



Universidades Lusíada

Carvalho, Leandro Machado de
Caldas, Marcos José de Araújo
Faccin, Henrique

Os estudos sobre química e eletricidade no Renascimento : seus protagonistas, suas obras e influências

<http://hdl.handle.net/11067/1115>

Metadados

Data de Publicação	2014-09-15
Resumo	Este artigo apresenta uma análise histórica dos estudos envolvendo química e eletricidade no Renascimento, o que alavancou o surgimento do que hoje conhecemos por eletroquímica. O estudo é focado inicialmente nas influências recebidas do contexto renascentista europeu, principalmente nos trabalhos de William Gilbert, Otto von Guericke, Luigi Galvani e Alessandro Volta. A vida e obra dos mais importantes protagonistas na história dos estudos envolvendo fenômenos químicos e elétricos são apresenta...
Palavras Chave	Electroquímica - História, Renascimento
Tipo	article
Revisão de Pares	Não
Coleções	[ULL-FCHS] LH, s. 2, n. 09-10 (2013)

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-04-18T17:54:04Z com informação proveniente do Repositório



OS ESTUDOS SOBRE QUÍMICA E ELETRICIDADE NO RENASCIMENTO: SEUS PROTAGONISTAS, SUAS OBRAS E INFLUÊNCIAS

Leandro Machado de Carvalho

Professor do Departamento de Química/Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM), Santa Maria – RS, Brasil

Pesquisador do CNPq
lemacarvalho@gmail.com
leandrocarvalho@pq.cnpq.br

Marcos José de Araújo Caldas

Professor Adjunto IV do Departamento de História/Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro – RJ, Brasil.
marcos.caldas@gmail.com

Henrique Faccin

Graduando de Química Industrial/Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
Bolsista do Programa Ciência Sem Fronteiras (CNPq)/Universidade de Barcelona (UB),
Barcelona, Espanha.
henriquefaccin1992@gmail.com





Resumo

Este artigo apresenta uma análise histórica dos estudos envolvendo química e eletricidade no Renascimento, o que alavancou o surgimento do que hoje conhecemos por eletroquímica. O estudo é focado inicialmente nas influências recebidas do contexto renascentista europeu, principalmente nos trabalhos de William Gilbert, Otto von Guericke, Luigi Galvani e Alessandro Volta. A vida e obra dos mais importantes protagonistas na história dos estudos envolvendo fenômenos químicos e elétricos são apresentadas e contextualizadas também no período pós-renascentista. As contribuições dos protagonistas mais importantes entre os séculos XVIII e XIX, bem como seus livros e monografias publicados desde o Renascimento, são também apresentadas e discutidas e ilustram a trajetória da eletroquímica como um campo de pesquisa independente e interdisciplinar.

Abstract

This article presents a historical analysis of studies concerning to chemistry and electricity in the Renaissance, which is in modern times known as Electrochemistry. The study is initially focused on the influences received from the European Renaissance context, especially from the work of William Gilbert, Otto von Guericke, Luigi Galvani and Alessandro Volta. The life and work of the most important protagonists in the history of studies involving chemical and electrical phenomena are also presented and contextualized in the post-Renaissance period. The contributions of the most important scholars of the eighteenth and nineteenth centuries, as well as their books and monographs published since the Renaissance, are also presented and discussed, pointing out the trajectory of electrochemistry as an independent and interdisciplinary research field.

Palavras-chave: história; eletroquímica; Renascimento

Key-words: Renaissance; Electrochemistry; History.





Sumário

1. Introdução
2. O mundo no Renascimento e os primeiros estudos
3. Luigi Galvani e Alessandro Volta: o início de novos estudos
4. Humphry Davy e Michael Faraday: empregador e empregado desenvolvem um novo capítulo da ciência
5. Os estudos entre os séculos XVIII e XIX: o estabelecimento de novos conceitos e a institucionalização da eletroquímica
6. Considerações finais

1. Introdução

É difícil precisar quando de fato a Química, considerada uma Ciência Moderna, teve seu início. Talvez isso seja de fato impossível, fosse porque seu desenvolvimento posterior não seguiu uma trajetória clara e linear, fosse porque em nenhum momento possamos entrever o início da Química, ou de qualquer outra Ciência Moderna, descolada dos fatos sociais, econômicos, jurídicos, etc. de seu tempo (Fontana, 2000, p.319-348). Não foram poucos os que viram, como Isaac Asimov, os primeiros passos do Homem nesta direção já na Idade da Pedra, quando o ser humano aprendeu a manusear o fogo e a trabalhar algumas rochas (Asimov, 1965, p.1-8). Em um número não menor estão aqueles que veem a Alquimia o tipo de conhecimento ancestral à Química (Read, 1995). Melhor seria, pois, que voltássemos nosso olhar para outro porto bem mais seguro, aquele onde a Ciência Moderna de fato teve o seu berço, ou ao menos sua manjedoura, onde e quando as condições materiais e intelectuais foram dadas para a que a Ciência Moderna Ocidental surgisse tal qual a conhecemos hoje, ou seja, o Renascimento. No entanto, não seria possível desprezarmos o legado da Antiguidade e do Mundo Medieval *in toto*, em especial do mundo árabe, e a contribuição da *Alquimia* para a constituição dessa e de outras Ciências no período moderno, ainda que isso ultrapassasse o escopo deste trabalho. Podemos sim partir de uma hipótese: a de que a Ciência Moderna, para existir, necessitava de novas bases materiais e mentais sobre as quais iria construir o seu edifício teórico. É bem provável que aqui está o fato que mais nos distancie de como os antigos entendiam ciência: a noção de que o conhecimento acumulado fosse sintetizado por métodos e teorias apropriadas de modo a transmitir às gerações posteriores o que e como se produziu (Fontana, 2000, p.319-348). Por sintetizar deve-se entender não apenas compendiar séculos e séculos de conhecimentos, mas tratá-los a partir de uma linguagem como fosse escrita, matemática ou até mesmo pictórica, codificando-a em linguagem comum. Até o Renascimento, boa parte do que se escrevia, mas não tudo, reduzia-se a tratados com compilações sobre os procedimentos do conhecimento adquirido (Fontana, 2000, p.319-348). Em uma fase posterior do pensamento, o Renascimento, pôs-se em relevo não apenas as experiências pacientemente legadas sucessivamente, mas também as

questões de fundo, baseadas em pareceres racionais, que faziam parte daquelas experiências.

Neste contexto, a história da eletroquímica permeia indubitavelmente a longa revolução química iniciada por alquimistas e pensadores renascentistas e que se processou ao longo de praticamente 200 anos. Registros anteriores sobre a utilização de conhecimentos relacionados ao que hoje denominamos eletroquímica são raros, sendo que o mais conhecido se refere a uma provável célula galvânica encontrada no ano de 1936 em escavações arqueológicas na localidade de Khuyut Rabua, próxima a Bagdá (Irã) (Dunsch, 1985). Nessa área se localizava a capital dos *Parthos*, Seleucia, onde foram encontrados muitos outros artefatos semelhantes dessa antiga civilização que viveu entre ca. 250 a.c. e 250 d.c. A provável célula galvânica de Khuyut Rabua (figura 1) foi encontrada pelo arqueólogo norte-americano Leroy Waterman durante escavações realizadas na cidade antiga de Seleucia no Rio Tigre. Leroy era professor da Universidade de Michigan (EUA) e publicou os resultados de suas escavações em um relatório no ano de 1931 (Waterman, 1931). A célula encontrada e descrita por Leroy foi estudada mais tarde pelo arqueólogo e pintor austríaco Wilhelm König, que encontrou os objetos entre as coleções do museu. Em 1940, König viria a publicar (König, 1940) um artigo propondo que os artefatos encontrados por Leroy consistiam de células galvânicas empregadas para a eletrodeposição de ouro em objetos de prata (Keyser, 1993, p.81-98). Como recipiente externo, a suposta célula possuía um vaso de barro, dentro do qual se encontrava suspenso um cilindro de cobre em torno de uma barra de ferro (figura 1). A barra de ferro era isolada do cilindro de cobre com asfalto, que também servia para a sua fixação. O fundo do cilindro também era preenchido com uma camada de asfalto, que provavelmente evitava o contato entre a barra de ferro e a parte inferior do cilindro.

