thomas Schwlencke (1694-1767). Enquanto Gaubius estava confiante de que a química poderia de fato descobrir a verdadeira natureza do sangue, argumentando que os experimentos químicos revelariam suas partes constituintes, Schwlencke defendia a existência de uma diferença fundamental entre o sangue *in vitro* e o sangue *in vivo* (no corpo vivo) e, portanto, duvidava seriamente dos méritos de uma abordagem química²⁰.

O sangue era visto como o alimento para o corpo, o sustento da saúde e a fonte de todos os outros fluidos corporais. Uma demonstração das propriedades nutritivas e vivificantes do sangue era oferecida pelo corpo feminino. A gravidez fornecia evidências da qualidade benigna do sangue, uma vez que a ausência de sangue menstrual durante a gestação podia ser explicada como alimento para o feto. A primazia do sangue era apoiada ainda pela crença de que ele influenciava diretamente as paixões, de maneira que os debates acerca de sua natureza também tinham implicações metafísicas. Isso porque o sangue era considerado por alguns como responsável pela interação entre o corpo e a alma, uma vez que os distúrbios mentais estariam ligados a desequilíbrios dos fluidos corporais. Movimentos específicos do sangue eram, portanto, uma manifestação direta de sentimentos e desejos fortes e, por meio do tratamento do sangue, os médicos conseguiam modificar diretamente certas faculdades da alma²¹.

Outra querela envolvendo o sangue estava ligada à sua transfusão de um corpo para outro. Em algumas de suas obras, Bacon havia aventado a possibilidade de se retardar o processo de senescência humana através de produtos da ciência experimental. Na esteira de Bacon e inspirado pelo avanço da medicina experimental, Boyle propôs importantes reflexões sobre o sangue em textos publicados na *Philosophical Transactions*, em 1666. Algumas dessas

20 Verwaal, R. E. *Bodily Fluids, Chemistry and Medicine in the Eighteenth-Century Boerhaave School*. Cham: Palgrave Macmillan, cap. 3, 2020.

21 Ibidem, p. 65.

questões estavam ligadas a transfusões como, por exemplo, se uma transfusão entre dois cães poderia mudar suas raças, ou ainda o que aconteceria com os comportamentos apreendidos; eles poderiam ser esquecidos após uma transfusão? Essas questões apontam para a hipótese de Boyle de que as transfusões sanguíneas poderiam provocar mudanças corpóreas e psicológicas no receptor. No ano seguinte, Richard Lower (1631-1691), médico e membro da Royal Society, submeteu um homem sofrendo de problemas mentais (problemas da alma) a um processo de transfusão usando sangue de ovelha. O resultado não foi satisfatório no restabelecimento da sanidade, mas o experimento mostrava-se factível uma vez que o indivíduo sobreviveu. A partir dessas experiências, a esperança de que a transfusão de sangue de corpos saudáveis para corpos doentes pudesse reestabelecer a saúde e ainda retardar o envelhecimento animou muitos médicos. Contudo, essa prática médica não era unânime. Aqueles contrários à “moda das transfusões”, como o médico Guillaume Lamy (1644-1683), apontavam não apenas pela ineficácia de tal método, quanto aos perigos a que estavam expostos os receptores. A falta de resultados efetivos levou ao abandono e mesmo à proibição das transfusões na França e na Inglaterra. Esse debate foi descrito em detalhes no verbete *Transfusion* da *Encyclopédia*, escrito por Ménuret de Chambeaud. Foi somente na segunda metade do século XIX que as transfusões sanguíneas retornaram à pauta médica²².

O estudo das investigações sobre o sangue também oferece exemplos que complexificam a dicotomia entre mecanicismo e vitalismo fisiológico. Um desses casos exemplares, estudado por Hélène Metzger, foi o do médico inglês George Cheyne (1671-1743), que pôs em prática um programa inspirado na mecânica newtoniana na investigação do vivente. Metzger aponta que Cheyne adota o *princípio da gravitação* de Newton, tanto no âmbito teológico e metafísico quanto acerca da existência de uma força de atração e repulsão que governava os fenômenos naturais. A fisiologia vitalista de Cheyne surgiu no contexto da teoria newtoniana do *éter* e a meio caminho entre o mecanicismo e o vitalismo, de modo que os *princípios* que governavam os objetos inorgânicos e o macromundo também eram a causa dos fenômenos vitais, embora em uma escala de grandeza microscópica.²³ Anita Guerrini reafirma

