

Capítulo 3

O personagem central da preparação pioneira do sódio e do potássio foi Humphry Davy – o qual ocuparia também o centro do debate que se seguiu a respeito dessas novas substâncias. Para situar melhor essa discussão, vamos abordar brevemente alguns aspectos da vida de Davy.

Esboço biográfico – Humphry Davy

Humphry Davy nasceu em 1778 em Penzance, na Inglaterra. Após a morte de seu pai, que era carpinteiro, Davy foi aprendiz de um hábil cirurgião e farmacêutico, adquirindo muito conhecimento da prática da química. Nesse período, alternava suas atividades profissionais com excursões ao campo, nas quais recolhia minerais, caçava, pescava e observava as variadas manifestações da Natureza. Ao mesmo tempo, entrou em contato com o pensamento químico do período por meio da leitura de obras de autores como Lavoisier e Nicholson. O desenvolvimento da amizade com Davies Giddy, que viria ser presidente da *Royal Society*, favoreceu sua formação autodidata, pois seu amigo pôs sua biblioteca particular, e seu bem montado laboratório de química, à sua disposição, a partir de 1797. Com vinte anos (1798), a convite de Thomas Beddoes, Davy foi chamado a chefiar o laboratório do *Medical Pneumatic Institution* em Bristol, instituição que tinha a finalidade de tratar de doenças, principalmente a tuberculose, com o uso de gases. Dois anos depois, foi convidado pelo Conde Rumford para ser assistente na *Royal Institution*, em Londres. Aos vinte e três anos de idade,

Davy tornou-se professor nessa instituição, na qual suas conferências passaram a atrair grande audiência. Na *Royal Institution*, Davy desenvolveu uma série de experimentos explorando fenômenos eletroquímicos – os quais o conduziram, entre outros feitos, à preparação pioneira de uma série de substâncias simples, tais como o sódio, potássio, bário, cálcio e boro. Esses estudos também contribuíram para o debate de importantes teorias químicas da época – como a teoria do oxigênio como princípio acidificante, desafiada por diversos dos resultados de Davy (J. DAVY, 1836; THORPE, 2007).

Davy realizou estudos acerca dos gases artificiais, desenvolvido na *Pneumatic Institution* de Beddoes, durante os últimos anos do século XVIII, revelando desde então seu empenho experimental em investigar a composição e a natureza da matéria. Tal empenho foi reafirmado nos estudos envolvendo eletricidade, retomados em 1806, os quais proporcionaram a preparação de novas substâncias. As investigações eletroquímicas de Davy serão discutidas, com mais detalhes, mais adiante. Ao realizar a decomposição do ácido muriático, por volta de 1810, Davy questionou o sistema proposto por Lavoisier, ao contestar que o oxigênio fosse constituinte de todos os ácidos (BELTRAN, 2008).

Em 1803, Davy viajou ao continente para receber uma medalha do *Institut de France*, por suas descobertas elétricas, obtendo ainda uma premiação especial de Napoleão I para visitar os vulcões na França e na Itália. Retornando para a Inglaterra somente em 1815, Davy teve tempo para a realização de outros estudos com aparatos e materiais contidos em um laboratório portátil que levava com sua bagagem (BELTRAN, 2008). Entre 1802 e 1812, pode-se observar a preocupação de Davy com as aplicações práticas dos conhecimentos, desenvolvendo estudos sobre química

agrícola. Por seu estudo acerca do tratamento do couro recebeu, em 1805, a Medalha Copley da *Royal Society*, sociedade da qual era membro desde 1803.

Um dos desenvolvimentos de seus estudos utilizando pilhas foi a proposição de uma nova forma de iluminação, denominada de arco elétrico. Davy observou que uma grande fagulha se formava quando o circuito elétrico integrado pelas pilhas era interrompido.

Um dos trabalhos mais célebres de Davy foi no sentido de resolver um sério problema para os trabalhadores em minas. Para evitar as explosões devido ao acúmulo subterrâneo de gases inflamáveis (como o metano), Davy desenvolveu a lâmpada de segurança para mineiros, apresentada para a *Royal Society* em 1815. Esse tipo de lâmpada possui a chama protegida por uma tela metálica, para impedir que a chama se propague para seu exterior (J. DAVY, 1836; THORPE, 2007; BELTRAN, 2008).

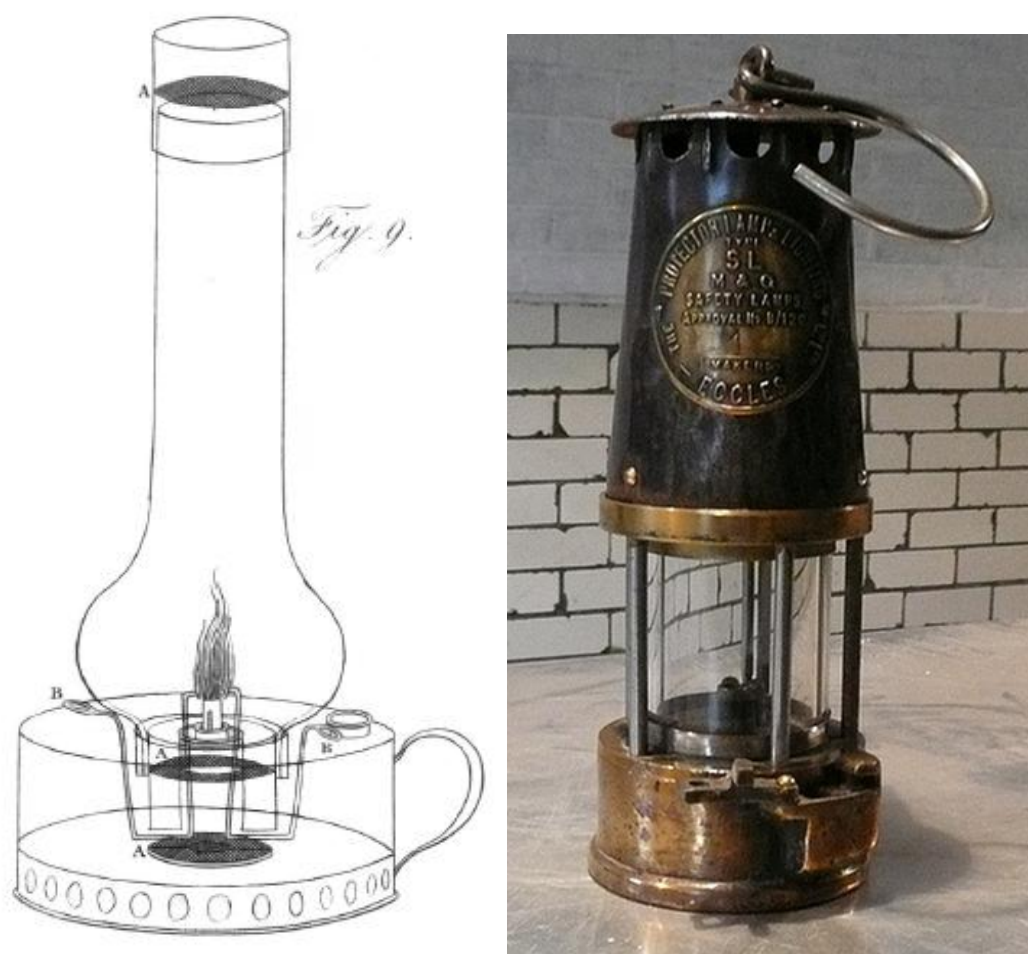


Figura 5 – (a) Esquema de uma lâmpada de segurança, descrita por Davy em comunicação impressa em 1816 (DAVY, 1816). (b) Fotografia de uma lâmpada de segurança, pertencente ao acervo do *Beamish Museum* (Reino Unido) (Fonte: <http://www.flickr.com/photos/23689245@N08/3257022977/>, acessado em 01 de março de 2012).

Entre 1823 e 1824, por solicitação de Almirantado Britânico, Davy desenvolveu investigações sobre a proteção dos cascos de navios contra a corrosão; porém, as técnicas desenvolvidas por ele não foram bem sucedidas (BELTRAN, 2008).

Em 1820, Davy foi eleito presidente da *Royal Society* de Londres, cargo em que se manteve até 1827, quando renunciou devido a problemas de saúde. Faleceu aos

cinquenta anos de idade, na cidade de Genebra (J. DAVY, 1836; THORPE, 2007; BELTRAN, 2008).

O caráter dos álcalis fixos

A potassa e a soda eram duas substâncias conhecidas e utilizadas em diversos processos (como a produção de vidros, de sabões e de medicamentos, por exemplo), desde a Antiguidade.³ No final do século XVIII, era comum classificá-las entre as substâncias alcalinas, como pode ser visto, por exemplo, na obra do químico irlandês Richard Kirwan (1733-1812). Em seu livro *Elements of Mineralogy* (KIRWAN, 1810), esse autor afirmou existirem dois tipos de substâncias alcalinas: os álcalis fixos e o álcali volátil. Os álcalis fixos estariam, ainda, divididos em duas espécies: o álcali vegetal e o álcali mineral. Segundo Kirwan, o álcali vegetal (que ele também chama de tartarina, um nome derivado da denominação *sal de tártaro*, atribuída anteriormente a substâncias extraídas do resíduo da fermentação do vinho – entre as quais se encontrava o que hoje os químicos chamam de carbonato de potássio) era obtido pela incineração de plantas terrestres. O álcali mineral, também chamado de soda ou natrão, podia ser extraído de algumas plantas marinhas, mas também podia ser obtido a partir de minérios. Kirwan deu destaque às propriedades semelhantes dessas duas espécies de álcalis fixos:

³ Em um texto sumério de aproximadamente 2700 a.C., já existem indícios do uso de álcalis (cinzas ricas em soda) na produção de medicamentos (Kramer, 1997, p. 85). Sobre o uso de álcalis em outros contextos, na Antiguidade e no Medievo, com várias referências, vide: A. M. Alfonso-Goldfarb, 1999, p. 127.

Nenhum dos dois é encontrado totalmente separado de ácidos, mas combinado, pelo menos, com o ar fixo” [*isto é, com o gás carbônico, formando carbonatos*]. Assim, combinados com esse ar, eles efervesce em contato com outros ácidos, mudam para verde a cor do xarope de violetas e das infusões de tornassol, cristalizam com os ácidos vitriólico, nitroso e marinho, precipitam soluções terrosas e metálicas, etc. (KIRWAN, 1810, p. 5).

