

República das Letras, Academias e Sociedades Científicas no século XVIII: a garrafa de Leiden e a ciência no ensino⁺*

*Wagner Tadeu Jardim*¹

Departamento de Educação e Ciências
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais

Juiz de Fora – MG

*Andreia Guerra*²

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Rio de Janeiro – RJ

Resumo

Neste artigo, apresentaremos o panorama que permeia a construção do primeiro condensador elétrico, conhecido como a Garrafa de Leiden. Apresentaremos, também, elementos a respeito da construção da ciência que podem ser elencados em aulas de Física, a partir do estudo do desenvolvimento desse aparato. Para isso, a partir de fontes primárias e secundárias, construímos uma narrativa histórica guiada por um olhar pautado na vertente historiográfica denominada História Cultural da Ciência. Buscamos, assim, salientar como as formas de divulgação do conhecimento no contexto das Academias Científicas, Sociedades Científicas e da República das Letras no século XVIII constituem práticas extralaboratoriais substanciais para uma compreensão do desenvolvimento da Garrafa de Leiden. Por fim, e em acordo com resultados de pesquisas na área do Ensino de Ciências, promovemos uma reflexão de quais elementos dessa narrativa poderiam ser levados à sala de aula.

Palavras-chave: *História Cultural da Ciência; Práticas Científicas; Garrafa de Leiden; Eletricidade; Regra de Dufay; Ensino de Física.*

⁺ Republic of Letters, Academies and Scientific Societies in the 18th Century: Leiden jar and science in teaching

^{*} *Recebido: abril de 2017.*

Aceito: agosto de 2017.

¹ E-mail: wagner.jardim@ifsudestemg.edu.br, ² E-mail: andreia.moraes@cefet-rj.br

Abstract

In this paper, the panorama that underpins the construction of the first electric condenser, known as the Leiden Jar, will be presented. Besides, the themes about the construction of science which are relevant to be discussed in Physics classes that concerns the development of this apparatus will be pointed. For this purpose, a historical narrative was constructed from primary and secondary sources, and it was inspired by the historiographical strand called Cultural History of Science. Thus, we seek to emphasize how ways of spreading knowledge in the context of Scientific Academies, Scientific Societies and what has been called Republic of Letters in the eighteenth century, constitute substantial extra-laboratory scientific practices for an understanding of the development of the Leiden Jar. Finally, in accordance with results from researches in the area of Science Teaching, we present some thoughts upon which elements of this narrative could be taken to the classroom.

Keywords: *Cultural History of Science; Scientific Practices; Leiden Jar; Electricity; Dufay's Rule; Physics Teaching.*

I. Introdução

Entre os pesquisadores que se dedicam à educação científica, é amplamente reconhecida a importância de discussões que promovam reflexões sobre as ciências, seu processo de construção e legitimação na educação básica. Dessa forma, defende-se que o trabalho em sala de aula não pode visar apenas o estudo dos conceitos científicos (MATHEWS, 1994; McCOMMAS 1998; ALLCHIN, 2011; IRZIK; NOLA, 2011; MARTINS, 2015; DRUMMOND *et. al.*, 2015). Nessa perspectiva, um dos caminhos destacados pela literatura da área para o ensino das ciências é a abordagem histórico-filosófica (HFC).

Pesquisas apontam que através dessa abordagem é possível problematizar o processo de construção do conhecimento científico (ARRUDA; VILLANI 1996; GUERRA; REIS; BRAGA 2004; MARTINS, 2007; HÖTTECKE; SILVA, 2011; JARDIM, 2016) e promover discussões de contexto em diferentes momentos históricos, a partir do estudo de conceitos científicos, como tempo, espaço e calor (SILVA; FORATO; GOMES, 2013; REIS; REIS; 2016), ou construir caminhos que relacionam segmentos da cultura que, à primeira vista, podem parecer totalmente desconexos, tais como Ciência e Arte (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006; ZANETIC, 2006; GALILI, 2013, ALCÂNTARA; JARDIM, 2014; JARDIM, 2015).