22 Zaterka, L. & Mocellin, R.C. *Ensaio de história e filosofia da química*. São Paulo: Ideias&Letras, p. 141ss, 2022.

23 Metzger, H. *Attraction Universelle et Religion Naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton. Troisième Partie: Clarke, Cheyne, Derham, Baxter, Priestley*. Paris: Hermann, pp. 140-153, 1938.

a conexão estabelecida por Metzger entre o vitalismo de Cheyne e o desenvolvimento lógico de certas ideias newtonianas. De acordo com Guerrini, a fisiologia newtoniana vitalista de Cheyne é detalhada no ensaio *Philosophical Conjectures about the Nature and Qualities of the Original Animal Body, and of its Progressive State in Its Several Stages of Existence*. Nesse ensaio, Cheyne combinou teologia, metafísica, química, epistemologia, física e medicina em uma teoria sobre a natureza da vida. Em relação ao sangue, ele partilhava das ideias do médico newtoniano James Keill (1673-1719) que explica a natureza e a circulação do sangue a partir da lei de atração e repulsão. De acordo com Keill, a parte vermelha do sangue consiste em partículas que se atraem umas às outras, mais do que ao fluido aquoso em que nadam e as partículas que estão no soro e são mais atraídas por ele do que umas pelas outras. Por isso, durante a circulação, as várias partículas no sangue se reuniam de acordo com seus diferentes poderes de atração e a velocidade variável do sangue à medida que se move pelo corpo. Segundo Keill, o “movimento intestinal” do sangue, causado por essa velocidade diferencial, bem como pelas colisões elásticas entre as partículas sanguíneas e as paredes arteriais, diminuía à medida que os vasos sanguíneos se ramificavam a partir do coração²⁴.

No verbete “Sangue” (anatomia & fisiologia) da *Enciclopédia* de Diderot e d’Alembert, provavelmente escrito por Jaucourt, constatamos uma posição equilibrada no que diz respeito às informações mecânicas e químicas acerca desse fluido da vida. De acordo com seu autor, a hidrostática nos permite descobrir que há algo volátil no sangue, que se exala continuamente na forma de vapor e cujo odor fica entre o mau cheiro da urina e o do suor. A parte vermelha do sangue constitui a parte principal dessa coagulação, à qual essa cor vermelha é própria e que a comunica a todas as outras partes do sangue. A causa dessa vermelhidão dava origem a várias teorias. Uma hipótese era de que ela resultava da mistura do nitrato do ar com o sangue nos pulmões. O autor conclui o verbete conciliando os diferentes tipos de temperamentos estabelecidos pelos antigos. Se o sangue for rico em glóbulos vermelhos, esse estado será o que os antigos chamavam de temperamento sanguíneo. Se os glóbulos vermelhos estiverem em pequena quantidade no sangue, e este for fluido e seroso, será o que eles chamavam de temperamento fleumático. Se o sangue estiver sobrecarregado de partículas grosseiras, espessas e difíceis de movimentar, essa será a constituição que eles chamavam de melancólica.

24 Guerrini, A. James Keill, George Cheyne, and Newtonian Physiology, 1690-1740. *Journal of the History of Biology*, 18, 2, pp. 247-266, 1985.

A excessiva acidez do sangue é causa de temperamento colérico e, ao contrário, o excesso de álcalis parece corresponder à caquexia (fadiga, fraqueza) dos antigos, que pode ser vista, de certa forma, como um tipo de temperamento e como uma disposição diferente do estado natural e regular²⁵.

Contudo, o médico-químico Pierre-Joseph Macquer (1718-1784) considera que na época que escrevia a segunda edição do seu *Dicionário de química*, nos anos de 1770, a análise do sangue ainda era muito pouco avançada. Por isso, ele esclarecia seu leitor de que iria se basear nos trabalhos mais recentes publicados *Journal de Médecine*, entre 1773 e 1776, pelos médicos-químicos Hilaire Rouelle (1718-1779) e Jean-Baptiste Bucquet (1746-1780). Um importante resultado desses trabalhos era a determinação da causa química da vermelhidão do sangue, que seria devido à presença de açafrão de marte, ou seja, nossos óxidos de ferro. Para Macquer, a precisão das experiências sobre o sangue de Rouelle e de Bucquet lançava novas luzes sobre a *economia animal* e em relação ao conhecimento das causas de um grande número de doenças, e aos meios de curá-las²⁶.

