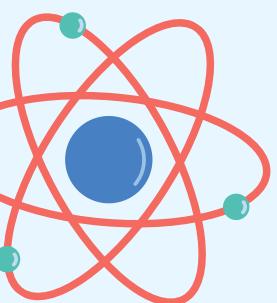


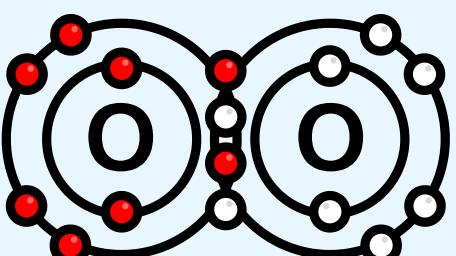
Revolução no Ar:

a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio



Larissa Lisboa Maia

8
O
Oxygen
15.9994





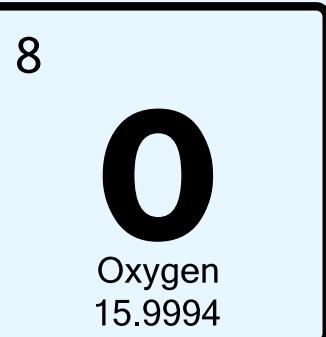
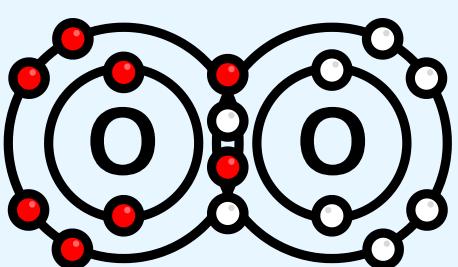
Quem sou eu?

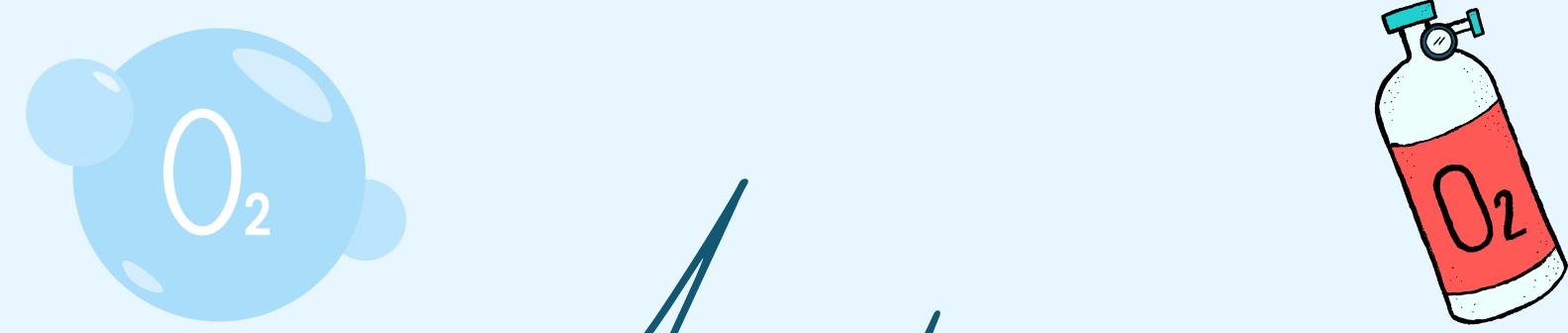
Eu sou Larissa, autora desse caso histórico. Sou licenciada em Química pela Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela mesma instituição. Atualmente, atuo como professora da Educação Básica na rede estadual e privada de ensino.