Na promoção de debates sobre as ciências em sala de aula, pesquisas apontam ainda, ser relevante destacar as ciências como empreendimento social, elaboradas por mulheres e

homens, considerados em um espaço e tempo específicos (MILNE, 2011; BRAGA; GUERRA; REIS, 2012; FORD, 2015). Isso, entretanto, significa se enveredar em teias de complexidade que envolvem o processo de construção das ciências. Todavia, essa complexidade merece ser avaliada quando pensamos em trazer discussões históricas sobre as ciências para as salas de aula. Isto porque análises simplistas podem construir imagens relativistas para as ciências, onde tudo vale ou imagens estruturalistas que desconectam a produção científica dos demais segmentos da sociedade.

Na busca de caminhos para desenvolver trabalhos em aulas de ciências, sem deixar de considerar a complexidade do processo de construção do conhecimento científico, encontramos na História Cultural da Ciência (HCC) uma base historiográfica pertinente (MOURA; GUERRA, 2016). A HCC considera como elemento importante para análise historiográfica, as práticas científicas, de maneira a chamar atenção à complexidade cultural na qual as ciências se desenvolveram. Ao estudar as práticas científicas, a HCC considera importante as práticas de diferentes agentes sociais envolvidos diretamente ou indiretamente no desenvolvimento das ciências (PIMENTEL, 2010). Dessa forma, os estudos históricos baseados nessa vertente historiográfica buscam se afastar de análises generalizantes, que ressaltam apenas os feitos científicos, os centros produtores de ciência e os cientistas (DASTON; GALISON, 2007; BURKE, 2008; PIMENTEL, 2010; MOURA; GUERRA, 2016; SILVA, 2016).

Pautando-nos na argumentação acima, realizamos um estudo que pretende trazer subsídios para área da pesquisa em História, Filosofia e Sociologia da Ciência e educação científica, elencando elementos a respeito das práticas científicas envolvidas no processo de construção da Garrafa de Leiden, que poderiam ser trabalhadas no ensino de Física. Escolhemos a Garrafa de Leiden como tema a ser explorado, visto que a mesma é reconhecida como o primeiro condensador elétrico construído e tornou-se um artefato de grande importância no mundo científico e tecnológico. Além disso, o estudo do desenvolvimento desse artefato nos permite promover discussões importantes sobre as ciências, destacando tanto o caráter temporal de suas práticas como a importância das práticas não laboratoriais no processo de construção e divulgação do aparato.

Neste estudo, trabalhamos com fontes primárias e secundárias de forma a construir uma narrativa histórica que nos permitisse destacar elementos das práticas científicas que se encontram imbricados no processo de construção do artefato denominado Garrafa de Leiden e, assim, promover uma discussão acerca de quais elementos dessa narrativa poderiam ser levados à sala de aula.

II. O Contexto de Dufay: se comunicando e sendo comunicado

A garrafa de Leiden foi construída no século XVIII na Europa, em um contexto em que estudos ligados ao tema eletricidade tinham grande destaque. Assim, para trazermos questões a respeito dessa construção, será importante destacarmos os trabalhos de Charles Fran-

çois de Cisternay Dufay (1698-1739), visto que conclusões de seu estudo, como a denominada Regra de Dufay, guiaram muitas das pesquisas em eletricidade e foram importantes para os caminhos seguidos na construção do artefato destacado.

Dufay era filho de um oficial da guarda francesa e ingressou jovem na carreira militar, seguindo os passos do pai. Todavia, aos vinte e cinco anos, sem nenhuma publicação científica, candidatou-se e foi contemplado a um posto de químico na Academia de Ciências de Paris (*Academie des Sciences de Paris*). Dufay entrou na academia por conta da influência de seu pai, que tinha bons contatos na alta escala da sociedade francesa (HEILBRON, 1979; BOSS, CALUZI, 2007). O pai de Dufay era amigo, desde a época escolar, de um dos apoiadores da entrada de Dufay na Academia, Armand Gaston Maximilian (1674-1749), cardeal de Rohan, nobre e principal clérigo da França na época. Outros apoios recebidos por Dufay vieram por parte de Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), destacado membro da Academia, e o do abade Jean-Paul Bignon (1662-1743), o então presidente da mesma instituição (HEILBRON, 1979; BOSS; CALUZI, 2007).