Sendo substâncias com propriedades semelhantes, Kirwan chamou a atenção para uma técnica que permitia distinguir um álcali fixo do outro, e mesmo promover sua separação quando estivessem misturados. Kirwan recomendou que se gotejasse “ácido de açúcar” na solução que contivesse os dois álcalis misturados. Procedendo dessa maneira, o álcali vegetal (potassa) formaria um sal muito solúvel, enquanto o álcali mineral (soda) daria origem a um sal pouco solúvel, que turvaria a solução e possibilitaria a separação dos dois álcalis.

O álcali volátil, também designado por Kirwan como “volálcali”, seria constituído pela combinação de dois diferentes “ares”: o ar mefítico (ou ar azótico, que Kirwan observou ser chamado anteriormente de “ar flogisticado” – ou seja, aquilo que os químicos modernos chamam de nitrogênio) e o ar inflamável (ou seja, nosso hidrogênio), na proporção de aproximadamente quatro partes de ar mefítico para uma parte de ar inflamável.⁴ Kirwan afirmou que a formação do álcali volátil deveria ser comum na Natureza, embora fosse muito difícil detectá-lo, em função de ele ser muito volátil e muito solúvel. Entretanto, Kirwan cita trabalhos nos quais o álcali volátil foi

⁴ De acordo com o conhecimento químico atual, a composição da amônia, em massa, é de 4,7 partes de nitrogênio para uma parte de hidrogênio.

encontrado em águas minerais, em leitos de carvão mineral, argilas e vários tipos de pedras (KIRWAN, 1810, p. 7).

Lavoisier, por sua vez, descreveu da seguinte forma, em seu *Tratado Elementar de Química*, o processo para obtenção da potassa:

quando se aquece uma substância vegetal em um aparelho destilatório, os princípios que a compõem, o oxigênio, o hidrogênio e o carbono e que formam uma combinação tripla em um estado de equilíbrio, reúnem-se dois a dois, obedecendo às afinidades que devem ocorrer de acordo com o grau de temperatura. Dessa forma, ao primeiro contato com o fogo, quando o calor excede o da água fervente, o oxigênio e o hidrogênio se reúnem para formar a água. Logo depois, uma porção de carbono e uma de hidrogênio se combinam para formar o óleo. Quando, em seguida, pelo progresso da destilação, se chega a um calor vermelho, o óleo e a própria água que se haviam formado se decompõem; o oxigênio e o carbono formam o ácido carbônico; uma grande quantidade de gás hidrogênio que ficou livre se solta e escapa; por fim, não resta mais do que carvão na retorta.

(...)

Quando todo gás hidrogênio foi aquecido, queimado e reduzido a água, o carvão que resta queima, por sua vez, mas sem chama; forma o ácido carbônico que escapa, levando uma porção de calórico, que o transforma em gás. O excesso do calórico torna-se livre e escapa, produzindo o calor e a luz que se observam na combustão do carvão. Todo o vegetal se encontra, assim, reduzido a água e a ácido carbônico e só resta uma pequena porção de uma matéria terrosa acinzentada, conhecida pelo nome de cinzas, e que contém os únicos princípios verdadeiramente fixos que entram na constituição dos vegetais.

Essas terras ou cinzas, cujo peso não excede comumente o vigésimo do peso do vegetal, contém uma substância de um gênero particular, conhecida pelo nome de álcali fixo vegetal ou potassa.

Para obtê-la, passa-se água sobre as cinzas; ela se encarrega da potassa que é solúvel e deixa as cinzas insolúveis: evaporando em seguida a água, obtém-se potassa que é fixa, mesmo a um elevado grau de calor e que permanece sob a forma branca e concreta (LAVOISIER, 2007, p. 102-103).

As terras ou cinzas descritas por Lavoisier constituíam o álcali fixo vegetal, também chamado de potassa. Porém, a potassa obtida por Lavoisier estava parcialmente saturada de gás carbônico, fato constatado por ele da seguinte maneira:

Como a potassa só se forma, ou pelo menos só se torna livre, à medida que o carbono do vegetal é convertido em ácido carbônico pela adição de oxigênio, seja do ar, seja da água, disso resulta que cada molécula de potassa se encontra, no momento da formação, em contato com uma molécula de ácido carbônico e, como há muita afinidade entre essas suas substâncias, deve aí haver combinação. Embora o ácido carbônico seja, de todos, aquele que menos se combina com a potassa, ainda assim é difícil separar as últimas porções de ambos. O meio mais habitualmente empregado consiste em dissolver a potassa na água, acrescentado duas a três vezes o seu peso em cal viva, filtrar e evaporar em vasos fechados. A substância salina que se obtém é a potassa quase inteiramente livre de ácido carbônico (LAVOISIER, 2007, p. 103).

Observa-se, portanto, que nessa época o termo *potassa* podia ser usado tanto para se referir ao que hoje chamamos de carbonato de potássio, como à nossa potassa cáustica, ou seja, o hidróxido de potássio. Situação análoga ocorria com o termo *soda*.

A soda, segundo estudos realizados por Lavoisier, apresentaria algumas propriedades comuns à potassa, ou seja, também seria um álcali obtido por meio da lixiviação de cinzas de plantas. Entretanto, a soda seria obtida somente de plantas que crescem à beira-mar, chamadas de *kali* – nome que originou o termo *alkali*. A soda apresentava também certa saturação de ácido carbônico, mas não absorvia a umidade do ar na mesma intensidade com que a potassa o fazia.

Lavoisier não conseguiu constatar seriam os constituintes da soda e da potassa, como pode ser observado no trecho abaixo:

Não se conhecem melhor até aqui os principais constituintes da soda que os da potassa, e não se tem nem mesmo certeza de que há essa substância nos vegetais anteriormente à combustão. A analogia poderia levar a crer que o azoto é um dos principais constituintes dos álcalis em geral, e se tem a prova disso acerca do amoníaco, mas não se tem relativamente à potassa e à soda, senão ligeiras presunções, o que nenhuma experiência decisiva ainda confirmou (LAVOISIER, 2007, p. 104).

Embora Lavoisier reconhecesse não dispor de resultados decisivos que demonstrassem o caráter composto da soda e da potassa, ainda assim ele não incluiu essas substâncias em sua lista de corpos simples ou elementares. Essa decisão não foi compartilhada por todos seus seguidores. Por exemplo, na primeira edição inglesa de seu livro de divulgação, *Conversations on Chemistry*, Jane Marcet apresentou uma lista das substâncias consideradas elementares na época. A lista é composta de quarenta e cinco nomes, e inclui, ao lado da luz, do calórico, do oxigênio e de muitas outras substâncias, a soda e a potassa (MARCET, 1809, p. 151). Marcet reconheceu que,

embora houvesse forte suspeita de que a soda e a potassa fossem compostas, até aquele momento não haviam sido decompostas, razão pela qual ela as incluiu na relação de corpos simples.

Interessado nos problemas relacionados à composição de substâncias, Davy se preocupou em investigar a validade de algumas das suposições feitas por Lavoisier a esse respeito, e o estudo da potassa e da soda pode ser entendido nesse contexto (LE GRAND, 1974).

Como será descrito a seguir, a decomposição da soda e da potassa seria conseguida por Davy, que suspeitava que essas terras alcalinas pudessem, de fato, se tratar de compostos, conforme conjecturava o próprio Lavoisier. Para compreender como Davy conseguiu lograr esse feito, é preciso considerar que ele estava envolvido com estudos relativos à pilha voltaica. Essas investigações preliminares foram descritas por Davy em sua Conferência Bakeriana de 1806.

A Conferência Bakeriana de 1806

As pesquisas de Davy que culminaram com a preparação do potássio e do sódio resultaram de investigações que se estenderam por anos. Seus experimentos com a chamada “eletricidade voltaica” (o que hoje chamaríamos de experimentos eletroquímicos, envolvendo o uso de pilhas) começaram por volta de 1800. Em um caderno de anotações desse ano, Davy escreveu, a respeito da pilha:

Não posso encerrar esta nota sem me sentir grato aos Srs. Volta, Nicholson e Carlisle, cuja experiência colocou este tão maravilhoso e importante instrumento de análise em meu poder (DAVY, *apud* J. DAVY, 1836, p. 378).

É curioso observar que, no mesmo caderno, Davy se propõe uma questão a ser investigada com o auxílio da pilha voltaica, referente à possibilidade de a potassa se tornar condutora de eletricidade se dissolvida em “espírito do vinho”, isto é, álcool. Ou seja, o uso de pilhas e a investigação de propriedades dos álcalis fixos já estavam entre as preocupações de Davy nessa época (J. DAVY, 1836, p. 378 – 379).

Seis anos mais tarde, em 20 de novembro de 1806, Humphry Davy apresentou sua primeira Conferência Bakeriana diante da *Royal Society*, na qual apresentou numerosas observações sobre a decomposição de diversas substâncias por meio da ação de pilhas voltaicas (em geral, as substâncias estavam em solução aquosa ou, quando insolúveis, estavam colocadas em contato com água), seguidas por suas tentativas de proposições gerais que explicassem as observações. Davy descreveu, inicialmente, experimentos de decomposição da água usando a eletricidade, sob diversas condições. Davy observou que, quando havia formação de outras substâncias além dos gases hidrogênio e oxigênio, isso se devia à ação da eletricidade sobre os materiais constituintes das aparelhagens – pois a água, “quimicamente pura”, se decompunha apenas naqueles dois gases (DAVY, 1807, p. 12).

Passando para a descrição da decomposição de compostos salinos, Davy fez uma observação de caráter geral:

Foi evidente que, em todas as transformações nas quais estavam presentes matéria ácida e alcalina, a matéria ácida se juntou, na água, em torno da superfície metálica eletrificada positivamente; e a matéria alcalina, em torno da superfície metálica negativamente eletrificada (DAVY, 1807, p. 130).

Davy observava isso utilizando indicadores ácido-base, e observando suas mudanças de cores conforme eram colocados em contato com as soluções situadas junto a cada um dos terminais nos quais ocorria a eletrólise. Nessa Conferência, Davy descreveu as decomposições de um grande número de sais, de minerais, e mesmo de algumas substâncias de origem vegetal e animal. Em cada caso, descreveu em termos qualitativos os produtos da decomposição. Além do uso de indicadores, Davy também utilizava recipientes diferentes para mergulhar o que hoje chamamos de eletrodos, o que lhe permitia caracterizar separadamente os produtos formados junto aos terminais positivo e negativo. O circuito elétrico era fechado utilizando pedaços de amianto umedecidos nas soluções em análise.