Urina

Nas primeiras décadas do século XVIII, ocorreu uma ruptura epistemológica em relação ao estudo da urina. Passava-se da uroscopia, herdeira dos “profetas da urina” do medievo e da Renascença, para uma análise química desse fluido. As aparências, como coloração, odor e textura, não deveriam precipitar o médico a diagnosticar uma doença, muito menos de fazer previsões sobre a vitalidade do paciente. A inspeção sensorial da urina tornava-se desacreditada e os experimentos químicos é que deveriam fundamentar a pesquisa em fisiologia e patologia. Essa ruptura não significa uma demarcação cronológica rígida, mas aponta para a importância crescente que médicos passaram a dar ao estudo da urina de pessoas saudáveis e doentes com métodos químicos para obter uma melhor compreensão das doenças, da fisiologia da secreção e dos órgãos urinários. A química da urina produzia mais do que diagnósticos, pois tinha por objetivo compreender melhor doenças como

25 Jaucourt, L. Sang. In : ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XIV, p. 651ss, 1765. Disponível em <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedia/documentation/>

26 Macquer, P-J. *Dictionnaire de Chimie*. Tome second. Paris: Théophile Barrois, p. 341ss, 1778.

infecções na bexiga, cálculos urinários ou diabetes, que resultavam de alterações patológicas do corpo. Com isso, ela fornecia uma nova base teórica para a fisiologia e patologias urológicas. Um exemplo significativo do aumento do interesse pela química da urina são as 47 teses de doutorado em medicina apresentadas na Universidade de Leiden, entre 1709 e 1775, nas quais esse método era empregado²⁷.

Na *Encyclopédie*, o autor do verbete “Urina”, Ménuret de Chambaud, começa por descrevê-la como um excremento líquido, que é separado do sangue nos rins e, sendo transportado para a bexiga, é evacuado pela uretra. A urina conteria a parte aquosa e salina do sangue. Ele explica que a urina não se separa por atração, fermentação, emulsão ou precipitação e que o sangue empurrado pelas artérias dilata as ramificações que se espalham pela substância dos rins. Como os canais que filtram a urina eram mais estreitos do que as extremidades das artérias sanguíneas, eles não podiam receber a parte vermelha nem a linfa grossa. A parte aquosa entrava e a parte oleosa saía por esses tubos e, consequentemente, diz ele, a urina era um líquido amarelado. Contudo, as urinas são de diferentes tipos e têm propriedades diferentes. Por exemplo, uma urina clara, límpida, insípida, sem cor nem sabor, denota uma grande contração dos vasos renais e, ao mesmo tempo, um grande movimento dos humores, uma forte coesão do óleo, do sal e da terra no sangue, e uma mistura imperfeita da parte aquosa com as outras. Como efeito, isso produzia na pessoa uma indisposição do espírito, um acesso hipocondríaco ou histérico. A composição desse tipo de urina anuncia um mau estado de saúde, podendo causar delírio, frenesi, convulsões e mesmo a morte²⁸.

Em seu *Dicionário de química*, Macquer aponta que a urina é um líquido excretado pelo corpo dos animais, de modo que deve conter apenas princípios inúteis, ou mesmo prejudiciais à *economia animal*. Quando a urina humana é totalmente nova e provém de um indivíduo saudável, ela é transparente e de uma cor amarela ou ligeiramente alaranjada, tem um odor suave e um sabor salgado e nauseabundo. A urina é extremamente suscetível a sofrer e apresentar alterações nessas diferentes qualidades assim que há a menor alteração na *economia animal* e, principalmente, no sistema digestivo. Por isso, diz ele, os bons médicos sempre têm o cuidado de observar a urina de seus

27 Verwaal, R. *op. cit.*, p. 105.

28 Chambaud, M. Urine. In : ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XVII, 1765, p. 497b. Disponível em <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedia/documentation>.

pacientes e tiram grandes conclusões para guiar sua prática. Mas, por mais que se possa tirar proveito da observação da urina, é um erro muito grande e muito perigoso acreditar que apenas pela inspeção da urina se reconheceriam as doenças que afligem o paciente. Os verdadeiros médicos, que dedicaram toda a sua vida ao estudo e à observação de todos os sinais que podem indicar doenças, sabem muito bem que há muitos casos em que a reunião de todos os recursos possíveis mal é suficiente para se decidir com segurança sobre a natureza das doenças. É por isso que a perfeição da química da urina permite combinar seus conhecimentos com os da ciência da *economia animal*, de maneira que será possível lançar uma nova luz sobre esse assunto. Quanto aos experimentos realizados com diferentes tipos de urina, de pessoas e de animais, Macquer também recorre aos trabalhos publicados por H. Rouelle no *Journal de Médecine*²⁹.