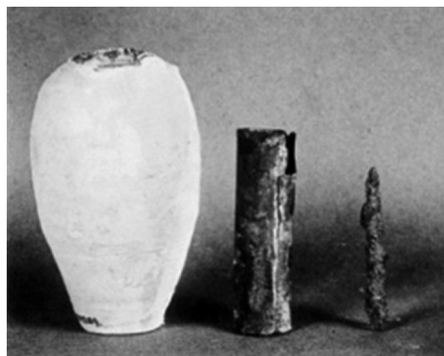


Figura 1: Artefato encontrado em Khuyut Rabua, considerado uma provável célula galvânica da antiguidade.

Apesar de hipotético e contestável, o uso deste artefato como célula galvânica pode ser reforçado se considerarmos o nível de conhecimento dos povos antigos no que tange à manipulação de metais. No período dos *Parthos*, tanto o cobre quanto o ferro eram amplamente utilizados, além de serem conhecidos na forma de metais puros, como também já o eram ouro, antimônio, chumbo, prata, estanho e mercúrio (Levey, 1959). Já com relação à solução eletrolítica empregada no interior da célula, vinagre, sucos de limão ou de uva são consideradas prováveis soluções condutoras utilizadas na época para gerar corrente elétrica a partir do artefato. Além destes eletrólitos, carbonatos, nitratos

e cloretos alcalinos também já eram conhecidos e manipulados pelos *Parthos*, os quais eram usados como soluções medicinais segundo o historiador e naturalista romano Plínio, o Velho (23-79 d.C.) (Dunsch, 1985; Dannemann, 1921). Além da provável célula galvânica descoberta às margens do Rio Tigre, outros registros sobre o conhecimento e o uso da corrente elétrica na antiguidade existem, apesar de nem sempre estabelecerem uma ligação histórica com a geração artificial de corrente elétrica neste período. Segundo o historiador da química Lothar Dunsch (Dunsch, 1985), alguns exemplos importantes são a eletrização de pedras de âmbar ao serem friccionadas, fenômeno descrito por Tales de Mileto (624-558 a.C.), o choque elétrico gerado por alguns tipos de peixes e o Fogo de Santelmo observado por navegadores nos mastros das embarcações durante as tormentas marítimas, fenômenos estes já conhecidos desde a antiguidade. Também para os povos egípcios já era conhecida a prática de recobrir objetos a base de ferro com cobre, quando estes eram mergulhados em uma solução de sulfato de cobre (Krämer, Weiner, Fett, 1959).

Considerados os fatos acima de importância histórica, faz-se necessário agora, para uma melhor compreensão dos alicerces sobre os quais a eletroquímica se desenvolveu como ciência, lançar um olhar mais atento para os séculos XVI e XVII e os conhecimentos existentes sobre a eletricidade nessa época. É dentro deste momento histórico do Renascimento que a eletroquímica iniciou sua trajetória enquanto disciplina da química e da física.

2. Omundo no Renascimento e os primeiros estudos

Entre os séculos XIII e XV, o conjunto de fatores políticos, econômicos e religiosos redundou no alargamento da base material, com a conquista de novos territórios e povos, a entrada de novos produtos na Europa e a necessidade de um novo instrumental técnico e científico que dessem conta das amplas e novas demandas agora existentes. Ademais, a invenção da imprensa por Johannes Gutenberg, inventor alemão que viveu de 1400 a 1468, teve um papel fundamental no desenvolvimento científico deste período. A invenção de um dispositivo mecânico móvel e reutilizável para a impressão realizada por Gutenberg possibilitou uma maior circulação de idéias com a rápida divulgação e cópia de livros, trabalho antes realizado manualmente por copistas ou com o uso de instrumentos rudimentares de imprensa na Idade Média.

Neste contexto, muitos intelectuais entraram em cena. Na literatura, por exemplo, a impressão de importantes obras marcam o período renascentista: *O Elogio da Loucura* de Erasmo de Rotterdã (1466-1536), *O Príncipe* de Nicolau Maquiavel (1469-1527), *Don Quixote de La Mancha* de Miguel de Cervantes (1547-1616), *Os Lusíadas* de Luis de Camões (1524-1580) e as obras de William Shakespeare (1564-1616), dentre outras de grande importância e caráter universal. Além da literatura, todas as artes atingiram um esplendor e brilho singular durante a Renascença. Na pintura, foi um período marcado pela descoberta da perspectiva e pela introdução da pintura a óleo (Gombrich, 2009), o que possibilitou aos pintores trabalharem com nuances e variações de cor jamais vistas na história da arte pictórica. A partir deste momento, a pintura passa a ser um

verdadeiro espelho do mundo visível. Neste contexto, nomes como Jan van Eyck (1390-1441), Albert Dürer (1471-1528), Sandro Botticelli (1446-1510), Leonardo da Vinci (1452-1519), e Michelangelo (1475-1564) são alguns bons exemplos do gênio humano pictórico renascentista. Na arquitetura, a cúpula da catedral de Florença projetada por Brunelleschi (1377-1446) já dava claros sinais de um novo tempo nas artes, resgatando os valores do estilo greco-romano. Na música, é o período em que se forma a tradição da música instrumental e a música “estilo Palestrina”, que foi precursora da música coral polifônica existente até os dias de hoje, criada por Giovanni da Palestrina (1525-1594) em Roma.

Além da forte influência do mundo artístico, as obras de muitos cientistas do Renascimento foram fundamentais para uma mudança de paradigma no que diz respeito à interpretação de fenômenos naturais, bem como às transformações físico-químicas e suas implicações. Nessa atmosfera de despertar e renascer, alguns nomes bastante conhecidos na história da química tiveram trajetórias pautadas por atitudes e obras que ecoaram por décadas seguintes, a exemplo dos médicos alquimistas Paracelsus (1493-1541), Andreas Libavius (1555-1616) e Georgius Agricola (1494-1555). Também nesse período, as cortes européias começaram a demonstrar grande interesse pela prática alquímica, dando suporte a vários alquimistas da época e realizando experimentos dentro dos castelos e palácios imperiais (Debus, 1991, p.34-43; Schwedt, 2002). Foi dentro deste contexto histórico e de verdadeira efervescência cultural que os primeiros estudos sobre eletroquímica tiveram início, tendo seu marco inicial o ano de 1600 com a publicação do livro *De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno*

Magnete Tellure, pelo inglês William Gilbert (figura 2). No entanto, alguns livros dedicados aos estudos do magnetismo já haviam sido publicados entre os séculos XIII e XVI, como os de Pierre de Marincourt em 1269 (*Epistola de Magnete*), Jean Taisnierem 1562 (*De Natura Magnetis*), Robert Norman em 1581 (*The Newe Attractive*) e Giovanni Battista Della Porta em 1591 (*Magia Naturalis*) (Álvarez, 2007, p.48-54).

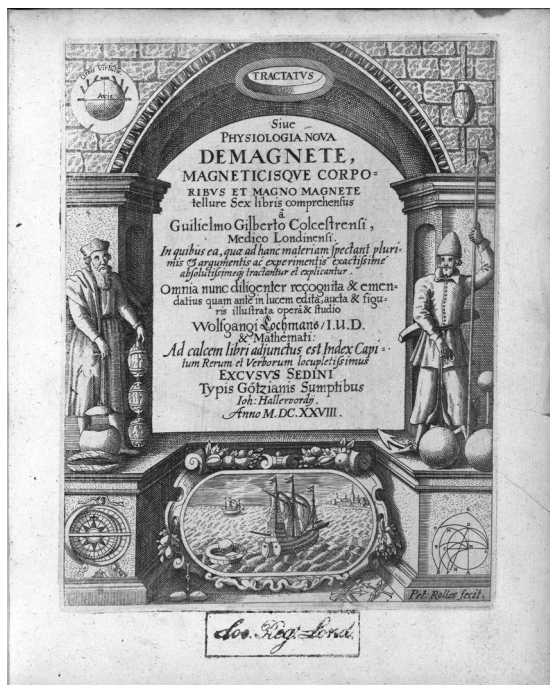


Figura 2: Frontispício do livro *De Magnete* (1600), de William Gilbert.