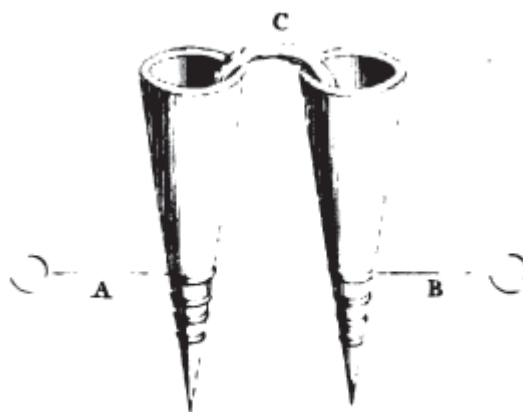


Figura 6 – Exemplo de aparelhagem utilizada por Davy em experimentos eletrolíticos, consistindo em dois cones, feitos de ouro, nos quais eram colocadas as soluções a serem examinadas. *A* e *B* representam os fios conectados aos terminais da pilha voltaica; *C* representa os pedaços de amianto umedecidos com as soluções (DAVY, 1807).

Após a descrição dessa grande série de experimentos, Davy resumiu as observações reafirmando e ampliando a afirmação geral citada anteriormente:

Será uma expressão geral dos fatos que foram detalhados, relacionados às transformações e transições por meio da eletricidade, em linguagem filosófica comum, a saber: que o hidrogênio, as substâncias alcalinas, os metais, e certos óxidos metálicos, são atraídos por superfícies metálicas negativamente eletrificadas, e repelidas por superfícies metálicas positivamente eletrificadas; e, de maneira inversa, que o oxigênio e as substâncias ácidas são atraídas por superfícies metálicas [positivamente eletrificadas], e repelidas por superfícies metálicas negativamente eletrificadas; e estas forças atrativa e repulsiva são suficientemente energéticas para destruir ou suspender a operação usual da afinidade eletiva (DAVY, 1807, p. 28 – 29).

A última parte dessa citação – na qual ele menciona que as forças elétricas, presentes nos experimentos de eletrólise, são fortes o bastante para superar as “afinidades eletivas” entre as substâncias – aponta para onde Davy pretendia chegar com essa generalização. Por afinidades eletivas, neste contexto, podemos compreender as forças (de natureza até então desconhecida) que explicariam porque algumas combinações químicas são preferenciais em relação a outras, ou seja, porque algumas interações entre substâncias resultam em transformações e outras não. O objetivo de Davy, conforme ele próprio deixou claro na sequência, era estabelecer uma relação entre a eletricidade e as afinidades químicas. Ao comentar sobre a decomposição de sais neutros, na qual a parte alcalina se separa da parte ácida, Davy fez uma analogia, afirmando que a atração e a repulsão dessas substâncias pelos eletrodos positivo e

negativo seriam regidas pelo mesmo tipo de leis que a atração e a repulsão elétricas comuns (DAVY, 1807, p. 33). A partir daí, Davy mencionou os resultados de mais algumas observações experimentais, destinadas a investigar quais substâncias apresentariam a “energia positiva” ou a “negativa”, conforme os termos utilizados por ele próprio. Por exemplo, na eletrólise da água, o gás oxigênio é liberado junto ao eletrodo positivo, o que sugeriria que o oxigênio teria “energia negativa”. Assim, Davy foi construindo uma teoria elétrica para as afinidades químicas:

a atração química entre dois corpos parece ser destruída ao se conferir a um deles um estado elétrico diferente daquele que esse corpo naturalmente possui, isto é, ao trazê-lo artificialmente para um estado similar ao outro... Desse modo, enquanto o zinco, um dos metais mais oxidáveis, fica incapaz de se combinar com o oxigênio quando está eletrificado negativamente no circuito,... a prata, um dos metais menos oxidáveis, facilmente se une ao oxigênio quando está positivamente eletrificada; e o mesmo se pode dizer para outros metais (DAVY, 1807, p. 39).

Davy argumentou que, com essa concepção, seria possível explicar as combinações químicas que ocorrem entre vários pares de substâncias, cujos estados de energias elétricas se mostram opostos nos experimentos eletrolíticos. Do ponto de vista da química atual, as combinações químicas apontadas por Davy nesse contexto seriam de diferentes tipos. Por exemplo,

cobre e zinco, ouro e mercúrio, enxofre e os metais, substâncias ácidas e alcalinas, representam instâncias opostas; e... devem... atrair um ao

outro em consequência de seus poderes elétricos (DAVY, 1807, p. 39).

Cobre e zinco formam uma liga chamada latão, assim como ouro e mercúrio facilmente formam um amálgama – em termos atuais, seriam casos de misturas entre esses pares de metais. Já os demais exemplos fornecidos por Davy se referem a transformações químicas também no sentido atual. De qualquer forma, o ponto importante aqui, para Davy, é que essas evidências experimentais deixariam evidente a relação entre a energia elétrica e a afinidade química, a ponto de o químico inglês especular se elas não seriam idênticas. Davy chegou também a propor a possibilidade futura de se medir a intensidade e a quantidade da energia artificialmente produzida por uma pilha, necessária para produzir a decomposição de cada composto. Assim, concluiu, “essa medida nos permitiria fazer uma escala de poderes elétricos que corresponderiam a graus de afinidade” (DAVY, 1807, p. 42).

Entre as conclusões de sua Conferência, Davy destaca possíveis desenvolvimentos das linhas de investigações dos fenômenos eletroquímicos. Entre eles, o uso da pilha voltaica para proceder a análise da composição de minerais, e mesmo de corpos de origem animal e vegetal; novos estudos relacionados à medicina e à fisiologia; a produção em larga escala, e a baixo custo, de ácidos e álcalis. Otimista com as possibilidades oferecidas pela pilha voltaica, Davy manifestou sua esperança de que

o novo modo de análise pode nos conduzir à descoberta dos *verdadeiros* elementos dos corpos, se os materiais analisados forem empregados em um adequado estado de concentração, e se a

eletricidade for suficientemente intensificada (DAVY, 1807, p. 54, grifo no original).

Essa passagem, de certa forma, já antecipava a linha de pesquisa que haveria de levar à preparação do potássio e do sódio – pois colocava Davy diante da questão da composição de substâncias até então consideradas indecomponíveis, como a potassa e a soda. Logo na sequência dessa passagem, Davy manifestou outra faceta de sua confiança, não apenas na potencialidade da pilha voltaica, mas, visto de um modo mais amplo, no poder da ciência em dominar a Natureza:

Pois, se a união química for da natureza que eu ousei supor, não importa quão forte possam ser as energias elétricas naturais dos elementos dos corpos: ainda assim, há toda probabilidade de que exista um limite para sua força; enquanto que os poderes de nossos instrumentos artificiais parecem ser capazes de aumento indefinido (DAVY, 1807, p. 54).

Ao menos em parte, o otimismo de Davy era justificado. As pesquisas que realizou em seguida, decompondo substâncias por métodos eletroquímicos, geraram resultados surpreendentes para a época, tendo sido comunicados em sua segunda Conferência Bakeriana, em 1807. O impacto dessa comunicação, impressa nas *Philosophical Transactions* da *Royal Society* em 1808, pode ser avaliado por um comentário publicado na época no periódico *Edinburgh Review*, que a considerou:

o mais valioso [artigo publicado] nas *Philosophical Transactions*, desde o tempo em que Sir Isaac Newton inseriu, nessa celebrada

coleção, o primeiro relato de suas descobertas sobre a óptica (*apud* J. DAVY, 1836, p. 380).

A trajetória que conduziu os estudos eletroquímicos Davy à preparação do potássio e do sódio, comunicada em 1807, será enfocada a seguir.

A Conferência Bakeriana de 1807

Em 19 de novembro de 1807 – pouco mais de um mês após haver preparado pela primeira vez as novas substâncias a partir da potassa e da soda –, e após sete anos de investigações de fenômenos eletroquímicos, Davy teve a oportunidade de apresentar, diante da *Royal Society*, sua segunda Conferência Bakeriana, contendo suas observações e conjecturas a respeito dos inusitados fenômenos produzidos em laboratório. Sua comunicação apareceu impressa na *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* no ano seguinte com a denominação “Sobre alguns novos fenômenos de transformações químicas produzidas pela eletricidade, particularmente a decomposição dos álcalis fixos, e a exibição das novas substâncias que constituem suas bases; e sobre a natureza geral dos corpos alcalinos”.

Nessa conferência, Davy principiou sua exposição fazendo referência à Conferência do ano anterior. Naquela ocasião, ele havia sugerido que os recém-desenvolvidos métodos eletroquímicos de análise poderiam conduzir a um conhecimento mais aprofundado a respeito do que seriam os verdadeiros elementos químicos. Agora, dizia Davy, ele dispunha de evidências experimentais que davam suporte a essa proposição. Assim, anunciou a análise e a síntese dos álcalis fixos, potassa e soda, que até então haviam resistido a todas as tentativas de decomposição pelos métodos químicos usuais. Davy apresentou os resultados de muitos experimentos,

desde a preparação daquilo que chamou inicialmente de “bases da potassa e da soda”, usando técnicas de eletrólise, seguida pela caracterização de propriedades físicas e químicas das duas substâncias. Davy também discutiu o caráter metálico das novas substâncias, propôs uma nova concepção de alcalinidade, e finalmente anunciou já haver iniciado tentativas de decompor as então chamadas “terras alcalinas”, começando pela barita e pela estronciana. Davy apresentou não apenas suas tentativas bem sucedidas, mas também as dificuldades experimentais que enfrentou em suas investigações. Chama a atenção, mesmo de um leitor moderno, a grande quantidade de experimentos e observações, qualitativas e quantitativas, e também de elaborações teóricas, realizadas por Davy no curto intervalo de tempo entre a preparação pioneira das novas substâncias e a apresentação da conferência na *Royal Society*. Antes de detalhar os feitos expostos por Davy nessa Conferência, vamos olhar para outras fontes, que documentam os passos que o conduziram para essa direção.

Em sua Conferência de 1806, Davy havia descrito a decomposição, por meio da eletricidade, de uma série de compostos cuja composição era então conhecida. Segundo um relato citado por seu irmão, Davy considerou que um agente tão poderoso como a eletricidade, capaz de destruir “os mais firmes agregados..., [e] por meio do qual pedras e rochas eram partidas”, talvez também fosse capaz de “separar os elementos de corpos até então não decompostos por outros meios” (DAVY, *apud* J. DAVY, 1836, p. 380). Davy estava ciente de que, aumentando a intensidade da ação das pilhas, poderia conseguir sobrepujar as eletricidades opostas que mantinham os compostos unidos.