A elaboração desse caso histórico surgiu da necessidade de integrar relatos históricos ao contexto de sala de aula e, ao mesmo tempo, promover práticas argumentativas como parte do cotidiano escolar, reconhecendo sua importância para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

8

**O**Oxygen
15.9994

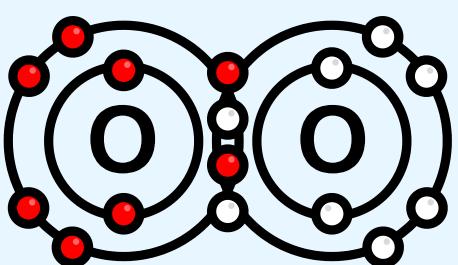
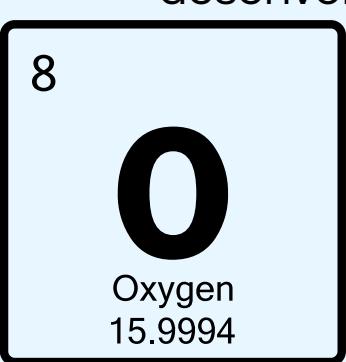


Apresentação

Esse produto educacional integra uma dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Viçosa e tem como objetivo evidenciar o potencial da História da Ciência para o desenvolvimento de práticas argumentativas no ensino.

Voltado ao apoio de professores da área de Ciências da Natureza, o material apresenta, de forma didática, um caso histórico ilustrado sobre a controvérsia em torno da descoberta do gás oxigênio, contextualizando de forma imparcial, tanto o processo de descoberta quanto aspectos da vida dos três cientistas envolvidos: Lavoisier, Scheele e Priestley.

Espera-se que este material contribua para a implementação de estratégias de ensino que valorizem a argumentação como abordagem didática e que possa, também, ser utilizado em propostas que envolvam aspectos de Natureza da Ciência e a promoção do conhecimento científico. Além disso, busca-se incentivar o desenvolvimento de novas práticas em sala de aula.



Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio

Oxigênio, o gás que respiramos, tão importante para a manutenção da vida na Terra, carrega consigo uma das maiores controvérsias da história da Ciência: quem foi o responsável por sua descoberta? Várias personalidades e experimentos contribuíram para a sua compreensão, e houve uma série de desentendimentos e rivalidades durante o processo. As três principais figuras envolvidas são Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), Joseph Priestley (1733-1804) e Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), sobre os quais iremos conhecer melhor mais adiante. Mas antes, para entendermos melhor essa história, precisamos conhecer uma importante teoria da época: a Teoria do Flogisto.

1. Teoria do Flogisto

A Teoria do Flogisto foi proposta pelo alquimista alemão Johann Joachim Becher (1635-1682) em 1669, e reforçada pelo médico e químico alemão George Ernst Stahl (1660-1734) em 1703 (Brito, 2008). A teoria afirmava que um material flogístico, constituinte de todo material inflamável, era o responsável pela combustão dos corpos, isto é, "um corpo ardia porque continha flogisto, libertado durante a combustão" (CARNEIRO, 2006, p. 26). A combustão era resultado da liberação do flogisto a partir da matéria que estava sendo queimada, liberando-o no ar. Ao queimar o metal, o flogisto era liberado e o material restante, as cinzas, seriam uma substância deflogística, pois ao liberar o flogisto, deixavam de arder (Brito, 2008; Hancock, 2022). Segundo a teoria, uma vela acesa colocada em um recipiente fechado se apaga à medida que a vela queima, pois libera flogisto e ele se acumula no ar. Porém, o ar possui uma certa capacidade de absorver o flogisto até a sua saturação e, ao atingir esse limite, a vela para de queimar e se apaga. A teoria explicava a combustão e também a sua relação com a respiração (Brito, 2008; Hancock, 2022; Martins, 2009). Uma melhor definição pode ser observada a seguir:

O flogisto deve ser considerado como o fogo elementar combinado, que se tornou um dos princípios dos corpos combustíveis. (...) Todos esses corpos se inflamam ou passam ao estado ígneo, pelo contato direto do fogo puro posto em movimento até certo ponto, ou, o que dá no mesmo, pelo contato de qualquer corpo atualmente em estado de ignição. A combustão dos corpos provoca sempre a sua decomposição, ou a disparidade dos princípios que os compõem; e os fenômenos de combustão funcionam de maneira mais ou menos sutil, até que o princípio que entrou em sua composição seja totalmente liberado, removido ou diluído. O que resta depois do corpo que foi queimado entra na classe dos corpos incombustíveis; e parece que estes fenômenos não nos permitem duvidar de que o fogo elementar entrou como princípio na composição destes corpos (MACQUER, 1778, p. 183-184, trad. nossa).