William Gilbert nasceu em 1544 na cidade de Colchester e faleceu em Londres em 10 de dezembro de 1603. Médico e cientista natural, Gilbert começou a trabalhar como médico da rainha da Inglaterra, Elizabeth I, em 1601. Entretanto, em 1599 já havia se tornado presidente do Royal College of Physicians, um órgão regulamentador da prática médica em toda a região de Londres. De uma maneira geral, suas pesquisas foram sempre ligadas ao estudo do magnetismo e da eletricidade. Já nesta época ele determinou também que a Terra é um magneto e concluiu que, por esse motivo, as bússolas apontavam para o norte. Como já era conhecido dos gregos antigos que o ato de friccionar pedras de âmbar atraía os corpos leves como penas ou sabugueiro, Gilbert denominou esta força como sendo “elétrica”, nome alusivo à palavra âmbar, que em grego se escreve *élektron*. Ele também descobriu que outros cristais de rocha e pedras preciosas desenvolviam a mesma força de atração que o âmbar. Como essa eletricidade parecia ficar imóvel nestes compostos quando não friccionados, ela foi definida por ele como eletricidade estática. Gilbert também estabeleceu em seu trabalho a diferença existente entre corpos que geram e não geram eletricidade quando friccionados, como madeira e outros metais. A eletricidade, no entanto, além de ser gerada pela fricção podia também ser eliminada pela umidade, o que não acontece com o magnetismo, segundo observou Gilbert na época. Assim, o livro *De Magnete* tornou-se rapidamente uma obra de referência em relação a fenômenos elétricos e magnéticos em toda a Europa renascentista. O livro era basicamente um tratado sobre todos os conhecimentos adquiridos até aquele momento sobre a natureza do magnetismo, sendo que os avanços decorrentes dos experimentos de Gilbert também estavam incluídos nesta obra.

Sessenta anos após a publicação de Gilbert, o engenheiro alemão Otto von Guericke construiu a primeira máquina capaz de gerar eletricidade, influenciado pelas pesquisas de Gilbert sobre a eletrização por atrito. Nascido em 20 de novembro de 1602 na cidade de Magdeburgo, von Guericke estudou matemática e direito na Universidade de Leyden na Holanda, antes de se dedicar ao trabalho de engenheiro na sua cidade natal, da qual foi prefeito por 35 anos. Em 1672 von Guericke publicou o livro *Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio*, onde descreveu, entre outras coisas, uma série de experimentos realizados com uma esfera de enxofre giratória. A máquina eletrostática criada por ele constituía-se de uma esfera de enxofre que podia ser girada em torno de um eixo, enquanto era friccionada pela mão. O atrito fazia a esfera acumular eletricidade estática, que podia ser descarregada na forma de faíscas.

Otto von Guericke descreveu os resultados que obteve com sua máquina eletrostática também numa carta enviada ao matemático e filósofo Leibniz (1646-1716), que se tornaria anos mais tarde o organizador e primeiro presidente da Academia de Ciências da Prússia. Mas Otto não viveu para experienciar este período acadêmico prussiano conduzido por Leibniz, tendo morrido em 1686 aos 83 anos na cidade de Hamburgo. A partir da máquina criada por ele, era possível então se produzir eletricidade em proporções bem maiores do que pelo atrito das pedras. Desta forma, seu invento permitiu a realização de experimentos por outros cientistas da época que até então não eram possíveis.



Após a invenção de von Guericke, as máquinas eletrostáticas passaram por um processo de evolução ao longo do século XVIII e consistiram nas únicas fontes de carga elétrica por um longo período. Um grande avanço nesse cenário ocorreu em 1745, quando o médico e jurista alemão Ewald Jürgen von Kleist desenvolveu o primeiro condensador, máquina capaz de armazenar cargas elétricas. Este condensador foi chamado mais tarde de “Jarra de Leyden”, definição introduzida pelo médico francês Jean Antoine Nollet, que reconheceu o desenvolvimento paralelo da mesma máquina por Pieter van Musschenbroek e seu aluno Andreas Cunaeus na cidade de Leyden (Holanda) em 1746. A Jarra de Leyden armazenava cargas elétricas, sendo constituída por uma garrafa de vidro com água dentro, um fio metálico em contato com a água e a mão do experimentador em contato com a parte externa da jarra, servindo assim de terminais interior (fio) e exterior (mão). Quando a outra extremidade do fio era ligada ao terminal de uma máquina eletrostática, uma grande quantidade de carga elétrica era acumulada sobre as paredes da jarra. Se o experimentador então tocasse o fio metálico com a outra mão, recebia um forte choque elétrico causado pela rápida descarga da garrafa.

O novo dispositivo desenvolvido quase que simultaneamente na Alemanha e na Holanda “batizado” pelo francês Nollet, que também era conhecido por Abade Nollet pela sua atividade sacerdotal em um mosteiro, levou a grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos. Neste momento, cientistas interessados nestes fenômenos tiveram acesso pela primeira vez a uma forma mais eficiente de armazenar cargas elétricas significativas em um espaço relativamente pequeno. Nollet estudou os fenômenos elétricos com Charles François de Cisternay du Fay (1698-1739), que foi o primeiro europeu a propor a existência de uma eletricidade de natureza dualista. A definição da corrente elétrica num sentido matemático, composta de uma parte positiva (+) e outra negativa (-), viria a ser feita somente em 1778 por Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799).

Além do grande desenvolvimento teórico da eletricidade ocorrido neste período, avanços experimentais também apresentaram novas possibilidades de estudo dos fenômenos elétricos. Assim, máquinas eletrostáticas cada vez mais potentes passaram a gerar correntes elétricas cada vez maiores, o que foi fundamental para os estudos envolvendo as transformações de compostos químicos submetidos à eletricidade estática nos anos subsequentes. Aqui, a eletrólise da água passou a ser o principal tema de pesquisa de cientistas em toda a Europa, onde já se sabia que a decomposição da água através da eletricidade estática formava os gases hidrogênio e oxigênio. Na mesma época em que alguns cientistas se ocupavam com estudos sobre a eletrólise da água empregando grandes máquinas eletrostáticas na Holanda, dois contemporâneos italianos ocupados com as mesmas máquinas e pernas de rã dissecadas iniciavam o que talvez tenha sido um dos debates mais fascinantes na história da ciência.

3. Luigi Galvani e Alessandro Volta: o início de novos estudos

Luigi Galvanificou conhecido por ter aberto o caminho para a invenção da bateria elétrica e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de novos estudos

a respeito da eletricidade (Piccolino, 1997, p.443-448).Nascido em Bolonha (Itália), no dia 9 de setembro de 1737,era o segundo filho do ourives Domenico Galvani com Bárbara Foschi (a quarta esposa de Domenico).Embora tendo raízes religiosas, Galvani se deixou influenciar por livros de Hipócrates, Galeno e Avicena, ingressando em 1755 na Universidade de Bolonha para estudar medicina, tendo como missão espiritual a cura dos enfermos (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162; Bresadola, 1998, p.367-380).Durante seus estudos, Galvani teve aulas de química e anatomia com Jacopo Bartolomeu Beccari e de cirurgia com Giovanni Antonio Galli. Em 1759, já graduado em medicina, Galvani tornou-se professor de anatomia e cirurgia da Universidade de Bolonha (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162).Galvani tinha um grande interesse por mecânica e eletricidade. Por esse motivo, buscou ter aulas comDomenico Maria Gusmano Galeazzi, professor de física experimental em Turim. Durante suas aulas, Galvani conheceu a filha dele, Lucia, com quem se casou no ano de 1764. Lucia tornou-se uma grande parceira profissional de Galvani, participando de diversos experimentos e pesquisas (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162).