Em seu laboratório da *Royal Institution*, Davy tinha a sua disposição diferentes arranjos de baterias voltaicas. Uma delas era constituída por 24 placas de cobre e zinco, cada uma com 12 polegadas quadradas; outra pilha contava com 100 placas metálicas

de 6 polegadas quadradas; e uma terceira era constituída de 150 placas de 4 polegadas quadradas. Os arranjos incluíam também soluções de alúmen e ácido nítrico (que, na linguagem de hoje, tinham a função de eletrólitos). Essas diferentes combinações permitiam a obtenção de diferentes tensões elétricas.

Conforme vimos, Davy havia observado que, nas eletrólises de sais neutros, a matéria ácida se acumulava próximo ao lado positivo do circuito. Além disso, observou também que o gás oxigênio se formava junto à superfície positiva, enquanto que as substâncias acumuladas junto ao terminal negativo eram de natureza inflamável – tal como metais, óxidos metálicos e a amônia. De acordo com o relato de Davy, isso o levou a investigar se, no caso dos corpos até então indecomponíveis, também não seria possível obter um material inflamável (DAVY, *apud* J. DAVY, 1836, p. 381). Davy decidiu investigar uma substância que fora mencionada diversas vezes na Conferência Bakeriana de 1806, a potassa – obtida como produto de decomposição de diversas substâncias estudadas pelo químico inglês, assim como a soda. Havia fortes suspeitas, entre os químicos da época, de que a potassa e a soda fossem compostos, mas não havia evidências diretas de sua decomposição e síntese, tampouco consenso a respeito de quais poderiam ser seus constituintes.

Entre as ideias da época, defendidas por alguns químicos italianos e franceses, estava a de que a potassa seria constituída de cal e hidrogênio; para outros, o nitrogênio estaria presente em sua composição – em analogia com a constituição do álcali volátil, a amônia. A opinião inicial de Davy, ao começar suas investigações, era de que a potassa seria um composto de nitrogênio, combinado com fósforo ou enxofre. Seu raciocínio era por analogia: na amônia, o nitrogênio estava combinado com um elemento constituinte de uma substância simples muito “leve”, o hidrogênio – resultando no álcali

volátil; então, nos chamados álcalis fixos (potassa e soda), o mesmo nitrogênio poderia estar combinado a corpos mais “densos”, como o fósforo ou o enxofre. Como nenhum composto de nitrogênio e fósforo, nem de nitrogênio e enxofre, eram até então conhecidos, Davy considerou que esta seria uma boa hipótese para se investigar (DAVY, *apud* J. DAVY, 1836, p. 381).

Há registros de que Davy teria começado suas tentativas de decompor a potassa no laboratório da *Royal Institution* em 16 de outubro de 1807 (PARIS, 1831, p. 275). Anteriormente, Davy havia tentado utilizar soluções concentradas de potassa a temperatura ambiente, recorrendo ao mais intenso “poder elétrico” que ele então era capaz de dispor, com o intuito de provocar a decomposição do álcali. Observou, porém, que somente a água se decompunha, produzindo hidrogênio e oxigênio, e liberando muito calor (DAVY, 1808, p. 3). Sabendo disso, Davy tentou fazer o experimento com a potassa sob álcool e outros líquidos nos quais esse álcali não se dissolvia. Aparentemente, houve produção de gás, mas sem que Davy pudesse compreender o que estava acontecendo. Em suas anotações, Davy se referiu a um “gás alcaligênio” (gerador de álcalis; no original inglês, *alkaligen*) – um nome criado em analogia a “oxigênio” (gerador de ácidos). Há indícios de que Davy pode ter conseguido produzir, sob óleo, minúsculas porções de potássio (tão pequenas quanto grãos de areia, segundo Paris, 1831), as quais em seguida ele tentou combinar com mercúrio. Paris cita as seguintes anotações feitas por Davy em um caderno de laboratório: “Ação da substância sobre o mercúrio – forma com ele um amálgama sólido, que logo perde seu *alcaligênio* para o ar” (PARIS, 1831, p. 275 – 276). Se a suposição de Paris estiver correta, *alcaligênio* teria sido o primeiro nome sugerido para o que hoje chamamos de potássio.

Davy tentou outras estratégias. Era fato conhecido que a potassa seca não era condutora, logo não havia como eletrolisá-la dessa forma. Davy tentou então fazer com que a eletricidade agisse sobre potassa fundida, utilizando uma chama de álcool alimentada por um fluxo de oxigênio, a fim de obter as altas temperaturas necessárias. A amostra de potassa foi colocada sobre uma colher de platina, a qual era conectada a um dos terminais da pilha. Um fio de platina era mantido em contato com a potassa, e conectado ao terminal oposto. O álcali foi assim mantido por alguns minutos sob forte aquecimento, e logo passou para o estado líquido. O arranjo experimental utilizado por Davy é semelhante ao ilustrado na Figura 7.

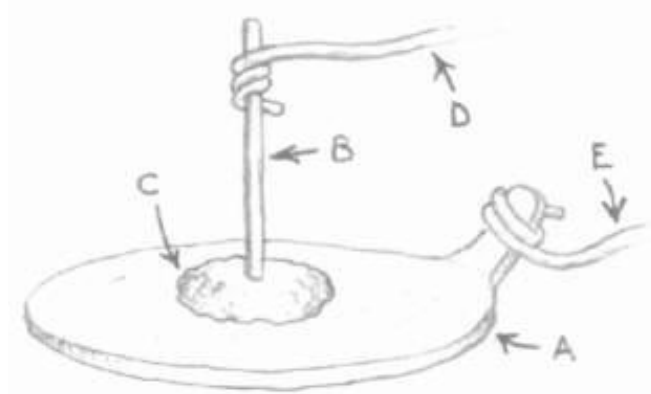


Figura 7 – Aparato experimental utilizado na fusão ígnea e eletrólise da potassa.

A- Colher de platina

B- Fio de platina

C- Potassa

D- Fio metálico conectado ao lado positivo da pilha voltaica

E- Fio metálico conectado ao lado negativo da pilha voltaica

Sob essas condições, Davy pode observar que a potassa se tornou uma boa condutora de eletricidade, produzindo diversos fenômenos. Quando o lado negativo da pilha estava conectado ao fio de platina, imerso na potassa fundida, produziu-se uma luz intensa junto ao fio, e ergueu-se uma “coluna de chamas” a partir do ponto de contato com a potassa. Quando, porém, Davy inverteu a posição dos fios, conectando o lado negativo à colher de platina, “glóbulos aeriformes, que se inflamavam na atmosfera, ergueram-se em meio à potassa” (DAVY, 1808, p. 3-4). Como a potassa estava “aparentemente” seca neste experimento, Davy acreditou que a substância inflamável que se formou resultava da decomposição da potassa. Passou, em seguida, a tentar isolar essa substância. Entretanto, não obteve sucesso em fazer isso enquanto trabalhou com a potassa fundida por aquecimento.

Davy decidiu então tentar outra abordagem, abrindo mão do aquecimento e valendo-se apenas da eletricidade para provocar a fusão da potassa. Em vez de utilizar potassa completamente seca, deixou a amostra exposta à atmosfera, apenas o suficiente para que a superfície absorvesse um pouco de umidade, tornando-se assim condutora de eletricidade. Utilizando sua pilha mais poderosa, Davy fez passar a corrente elétrica pela amostra de potassa, e observou que o álcali começou a fundir junto aos pontos de contato elétrico. Assim Davy descreveu o que ocorreu em seguida:

Houve uma violenta efervescência na superfície superior; na superfície inferior, ou negativa, não houve liberação de fluido elástico [*i.e.*, gás]. Porém, apareceram pequenos glóbulos, com grande brilho metálico, sendo precisamente similares, nos aspectos visíveis, ao mercúrio. Alguns dos glóbulos queimaram com explosões e chama brilhante, tão logo se formavam; e outros permaneceram, e ficaram

apenas embaçados, e finalmente cobertos por um filme branco que se formou em sua superfície. (DAVY, 1808, p. 5.)

Na sequência, Davy se referiu ao “peculiar princípio inflamável” produzido como sendo a “base da potassa”. Um novo nome para essa substância somente foi sugerido, no texto da conferência, algumas páginas adiante.

Destacam-se aqui dois aspectos da descrição feita por Davy. Ele ressaltou que não houve liberação de gás junto ao pólo negativo, isto é, descartou a produção de hidrogênio nesse caso. Além disso, ele comparou o novo material produzido com o mercúrio, estabelecendo desde logo uma relação com uma substância metálica.

O resultado do experimento foi surpreendente para Davy, que percebeu ter tido sucesso em seus esforços, ao mesmo tempo em que se viu diante de uma substância nunca produzida anteriormente. Seu entusiasmo foi testemunhado por seu sobrinho Edmund Davy, que na ocasião era seu assistente, e mais tarde tornou-se professor de química. A reação de pesquisador foi assim relatada por seu irmão John Davy:

[Humphry Davy] não pôde conter sua alegria – ele literalmente dançou pela sala em alegria extática; e foi necessário algum tempo até que ele se recompusesse o suficiente para continuar o experimento. (J. DAVY, 1836, p. 384.)

Davy tratou logo de afastar a possibilidade de a substância observada ser proveniente da platina, pois o mesmo produto foi obtido quando ele substituiu a platina por pedaços de cobre, prata, ouro, grafita ou carvão. Davy também descreveu outros aparatos experimentais que desenvolveu para proceder à decomposição eletrolítica da potassa, chamando a atenção para as dificuldades envolvidas. Por exemplo, um dos

arranjos envolvia fundir a potassa, usando chama, dentro de um tubo de vidro, ao qual eram adaptados fios de platina ligados à pilha. Entretanto, o vidro era rapidamente dissolvido pela potassa fundida, o que limitava a duração do experimento (DAVY, 1808, p. 5).

Alguns dias depois, Davy obteve, usando procedimento análogo ao descrito para a potassa, a decomposição da soda. Nesse caso, destacou ele, foi necessário utilizar uma pilha mais poderosa do que no caso da potassa, e a amostra de soda teve que ser quebrada em pedaços menores. Também nesse caso, os glóbulos gerados no experimento queimavam em contato com a atmosfera, logo após serem formados. Embora os resultados fossem semelhantes, Davy também observou diferenças:

A substância produzida a partir da potassa permaneceu fluida à temperatura da atmosfera no momento de sua produção; aquela produzida a partir da soda, que estava fluida no grau de calor do álcali durante sua formação, tornou-se sólida ao ser resfriada, e exibiu o brilho da prata. (DAVY, 1808, p. 6.)

Também nesse trecho, Davy comparou a nova substância a um material tipicamente metálico, nesse caso, a prata.