A entrada de Dufay na Academia de Ciências de Paris foi um fator preponderante em sua trajetória. As chamadas academias e sociedades científicas² tiveram um papel importante na construção e divulgação das ciências do século XVIII. Essas instituições exerceram grande impacto sobre as formas de organização, validação e estabelecimento do conhecimento científico como discutiremos no decorrer do presente trabalho.

O papel desempenhado pelas academias científicas na construção da ciência do século XVIII acabou por fazer com que o número delas crescesse na Europa. No início do século, existiam algumas poucas além da *Royal Society* de Londres e da Academia de Ciências de Paris. Já no final do período, eram pelo menos uma centena destas instituições científicas espalhadas por toda a Europa. Importante destacar que nesse momento começaram a ser fundadas academias científicas também nas Américas³. No século XVIII, o número de academias e sociedades às quais um estudioso era afiliado servia como parâmetro de medida para seu status científico (MCCLELLAN, 2003; BROCKLISS, 2013).

A presença de Dufay em uma academia de prestígio da Europa do século XVIII colocou seus trabalhos em destaque na comunidade científica europeia da época. Enquanto associado à Academia de Ciências de Paris, ele desenvolveu trabalhos em diferentes temas,

² Distinguir academias e sociedades científicas no século XVIII nem sempre é algo tão direto, mas, de uma forma bem geral, podemos considerar que as Sociedades tinham um maior número de afiliados e se apresentavam menos estruturadas, recebendo, também, menos apoio dos governos, o que implicava em maior independência das Sociedades em comparação com as Academias. No entanto, vale ressaltar que apenas o nome da instituição não constitui informação suficiente para classificá-la, A *Société royale des sciences* de Montpellier, por exemplo, era considerada uma academia. Apesar das diferenças reais entre os dois tipos destacados, não exploraremos as diferenças entre elas no presente trabalho, por não se mostrarem cruciais no desenvolvimento da discussão. Para informações mais detalhadas, ver McClellan (2003) e Klancher (2013).

³ Por volta do século XVIII, muito por influência da “República das Letras”, que trataremos mais adiante em nosso artigo, diversas academias foram abertas fora da Europa, acontecimento que alcançou o Brasil na segunda metade do século XVIII, com a abertura da Academia Científica do Rio de Janeiro em 1772 (MCCLELLAN, 2003; MARQUES, 2005; BURKE, 2011).

sendo autor de grande número de publicações e, em 1732, tornou-se superintendente dos *Jardins Du Roi* de Paris.

A eletricidade foi um dos assuntos mais estudados por Dufay. Ele desenvolveu estudos acerca da eletrização dos corpos, por atrito e por indução⁴, concluindo que todos os materiais poderiam ser eletrizados, exceto os metais, materiais considerados muito macios⁵ e líquidos. Pouco tempo depois, Dufay desenvolveu vários experimentos, concluindo que todos os corpos têm capacidade de se tornarem elétricos – após contato com algo que os excitasse. Porém, destacou que para que a eletrização tivesse êxito, era necessário cuidado no procedimento, de forma a amparar o objeto a ser eletrizado numa superfície espessa, que hoje reconhecemos por uma superfície isolada. O isolamento era, segundo Dufay, o fator preponderante para o sucesso da eletrização pretendida (HEILBRON, 1979; HANKINS, 2010). Esse procedimento acabou por ser denominado na época de “Regra de Dufay”.