Nessa mesma época, destacavam-se os estudos sobre gases, diversos cientistas estavam à frente desses estudos e, de certo modo, todas as descobertas de gases possuíam alguma relação com a Teoria do Flogisto (Brito, 2008). Diante disso, vamos explorar a história da descoberta do gás que nos permite a vida: o oxigênio. Três grandes nomes estão à frente dessa descoberta, Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier. Vamos entender um pouco mais a seguir:

2. Carl Wilhelm Scheele (1742-1786)

Carl Wilhelm Scheele (Figura 1), nascido em Stralsund, Pomerânia, uma província sueca e atual território alemão, não tinha perspectivas de uma boa vida, mas se tornou aprendiz de boticário (farmacêutico) em uma empresa de perfumes, ao se mudar para a cidade de Gotemburgo na Suécia, aos 14 anos. Foi quando descobriu seu interesse pela química e passou a realizar experimentos com os materiais e livros disponíveis no local (Welikson, [s. d.]; West, 2014).

Figura 1 – Carl Scheele



Fonte:

<https://www.britannica.com/biography/Carl-Wilhelm-Scheele#/media/1/527125/96129>

Scheele é considerado muito importante na história da descoberta dos gases e foi o primeiro a observar o gás oxigênio e a descrever algumas de suas propriedades. Porém, demorou a publicar suas contribuições, permitindo com que outro cientista publicasse antes (West, 2014). Além do gás oxigênio, Scheele conseguiu isolar um gás verde, de forte odor, alta densidade e insolúvel em água, porém o elemento que o constitui só foi reconhecido e nomeado anos depois por Humphry Davy como Cloro (Welikson, [s. d.]; West, 2014). Apesar disso, Carl Scheele descobriu sete novos elementos como o Bário, o Hidrogênio, o Manganês, o Molibdênio, o Flúor e o Tungstênio. Também descobriu muitos compostos químicos como o ácido nítrico e o cianeto de hidrogênio, além de ser considerado pioneiro na separação e caracterização de ácidos orgânicos. Em 1770, publicou seu primeiro trabalho científico relacionado ao isolamento do ácido tartárico.

Figura 2 – Torbern Bergman



Fonte:

<https://www.britannica.com/biography/Torbern-Olof-Bergman#/media/1/61835/22497>

Quando se mudou para Uppsala, famoso centro acadêmico, conheceu Torbern Bergman (1735-1784)¹ (Figura 2), professor de química na universidade da cidade. Logo ficaram próximos e Bergman pediu que Scheele o ajudasse com um problema relacionado ao aquecimento de nitrato de potássio com ácido acético, que gerava um vapor vermelho (dióxido de nitrogênio). Bergman estava preocupado com a pureza dos reagentes envolvidos e foi este estudo que antecedeu a descoberta do oxigênio (West, 2014).

Segundo West (2014), Scheele produziu o gás oxigênio a partir do aquecimento de diversas substâncias, sendo o óxido de mercúrio a principal. De acordo com os relatos do cientista, o gás produzido era inodoro, insípido e favorecia a combustão e a respiração melhor do que o ar comum. Esse gás era formado pelo aquecimento de óxidos de mercúrio, prata e ouro.

¹Torbern Bergman foi um químico sueco, com contribuições para a química, física, astronomia, geologia e mineralogia. Lecionou na Universidade de Uppsala sobre física e matemática, publicando diversos artigos.

Figura 3 - Capa do livro

de Carl Scheele



Fonte: (Scheele, 1984)

A datação dos estudos começou em 1770, foram finalizados entre 1772/1773 e escritos em um livro em 1775, porém a publicação ocorreu somente em 1777² (Figura 3).

Na publicação "Tratado Químico sobre Ar e Fogo" (em tradução livre), Scheele reconheceu que o ar atmosférico era composto por dois fluidos elásticos, sendo um o "ar de fogo", que atraia o flogisto (hoje conhecido como oxigênio), e o outro como ar "estragado", "viciado" ou "sujo", que não atraia o flogisto (conhecido hoje como nitrogênio) (Camel; Moura; Guerra, 2019; West, 2014).