Davy observou uma analogia entre seus novos experimentos e outros, feitos anteriormente, envolvendo a eletrólise de diversas substâncias. Segundo ele, o oxigênio era sempre produzido junto ao terminal elétrico positivo, enquanto as “bases combustíveis” eram obtidas junto ao terminal negativo. Também no caso da decomposição da potassa e da soda, Davy, após recolher e examinar cuidadosamente o gás formado junto ao pólo positivo, concluiu tratar-se de oxigênio puro (DAVY, 1808, p. 7).

Seguindo a concepção desenvolvida por Lavoisier, Davy tratou de demonstrar que as substâncias obtidas eram, de fato, os componentes da potassa e da soda. Davy descreveu que o “brilho metálico” da base da potassa desaparecia rapidamente pelo contato com a atmosfera: uma crosta branca se formava, e logo deliquesceu, isto é, dissolvia-se pela absorção da umidade atmosférica. Segundo Davy, seus experimentos o levaram a concluir que a crosta branca formada era, de fato, potassa pura. Davy também realizou a síntese da potassa combinando a recém-preparada base da potassa com oxigênio, demonstrando sua composição. Procedimento análogo foi feito para a soda. Mais adiante, no mesmo texto, Davy descreveu como determinou quantitativamente a proporção em massa de oxigênio e base na composição da potassa (chegando ao valor médio de 86% de base da potassa para 14% de oxigênio) e também da soda (valor médio de 77% de base da soda para 23% de oxigênio) (DAVY, 1808, p. 27-31).⁵ Nas palavras de Davy:

Quando as substâncias foram fortemente aquecidas, confinadas em porções determinadas de oxigênio, uma rápida combustão, com uma brilhante chama branca, foi produzida; e se observou que os **glóbulos metálicos** foram convertidos em uma massa branca e sólida – a qual, no caso da substância proveniente da potassa se observou ser potassa; e no caso da proveniente da soda, [se observou ser] soda. (DAVY, 1808, p. 8; grifo nosso.)

⁵ Embora esses valores possam parecer próximos dos aceitos atualmente, é preciso considerar que Davy provavelmente trabalhou com amostras de potássio e sódio impuras, conforme se verá na sequência.

Destacamos aqui a expressão usada por Davy para se referir às novas substâncias: “glóbulos metálicos”. Em outro trecho, mais adiante, ao descrever uma reação da base da potassa com vidro, Davy mencionou que a substância perdia “sua forma metálica” (DAVY, 1808, p. 20). Isto é, antes mesmo de passar à discussão da natureza metálica das novas bases, Davy já adiantava a seu público a sua conclusão.

No texto publicado de sua *Bakerian Lecture* de 1807, Davy dedicou muitas páginas à descrição das propriedades físicas e químicas das duas novas substâncias produzidas por ele. Ele destacou a formidável reatividade dessas substâncias:

Após detectar as bases dos álcalis fixos, tive considerável dificuldade em conservá-las e confiná-las para examinar suas propriedades, e submetê-las a experimentos. Pois, como os *alkahests* [sic] imaginados pelos alquimistas, elas atuavam, às vezes mais, às vezes menos, sobre quase qualquer corpo aos quais estivessem expostas. (DAVY, 1808, p. 10.)

Davy comparou as bases dos álcalis fixos ao *alkahest*, substância que foi muito discutida por químicos e filósofos naturais ao longo dos séculos XVII e XVIII: segundo algumas interpretações dessa época, o *alkahest* seria capaz de dissolver qualquer outra substância. Após intensos debates sobre qual poderia ser a composição do *alkahest*, sem que nunca se houvesse chegado a um consenso, a ideia foi caindo em desuso, até ser considerada como apenas mais um dos sonhos dos alquimistas.⁶

As novas substâncias sequer podiam ficar expostas à atmosfera, pois reagiam rapidamente com a umidade e o próprio oxigênio do ar. Assim, Davy teve que buscar

⁶ Para uma discussão do conceito original de *alkahest*, vide: Porto, 2002.

uma substância com a qual as novas bases não reagissem, e que pudesse mantê-las isoladas do ar. Davy descobriu que a substância que melhor servia a essa finalidade era a nafta⁷, especialmente se recentemente destilada, e passou a conservar as amostras das novas bases sob esse solvente.

Davy estudou sistematicamente, e descreveu os resultados na conferência de 1807, as seguintes propriedades físicas das bases da potassa e da soda: densidade; temperaturas de fusão e ebulição; condutibilidade elétrica e térmica. Quanto às propriedades químicas, descreveu a reatividade das novas substâncias com oxigênio, com as próprias potassa e soda, com ácido oximuriático⁸, hidrogênio, água, gelo, éter, álcool, ácido sulfúrico, ácido nítrico, fósforo, enxofre, mercúrio, ceras, cânfora, óxidos metálicos, vidros, entre outros materiais, em uma variedade de condições. Conforme mencionado, é notável o trabalho realizado por Davy em pouco mais de um mês, ainda mais considerando que ele manipulava substâncias cujo comportamento era bastante diferente de tudo o que até então era conhecido.

A base da potassa preparada por Davy não era sólida à temperatura ambiente, ainda que fosse “apenas imperfeitamente fluida” a 60 °F, somente ficando completamente líquida a 100 °F. Segundo Davy, a 50 °F a base da potassa se tornava “um sólido macio e maleável, com o brilho da prata polida”; seus cristais, vistos ao microscópio, apresentavam “grande esplendor metálico”. (DAVY, 1808, p. 10). As observações referentes à temperatura de fusão sugerem que Davy não obteve potássio puro, cujo ponto de fusão é de 146 °F (63 °C). Provavelmente, ele obteve uma liga de potássio e sódio que, dependendo da composição, pode ser líquida à temperatura

⁷ Nafta é uma mistura de hidrocarbonetos destilada do petróleo, usada como solvente.

⁸ Posteriormente chamado de “cloro”.

ambiente. Isso se deveria à presença de soda como impureza na potassa utilizada por Davy, uma circunstância bastante plausível, dada a semelhança das propriedades destas duas substâncias.

Ao discutir a maleabilidade da base da soda, Davy observou que essa substância podia ser transformada em folhas muito finas. Além disso, observou que glóbulos dessa substância podiam ser unidos com facilidade, aplicando-se pressões elevadas. Concluiu ele: “a propriedade da soldagem, que somente ocorre ao ferro e à platina em temperaturas muito elevadas, é observada para esta substância a temperatura comum” (DAVY, 1808, p. 21). Uma vez mais, Davy comparou um dos materiais recém-obtidos a metais típicos, atribuindo a ele uma propriedade característica destes.

Dentre as propriedades físicas, Davy destacou as condutibilidades elétrica e térmica das novas substâncias. A base da potassa foi descrita como “um perfeito condutor de eletricidade” e “um excelente condutor de calor”, e a base da soda como tendo propriedades similares (DAVY, 1808, p. 11 e 21). Essas propriedades, aliadas ao brilho característico, à maleabilidade e ao aspecto cristalino observado ao microscópio, eram características dos metais. Entretanto, observou Davy:

Assemelhando-se aos metais em todas essas propriedades sensíveis, [a base da potassa], entretanto, é notavelmente diferente de qualquer um deles quanto à gravidade específica. (DAVY, 1808, p. 11)

De fato, Davy ficou surpreso ao observar que a densidade da base da potassa, em relação à densidade da água, era de 0,6 (o valor aceito atualmente é de 0,8), o que fazia dela o fluido menos denso até então conhecido. A base da soda, que Davy obteve como sólido à temperatura ambiente, teve sua densidade relativa determinada com maior

precisão: 0,9348 (próximo ao valor aceito atualmente) – ou seja, essa substância também era menos densa do que a água. A questão da baixa densidade foi apontada por Davy como um argumento contra a classificação das novas substâncias como metais, como será visto a seguir.

Capítulo 4

Poderiam as bases da potassa e soda ser chamadas de metais?

Foi com essa pergunta que Davy abriu a seção de sua conferência na qual discutiu a natureza das novas substâncias que preparara. Curiosamente, Davy afirmou na sequência que “A maioria dos filósofos a quem apresentei esta questão responderam afirmativamente”. (DAVY, 1808, p. 31) Davy não nomeou quem seriam esses “filósofos” consultados por ele, mas pode-se deduzir que se tratava de membros da comunidade de filósofos naturais britânicos, que estavam mais próximos de Davy. Poucas linhas adiante, ao discutir que nomes deveriam ser atribuídos às novas substâncias, Davy declarou haver consultado “muitos dos mais eminentes homens de ciência deste país”, mais uma vez sem especificar quem foram essas pessoas. Nos documentos aos quais tivemos acesso, foi possível identificar um dos químicos contemporâneos com quem Davy tratou da questão das novas substâncias. Trata-se de George Pearson (1751 - 1828), químico, médico e membro da *Royal Society*, identificado por uma citação feita por Paris (1831, p. 268). Outro indício curioso, também citado por Paris, é uma carta enviada por Davy a seu amigo William Pepys (1775 – 1856) em 13 de novembro de 1807, apenas seis dias antes da célebre Conferência Bakeriana. Na carta, Davy comunica rapidamente a Pepys, em meio a outros assuntos:

Decompus e recompus os álcalis fixos, e descobri que suas bases são duas novas substâncias inflamáveis, *muito semelhantes a metais*. Mas uma delas é mais leve do que o éter, e infinitamente combustível. Assim, há dois corpos decompostos, e dois novos corpos elementares descobertos (DAVY, *apud* PARIS, 1831, p. 279, grifo nosso).

O curioso é que Davy descreve as duas novas substâncias a Pepys não como metais, mas como “muito semelhantes a metais” – destacando a seguir duas propriedades que não seriam características dos metais, sendo que a primeira é a baixa densidade.

O desenvolvimento da argumentação a respeito da natureza metálica das novas substâncias isoladas por Davy, exposto na Conferência Bakeriana de 1807, é transcrito a seguir:

Elas [*i.e.*, *as bases da soda e da potassa*] coincidem com os metais em opacidade, brilho, maleabilidade, capacidade de condução de calor e eletricidade, e em suas qualidades de combinação química.