O fato de as conclusões de Dufay, a respeito do modo de eletrização, receber status de regra, revela o destaque daquele trabalho na Europa. Como destacamos, Dufay fez parte de uma academia de grande prestígio, o que lhe conferiu status e maior acesso a outros estudiosos e instituições além de permitir que seus trabalhos fossem publicados tanto em francês quanto em inglês, implicando em grande visibilidade para suas obras. Por exemplo, na publicação de volume 38 da *Philosophical Transactions* da *Royal Society* (1733/1734), encontramos uma tradução para o inglês de uma carta⁶ de Dufay ao duque de Richmond. Essa carta contém um resumo de suas primeiras quatro memórias, publicadas anteriormente na *Histoire de L'Académie Royale des Sciences*, nas quais ele disserta sobre suas observações e conclusões acerca da eletricidade, discutindo também trabalhos anteriores, como o do inglês Stephen Gray (1666-1736).

Importante destacar que a comunicação de Dufay com outros cientistas foi um fator importante não apenas para divulgar seus trabalhos, mas também para desenvolver suas próprias pesquisas. Stephen Gray, em 1731, em uma de suas cartas a *Royal Society*, discutiu a possibilidade de eletrização da água (GRAY, 1731). Dufay tomou conhecimento dessa carta, afirmando que após conhecer as observações de Gray realizou novos estudos sobre eletrização que o levaram a concluir, como indicado por Gray, que líquidos também podiam ser eletrizados (DUFAY, 1733). Tomar conhecimento de trabalhos de filósofos naturais de outros locais e ter divulgação de trabalhos de forma rápida eram fatores fundamentais para que os estudiosos da época conquistassem reconhecimento acadêmico. Naquele contexto, as cartas trocadas

⁴ Os primeiros estudos da condução elétrica, anos antes, construíram evidências que levaram os filósofos naturais da época a defender a existência de um fluido elétrico (HANKINS, 2010).

⁵ Sobre “materiais macios”, Dufay se refere aos materiais que derretem quando aquecidos (BOSS; CALUZI, 2007).

⁶ Era prática comum enviar cartas com a descrição do seu trabalho para membros das grandes Academias, pois assim, o conteúdo poderia ser apresentado a demais membros e constar em suas publicações periódicas, o que garantiria grande visibilidade do trabalho.

entre os filósofos naturais eram importantes tanto para o conhecimento do trabalho de outro filósofo natural, quanto para a divulgação de seus próprios estudos. A participação em um núcleo acadêmico reconhecido era fundamental para que um filósofo participasse da rede de trocas de cartas de forma a ser beneficiado (HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER, 2013).

III. A “República das Letras” - divulgando e produzindo ciência na Europa do século XVIII

A utilização de troca de correspondências como forma de divulgação de trabalho científico foi algo com início nos séculos XVI e XVII. Nessa época, muitos estudiosos começaram a se utilizar de correspondências escritas, as cartas, para se manterem próximos uns dos outros. Essa prática possibilitou que a correspondência à distância se tornasse a chave para a subsistência no campo científico, processo intensificado consideravelmente pelos serviços postais estatais no final do século XVII (BROCKLISS, 2013). Assim, as cartas acabaram por constituir, no início do século XVIII, o principal meio de comunicação entre os que se dedicavam à construção do conhecimento científico (DASTON, 1991; GOODMAN, 1996). A prática de troca de correspondência entre estudiosos e interessados foi algo comum tanto nas áreas reconhecidas como ciências naturais, quanto nas áreas de humanas. A abrangência da prática foi de tal ordem, que o período acabou por constituir uma grande comunidade virtual, denominada “República das Letras”⁷ (GOODMAN, 1996; ALMÁSI, 2009).

Ao estudar todo o processo estabelecido de trocas de cartas, é possível afirmar que por detrás dessas trocas, existia um ideal de que os estudos comunicados deveriam estar a serviço da melhora da humanidade, da moralidade e da relação das pessoas com os aspectos materiais da vida. Os conteúdos das cartas não deveriam pautar-se em interesses próprios dos correspondentes. Dessa forma, os que participavam da troca de correspondências faziam parte de uma república virtuosa, sem fronteiras físicas, pautada na ética da reciprocidade, na qual se defendia que os seres humanos tinham o dever de se ajudar mutuamente, independente de quaisquer diferenças (DASTON, 1991; GOODMAN, 1996; BURKE, 2011).