Nessa época, o estudo da eletricidade estava recebendo uma atenção especial, fruto de importantes descobertas da primeira metade do século XVIIIe de certas teorias recémformuladas, tornando este um dos assuntos de maior interesse por parte de muitos cientistas. Havia nesta época, em particular, a ideia de se utilizar a eletricidade para fins terapêuticos (Bresadola, 1998, p.367-380; Piccolino, 2006, p.303-318; Veratti, 1748).Luigi Galvani tinha um grande interesse no uso medicinal da eletricidade e no conceito Halleriano de irritabilidade, o qual era tido como responsável pela estimulação muscular. A irritabilidade era a capacidade de as fibras musculares se contraírem quando estimuladas; a sensibilidade, por outro lado, dependia dos nervos e consistia na sensação de dor em resposta aos estímulos.Frente a esse conhecimento, Galvani iniciou seus estudos em 6 de novembro de 1780buscando saber se a fonte dos movimentos musculares poderia ser atribuída à eletricidade (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162; Bresadola, 1998, p.367-380; Galvani, 1937).

Em seus experimentos, Galvani utilizava uma “preparação” que consistia na metade inferior do corpo de uma rã, com os nervos expostos, e um fio metálico inserido através do canal vertebral (Piccolino, 1997, p.443-448; Bresadola, 1998, p.367-380).Em 26 de janeiro de 1781, Galvani trabalhava com uma rã dissecada sobre uma mesa de seu laboratório, junto com alguns equipamentos, quando um de seus ajudantes (possivelmente sua esposa, Lucia Galeazzi) tocou o nervo crural da rã com um bisturi e, ao mesmo tempo em que uma faísca foi emitida pela máquina eletrostática que estava próxima ao local do experimento, aconteceram vigorosas contrações nos músculos das pernas da rã (Piccolino, 1997, p.443-448; Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162; Tolentino, Rocha-Filho, 2000, p.35-39).Diante da situação, Galvani passou a observar as condições mais adequadas em que tais contrações ocorriam, concluindo que quando o animal era tocado por vidro, borracha, resina, pedras e madeira nada acontecia. Entre as condições avaliadas também estavam os efeitos da eletricidade atmosférica



natural (Piccolino, 1998, p.381-407; Piccolino, 2006, p.303-318).

Neste contexto, uma importante observação foi feita em uma noite tempestuosa do ano de 1786, quando Galvani conectou o nervo de uma rã a um longo fio metálico, direcionando este ao céu. Ao mesmo tempo em que raios e trovões caíam naquela região, fortes contrações aconteciam nas pernas da rã. Nas condições atmosféricas opostas, em um dia ensolarado, Galvani conectou os nervos de uma rã, por meio de um fio metálico, à grade de ferro da varanda de sua casa e esperou por contrações espontâneas. Após um longo tempo de espera, e sem nada ter acontecido, o sobrinho e também ajudante de Galvani, Camillo, resolveu manipular a rã. Para sua surpresa, ele obteve fortes e rápidas contrações da musculatura. Por fim, para eliminar totalmente a intervenção atmosférica, realizou-se o mesmo experimento em uma sala totalmente fechada (Piccolino, 1997, p.443-448; Piccolino, 1998, p.381-407; Piccolino, 2006, p.303-318). Como conclusão, Galvani disse que as contrações não possuíam relação com eventos atmosféricos. Para ele, a eletricidade era intrínseca e presente no animal, sendo que condutores externos causavam contrações pelo fluxo desta eletricidade interna. Segundo Galvani, a eletricidade ficava acumulada principalmente nos músculos – as fibras musculares correspondiam a minúsculas jarras de Leyden com fibras nervosas penetrando em seu interior e possibilitando um fluxo de eletricidade para o seu exterior (Piccolino, 1997, p.443-448; Galvani, 1841).

A descoberta da “eletricidade animal” feita por Galvani foi publicada em 1791 sob o título “*De viribus electricitatis in motu musculari Commentarius*”. O *Commentarius* despertou o interesse de muitos estudiosos da época. Um deles, Alessandro Volta, repetiu e confirmou as observações de Galvani, mostrando-se bastante admirado pelo feito de Galvani (Piccolino, 1997, p.443-448; Piccolino, 1998, p.381-407; Piccolino, 2006, p.303-318; Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162; Galvani, 1791; Volta, 1918).

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (figura 4B) nasceu em Como, norte da Itália, no dia 18 de fevereiro de 1745. Influenciado pela família a seguir uma carreira eclesiástica, Volta decidiu por estudar física. Sua primeira aparição na ciência aconteceu em 1769, com uma carta endereçada ao físico italiano Giovanni Battista Beccaria, expondo sua visão a respeito da eletricidade. Em 1775 ele já era professor de disciplinas experimentais nas escolas públicas de Como, em 1779 era professor de física experimental na Universidade de Pavia e em 1785 foi escolhido reitor desta mesma Universidade. Durante esse período de 10 anos, Volta também inventou importantes dispositivos, tais como o eletróforo, o condensador elétrico e o eletroscópio (Trasatti, 1999, p.1-4; Chagas, 2000, p.427-429).

A admiração de Volta pelo experimento de Galvani cessou quando Volta obteve o mesmo resultado de Galvani através da conexão de dois pontos do mesmo nervo, sem qualquer contato com o músculo. Tal fato vinha a contradizer o conceito de Galvani no qual as fibras musculares eram depósitos de eletricidade. Com essa evidência, Volta assumiu que a eletricidade poderia vir do contato entre diferentes metais, os quais produziam e mantinham um desequilíbrio artificial,



e que as contrações observadas pela rã seriam idênticas frente a qualquer outra descarga de eletricidade externa. Por fim, Volta propôs sua “Teoria do Contato”, classificando vários metais pelas suas tendências em gerar eletricidade quando postos em contato. Para verificar sua Teoria do Contato, Volta também testou seus arcos bimetálicos em sua língua, percebendo, no momento do contato metálico, um sabor ácido causado pela estimulação dos nervos gustatórios. Volta foi mais além, e testou, também, estes efeitos em seu globo ocular, percebendo uma sensação luminosa no ato do contato metálico (Piccolino, 1997, p.443-448; Tolentino, Rocha-Filho, 2000, p.35-39; Trasatti, 1999, p.1-4).

Um dos mais importantes debates científicos estava travado quando Alessandro Volta afirmou que Galvani havia confundido a eletricidade animal com pequenas correntes elétricas produzidas por metais. Mais tarde, esse debate originaria a eletrofisiologia, o eletromagnetismo e a eletroquímica *per se* (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162). Contra a afirmação de Volta, Galvani mostrou ser possível provocar contrações pelo uso de um arco monometálico, conectando o músculo diretamente com o nervo. Volta recusou-se a enxergar um real indício da eletricidade animal, e argumentou que estava sendo gerada uma irritação mecânica ou química, as quais causavam as estimulações nervosas (Piccolino, 1997, p.443-448).

Galvani então realizou a sua famosa “*contrazione senza metallo*” (contração sem metal), onde imergiu a perna de uma rã em um recipiente e, em outro recipiente, imergiu um fragmento do nervo ciático. Quando se efetivava o contato entre os dois recipientes, as pernas se contraíam. Em resposta, Volta então salientou que o uso de diferentes partes do corpo da rã poderia gerar uma força elétrica, por terem diferentes composições (Piccolino, 1997, p.443-448; Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162).

Com o intuito de acabar com qualquer discussão, em 1797, Galvani realizou o maior de todos os seus experimentos, caracterizado por ser o marco fundador da eletrofisiologia: Galvani produziu contrações fechando um circuito a partir do contato totalmente homogêneo entre dois nervos ciáticos de diferentes pernas de rã. Porém, este último experimento foi pouco noticiado, pois neste momento, Volta já desfrutava de sua popularidade ganha com a geração de eletricidade a partir do contato entre zinco e prata, em 1796. Para Galvani, a idéia de que metais em contato pudessem gerar eletricidade não era uma surpresa, visto que ele havia percebido tal efeito em seus experimentos. Entretanto, baseando-se em determinadas leis da física, julgou o fenômeno impossível e acabou por deixá-lo de lado (Piccolino, 1997, p.443-448; Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162).

Enquanto Volta permanecia sob os olhares dos cientistas do mundo todo, Galvani foi obrigado a fazer um juramento de ateísmo frente à constituição da República Cisalpina, criada por Napoleão após a ocupação do norte da Itália. Galvani recusou-se em prestar tal juramento e mudou-se para a casa de seu irmão Giacomo Galvani, local onde veio a falecer no dia 4 de dezembro de 1798, aos 61 anos (Cajavilca, Varon, Sternbach, 2009, p.159-162; Bresadola, 1998, p.367-380; Trasatti, 1999, p.1-4).