Sua baixa gravidade específica não parece ser uma razão suficiente para fazer delas uma nova classe; pois, dentre os próprios metais, existem notáveis diferenças a esse respeito, sendo a platina cerca de quatro vezes mais pesada [*i.e.*, *mais densa*] do que o telúrio. Na divisão filosófica das classes de corpos, a analogia do maior número de propriedades deve ser sempre o fundamento do arranjo. (DAVY, 1808, p. 31–32)

Em nota de rodapé, aposta ao texto publicado da conferência, Davy desenvolve um pouco mais sua argumentação:

O telúrio não é muito mais do que seis vezes mais pesado [*i.e.*, *mais denso*] do que a base da soda. Há grande razão em acreditar que serão descobertos corpos de natureza química similar à das bases da potassa e da soda, com gravidades específicas intermediárias entre estas e a do mais leve dos metais comuns. (DAVY, 1808, p. 31.)

A discussão é bastante pertinente, pois, como observou Paris (1831, p. 268), propriedades como grande densidade e brilho estavam a tanto tempo associadas aos metais, que era muito difícil separá-las desse conceito. A esse respeito, Paris menciona o episódio envolvendo George Pearson. Ao ser apresentado, no laboratório da *Royal Institution*, ao recém-preparado potássio, Pearson teria sido questionado sobre qual seria a natureza daquela nova substância. Observando seu brilho, Pearson não teria hesitado em responder: “Ora, é metálica, com certeza”. Tomando uma amostra entre seus dedos, teria acrescentado, confiante: “Caramba, como é pesada!” (PARIS, 1831, p. 268). Ou seja, mesmo manipulando uma substância muito pouco densa, Pearson estava tão certo de que se tratava de um metal que o sentia “pesado”. Paris cita, ainda, o poeta e filósofo Samuel Coleridge (1772 – 1834) para justificar essa associação de ideias: “É uma grande lei da imaginação que a semelhança de uma parte tende a se tornar uma semelhança do todo” (PARIS, 1831, p. 268, nota).

Aqui se observa Davy diante de uma questão fundamental das ciências naturais, especialmente da química: a questão da classificação. Davy argumentou em termos gerais, afirmando que o critério para classificação deveria ser a analogia da maioria das propriedades.

Schummer (1998), abordando a química atual, argumenta que o critério fundamental para classificação de substâncias é a semelhança de reatividade química. No caso analisado aqui, as propriedades químicas devem ter sido importantes para

Davy, pois ele mencionou que as bases da potassa e da soda apresentavam as mesmas “qualidades de combinação química” que os metais conhecidos. Entretanto, o que parece ter sido decisivo para Davy foram as propriedades físicas tipicamente metálicas do brilho (mencionado repetidas vezes por Davy), maleabilidade e condutibilidade térmica e elétrica. Assim, embora a densidade fosse bastante inferior à dos metais típicos, Davy considerou que essa propriedade seria menos relevante que as demais para definir um metal. Ou seja, Davy não deve ter considerado apenas a analogia com o “maior número” de propriedades, mas também o que considerava como propriedades essenciais e acessórias dos metais.

A questão seguinte a que Davy se dedicou foi a dos nomes a serem atribuídos aos novos metais. Como, para ele, não havia dúvida que se tratavam de metais, seus nomes deveriam ser formados utilizando o sufixo latino (“-ium”) que se convencionou atribuir aos metais. Davy optou por seguir a “nova nomenclatura” da química, conforme proposta por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Lavoisier, Claude Louis Berthollet (1748-1822) e Antoine François de Fourcroy (1755-1809), no livro *Méthode de nomenclature chimique*, de 1787. Conforme sumarizado por Lavoisier em seu *Tratado Elementar de Química*, as substâncias simples recém-descobertas deveriam ser nomeadas por palavras simples, de preferência de origem grega, e que “exprimissem a propriedade mais geral, a mais característica das substâncias” (LAVOISIER, 2007, p. 21). Um exemplo seria a atribuição do nome “hidrogênio” ao gás que era conhecido como “ar inflamável”, visto ser sua propriedade característica a combinação com oxigênio para produzir água (“hidrogênio” significa “gerador de água”). Porém, Davy afirmou que não pôde fazer isso no caso das bases da potassa e da soda, por dois motivos. Primeiro, não havia propriedades características que não fossem comuns a

ambas e, assim, os nomes eventualmente atribuídos por esse critério não permitiriam a identificação imediata das substâncias. Segundo, Davy afirmou que os antigos gregos provavelmente não distinguiam a soda da potassa; por isso, embora houvesse palavras gregas que pudessem se referir à base da soda, não haveria um termo grego que pudesse ser aplicado à potassa. Impedido, portanto, de atribuir nomes que se referissem às propriedades das bases da potassa e da soda, Davy decidiu criar nomes que associassem as novas substâncias aos materiais de onde foram extraídas:

Potassium [sic] e sodium são os nomes pelos quais tomo a liberdade de chamar as duas novas substâncias. E quaisquer que sejam as mudanças que daqui para a frente possam ocorrer na teoria, referente à composição dos corpos, esses nomes dificilmente poderão expressar um erro: pois pode-se considerar que eles simplesmente indicam os metais produzidos a partir da potassa e da soda. (DAVY, 1808, p. 32.)

Davy reconheceu que era preciso ter cautela ao atribuir nomes a novas substâncias, para evitar que os nomes exprimissem considerações teóricas que posteriormente pudessem ser refutadas. Sendo assim, ao fazer referência às substâncias, muito conhecidas, das quais os novos metais podiam ser extraídos, Davy acreditava que os nomes que criou não haveriam de se tornar superados por modificações nas teorias da química.

A preocupação de Davy é compreensível. A “nova química” de Lavoisier era ainda recente, e Davy avaliou que ela havia “destruído a hipótese de Stahl” (DAVY, 1808, p. 33) sobre a combustão, a calcinação e outros fenômenos. Entretanto, Davy acreditava que também as novas ideias poderiam vir a ser substituídas por outras, como expressou nestes trechos:

a solução antiflogística dos fenômenos foi uniformemente adotada, embora o motivo para empregá-la tenha sido mais em razão de sua beleza e precisão, do que de convicção em sua permanência e verdade... O conhecimento dos poderes e efeitos das substâncias etéreas pode, no futuro... [*também destruir a*] engenhosa hipótese de Lavoisier... (DAVY, 1808, p. 32–33.)

Davy reconheceu, porém, que mesmo que as teorias viessem a ser revistas, dificilmente se modificaria a noção de que os metais são substâncias simples. Ainda assim, Davy registrou, em nota de rodapé no texto de sua conferência, que ele próprio chegou a considerar a possibilidade de que os metais seriam compostos, o que ele chamou de “uma teoria química flogística”. Nas palavras de Davy:

Uma teoria química flogística poderia, certamente, ser defendida, acerca da ideia de que os metais são compostos de certas bases desconhecidas, com a mesma matéria que existe no hidrogênio... Mas, nesta teoria, supõe-se a existência de mais princípios desconhecidos do que na teoria geralmente aceita. Seria menos elegante e menos distinta. Em meus primeiros experimentos com a destilação da base da potassa, ao observar que, em geral, era produzido hidrogênio, fui levado a comparar a hipótese flogística com os novos fatos, e eu a considerei completamente adequada para a explicação. Entretanto, pesquisas mais detalhadas provaram, posteriormente, que nos casos em que os gases inflamáveis apareceram, estava presente a água, ou algum outro corpo no qual se admite a existência de hidrogênio. (DAVY, 1808, p. 33.)

Essa passagem demonstra como a teoria do flogístico ainda era cogitada, mesmo entre os adeptos da “nova química”, como Davy. E não é difícil compreender que assim

fosse: afinal, após décadas de elaboração, a teoria do flogístico fora adotada por grande parte da comunidade de químicos, pois atendia a suas necessidades. Mesmo após a emergência de uma “nova química”, a teoria do flogístico não poderia ser simplesmente esquecida de uma hora para outra – como desejara Lavoisier. Dessa forma, não é de se estranhar que outros químicos, como Gay-Lussac e Thenard, tenham duvidado do caráter metálico e de substância simples dos novos materiais obtidos por Davy, conforme será visto mais adiante. É interessante observar que um dos motivos destacados por Davy para preferir a teoria de Lavoisier à do flogístico é que aquela supõe a existência de menos “princípios desconhecidos”, ou seja, é uma aplicação da navalha de Occam.

Outro detalhe que se pode observar nessa citação é que, mesmo após a proposição do novo nome, Davy continuou, ao longo do texto de sua conferência, a se referir à nova substância como a “base da potassa”. De fato, Davy sugeriu os nomes “potasium” e “sodium”, mas não os utilizou mais nessa conferência. Talvez Davy estivesse à espera da chancela de seus colegas químicos para os nomes que criara. O que se pode observar é que, no texto da *Bakerian Lecture* seguinte, lido diante da *Royal Society* em junho de 1808 (cerca de sete meses após o texto a que temos nos referido), Davy já utilizou, sem ressalvas, os termos “potássio” e “sódio” para se referir aos novos metais. Aliás, observa-se, portanto, que em algum momento entre essas duas conferências Davy mudou ligeiramente sua proposta original, de “potasium” para “potassium” – que, afinal, foi o nome adotado definitivamente para esse elemento.

Em busca de explicações gerais: Davy e a composição da amônia

A parte final de *Bakerian Lecture* de 1807 foi dedicada a um assunto, à primeira vista, não relacionado à preparação eletrolítica dos novos metais potássio e sódio: a composição da amônia. A intenção de Davy, entretanto, logo fica bastante clara. Ele acabara de contribuir para o entendimento da composição dos chamados álcalis fixos, potassa e soda – os quais ele revelara serem constituídos, cada qual, por um metal combinado com oxigênio. Outra substância conhecida, de caráter alcalino, era a amônia, que era chamada de álcali volátil, pois, diferente da potassa e da soda, a amônia é gasosa nas condições ambiente. As análises realizadas no final do século XVIII haviam levado à conclusão de que a amônia era constituída de nitrogênio e hidrogênio. Ou seja: embora tivesse propriedades similares às dos álcalis fixos, a composição da amônia seria bem distinta, pois em sua constituição não havia um metal, tampouco oxigênio. Essa constatação não foi bem aceita por Davy, que assim expressou sua linha de raciocínio:

Todos os fatos novos devem, entretanto, ser acompanhados por uma sequência de analogias, e frequentemente por suspeitas em relação à exatidão de conclusões anteriores. Como os dois álcalis fixos contêm uma pequena quantidade de oxigênio unida a bases peculiares, não poderia o álcali volátil, de maneira análoga, conter oxigênio? Essa pergunta logo me ocorreu no curso da investigação... Não vi nenhuma razão para considerar essa circunstância como impossível. (DAVY, 1808, p. 35.)