Ao longo do século XVIII, a abrangência da “República das Letras” cresceu. Em fins do século XVIII, no auge da Revolução Francesa, essa grande comunidade virtual contava com pelo menos 30.000 membros em atividade, estando eles na Europa e nas colônias europeias (BROCKLISS, 2013). A maior parte desses membros integrava a elite influente da época, ou seja, eram príncipes, aristocratas, sacerdotes, advogados e doutores (médicos e não os cirurgiões, considerados na época como profissionais inferiores). Os componentes da “República das Letras” eram, quase em sua totalidade, homens com formação universitária ou, pelo menos, com uma boa educação clássica. Importante destacar, entretanto, que a Itália teve um

⁷ “A expressão *respublica litterarum* foi cunhada no século XV e permaneceu em uso regular desde a época de Erasmo, por volta de 1500, até o final do século XVIII” (BURKE, 2011, p1). Apesar de o termo datar do período mencionado, A República das Letras alcança seu auge se tornando algo mais “concreto”, apenas no final do século XVII e início do século XVIII (DASTON, 1991)

reconhecido grupo de mulheres e, no primeiro império Britânico, mercadores ou mesmo artesões e inventores, como foi o caso de Benjamin Franklin (1706-1790), participaram de forma não periférica da comunidade (BROCKLISS, 2013).

As atividades da “República das Letras”, nesse contexto, contavam também com a contribuição de centenas de participantes periféricos advindos de diversos segmentos sociais. Como exemplo, podemos mencionar a contribuição de camponeses quando coletavam itens, como antiguidades, plantas ou quaisquer outros objetos que despertassem interesse acadêmico. Os camponeses e outros cidadãos periféricos da “República das Letras”, no entanto, cobravam um preço para disponibilizar suas coleções e achados como objetos de estudo. Essa via de colaboração ilustra interesses pessoais articulados naquela comunidade que contrariam, de certa forma, os ideais de reciprocidade que eram destacados como importante pilar para a dinâmica do funcionamento da “República das Letras” (DASTON, 1991; BROCKLISS, 2013).

Além disso, existia uma hierarquia entre os membros que decorria do reconhecimento alcançado e de influências acadêmicas adquiridas. Assim, os integrantes da “República das Letras”, em sua maioria, não se contentavam em repousar nos níveis mais baixos da hierarquia, buscando alçar posições de destaque. Era sabido que ser reconhecido naquela estrutura possibilitava desfrutar de vantagens que não eram acessíveis a todos, tais como o acesso a maior quantidade de informações e objetos além de maior rapidez em receber respostas das cartas. Nesse sentido, alguns fatores como ter uma grande rede de correspondentes, receber visitas ilustres, ser afiliado a um grande número de academias e divulgar a ciência ajudavam consideravelmente o desenvolvimento do trabalho científico de um grupo social (BROCKLISS, 2013). Existia o ideal hasteado pela bandeira da República das Letras que se referia à igualdade e troca de conhecimento entre pares, no entanto, na prática, se mantinham os mestres, discípulos, aprendizes, patronos e clientes (BURKE, 2011).

Apesar de reconhecida, a hierarquia sofreu críticas de seus integrantes, como ilustrado na correspondência de Peter Collinson (1694-1768) para Carl Linnaeus (1707-1778). Collinson, um botânico com certo reconhecimento na época e que não se encontrava no topo da hierarquia da “República das Letras”, se referiu a Linnaeus como alguém que quebrara os princípios da reciprocidade. Em uma carta enviada a Linnaeus, em que tratava do envio de sementes a serem utilizadas por ele em experimentos, Collinson solicitou a seu correspondente o envio de livros que havia lhe prometido, mas que nunca chegaram até ele, escrevendo que é “Uma reclamação geral que o Dr. Linnaeus recebe tudo e nada retorna⁸” (COLLINSON, 1748, tradução nossa).