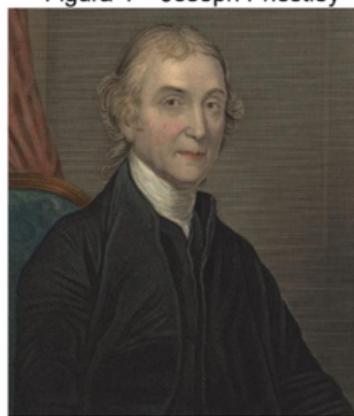
Scheele observou que o minério de manganês, após aquecido, produzia grande quantidade de "ar" e escolheu "ar de fogo" como nome, pois produzia fagulhas brilhantes em contato com pó de carvão aquecido. O químico produziu este mesmo gás a partir do aquecimento de outras substâncias (Martins, 2009). Entretanto, apesar de ser o primeiro a observar a existência do gás oxigênio³, o primeiro a publicar sobre essa descoberta foi um outro importante cientista: Joseph Priestley.

3. Joseph Priestley (1733-1804)

Diferente de Scheele, Joseph Priestley (Figura 4) percebeu seu interesse pela química mais tarde, aos 33 anos de idade. Antes de se interessar pela ciência, Priestley foi um teólogo e pastor poliglota, nascido em um vilarejo próximo a Leeds, na Inglaterra. Em 1766, conheceu Benjamin Franklin e, sob sua influência, escreveu um livro sobre eletricidade⁴, "A História e o Estado Presente da Eletricidade" (em tradução livre) (Figura 5) (Welikson, [s. d.]). Apesar de sua obra ser na área da física, Priestley interessou-se mesmo pela química. Em 1771, ao morar ao lado de uma cervejaria, passou a observar o gás produzido durante o processo de fermentação da bebida, hoje conhecido como dióxido de carbono.

Na época, o gás era conhecido como "ar fixo", parecido com o ar presente na atmosfera, mas apresentava maior densidade, ficando retido nos recipientes de fermentação. Priestley iniciou alguns experimentos com este gás e, a partir dos resultados, foi o precursor na criação da água gaseificada (Martins, 2009; Welikson, [s. d.]).

Figura 4 – Joseph Priestley



Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Joseph-Priestley#/media/1/475975/243389>

²SCHEELE, Carl Wilhelm. *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer*: (1777). Engelmann, 1894.

³ No seu livro Tratado Químico sobre Ar e Fogo, Bergman afirma que a descoberta de Scheele antecedeu as publicações feitas por Priestley. Assim como o próprio Scheele afirma que finalizou a maior parte de seus estudos antes de ter conhecimento das observações de Priestley (West, 2014).

⁴ PRIESTLEY, Joseph. *The history and present state of electricity*. 1775.

Priestley se dedicou ao estudo dos “ares” e identificou vários devido a um dispositivo chamado de cuba pneumática (Figura 6), criada para a retirada de gases solúveis em água. Dentre os “ares” descobertos, temos o “ar nitroso”, “vapor de espírito de sal”, “ar alcalino” e “ar nitroso deflogisticado”, atualmente conhecidos como óxido nítrico, ácido clorídrico, amônia e óxido nitroso, respectivamente (Martins, 2009; Priestley, 1772). Entretanto, sua principal descoberta foi a do gás oxigênio em 1774 (Brito, 2008).

Baseado nos estudos de outros cientistas sobre o “ar fixo”, Priestley realizou alguns experimentos com vegetais e animais, mais especificamente com camundongos. Nestes experimentos, o cientista presenciou o fenômeno que hoje conhecemos como fotossíntese (Welikson, [s. d.]), mas não foi o responsável por tal nomeação. Dentre os vários experimentos realizados, em um ele focalizou uma grande lente sobre o que hoje chamamos de óxido de mercúrio (Martins, 2009). Ao realizá-lo, notou que um “ar” se desprendia e observou que:

uma vela ardia naquele ar com uma chama incrível; e um pedaço de madeira em brasa estalou e queimou com uma rapidez prodigiosa, exibindo uma aparência semelhante à do ferro brilhando com um calor branco e lançando faíscas em todas as direções. Mas para completar a prova da qualidade superior deste ar, introduzi nele um rato; e numa quantidade em que, se estivesse no ar comum, teria morrido em cerca de um quarto de hora, viveu, em dois momentos diferentes, uma hora inteira, e foi retirado com bastante vigor (...). (PRIESTLEY, 1775, p. 388, trad. nossa)