Por outro lado, entusiasmado com seus estudos, Volta passou a buscar uma alternativa para aumentar a tensão elétrica produzida a partir de sua “Teoria do Contato”, chegando ao seu melhor resultado quando empilhou discos metálicos de prata e zinco, alternadamente. Não ignorando os estudos de Galvani com rãs, Volta considerou importante a presença de um “sumo animal” em seu dispositivo gerador de eletricidade e, por essa razão, separou os discos metálicos com pedaços de papelão embebidos em uma solução acidificada. Era o ano de 1799; a “pilha elétrica” havia sido inventada (Tolentino, Rocha-Filho, 2000, p.35-39; Trasatti, 1999, p.1-4).

Alessandro Volta comunicou seu invento para a comunidade científica mundial por meio de uma carta escrita em francês (figura 4C), com data de 20 de março de 1800, endereçada a Joseph Banks, então presidente da *Royal Society* de Londres (Volta, 1800,p.403-431).Este invento, que relacionava eletricidade com química,tornou Volta uma celebridade e marcou o nascimento de uma nova “ciência” experimental: a eletroquímica (Bernal, 1969; Fara, 2009, p.127-128). Contudo, Volta não formulou uma teoria que explicasse suas descobertas.Depois do ano de 1803 Volta passou a reduzir suas atividades. Faleceu aos 82 anos, no dia 5 de dezembro de 1827.

Vários anos se passaram até que novos instrumentos fossem criados, possibilitando a confirmação das teorias de Galvani. Atualmente sabe-se que Volta estava equivocado em várias de suas conclusões, mas foi somente em 1952 que Alan Hodgkin e Andrew Huxley descobriram que a eletricidade animal existe em um estado de “desequilíbrio” causado por diferentes concentrações de íons sódio e potássio na membrana celular de seres vivos. Em determinados momentos, estes gradientes de concentração são convertidos em diferença de potencial elétrico entre os meios intra e extracelular (Piccolino, 1997, p.443-448; Cajavilca, Varon, Sternbachc, 2009, p.159-162).

A descoberta da pilha elétrica, por Volta, abriu caminho para o progresso da ciência no estudo da corrente elétrica e para o desenvolvimento da tecnologia de baterias.Particularmente importante para o estudo dos fenômenos e efeitos químicos envolvidos na pilha voltaica foram as pesquisas de Humphry Davy e de Michael Faraday, sucessor de Davy no *Royal Institution* de Londres. Pouco depois dos estudos de Volta, em 1836, Auguste de Larive enunciou a teoria moderna da pilha voltaica, dizendo que “quando eletrodos metálicos são imersos em líquidos, uma tendência, diferente de metal para metal, existe em os átomos metálicos difundirem-se como íons no líquido, assim resultando em uma voltagem mensurável entre o eletrodo e o líquido” (Cotti, 1995, p.367-369).Foi também a partir de Alessandro Volta queLeclanché introduziu a célula de zinco-carbono, seguido por Gaston Planté, em 1859, com a bateria de chumbo-ácido e, em 1899, com a bateria de níquel-cádmio desenvolvida por Waldemar Jungner (Scrosati, 2003, p.4-7; Piccolino, 2000, p.147-151).

4. Humphry Davy e Michael Faraday: empregador e empregado desenvolvem um novo capítulo da ciência

Diante dos avanços proporcionados pela pilha voltaica, Humphry Davy imaginou que uma reação química poderia estar por trás da geração de eletricidade naquele dispositivo (Knight, 2000, p.165-169). Humphry Davy nasceu em Penzance, no condado de Cornwall, sudoeste da Inglaterra, em 17 de dezembro de 1778. Devido à difícil situação financeira, não teve acesso à educação universitária, restrita, naquela época, a Cambridge e Oxford (Fara, 2009, p.99-100). Seu pai, que era carpinteiro, morreu quando Davy era bastante jovem, cabendo à sua mãe o sustento da família (Knight, 2000, p.165-169; Ferreira, 1978, p.36-38; Szabadváry, 1966).

Davy iniciou na ciência aos 19 anos como ajudante de Thomas Beddoes no *Pneumatic Institution*, em Bristol, sendo indicado para essa função por seus conhecidos James Watt e Josiah Wedgwood, então membros da *Lunar Society* de Birmingham. Este instituto tinha o objetivo de testar os gases descobertos por Priestley nas pessoas com doenças pulmonares (Knight, 2000, p.165-169). Entre seus estudos no *Pneumatic Institution*, Davy observou que a administração de oxigênio a tuberculosos reduzia, temporariamente, os sintomas da doença. Em busca de novas descobertas, Davy resolveu fazer testes, nele mesmo, com outros gases citados nos estudos de Priestley. Um destes era o óxido nitroso, que com base em certas observações, Davy concluiu ser inofensivo e, portanto, resolveu experimentá-lo. Após inspirar uma boa quantidade do gás, Davy começou a rir, caracterizando a descoberta do “gás hilariante”. Não demorou muito para que o gás hilariante passasse a ser usado, com sucesso, por dentistas como anestésico para a extração de dentes (Knight, 2000, p.165-169; Szabadváry 1966; Ross, 2002, p.495-501). Em 1800 ele escreveu seu primeiro livro, o qual descrevia seus estudos químicos e fisiológicos com o óxido nitroso.

Um ano antes, em 1799, Lord Rumford, então casado com a viúva de Lavoisier, fundou um instituto científico, a *Royal Institution*, com o objetivo de difundir os conhecimentos científicos e facilitar a aplicação das novas descobertas às artes e às manufaturas. Foi na *Royal Institution* que, em 1802, Davy ganhou um cargo de professor. Davy logo obteve grande sucesso com suas palestras e conferências em química e em outros tópicos da ciência, tornando-as importantes eventos culturais em Londres. Em suas explanações, Davy usava marcas da literatura romancista, consolidando-se como um orador impressionante. Além disso, Davy enriquecia suas palestras com hábeis demonstrações químicas. O auditório onde eram realizadas as palestras sempre atingia a capacidade máxima de público e, por essa razão, os diretores da *Royal Institution* decidiram por remodelar o prédio para poder acomodar a crescente audiência. Eram tantos os espectadores da alta sociedade que algumas ruas da capital londrina, pela primeira vez, tiveram que ser mantidas em mão única, para que o engarrafamento causado pelas carruagens pudesse escoar facilmente (Fara, 2009, p.99-100; Ferreira, 1978, p.36-38; Ross, 2002, p.495-501).

Enquanto professor da *Royal Institution*, Davy interessou-se profundamente pela eletroquímica. Em 1807 Davy utilizou uma corrente elétrica para decompor

potassa fundida, e conseguiu isolar uma substância clara e reativa, a qual pegava fogo em água, até então não conhecida. Depois de algumas discussões, Davy concluiu que tratava-se de um metal com comportamento anômalo aos demais, e nomeou-o como “potássio”. Isso foi seguido pelo isolamento do sódio, no mesmo ano, concedendo-lhe fama internacional e, também, o recebimento do *Napoleon Prize* daquele ano. Em 1808 novos elementos haviam sido isolados por ele: cálcio, magnésio, estrôncio e bário (Knight, 2000, p.165-169; Ferreira, 1978, p.36-38; Ross, 2002, p.495-501; Bard, Inzelt, Scholz, 2008, Davy, Sir Humphry). No ano de 1810, com uma enorme bateria construída com auxílio público, Davy tentou decompor o “gás muriático”. Não obtendo sucesso, concluiu que o mesmo era um elemento químico, nomeando-o como “cloro” (Knight, 2000, p.165-169; Ferreira, 1978, p.36-38).