Alguns personagens, como Dufay, tinham uma rede de comunicação que facilmente atravessava as barreiras nacionais, permitindo que seu trabalho estivesse plenamente conecta-

⁸ Tradução livre dos autores do trecho “It is a General Complaint that Dr Linnaeus Receives All & Returns nothing. (Collinson 1748, in ARMSTRONG, Alan W. Forget Not Mee and My Garden. **American Philosophical Society**, 2002, p. 144).

do à rede acadêmica da época, seja por receber os resultados de pesquisas desenvolvidos por outras pessoas em outros locais, seja por rapidamente ver seus resultados divulgados e comentados⁹. Importante destacar que as ramificações de contatos tinham sua dinâmica alterada devido a fatores como a entrada de novos membros na comunidade ou interesses pessoais (BROCKLISS, 2013).

Apesar da complexidade da rede da “República das Letras”, adentrar na comunidade não era algo tão complicado quanto possa parecer à primeira vista. Para ser um membro correspondente, era importante saber latim, ter interesse por alguma área das ciências ou humanidades e conhecimento dos livros que fossem considerados mais relevantes sobre a área de interesse. Brockliss (2013) ressalta que não é fácil saber a motivação exata que levava novos membros a ingressar na “República das Letras”. Apesar disso, o autor argumenta que o interesse em adentrar nessa comunidade virtual surgia no período em que o candidato estava se formando nas Universidades e/ou pelo contato com outros membros, isto porque a maioria das instituições de ensino possuía ao menos um integrante da “República das Letras” (BROCKLISS, 2013).

Para aqueles os quais as Universidades não abriam as portas, como no caso das mulheres, buscar conhecimento acadêmico fora das instituições de ensino, através do contato com membros da República das Letras, era uma alternativa viável. Alguns membros acabavam por acolher pessoas que estariam naturalmente fora da comunidade. Por exemplo, Gaetano Tacconi (1689-1782), professor da Universidade de Bolonha, membro da Academia de Ciências da mesma cidade e médico da família de Laura Bassi (1711-1788), ao perceber as habilidades intelectuais da jovem, começou a lhe ensinar lógica, metafísica e alguns elementos de ciências tais como o *Opticks* do Newton. Laura, aos 20 anos e após 7 anos de aulas com Tacconi, defendeu suas teses e recebeu o título de doutora em filosofia – algo que se transformou em um grande evento na cidade por se tratar de uma mulher e da mesma não ser nobre. Laura no mesmo ano que recebeu o título de doutora, tornou-se professora na Universidade de Bolonha e membro da academia daquela cidade (FRIZE, 2013). Alguns anos depois, Laura e seu marido, Guiseppe Veratti, desenvolveram diversos estudos experimentais acerca de efeitos elétricos sobre a fisiologia animal que foram conhecidos por Luigi Galvani (1737-1798) e Alessandro Volta (1745-1827), tendo inclusive este último se correspondido com Laura Bassi (FRIZE, 2013).

O estabelecimento da correspondência de cartas, apesar de contribuir para a circulação do conhecimento, não impedia que alguns personagens integrantes da “República das Letras” se situassem na periferia, visto que diferenças nas condições de carreira e culturas acadêmicas entre países interferiam no trabalho desenvolvido (HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER, 2013). Uma coisa era possuir os contatos das cartas, outra era ter acesso real a todas as correspondências e conseguir com que pessoas consideradas importantes lessem as

⁹ Uma pesquisa em desenvolvimento que visa a mapear a rede de correspondências de alguns membros da *Republic of Letters* pode ser encontrada em <<http://republicofletters.stanford.edu/>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

suas correspondências. Os líderes da “República das Letras” não se tornavam patronos de alguém sem bons motivos. Para ascender dentro da “comunidade virtual, era necessária alguma mercadoria de troca como: livros, sementes, moedas, artefatos ou instrumentos” (BROCKLISS, 2013). Assim, muitos iniciantes podiam acabar se tornando uma espécie de servos nessa estrutura. Uma saída para a independência em relação a um patrono era buscar aprovação institucional através das academias e sociedades ou participar das competições promovidas no intuito de oferecer glória aos que se destacassem.