Considerando a teoria do flogisto, que previa que uma vela confinada em espaço fechado se apagava devido à saturação de flogisto no ar, Joseph Priestley acreditou que estava diante de um ar sem flogisto, o que justificava a queima da vela se manter. Assim, ele descobriu o “ar deflogisticado” e logo publicou sua recém-descoberta na Royal Society (Priestley, 1775).

Em 1774, Priestley visitou Paris e se encontrou com outro importante cientista, Antoine Lavoisier, além de outros pesquisadores. Durante a visita, relatou sua mais nova descoberta, o “ar deflogisticado” e, a partir disso, Lavoisier iniciou experimentos e se dedicou a estudar essa nova substância, que futuramente, a nomeou como “oxigênio” (CARNEIRO, 2006; Martins, 2009).

Figura 7 – Antoine Lavoisier

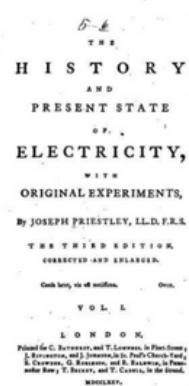


Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Antoine-Lavoisier#/media/1/332700/127045>

4. Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794)

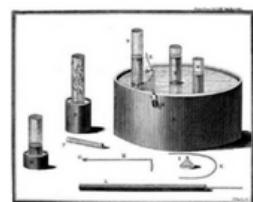
Antoine Lavoisier (Figura 7) nasceu em 1743 em Paris na França. Veio de uma família rica de advogados e estudou nos melhores colégios visando uma carreira jurídica. Apesar disso, seguiu os interesses científicos de um geólogo, amigo da família e, em 1763, participou das viagens de campo deste amigo para o primeiro levantamento geológico da França.

Figura 5 – Capa do livro de J. Priestley



Fonte: (Priestley, 1775)

Figura 6 – Cuba pneumática



Fonte: (Priestley, 1772, p. 252)

Nesse mesmo ano, juntou-se a uma empresa cobradora de impostos em troca de um pagamento fixo à Coroa. Em 1771, se casou com Marie-Anne Paulze, importante colaboradora nas suas descobertas ao longo da vida (Hendry, 2012). Lavoisier foi membro da Academia das Ciências de Paris e era um pesquisador importante a sua época (Camel; Moura; Guerra, 2019).

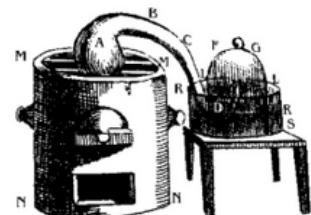
Com relação às grandes descobertas, em especial no que competia aos gases, sabe-se que “nos anos de 1770, existia uma verdadeira competição internacional, uma ‘caça aos ares’” (CARNEIRO, 2006, p. 28). Desta forma, diversos cientistas estavam a par e em busca de descobrir novos “ares” e a maneira como trabalhavam divergia nos resultados. Diferente de Priestley, que produziu diferentes aparelhos para suas experiências e adotou diferentes técnicas colorimétricas, Lavoisier optou por técnicas mais analíticas, como pesar as substâncias e investigar os elementos (Camel; Moura; Guerra, 2019).

Baseado nos aspectos quantitativos, Lavoisier questionou a teoria do flogisto, que não era baseada nesses princípios. Supunha-se que o flogisto tivesse um peso, mas nenhum pesquisador havia conseguido pesá-lo e, para Lavoisier, era notório o aumento de peso de uma substância que deveria ter perdido flogisto. Deste modo, como explicar que na combustão ocorre a perda de flogisto, mas o produto formado pesa mais que o reagente? (Camel; Moura; Guerra, 2019).