Em suma, além da grande importância para as pesquisas médicas, a urina também tinha outras finalidades, como na agricultura, na tinturaria e na extração de materiais como o fósforo. Jaucourt, autor da entrada “urina e agricultura”, aponta que aqueles que entendem de agricultura e jardinagem preferem, para os solos, árvores etc., a urina ao estrume, pois ela penetra melhor nas raízes e previne diversas doenças das plantas. Os tintureiros utilizam a urina para preparar os tecidos antes de os tingir. Ela também era usada para desengordurar lãs, tecidos e artigos feitos de lã, como lençóis, sarjas, meias, gorros, embora com eficiência reduzida³⁰.

Respiração

A investigação experimental dos corpos e de seus fluidos materiais continuaram na vanguarda da pesquisa científica no final do século das Luzes. Fluidos considerados essenciais, como a água, o ar e o fogo, ganharam uma nova explicação teórica e experimental por Lavoisier, um adepto da filosofia sensualista e experimental de Étienne Bonnot de Condillac (1714-1780) que, sabemos, recebeu grande influência dos filósofos ingleses, principalmente de John Locke (1632-1704) e Newton. Com Lavoisier, a água, considerada até

29 Macquer, P-J. *op cit.*, p. 642, 1778.

30 Jaucourt, L. Urine (agriculture). In : ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XVII, p. 500a e 513a, 1765. Disponível em <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedia/documentation>.

então um *elemento*, foi decomposta em suas partes constituintes, *hidrogênio* e *oxigênio*. O ar deixou de ser um corpo único para tornar-se uma mistura de gases, de modo que o ar atmosférico era formado por uma mistura principalmente de *azoto* (*nitrogênio*) e *oxigênio*. Quanto ao fogo, ele deixou de ser associado ao *flogisto*, passando a ser considerado um fluido denominado *calórico* e responsável pela volatilidade dos materiais. No estudo dos gases, Lavoisier seguia de perto a química pneumática inglesa, herdeira da bomba a vácuo de Boyle e da cuba de coleta de *ares* de Stephen Hales (1677-1761). Nessa investigação, Lavoisier deu início a uma nova fase na investigação de três funções biológicas fundamentais: a fisiologia da respiração, da transpiração e da nutrição, funções nas quais a água, o ar e o calórico desempenhavam um papel importante³¹.

Em relação à fisiologia da nutrição, Lavoisier se interroga acerca da circulação de materiais nos três reinos naturais: mineral, vegetal e animal. Segundo ele, a causa e o modo desses fenômenos ainda estavam envoltos por um véu quase impenetrável. No entanto, percebe-se que, uma vez que a putrefação e a combustão são os meios que a natureza emprega para devolver ao reino mineral os materiais que dela retirou para formar vegetais e animais, a vegetação e a animalização devem ser operações inversas. Era em toda a extensão do intestino que ocorria o primeiro grau da animalização, ou a conversão de matéria vegetal em matéria animal. Os alimentos sofrem uma primeira alteração na boca, ao se misturarem com a saliva, depois sofrem uma segunda alteração no estômago, ao se misturarem com o suco gástrico e, enfim, sofrem uma terceira alteração ao se misturarem com a bile e o suco pancreático. Convertidos em seguida em quilo, uma parte passa para o sangue, para reparar as perdas que ocorrem continuamente pela respiração e pela transpiração. Finalmente, a natureza rejeita, sob a forma de excrementos, todos os materiais que não pôde utilizar³².

Quanto à respiração, o trabalho de Lavoisier teve início ainda nos anos 1770, quando apresentou à Academia de Ciências de Paris sua dissertação intitulada *Expériences sur la Respiration des Animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leur poudrons*. Lavoisier começa sua dissertação apontando que, de todos os fenômenos da *economia animal*, nenhum é mais impressionante nem mais digno da atenção dos químicos e fisiologistas do que aqueles que acompanham a respiração. Se, por um lado, sabemos pouco

31 Poirier, J-P. Lavoisier. Paris: Pygmalion, cap. XVI, 1993.

32 Lavoisier, A. Prix proposé par l'Académie des Sciences pour l'année 1794. In: __ *Œuvres de Lavoisier*. Tome VI. Paris : Imprimerie Nationale, p. 34, 1893.

sobre o objeto dessa função singular, por outro lado, sabemos que ela é tão essencial à vida que não pode ser suspensa por algum tempo sem expor o animal ao perigo de uma morte iminente. O ar é o agente, ou mais exatamente, o sujeito da respiração, mas, ao mesmo tempo, nem todos os tipos de ar ou, mais geralmente, nem todos os tipos de fluidos elásticos são adequados para mantê-la. Além disso, há um grande número de ares que os animais não podem respirar sem morrer tão rapidamente quanto se não respirassem nada. Sua conclusão é a de que a respiração é uma combustão lenta entre o carbono ingerido na alimentação e presente no sangue com a parte mais respirável do ar, ou seja, o oxigênio com a consequente eliminação do gás carbônico³³.