À parte do trabalho árduo, Davy teve uma boa vida. Sempre freqüentava jantares e festas; entretanto, não perdia tempo e sempre trabalhava até momentos antes de seus compromissos, e ao término destes, muitas vezes retornava ao laboratório (Szabadváry, 1966). Tanto esforço resultou-lhe, no ano de 1812, no título de *Sir*, concedido pela realeza britânica às pessoas que tinham domínio sobre algo ou alguém. Nos últimos dias deste mesmo ano, Davy estava dando sua última conferência de 1812. Foi quando um jovem, com 21 anos, tomou notas de todo o curso e, em 386 páginas manuscritas contendo suas anotações, enviou uma carta a Davy pedindo um emprego como auxiliar de laboratório. Davy respondeu a carta ainda no mês de dezembro, marcando um encontro com o rapaz em janeiro do ano seguinte (Ferreira, 1978, p.36-38; Ross, 2002, p.495-501).

Em 1813 Davy fez uma visita a Paris e, juntamente com ele, levou seu então assistente contratado, Michael Faraday, e um completo laboratório portátil, com equipamentos e reagentes. Foi durante esta estada em Paris que Davy estudou uma amostra de um material até então desconhecido que lhe fora presenteada por André-Marie Ampère. A substância era escura e sublimava com facilidade, eliminando um gás de cor violeta. Davy identificou-a como sendo um novo elemento, e chamou-a de “iodo” (Ferreira, 1978, p.36-38; Beltran, 2008, p.181-186).

Davy casou-se no ano de 1817, e já no ano seguinte obteve o título de barão, concedido aos integrantes da elite britânica. Em 1820, ele conquistou seu posto mais cobiçado: a presidência da *Royal Society*, cargo uma vez ocupado por Isaac Newton (Szabadváry, 1966). Com o passar dos anos, Davy foi deixando sua saúde de lado, e muitas vezes teve ataques de paralisia. Viveu seus últimos anos viajando pela Europa. Nessa mesma época, seu assistente já havia adquirido uma grande fama, superior até a do próprio Humphry Davy. Pouco antes de sua morte, Davy foi perguntado sobre o que ele considerava ser sua maior descoberta científica, respondendo o seguinte: “Faraday”. Humphry Davy morreu em Genebra (Suíça), com 50 anos de idade, em 29 de maio de 1829.

Michael Faraday (figura 5B) era filho de James Faraday, um ferreiro, e de Margaret Hastwell. Os dois já possuíam dois filhos – Elizabeth e Robert – quando Faraday nasceu, em 22 de setembro de 1791, na cidade de Newington, Inglaterra. Em plena Revolução Francesa, a família mudou-se para Londres quando Faraday tinha apenas 5 anos de idade. Com uma situação financeira

precária, Faraday recebeu uma educação rudimentar, sendo apenas o suficiente para ler, escrever e fazer alguns cálculos aritméticos. Ele deixou de ir à escola quando tinha 12 anos e passou a trabalhar, primeiramente, como mensageiro (Rowe, 2001, p.1196-1197; Dias, Martins, 2004, p.517-530).

Após algum tempo, arrumou emprego como encadernador em uma livraria. Vivendo entre os livros, Faraday pegou gosto pela ciência após ler um artigo sobre eletricidade na *Encyclopædia Britannica* (Thomas, 1991). Foi também trabalhando neste cargo que Faraday, sendo presenteado por um cliente comum ingresso, pôde assistir às últimas quatro palestras dadas por Sir Humphry Davy na *Royal Society*, em Londres, no ano de 1812. A partir desta oportunidade, como já fora descrito, Faraday tornou-se auxiliar de Davy na *Royal Institution* de Londres.

Em 1813 Faraday acompanhou Davy em um circuito de palestras pela Europa, durante a qual estudou a descarga elétrica do peixe elétrico em Gênova (Itália). Nesta época, Faraday adquiriu uma grande habilidade na realização de experimentos e pôde, também, dedicar-se ao estudo de muitas áreas da ciência, como metalurgia, catálise, eletroquímica, eletricidade e magnetismo, publicando mais de 450 artigos (Rowe, 2001, p.1196-1197).

O ano de 1821 foi marcado pelas primeiras conferências de Faraday. Neste ano, Faraday também casou com Sarah Barnard e tornou-se superintendente do laboratório de Davy. Até o ano de 1830 os estudos de Faraday dedicavam-se mais à química, porém, com a sua descoberta da indução eletromagnética, em 1831, Faraday passou a se dedicar mais a essa área de conhecimento (Dias, Martins, 2004, p.517-530). Entre seus grandes feitos podem-se citar o fornecimento das bases experimentais para o desenvolvimento da teoria clássica do campo eletromagnético, mais tarde utilizadas por James Clerk Maxwell; a geração de uma corrente elétrica a partir de um campo magnético e as invenções do primeiro motor elétrico e do dínamo. Faraday também descobriu o efeito do magnetismo sobre a luz e o paramagnetismo (Bard, Inzelt, Scholz, 2008, Faraday, Michael). Em seus estudos de eletroquímica percebeu que a quantidade de substância depositada em cada eletrodo de uma célula eletrolítica era diretamente proporcional à quantidade de eletricidade que havia passado através desta célula. Outra observação neste mesmo foco foi a de que a quantidade de elementos químicos diferentes depositados por uma dada quantidade de eletricidade era proporcional às massas molares deles. Estes dois princípios resumem as leis de Faraday para a eletroquímica, estando entre as mais exatas leis da ciência. Outra contribuição creditada a Faraday é a introdução dos conceitos de íon, cátion, ânion, eletrodo, cátodo e ânodo (Bard, Inzelt, Scholz, 2008, Faraday, Michael; Bockris, Reddy, 1972).

Sua aposentadoria chegou após 38 anos de intensos trabalhos na *Royal Institution*. Faleceu em Londres, no dia 25 de agosto de 1867. Seu sucesso, contudo, continua até os dias atuais, agraciando-o como o heroico fundador de uma nova era nos estudos da eletricidade (Fara, 2006, p.10-12).

5. Os estudos entre os séculos XVIII e XIX: o estabelecimento de novos conceitos e a institucionalização da eletroquímica

Até o início do século XIX, duas características marcantes assinalavam a posição das máquinas no processo de industrialização crescente que envolvia gradativamente a Europa: a primeira era proximidade do maquinário com as fontes de energia que impulsionavam suas engrenagens; a segunda, quase decorrente da primeira, era a quase nula capacidade de conversão de um tipo de energia em outra modalidade energética. Neste sentido, o emprego da eletricidade, que ficara restrito ao uso laboratorial até o século XVIII, foi, ao longo do século XIX, primeiro nas comunicações, e posteriormente na indústria química e na metalurgia, de vital importância para a expansão do capitalismo (Landes, 1994, p. 290-302). Pode-se dizer que o emprego da energia elétrica consumiu de vez a Revolução Industrial em curso, isto porque não foi apenas a transmissibilidade e a convertibilidade que estavam em jogo, mas o próprio processo de produção industrial. A aplicação da energia elétrica liberou capital e mão-de-obra para outras fases da produção industrial, invertendo o até então *sentido* da produção, onde de um lado estavam pequenas oficinas, com sua forma quase artesanal de produção, e de outro, a grande fábrica, que concentrava recursos e atividade braçal.

Nos capítulos anteriores descrevemos o desenvolvimento da eletroquímica no seu estágio inicial, onde os principais fatos ocorreram no cenário geográfico que hoje se denomina como Europa Central. Entretanto, no final do século XVIII, paralelamente ao que se desenvolvia na Itália, Alemanha, Holanda, França e Inglaterra, havia também em Portugal sessões de Física Experimental na Casa Real, nas Academias de Congregações Religiosas e nas universidades, como a Universidade de Coimbra e o Real Colégio de Mafra. Giovanni Antonio dalla Bella (1730-1818) foi o autor de um dos primeiros livros portugueses que tratavam sobre a eletricidade. Inicialmente escrito em italiano, o livro somente foi publicado no ano de 1773, em português vernáculo, sob o título *“Noticias historicas, e praticas ácerca do modo de defender os edificios dos estragos dos raios”*. O exemplar possuía 88 páginas e tinha como objetivo principal divulgar o uso do para-raios inventado por Benjamin Franklin em 1752. Além de construir diversos instrumentos científicos para o Gabinete de Física desta Universidade, publicou, em 1790, o terceiro tomo de uma série de livros: *“Physices Elementa Usui Academiae Conimbricensis Accomodata”*. Neste livro, dalla Bella apresenta a eletricidade de uma forma simples, mostrando conhecer os trabalhos de Volta, até então restritos ao eletróforo por ele inventado (Guedes, 2000).