Em 1773, Lavoisier concluiu a existência de um fluido elástico contido no ar, o princípio fixado nos corpos e responsável pelo aumento de massa. O fluido só pode ser identificado e diferenciado do “ar fixo” a partir de experimentos com óxido de mercúrio, sob o uso de lentes (Figura 8), assim como realizado por Priestley. Portanto, havia a formação do fluido elástico, a princípio chamado de “ar vital” e, futuramente, nomeado como oxigênio. Em 1775, Lavoisier anunciou à Academia de Ciências de Paris que era o próprio ar que unia-se aos metais durante a combustão (Camel; Moura; Guerra, 2019). Anunciou também que o novo gás era mais puro e respirável do que o ar da atmosfera, assim como já enunciado por Priestley (Priestley, 1775) e publicou sua descoberta dois anos após as publicações de Priestley.

Lavoisier mudou a perspectiva de estudo dos ares, passou a ser um estudo da decomposição do ar, uma investigação analítica que visa isolar a substância simples que o compõe. Assim, o óxido de mercúrio deixa de ser o objeto de investigação e se torna a ferramenta analítica (CARNEIRO, 2006; Hendry, 2012). A essência do debate baseou-se em Lavoisier observar os óxidos como compostos de um metal + oxigênio, enquanto os flogistas viam os metais como compostos de um óxido + flogisto. De modo semelhante, os flogistas viam a combustão como a decomposição de um metal, enquanto Lavoisier a via como a decomposição do gás oxigênio (Hendry, 2012). Suas ideias baseavam-se em medidas ponderais, extremamente precisas conforme os aparelhos permitiam (Camel; Moura; Guerra, 2019) e, assim, veio a descoberta:

Figura 8 – Aparatos utilizados por Lavoisier para descoberta do “ar vital”



Fonte: (Lavoisier, 2007, p. 381)

O carvão, em vez de se consumir como no ar comum, queimou com uma chama e forte crepitação, à maneira do fósforo, e com uma vivacidade de luz que os olhos tinham dificuldade de suportar. Esse ar que descobrimos quase ao mesmo tempo, os senhores Priestley, Scheele e eu, foi chamado pelo primeiro de ar deflogisticado; pelo segundo, de ar empireal. Eu tinha, a princípio, dado o nome de ar eminentemente respirável: desde então, ele foi substituído pelo de ar vital. (Lavoisier, 2007, p. 45)

Diante das novas descobertas, foi publicado o livro "Método de Nomenclatura Química"⁵, baseado nas ideias de Lavoisier e na descoberta e teoria do oxigênio, visto que era "hora de livrar a química de todos os tipos de obstáculos que atrasam o seu progresso; introduzir um verdadeiro espírito analítico." (Morveau et al., 1787, p. 16).

As contribuições de Lavoisier não pararam por aqui. É importante destacar seu notório trabalho publicado como "Tratado Elementar da Química"⁶, em 1789, justamente onde nomeou o oxigênio com tal nome pela primeira vez:

Viu-se que o ar da atmosfera era principalmente composto de dois fluidos aeriformes ou gases, um respirável, capaz de manter a vida dos animais, no qual os metais se calcinam e os corpos combustíveis podem queimar; o outro tem propriedades de todo opostas, nele os animais não podem respirar, não pode manter a combustão etc. Demos à base da porção respirável do ar o nome de oxigênio, derivando-o de duas palavras gregas εξυφ, ácido, e γεινομαι, eu engendro, porque de fato uma das propriedades mais gerais dessa base é formar ácidos com a maior parte das substâncias. Chamaremos, portanto, de gás oxigênio a reunião dessa base com o calórico. (Lavoisier, 2007, p. 51)