Em uma dissertação de 1789, em parceria com Armand Séguin (1767-1835), Lavoisier aprofundou a hipótese de que a respiração era um tipo de combustão. Segundo eles, partindo dos conhecimentos adquiridos, pode-se concluir que a respiração é apenas uma combustão lenta de carbono e hidrogênio, semelhante em tudo à que ocorre em uma lâmpada ou em uma vela acesa e que, sob esse ponto de vista, os animais que respiram são verdadeiros corpos combustíveis que queimam e se consomem. Na respiração, assim como na combustão, é o ar da atmosfera que fornece o oxigênio e o calor. Nos animais é o sangue que fornece o combustível e se eles não repõem habitualmente através dos alimentos o que perdem pela respiração, assim como como uma lâmpada se apaga quando fica sem combustível, o animal morreria. As provas dessa identidade de efeitos entre a respiração e a combustão deduzem-se imediatamente da experiência³⁴.

Seguramente, Lavoisier fez algumas hipóteses equivocadas, porém ele de fato lançou as bases da fisiologia moderna, particularmente sobre a respiração e a termorregulação. Rejeitando todo tipo de vitalismo e fundamentando suas ideias a partir de experimentos bem controlados, Lavoisier aplicou aos fenômenos da vida as mesmas leis da física e da química. O aprofundamento das investigações fisiológicas, no entanto, terá lugar um pouco mais tarde, principalmente com os trabalhos de François Magendie (1793-1855), Carl Ludwig (1816-1895) e Claude Bernard (1813-1878).

33 Lavoisier, A. *Mémoires sur la Respiration et la Transpiration des Animaux*. Paris: Gauthier-Villars, 1920 [1777].

34 Séguin, A. & Lavoisier, A. Premier mémoire sur la respiration des animaux. In: __ *Œuvres de Lavoisier*. Tome II. Mémoires de chimie et de physique. Paris: Imprimerie Impériale, p.688ss, 1862 [1789].

Conclusão

Ao longo do século das Luzes o conhecimento químico se tornou fundamental nas pesquisas acerca da fisiologia dos fluidos corpóreos. Foi através dessas investigações experimentais que se aprofundou o entendimento da composição, bem como da produção desses fluidos e sua relação como os estados de saúde ou de doença das pessoas. Por isso, nas notas aqui apresentadas, sugerimos que os resultados da análise química possibilitaram superar alguns *obstáculos epistemológicos* na formação universitária de novos médicos que deixavam de ser treinados na tradição galênica e passavam a tornar o resultado dos experimentos químicos como parte integrante da sua prática profissional. Tomamos emprestado o termo *obstáculos epistemológicos* de Gaston Bachelard para nos referir àquelas convicções que tendiam a impedir o crescimento do conhecimento científico sobre o corpo humano. O conhecimento da composição química do sangue superava, assim, o obstáculo imposto pela teórica lógica e não experimental dos humores; a química da urina rompia com a uroscopia, teoria ancorada na tradição da inspeção sensorial desse fluido e a química do oxigênio lançava novas luzes sobre a fisiologia da respiração.

Referências

- ARIKHA, N. *Passions and Tempers: A History of the Humours*. New York: Harper Collins Publishers, 2007.
- BIASCI, G. Les “Éléments de physiologie” de Diderot: une vulgarisation scientifique sensible. *Studi Francesi*, 187, p. 30-41, 2019.
- BOERHAAVE, H. *Elémens de Chymie*. Tradução do Latim para o francês por J.N.S. Allamand. Paris: Chez Guillyn, t. 1, p. 173, 1754.
- CHAMBEAUD, J-J. M. Urine. In: ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XVII, p. 497b, 1765. Disponível em <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedia/documentation>.
- CLERICUZIO, A. Thomas Willis' Iatrochemistry and the Activity of Matter. *The Royal Society Journal of the History of Science*, 77, pp. 717-732, 2023.
- CUNNINGHAM, A. The pain and the Sword: Recovering the Disciplinary Identity of Physiology and Anatomy before 1800: I: Old physiology – the pen. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 33, 4, pp. 631-665, 2002.