Assim, a constatação da presença de oxigênio na potassa e na soda, em seus experimentos com eletrólise, levou Davy suspeitar da existência de oxigênio também na composição da amônia. Isso o fez voltar-se para os experimentos descritos por

pesquisadores que o precederam na investigação da constituição da amônia, buscando caracterizar as dificuldades na execução dos experimentos e possíveis erros na interpretação dos resultados. Realizando uma série de análises, com resultados que ele próprio considerou não serem totalmente precisos, Davy afinal concluiu que “o oxigênio na amônia não pode ser estimado em menos de 7 ou 8 partes em cem; e ele possivelmente existe em proporção maior” (DAVY, 1808, p. 40.)

Pode-se dizer que Davy preferiu interpretar resultados duvidosos (ou colocar em dúvida resultados já estabelecidos) no sentido de fazê-los concordar com sua expectativa teórica. A conclusão mais geral de Davy foi assim expressa por ele:

Pode-se considerar que o oxigênio existe, e constitui um elemento, em todos os álcalis verdadeiros; e que o princípio da acidez da nomenclatura francesa pode agora, de maneira semelhante, ser chamado de princípio da alcalinidade. (DAVY, 1808, p. 41.)

Essa passagem deixa claro que Davy não podia se contentar em ter desenvolvido novos métodos de análise química, e ter isolado duas novas substâncias com propriedades nunca antes observadas. Davy almejava modificar também as próprias teorias que então explicavam a acidez e a alcalinidade. Na passagem citada, Davy fez referência ao “princípio da acidez da nomenclatura francesa”, isto é, ao oxigênio (“formador de ácidos”), que se constituía no centro da “nova química” de Lavoisier e seus colaboradores. Davy, dessa forma, procurava se colocar ao lado de Lavoisier, o grande nome da química daquele período, ampliando o papel do oxigênio, o qual passaria a se constituir não somente no princípio da acidez, mas também no da alcalinidade. Não deixa de ser curioso observar que Davy concluiu sua conferência

afirmando que seu propósito não era “propor hipóteses, mas apresentar uma nova série de fatos” (Davy, 1808, p. 44). Do ponto de vista atual, seria fácil (e inadequado) criticar Davy por levar muito longe suas especulações. Entretanto, à luz dos conhecimentos disponíveis na época, o esforço de sistematização feito por Davy é perfeitamente compreensível.

Há outro detalhe importante entre as considerações finais dessa conferência de 1807. Davy já apontou para a sequência de suas investigações, destacando que já iniciara as tentativas para decompor outras substâncias:

Baseado somente na analogia, é razoável esperar que as terras alcalinas sejam compostos de natureza similar à dos álcalis fixos: bases metálicas peculiares, altamente combustíveis, unidas ao oxigênio. Tentei alguns experimentos com barita e estronciana... (DAVY, 1808, p. 41.)

Davy comentou em seguida alguns resultados preliminares sobre a decomposição da barita e da estronciana, que ele considerou apontarem para a confirmação de sua hipótese. A escolha dessas substâncias se deveu a sua “forte relação” com os álcalis fixos. Além disso, em nota de rodapé publicada no texto de sua conferência, Davy apontou que as semelhanças entre as chamadas “terras”, e os óxidos metálicos, já haviam sido observadas pelos químicos anteriormente: “A natureza venenosa da barita, e a grande gravidade específica dessa substância, bem como da estronciana, levou Lavoisier a conjecturar que elas fossem de natureza metálica” (DAVY, 1808, p. 42). Assim, a obtenção de metais a partir dessas terras alcalinas seria

uma ocorrência mais ou menos esperada pelos químicos. Davy fez questão de destacar, porém, que esse não era o caso para as bases da potassa e da soda:

Que os metais existissem nos álcalis fixos, entretanto, parece nunca haver sido suspeitado. Devido a sua analogia com a amônia, foi cogitado que o nitrogênio e o hidrogênio estivessem entre seus elementos. É singular, a respeito desta classe de corpos, que estes tão pouco prováveis óxidos metálicos tenham sido os primeiros que se demonstrou serem como tais. (DAVY, 1808, p. 42.)

Dessa forma, temos uma razão para compreender o grande entusiasmo de Davy (descrito vivamente por seu sobrinho) quando obteve as novas substâncias a partir da potassa e da soda: era inesperado que fossem obtidos metais, o que tornava mais espetacular a observação feita.

A decomposição das terras alcalinas haveria de ser tema de sua *Bakerian Lecture* do ano seguinte (1808), na qual Davy anunciou, entre outros assuntos, a preparação dos novos metais bário, estrôncio, cálcio (proveniente do calcário) e “magnium” (produzido a partir da magnésia, e posteriormente denominado magnésio).

Os debates acerca da natureza do potássio e do sódio

Após o anúncio da preparação do potássio e do sódio, essas novas substâncias despertaram muita curiosidade entre os químicos, que passaram a debater as possíveis interpretações para as evidências disponíveis. O químico francês F. R. Curaudau (1765 - 1813), por exemplo, apresentou ao *Institute de France* uma série de opiniões contrárias às interpretações de Davy:

Primeiro, que a conversão dos álcalis em metais não era a desoxidação desses corpos, mas uma combinação deles com novos elementos; segundo, que a afinidade dos metais alcalinos pelo oxigênio era meramente uma ilusão química, ocasionada por algum corpo de cuja presença não se suspeitava; terceiro, que o carbono era um dos elementos dos metais alcalinos, pois ele podia ser separado destes à vontade, ou convertido em ácido carbônico; e quarto, que, se as gravidades específicas das novas substâncias eram menores que a da água, era porque o hidrogênio estava associado com o carbono na combinação (PARIS, 1831, p. 272).

Davy demonstrou que a presença de carbono, apontada por Curaudau, se devia a impurezas resultantes do processo utilizado pelo farmacêutico e químico francês. A hipótese de que as novas substâncias seriam compostos dos álcalis com hidrogênio, porém, foi mais difícil de rejeitar, e vários químicos do período a abraçaram.

Na Inglaterra, John Dalton foi um dos pensadores que discutiu a natureza do potássio e do sódio. Conforme observou o historiador da ciência, Robert Siegfried (1963, p. 254), a postura de Dalton diante dos resultados de Davy foi inconsistente. Na segunda parte do volume um de seu *New System of Chemical Philosophy* (1810), Dalton pareceu aceitar a interpretação de que os álcalis eram óxidos dos novos metais; porém, algumas páginas adiante, referiu-se à nova substância como “hidrureto de potassa”. Sabendo que a potassa continha hidrogênio (aqui, ele se referia ao que hoje chamamos de hidróxido de potássio), Dalton observou que a decomposição eletrolítica da potassa formava oxigênio junto ao fio positivo, mas não se formava hidrogênio junto ao fio negativo. Daí, Dalton concluiu que o hidrogênio deveria estar incorporado ao produto – no caso, no potássio de Davy. Ao criticar esse argumento de Dalton, Davy objetou que, se assim fosse, outros metais, como chumbo ou cobre, também deveriam ser

considerados como “hidruretos” de seus óxidos; pois, analogamente, a decomposição eletrolítica desses óxidos metálicos conduz à formação de oxigênio no terminal positivo, mas não se forma hidrogênio no terminal negativo (DAVY, 1840, p. 322, nota).

John Murray (ca. 1786 – 1851), por sua vez, considerou o potássio como sendo constituído por uma base metálica desconhecida, combinada com hidrogênio. Murray observou que o produto da oxidação do potássio necessitava da mesma quantidade de ácido para sua neutralização do que a potassa comum; daí, tanto o produto da oxidação do potássio quanto a potassa deveriam ter a mesma composição. Como a potassa comum contém hidrogênio, então o hidrogênio existente no produto da oxidação somente poderia ser proveniente do próprio potássio⁹ (SIEGFRIED, 1963, pp. 254 - 255).

J. L. Gay Lussac e J. L. Thenard, em particular, discordaram da conclusão de Davy de que a soda e a potassa eram compostos de oxigênio com dois novos metais, sódio e potássio, respectivamente. Em publicação de janeiro de 1808, afirmaram que:

... não há razões em maior número para se admitir que os álcalis são compostos do que para considerá-los como corpos simples. É possível supor que os metais obtidos são apenas combinações desses álcalis

⁹ Em termos do conhecimento químico moderno, a conclusão não é correta em função de, na ocasião, Murray não estabelecer distinção entre o superóxido de potássio (produto da combustão do potássio) e o hidróxido de potássio (potassa cáustica, que contém hidrogênio em sua composição).

com hidrogênio (GAY-LUSSAC & THENARD, *apud* SIEGFRIED, 1963, p. 251).

Gay-Lussac e Thenard preferiam a interpretação de que o potássio seria um composto de hidrogênio com potassa. Essa conclusão resultava de uma série de experimentos. Inicialmente, aqueceram potássio em atmosfera de amônia seca, observando que certa quantidade de amônia era absorvida, com liberação de hidrogênio, e havia a formação de um sólido cinza-esverdeado. Em seguida, procederam ao forte aquecimento desse sólido, observando a recuperação de parte da amônia inicialmente absorvida, e a formação de um novo resíduo sólido. Este resíduo foi tratado com água, liberando mais amônia – em quantidade tal que, somada à amônia recuperada na etapa anterior, inteirava-se o total de amônia consumido inicialmente – e formando potassa. Como na etapa inicial houve liberação de hidrogênio, Gay-Lussac e Thenard concluíram que este não poderia ser proveniente da amônia (que fora toda recuperada ao final), mas sim do próprio potássio. Siegfried (1963, p. 251, n. 23) demonstrou, usando linguagem química moderna, que Gay-Lussac e Thenard não levaram em consideração o hidrogênio proveniente da água, utilizada na terceira etapa do experimento.

Davy procurou mostrar inadequações na explicação proposta pelos químicos franceses. Davy argumentou que, conforme suas próprias observações experimentais, a potassa não teria afinidade química pela amônia. Assim, considerou pouco provável que a amônia fosse capaz de “repelir” o hidrogênio supostamente combinado com a potassa na forma de potássio. Davy também observou que o total de amônia somente era recuperado após a adição de água ao sistema, o que estaria fornecendo hidrogênio e oxigênio às substâncias presentes. Daí, argumentou:

como os três corpos envolvidos neste experimento são o potássio, a amônia e a água, o resultado teria que ser potassa, amônia, e uma quantidade de hidrogênio igual àquela liberada pela simples ação da água sobre o potássio – como foi dito que é o caso (DAVY, 1808, p. 367, nota).