Outro cientista português que publicou estudos a respeito da eletricidade foi Teodoro de Almeida. Nascido em Lisboa, no dia 7 de janeiro de 1722, ingressou na Casa do Espírito Santo da Congregação do Oratório em 1735. A década de 1750 consagra Almeida como um importante pregador e, também, como um grande escritor e divulgador de temas científicos. Dentre seus escritos, destacam-se as *“Cartas Físico-Matemáticas”*, publicadas em três volumes entre os anos de 1784 e 1798. Assim como o oratoriano Teodoro de Almeida, o padre jesuíta Francisco Aragão também se dedicava à propagação do conhecimento nesta área.

Aragão publicou, em 1800, um “Breve compêndio ou tratado sobre eletricidade”, retratando diversas práticas laboratoriais que conheceu durante o período em que foi expulso de Portugal por Sebastião José de Carvalho e Melo, o marquês de Pombal (Guedes, 2000). Em seus escritos, Pe. Francisco mostra conhecer a obra do físico italiano Giovanni Battista Beccaria (1716-1781), “*Dell’Elettricismo Naturale ed Artificiale*” (1753).

Na transição do século XIX para o século XX surgiu no cenário da eletroquímica um dos seus maiores porta-vozes e um dos responsáveis pela sua institucionalização que ocorreria anos mais tarde. Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932) matriculou-se na Universidade de Dorpat em 1872, onde passou a estudar química. Ostwald defendeu firmemente a teoria da dissociação eletrolítica formulada por Arrhenius e, em 1888, formulou uma lei, conhecida por lei de diluição de Ostwald (*Verdünnungsgesetz*), confirmando-a com 250 ácidos. Além da dissociação eletrolítica, Ostwald também pesquisou sobre condutividade elétrica, ação das massas, catálise e velocidade de reação, nunca deixando de defender o estudo da história da ciência. Sua obra mais importante neste campo foi “*Elektrochemie. Ihre Geschichte und ihre Lehre*” (Eletroquímica. Sua história e seus ensinamentos), de 1896. Wilhelm Ostwald foi agraciado, em 1909, com o prêmio Nobel de química (Benjamin, 2009, Wilhelm, Ostwald).

Até o início do século XIX, a área de estudos relacionada aos processos eletroquímicos era definida como “galvanismo”. Portanto, o estabelecimento do termo “eletroquímica”, no sentido de definir uma área de estudos e posteriormente uma disciplina científica, ainda não havia acontecido. Somente no ano de 1814, com a publicação do livro *Elements of Electricity and Electrochemistry* (figura 6A) por George John Singer (1786-1817), aparece pela primeira vez esta definição. Pouco tempo depois, Wilhelm August Lampadius (1772-1842) empregou o mesmo termo em idioma alemão com a publicação do livro *Grundriß der Elektrochemie* em 1817.

A eletroquímica hoje é o ramo da ciência que se ocupa principalmente com estudos envolvendo a interação entre processos químicos e elétricos, sendo também a base da química eletroanalítica. A elucidação e conceituação desses fenômenos, do ponto de vista teórico, ocorreram através dos inúmeros estudos experimentais realizados ao longo de quase três séculos de história. Neste contexto, interessante seria agora direcionarmos o olhar para o processo de institucionalização da eletroquímica enquanto disciplina e área do conhecimento, o que ocorreu apenas no final do século XIX, tendo como marco inicial a fundação de sua primeira sociedade independente, na Alemanha. A *Deutsche Elektrochemische Gesellschaft* (Sociedade Alemã de Eletroquímica) criada em 21 de abril de 1894, teve como primeiro presidente Wilhelm Ostwald. Como órgão de divulgação desta sociedade, foi criado o *Zeitschrift für Elektrotechnik und Elektrochemie* (Jornal de Eletrotécnica e Eletroquímica). Em 1898, ocorreu em Paris a fundação da *Société d’Electrochimie* (Sociedade de Eletroquímica), seguida da *American Electrochemical Society* (Sociedade Americana de Eletroquímica) em 1901 nos EUA e da *Faraday Society* (Sociedade Faraday) em 1903, na Inglaterra.

Além do estabelecimento das primeiras sociedades científicas na Europa e

nos EUA, o surgimento concomitante dos primeiros periódicos especializados em eletroquímica e a publicação de importantes livros-texto também compuseram o seu processo de institucionalização. Se observarmos os livros-texto e monografias mais importantes publicados em eletroquímica, mesmo que em seu estágio inicial de evolução, poderemos identificar claramente o caminho percorrido desde a Renascença até a sua institucionalização no final do século XIX. A tabela 1 mostra em ordem cronológica as publicações que contribuíram, entre os séculos XVII e XIX, para a consolidação e organização da eletroquímica enquanto disciplina e ramo da ciência.

Tabela 1. Livros e monografias mais importantes publicados na história da eletroquímica entre os séculos XVII e XIX.			
Autor	Título original	Título traduzido em português	Ano
W. Gilbert	<i>De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure</i>	Sobre os ímãs, os corpos magnéticos e o grande ímã terrestre	1600
O. von Guericke	<i>Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio</i>	Novos experimentos magdeburgicos sobre o espaço do vácuo	1672
G. B. Beccaria	<i>Dell' Elettricismo Naturale ed Artificiale</i>	Sobre a eletricidade natural e artificial	1753
L. Galvani	<i>De viribus electricitatis in motu musculari Commentarius</i>	Dos poderes da eletricidade no movimento de caráter muscular	1791
A. von Humboldt	<i>Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfasernest Vermutungen über den Chemischen Prozess des Lebens in der Tier- und Pflanzenwelt</i>	Experimentos sobre a irritação de músculos e fibras nervosas juntamente com pressupostos sobre os processos químicos da vida no mundo animal e vegetal	1797
A. Volta	<i>On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds</i>	Sobre a eletricidade excitada pelo mero contato de substâncias condutoras de diferentes tipos	1800
F. Aragão	<i>Breve Compêndio ou Tratado sobre Eletricidade</i>		1800
J. W. Ritter	<i>Das elektrische System der Körper</i>	O sistema elétrico dos corpos	1805
G. J. Singer	<i>Elements of Electricity and Electro-chemistry</i>	Elementos de eletricidade e eletroquímica	1814
W. A. Lampadius	<i>Grundriß der Elektrochemie</i>	As bases da eletroquímica	1817
J. J. Berzelius	<i>Essai sur le théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité</i>	Experimentos sobre a teoria das proporções químicas e os efeitos químicos da eletricidade	1819
G. S. Ohm	<i>Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet</i>	As cadeias galvânicas tratadas matematicamente	1827

A. C. Becquerell	<i>Traité d'electricité et de magnetisme</i>	Tratado da eletricidade e do magnetismo	1834
H. Davy	<i>The collected works of Sir Humphry Davy</i>	Obras selecionadas de Sir Humphry Davy (editado por seu irmão John Davy)	1839
M. Faraday	<i>Experimental Researches in Electricity</i>	Pesquisas experimentais em eletricidade	1839

6.Considerações finais

Com pouco mais de 400 anos de história, a eletroquímica configura-se, atualmente, como uma importante subárea da química, encontrando campo também, nas mais diversas áreas da ciência, como na metalurgia, na medicina, nas engenharias, na biologia e na geologia. Decorrente de seu desenvolvimento, os instrumentos eletrônicos passaram a figurar como peças fundamentais no controle de reações eletroquímicas e na posterior interpretação de dados.