5. A controvérsia

Antoine Lavoisier levou todos os créditos de tal descoberta, pois rompeu com a teoria do flogisto, aceita por anos, e deu uma explicação mais aceitável sobre a natureza do oxigênio e levou a química para uma compreensão mais moderna (Palmer, 2006). Entretanto, além da visita de J. Priestley a Paris e o seu encontro com Lavoisier que precedeu os experimentos analíticos do cientista, também há relatos de uma carta enviada por Carl Scheele a Lavoisier, anos antes, em 1774. Embora o cientista nunca tenha mencionado ter recebido a carta, muitos historiadores acreditam que o tenha feito (Palmer, 2006). O rascunho da carta está atualmente no Centre for History of Science at the Royal Swedish Academy of Sciences⁷, em Estocolmo (West, 2014). Segundo West (2014), Scheele havia solicitado que Lavoisier refizesse os seus experimentos que levaram a descoberta do "ar de fogo" com materiais mais precisos, buscando reafirmar os resultados.

Diante dos acontecimentos históricos que rodeiam a descoberta do gás oxigênio, vale-se perguntar: Quem descobriu o oxigênio? Carl Scheele, o primeiro a se deparar com a nova substância? Joseph Priestley, o primeiro a publicar sobre sua descoberta? Antoine Lavoisier que foi o primeiro a romper com a teoria errônea do flogisto? O que vale mais: ter o primeiro contato com a substância, publicar a descoberta ou dar uma explicação mais correta para a existência da substância? Antoine Lavoisier usou de informações confidenciais para fazer sua descoberta? Priestley tinha conhecimento dos estudos realizados por Scheele? Por que Scheele nunca reivindicou sua descoberta?

⁵ MORVEAU, Louis Bernard Baron Guyton de. Méthode de nomenclature chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy. 1787.

⁶ Lavoisier, Antoine-Laurent. Tratado Elementar de Química. Traduzido por Laís dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: MADRAS, 2007.

⁷ <https://www.vetenskapshistoria.se/en/>

REFERÊNCIAS

- BRITO, A. A. DE S. E. Flogisto”,”Calórico” & “Éter. Ciência & Tecnologia dos Materiais, v. 20, n. 3/4, p. 51–63, 2008.
- CAMEL, T. D. O.; MOURA, C.; GUERRA, A. Revolução Química e Historiografia: uma releitura a partir da História Cultural da Ciência para o Ensino de Química. *Educación Química*, v. 30, n. 1, p. 136, 7 fev. 2019.
- CARNEIRO, A. Elementos da história da química do século XVIII. *Boletim da sociedade Portuguesa de Química*, v. 102, p. 25–31, 2006.
- HANCOCK, J. T. A Brief History of Oxygen: 250 Years on. *Oxygen*, v. 2, n. 1, p. 31–39, mar. 2022.
- HENDRY, R. F. Antoine Lavoisier (1743–1794). Em: *Philosophy of Chemistry*. [s.l.] Elsevier, 2012. p. 63–70.
- LAVOISIER, A.-L. Tratado Elementar de Química. Tradução: Laís dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: MADRAS, 2007.
- MACQUER, P. J. *Dictionnaire de chimie, contenant la théorie et la pratique de cette science, son application à la physique, à l'histoire naturelle ...* [s.l.] de l'Imprimerie de Monsieur, 1778.
- MARTINS, R. DE A. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, n. 1, p. 167–208, 2009.
- MORVEAU, L. B. B. G. DE et al. Méthode de Nomenclature Chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy. [s.l: s.n.].
- PALMER, W. CARL WILHELM SCHEELE (1742-1786): THE LIFE OF A GREAT CHEMIST. 10 jan. 2006.
- PRIESTLEY, J. XIX. Observations on different kinds of air. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 62, p. 147–264, 1772.
- PRIESTLEY, J. XXXVIII. An account of further discoveries in air. By the Rev. Joseph Priestley, LL.D. F.R.S. in letter to Sir John Pringle, Bart. P.R.S. and the Rev. Dr. Price, F.R.S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 65, p. 384–394, 31 dez. 1775.
- WELIKSON, C. Carl Wilhelm Scheele. Em: [s.l: s.n.].
- WELIKSON, C. Joseph Priestley. Em: [s.l: s.n.].
- WEST, J. B. Carl Wilhelm Scheele, the discoverer of oxygen, and a very productive chemist. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, v. 307, n. 11, p. L811–L816, 2014.