As conclusões de Gay-Lussac e Thenard retomavam, de certa forma, a Teoria do Flogístico – segundo a qual os metais seriam compostos por suas respectivas “cales”, combinadas com um princípio também existente no hidrogênio, o flogístico. Essa implicação foi mencionada por Davy (DAVY, 1808, p. 367). É interessante observar que nem Davy, nem seus oponentes franceses, se referiam ao fato de que os álcalis pesavam mais do que os metais preparados a partir deles, o que ilustra as dificuldades envolvidas no debate sobre a composição das substâncias (LE GRAND, 1974, p. 64).

Em outro artigo, em que Gay-Lussac e Thenard criticavam um trabalho de Davy sobre a natureza do enxofre e do fósforo, os químicos franceses descreveram a reação entre potássio e sulfeto de hidrogênio. Observaram, então, que foi obtida a mesma quantidade de hidrogênio que se tivessem reagido o potássio com água ou com amônia. Curiosamente, concluíram que se tratava de uma evidência em favor da existência de hidrogênio na composição do potássio (SIEGFRIED, 1963, p. 252). Davy, mais uma vez, apontou os problemas dessa argumentação:

Se tal raciocínio fosse adotado, de que se pode provar que os metais são compostos de hidrogênio, porque ao agir sobre diferentes combinações contendo hidrogênio, eles produzem a evolução de iguais proporções desse gás, então se poderia provar que quase todo tipo de matéria está contido em qualquer outro. A mesma quantidade de potassa, ao agir sobre o muriato, sulfato, ou nitrato de magnésia, irá

precipitar iguais quantidades de magnésia; mas seria absurdo inferir daí que a potassa continha magnésia, como um de seus elementos... Qualquer teoria de metalização aplicável à potassa e à soda deve igualmente ser aplicada aos óxidos metálicos comuns (DAVY, 1840, p. 280-281).

Conforme observaram Siegfried (1963, p. 255-256) e Le Grand (1974, p. 64), a omissão do princípio da conservação da massa, como critério para decidir sobre a composição ou não dos metais, é um ponto significativo nessas disputas. Após D'Arcet constatar, em 1808, que a potassa comum continha água, observa-se que Davy, Gay-Lussac e Thenard nem sempre se referiam à mesma substância quando utilizavam o termo potassa, o que representava um fator a mais de incompreensão para os argumentos envolvidos (SIEGFRIED, 1963, p. 257).

Em 1810, Gay-Lussac e Thenard finalmente concordaram com a interpretação de Davy de que sódio e potássio seriam corpos simples, baseados em novos experimentos realizados por eles próprios. Gay-Lussac e Thenard trataram os peróxidos de sódio e potássio com dióxido de carbono e com dióxido de enxofre, obtendo sais secos junto com um pouco de oxigênio. Os químicos franceses relataram que:

Não há o menor traço de umidade liberado em nenhum dos casos, e os pesos dos produtos obtidos correspondem precisamente àqueles dos óxidos empregados e do ácido absorvido. Como na combustão do potássio e do sódio, não há nada sendo liberado, nem qualquer produto volátil sendo formado, vê-se que, se esses metais são hidretos, é necessário que os sulfatos e os carbonatos de potassa e soda, e sem dúvida todos os sais que têm esses dois álcalis como suas bases, contenham tanta água quanto aqueles hidretos são capazes de formar

ao se combinarem com oxigênio, e que eles o retenham até em temperatura muito alta; isto é possível, mas não foi provado até agora. (GAY-LUSSAC & THENARD, *apud* SIEGFRIED, 1963, p. 256).

Apesar da grande reputação de Davy na Europa, pela excelência de suas habilidades analíticas, por seu trabalho com os óxidos de nitrogênio, e ainda devido a sua primeira conferência Bakeriana sobre eletroquímica, poucos químicos entenderam as implicações das descobertas de Davy. Entre os químicos britânicos, apenas Thomas Thomson, William Nicholson e Charles Sylvester relataram que a descoberta do oxigênio nos álcalis fixos ameaçava destruir a teoria do oxigênio para a acidez (LE GRAND, 1974).

Thomson, que havia desconfiado de tal teoria, na quarta edição de seu *System of Chemistry*, anexou uma nota sobre o trabalho de Davy a seu catálogo de objeções à teoria de acidez de Lavoisier: “agora sabemos que os álcalis contêm oxigênio, e que eles devem suas qualidades alcalinas a esse princípio, tanto quanto os ácidos devem a ele suas qualidades ácidas”. Para Thomson, a soda e a potassa seriam mais duas exceções à concepção de que a presença do oxigênio era condição suficiente para a acidez. William Nicholson, na seção de sua revista científica denominada “Scientific News”, publicou uma nota muito favorável às descobertas de Davy, que ele considerou “muito surpreendentes”, destacando o comentário do químico inglês de que o oxigênio deveria ser considerado tanto o gerador de ácidos quanto de álcalis (LE GRAND, 1974, p. 63). Charles Sylvester, embora anteriormente houvesse sugerido que os álcalis seriam óxidos de hidrogênio, anunciou em 1808 ter confirmado os resultados experimentais de Davy, e concluiu:

A nomenclatura e o arranjo sistemático da química devem, portanto, passar por uma alteração; particularmente a primeira, que engloba o oxigênio e seus compostos, pois observamos que aquela substância é tanto o princípio da alcalinidade como da acidez (SYLVESTER, *apud* LE GRAND, 1974, p. 63-64).

A maioria dos químicos, entretanto, não abandonou prontamente a teoria que relacionava o oxigênio à acidez. Avogadro, por exemplo, tentou modificar essa teoria, no sentido de incorporar as implicações do trabalho de Davy. Por outro lado, embora houvesse muitas referências ao trabalho de Davy, muitos químicos simplesmente ignoraram suas implicações para a teoria de acidez de Lavoisier. As objeções a essa teoria, com base na composição dos álcalis fixos, deixaram de ser relevantes por volta de 1810, com os estudos de Davy sobre o ácido oximuriático (cloro), que demonstraram a ausência de oxigênio no ácido clorídrico. Consolidou-se, assim, a visão de que o oxigênio não seria o único princípio acidificante (LE GRAND, 1974, p. 64-65). Observa-se, portanto, que o estabelecimento de consenso em torno de concepções teóricas que dessem conta dos experimentos de Davy foi muito mais difícil, e demorado, do que a aceitação do caráter metálico do potássio e do sódio.

Considerações Finais

Neste trabalho, procuramos caracterizar alguns aspectos do debate científico em torno da definição de um metal, despertado pela preparação pioneira do potássio e do sódio por Humphry Davy. Buscamos fundamentar a análise de acordo com as tendências atuais da história da ciência, caracterizando a complexidade do empreendimento científico que se manifesta no estudo de casos pontuais. Para isso, foi necessário investigar o trabalho de Davy em seu devido contexto, isto é, buscando entender as ideias anteriores a respeito de elementos e de metais, e como esses conceitos estavam colocados na época de Davy. Além disso, a preparação do potássio e do sódio somente foi possível após a invenção da pilha elétrica por Alessandro Volta, o que nos levou a investigar também as relações entre a química e os estudos sobre a eletricidade. Conforme vimos, a partir da pilha, essas relações se tornaram muito próximas, como nunca fora possível até então.

Um ponto que chamou a atenção em relação a este episódio foi o modo como Lavoisier classificou a soda e a potassa – substâncias então bastante conhecidas e de interesse econômico. Embora ele não fosse capaz de separar a soda e a potassa em componentes mais simples, Lavoisier tinha tanta convicção de que eram substâncias compostas que não as incluiu em sua tabela de elementos. Segundo ele, os álcalis seriam compostos de “bases metálicas” ainda desconhecidas, fortemente unidas ao oxigênio e completamente oxidadas. Alguns de seus contemporâneos, porém, coerentes com a definição operacional de substância simples, incluíram a soda e a potassa nessa categoria.

Quando Davy submeteu a potassa e a soda à eletrólise, pareceu ter poucas dúvidas de que estava produzindo uma decomposição. Ele também se convenceu rapidamente de que as novas substâncias, batizadas de potássio e sódio, eram metais, apesar de suas extraordinárias reatividades, e de suas densidades serem muito menores do que as de qualquer outro metal. Aqui, percebe-se a necessidade de uma reflexão a respeito de quais seriam as propriedades essenciais dos metais, e quais seriam acessórias, para a definição do critério de classificação. A importância que Davy atribuía à eletricidade pode ter sido decisiva para que ele considerasse a propriedade da condutibilidade elétrica entre as essenciais.

Thenard e Gay-Lussac estiveram entre os maiores críticos do trabalho de Davy. Por algum tempo, eles acreditaram que os metais poderiam ser compostos por “bases” desconhecidas e associadas a uma substância também encontrada no hidrogênio, ou simplesmente seriam compostos dos álcalis com hidrogênio. Dessa forma, podemos observar que, mesmo após o trabalho de Lavoisier e seu grupo, ideias semelhantes às da teoria do flogístico ainda podiam ser utilizadas para explicar fenômenos recém-descobertos. Percebe-se, assim, a necessidade de se pensar com cuidado na ideia de que houve uma “revolução científica”, na qual a teoria do flogístico foi abandonada e as novas ideias de Lavoisier foram aceitas por todos. Este episódio mostra ideias pertencentes ao panorama conceitual do flogístico permanecendo, dentro do novo panorama, e mesmo entre químicos franceses. Nesse sentido, Siegfried (1963) já havia observado como a conservação da massa não estava no centro da argumentação em torno do caráter elementar das novas substâncias (e mesmo dos metais em geral), como recomendava o programa lavoisieriano. Podemos imaginar que o novo e importante papel desempenhado pela eletricidade nas transformações químicas possa ter

influenciado nesse aspecto, pois a eletricidade era considerada por muitos como um fluido imponderável. E, se o imponderável participava de maneira tão importante nas transformações químicas, é compreensível que a conservação da massa pudesse ficar, por vezes, em segundo plano.

Assim, este estudo de caso pode mostrar aos educadores em química, dos diferentes níveis de ensino, alguns aspectos da complexidade da construção do conhecimento científico. Espera-se, em particular, que os professores compreendam que a ciência não é construída numa sequência linear e acumulativa, na qual imediatamente se estabelecem consensos em torno de novas ideias. Além disso, é importante que os educadores incorporem a suas aulas a ideia de que muitas vezes a ciência é guiada pela tentativa de resolver problemas (como, neste caso, o problema da composição dos álcalis fixos), mas que as possíveis soluções ao problema podem ser controversas, e admitirem interpretações diversas. A incorporação de concepções como essas à prática docente pode levar a um ensino de ciências mais condizente com os objetivos preconizados na atualidade por pesquisadores da área e pelas diretrizes curriculares oficiais.