- DUFLO, C. Diderot et Ménuret de Chambaud. *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, 34, pp. 26-44, 2003.
- FOUCAULT, M. O nascimento da medicina social. In: ____ *Microfísica do poder*. São Paulo: Graal, pp. 143-170, 2012.
- GUERRINI, A. James Keill, George Cheyne, and Newtonian Physiology, 1690-1740. *Journal of the History of Biology*, 18, 2, pp. 247-266, 1985.
- HENDRIKSEN, M. Boerhaave's Mineral Chemistry and Its Influence on Eighteenth-Century Pharmacy in the Netherlands and England. *Ambix*, 65, 4, pp. 303-323, 2018.
- HOFFMANN, P. L'âme et les passions dans la philosophie médicale de Georg-Ernst Stahl. *Dix-Huitième Siècle*, 23, pp. 31-43, 1991.
- JAUCOURT, L. Sang. In: ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XIV, p. 651ss, 1765. Disponível em <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopédie/documentation/>
- JAUCOURT, L. Urine (agriculture). In: ____ *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Tome XVII, p. 500a e 513a, 1765.
- KNOEFF, R. *Herman Boerhaave (1668-1738): Calvinist Chemist and Physician*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, pp. 115ss, 2002.
- _____. Chemistry, mechanics and the making of anatomical knowledge: Boerhaave vs. Ruysch on the nature of the glands. *Ambix*, 53, 3, pp. 201-219, 2006.
- _____. Practicing Chemistry "After the Hippocratical Manner". Hippocrates and the Importance of Boerhaave's Medicine. In: ____ *New Narratives in Eighteenth-Century Chemistry*. Dordrecht: Springer, pp. 63-76, 2007.
- LAVOISIER, A. *Mémoires sur la Respiration et la Transpiration des Animaux*. Paris : Gauthier-Villars, 1920 [1777].
- _____. Prix proposé par l'Académie des Sciences pour l'année 1794. In: ____ *Œuvres de Lavoisier*. Tome VI. Paris : Imprimerie Nationale, p. 34, 1893.
- MACQUER, P-J. *Dictionnaire de Chimie*. Tome second. Paris: Théophile Barrois, p. 341ss, 1778.
- METZGER, H. *Attraction Universelle et Religion Naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton. Troisième Partie : Clarke, Cheyne, Derham, Baxter, Priestley*. Paris: Hermann, pp. 140-153, 1938.
- POIRIER, J-P. *Lavoisier*. Paris: Pygmalion, cap. XVI, 1993.
- POWERS, J. *Inventing Chemistry: Herman Boerhaave and the Reform of the Chemical Arts*. Chicago: The University of Chicago Press, p. 147, 2012.
- QUINTILI, P. *Matérialismes et Lumières. Philosophies de la vie, autour de Diderot et de quelques autres, 1706-1789*. Paris : Honoré Champion, p.241ss, 2016.
- REY, R. *Naissance et développement du vitalisme en France de la deuxième moitié du 18e siècle à la fin du Premier Empire*. Oxford : Voltaire Foundation, p. 147, 2000.
- SÉGUIN, A. & LAVOISIER, A. Premier mémoire sur la respiration des animaux. In : ____ *Œuvres de Lavoisier*. Tome II. Mémoires de chimie et de physique. Paris: Imprimerie

Impériale, p.688ss, 1862 [1789].

SMETS, A. The Controversy Between Leibniz and Stahl on the Theory of Chemistry. In: ____ *Neighbours and Territories the Evolving Identity of Chemistry*. José Ramón-Sánchez, Duncan Thorburn Burns and Brigitte Van Tiggelen (Editors). Louvain la Neuve: Mémosciences, pp. 291-306, 2008.

TOUWAIDE, A. Physiologie. In: ____ *Dictionnaire européen des Lumières*. Sous la direction de Michel Delon. Paris: PUF, p. 996, 2007.

VERWAAL, R. E. *Bodily Fluids, Chemistry and Medicine in the Eighteenth-Century Boerhaave School*. Cham: Palgrave Macmillan, 2020.

VILA, A. *Enlightenment and Pathology. Sensibility in the Literature and Medicine of Eighteenth-Century France*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1998.

ZATERKA, L. & MOCELLIN, R. C. *Ensaios de história e filosofia da química*. São Paulo: Ideias&Letras, p. 141ss, 2022.