Falar sobre a história da eletroquímica, e da ciência como um todo, implica, seguramente, na omissão involuntária de nomes importantes ao longo do seu eixo evolutivo. Desde a publicação do livro de Gilbert em plena Renascença européia até os dias de hoje já se vão 400 anos, período em que observamos a atuação de inúmeros cientistas de diferentes áreas para a sua consolidação enquanto disciplina científica. Talvez aqui devêssemos encerrar nossa viagem no tempo dos fenômenos elétricos, tomando por universais as palavras do poeta e pensador alemão Johann Wolfgang von Goethe (Störig, 2004, p.13), que em forma de poesia ilustra o processo de construção científica e a importância de seu conhecimento historiográfico:

*Es läßt sich wohl behaupten, daß die Geschichte
der Wissenschaften die Wissenschaft selbst sei.
Man kann dasjenige, was man besitzt, nicht rein erkennen,
bis man das, was andere vor uns besessen, zu erkennen weiß.*

“Pode-se alegar que a história das ciências seria ela mesma ciência.
Não se pode reconhecer puramente aquilo que se possui,
até que se saiba reconhecer aquilo que outros possuem antes de nós”

Referências Bibliográficas

- ÁLVAREZ, Santiago. El Bagul dels llibres. 5. Magnetisme: Història, mites, litetarura i ciència. *Revista de la Societat Catalana de Química*, Barcelona, v.8, p.48-54. 2007.
- ASIMOV, Isaac. *A Short History of Chemistry – An Introduction to the Ideas and Concepts of Chemistry*. New York: Anchor Books. 1965.
- BERNAL, John Desmond. *Storia della Scienza*.v.1. Roma: Editori Riuniti. 1969.
- BELTRAN, Mari Helena Roxo. Humphry Davy e as cores dos antigos. *Química Nova*, São Paulo, v.31, n.1, p.181-186. 2008.
- BOCKRIS, John O'M.; REDDY, Amulya K. N. *Modern Electrochemistry*. v.1, 3.ed. New York: Plenum Press. 1972.
- BRESADOLA, Marco. Medicine and science in the life of Luigi Galvani (1737–1798). *Brain Research Bulletin*, Bethesda, v.46, n.5, p.367-380. 1998.
- CAJAVILCA, Christian; VARON, Joseph; STERNBACH, George L. Luigi Galvani and the foundations of electrophysiology. *Resuscitation*, Bath, v.80, n.2, p.159-162. 2009.
- CHAGAS, Aécio Pereira. Os 200 anos da pilha elétrica. *Química Nova*, São Paulo, v.23, n.3, p. 427-429. 2000.
- COTTI, Piero. The discovery of the electric current. *Physica B*, Badhoevedorp, v.204, n.1-4, p.367-369. 1995.
- DANNEMANN, Friedrich. *Plinius und seine Naturgeschichte*, Jena: Diederichs, 1921.
- DEBUS, Allen G. A longa revolução química. *Ciência Hoje*, São Paulo, v.13, n.77, p.34-43. 1991.
- DIAS, Valéria Silva; MARTINS, Roberto de Andrade. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. *Ciência e Educação*, Bauru, v.10, n.3, p.517-530. 2004.
- DUNSCH, Lothar. *Geschichte der Elektrochemie – Ein Abriss*. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1985.
- FARA, Patricia. Michael Faraday, media man. *Endeavour*, East Lansing, v.30, n.1, p.10-12. 2006.
- FARA, Patricia. Alessandro Volta and the politics of pictures. *Endeavour*, East Lansing, v.33, n.4, p.127-128. 2009.
- FARA, Patricia. Humphry Davy's lamp of genius. *Endeavour*, East Lansing, v.33, n.3, p.99-100. 2009.
- FERREIRA, Ricardo. No Bicentenário de Davy (1778-1829) e de Gay-Lussac (1778-1850). *Química Nova*, São Paulo, v.1, n.4, p.36-38. 1978.
- FONTANA, Josep. *Introdução ao Estudo da História Geral*. Trad. H. Reichel. Bauru: EDUSC. 2000.
- GALVANI, Luigi. *Memorie ed esperimenti inediti*. Bologna: Cappelli. 1937.
- GALVANI, Luigi. *Opere edite ed inedite Del Professore Luigi Galvani, Raccolte e pubblicate per cure dall'Accademia delle Scienze dell' Instituto di Bologna*. Bologna: Tipografia di Emidio Dall'Olmo. 1841.
- GALVANI, Luigi. *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*.

- Bologna: Tipografia Institutum Scientiarum. 1791.
- GOMBRICH, Ernest H. *A História da Arte*. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2009.
- GUEDES, Manuel Vaz. Bicentenário da invenção da pilha por Alessandro Volta. 2000. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/histel/Volta_folheto2.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2012.
- BENJAMIN, Cesar (Org.). *Dicionário de Biografias Científicas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Contraponto. 2009.
- BARD, Allen J.; INZELT, György; SCHOLZ, Fritz (Org.). *Electrochemical Dictionary*. Berlin: Springer. 2008.
- KEYSER, Paul T. The Purpose of the parthiangalvaniccells: a first-century A. D. electricbatteryused for analgesia. *Journal of NearEasternStudies*, Chicago, v.52, n.2, p.81-98. 1993.
- KNIGHT, David M. Humphry Davy: science and social mobility. *Endeavour*, East Lansing, v.24, n.4, p.165-169. 2000.
- KÖNIG, W. *Im verlorenen Paradies*. Rohrer: Baden. 1940.
- KRÄMER, Oskar P.; WEINER, Robert; FETT, Max. *Die Geschichte der Galvanotechnik*. Bad Saulgau: Eugen G. Leuze Verlag. 1959.
- LANDES, David S. *Prometeu Desacorrentado: Transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, desde 1750 até nossa época*. Trad. V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1994.
- LEVEY, Martin. *Chemistry and chemical technology in ancient Mesopotamia*, Amsterdam: Elsevier. 1959.
- PICCOLINO, Marco. Luigi Galvani and animal electricity: two centuries after the foundation of electrophysiology. *Trends in Neuroscience*, v.20, n.10, p.443-448. 1997.
- PICCOLINO, Marco. Animal electricity and the birth of electrophysiology: the legacy of Luigi Galvani. *Brain Research Bulletin*, v.46, n.5, p.381-407. 1998.
- PICCOLINO, Marco. The bicentennial of the Voltaic battery (1800–2000): the artificial electric organ. *Trends in Neurosciences*, v.23, n.4, p.147-151. 2000.
- PICCOLINO, Marco. Luigi Galvani's path to animal electricity. *Comptes Rendus Biologies*, Paris, v.329, n.5-6, p.303-318. 2006.
- READ, John. *From alchemy to chemistry*. New York: Dover Publications. 1995.
- ROSS, Catherine. E. How the public successes of a poetic scientist—Humphry Davy (1778–1829)—changed English literature. *International Congress Series*, v.1242, p.495-501. 2002.
- ROWE, Raymond C. Michael Faraday – an inspiration to all scientists. *Drug Discovery Today*, London, vol.6, n.23, p.1196-1197. 2001.
- SCHWEDT, Georg. *Chemische experimente in Schlössern, Klöstern und Museen: Aus Hexenküche und Zauberküche*. Weinheim: Wiley-VCH. 2002.
- SCROSATI, Bruno. The Italian contribution to battery science and technology. *Journal of Power Sources*, Madison, v.116, n.1-2, p.4-7, 2003.
- STÖRIG, Hans Joachim. *Kleine Weltgeschichte der Wissenschaft Bd. 1*. Köln: Parkland. 2004.
- SZABADVÁRY, Ferenc. *History of Analytical Chemistry*. 1. ed. Oxford: Pergamon Press. 1966.



THOMAS, JohnMeurig. *Michael Faraday and the Royal Institution: the genius of man and place*. Bristol: IoP Publishing. 1991.

TOLENTINO, Mario, ROCHA-FILHO, Romeu C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. *QuímicaNova na Escola*, São Paulo, v.11, p.35-39. 2000.

TRASATTI, S. 1799-1999: Alessandro Volta's 'Electric Pile': Two hundred years, but it doesn't seem like it. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, Alicante, v.460,p.1-4. 1999.

VERATTI, Giuseppe. *Osservazioni fisico-mediche intorno alla elettricità*, Bologna: Lelio dalla Volpe. 1748.

VOLTA, Alessandro. *Le opere di Alessandro Volta (edizione nazionale)*, v.1.Milano: Hoepli. 1918.

VOLTA, Alessandro. On the Electricity Excited by the Mere Contact of Conducting Substances of Different Kinds. In a Letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S. Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks, Bart. K. B. P. R. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, London, v.90, p.403-431. 1800.

WATERMAN, Leroy. *Preliminary report upon the excavations at Tel Omar*, Ann Arbor: University of Michigan Press.1931.