No século XVIII, as academias podem ser percebidas como uma forma institucional da “República das Letras” (GOODMAN, 1996; HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER, 2013). Dufay, como membro efetivo da Academia de Ciências de Paris, não era alguém que se estabelecia na periferia da “República das Letras”. Dessa forma, não apenas ele tinha acesso às correspondências, como suas cartas atingiam grande público e, como vimos, eram publicadas em diferentes línguas.

IV. Outras formas de divulgação

Apesar da importância e abrangência das cartas como forma de divulgação da ciência produzida no século XVIII, as publicações impressas ganharam espaço nesse contexto (FIERING, 1976; BURKE, 2011). No caso desse tipo de publicação, é importante considerar o surgimento de uma nova classe profissional: os editores (MCCLELLAN, 2003).

Os editores comerciais, em geral, apenas se interessavam por obras históricas ou livros excitantes. Obras científicas para serem publicadas comercialmente tinham que estar relacionadas a temas considerados moda e com perspectiva de bom lucro, tal como a botânica e, a partir de meados do século XVIII, a eletricidade. Assim, as publicações impressas pelas academias científicas eram opções para publicações não enquadradas nesse padrão. As academias publicavam trabalhos de autores com reconhecimento e outros sem reconhecimento da comunidade acadêmica. Para esses últimos, ter um artigo publicado por uma academia era a possibilidade de obter reconhecimento e conseguir posições de destaque no mundo acadêmico. As competições patrocinadas pelas academias eram caminhos para que desconhecidos, estrangeiros ou não, conseguissem publicar seus trabalhos (DASTON, 1991; BROCKLISS, 2013). Importante destacar que as academias e as sociedades que conquistassem reconhecimento oficial recebiam recursos do governo para publicação de trabalhos considerados sérios. No entanto, o limite dos recursos, muitas vezes, fazia com que os autores arcassem com parte das despesas de suas próprias publicações. A partir da segunda metade do século XVIII, aumentaram os investimentos e as possibilidades de imprimir os trabalhos sem a necessidade de dispor de recursos financeiros próprios. Assim como os livros, os periódicos tinham os editores como os intermediários entre a obra e a publicação. Dessa maneira, o editor foi um importante agente social a compor as práticas científicas daquele contexto (HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER, 2013).

Os editores acabavam por deter o poder de decidir se um trabalho seria ou não publicado, de forma que nem todos os que possuíam um bom trabalho conseguiam uma publicação impressa. Nesse processo, provavelmente, muito material se perdeu e interesses se confundiram. E apesar de as academias possibilitarem ascensão social sem gastos exorbitantes, os estudiosos marginalizados continuavam a precisar, necessariamente, de um patrono como intermediador (BROCKLISS, 2013; FRIZE, 2013). Na segunda metade do século XVIII, as publicações periódicas começaram a padronizar critérios para a atividade científica, o que concedeu às instituições e pessoas que estavam à frente da organização do que seria publicado, certo controle sobre tal atividade (DASTON, 1991; BROCKLISS, 2013).

No contexto em que Dufay trabalhou, as sociedades, as academias e a “República das Letras” foram os vetores fundamentais do conhecimento. Pertencer a essas comunidades era fundamental para o reconhecimento do trabalho, cuja produção ocorria cada vez mais descentralizada das Universidades (ROBERTS, 1999; HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER, 2013).

V. A caminho da Garrafa de Leiden

No contexto de desenvolvimento dos estudos de eletricidade na primeira metade do século XVIII, é importante dar atenção ao contexto da Holanda. A Holanda, naquela época, representava o caminho de conexão com a Inglaterra e o restante da Europa, tanto comercialmente e artisticamente, quanto na produção de conhecimento acadêmico. “Ser holandês naquele cenário significava não só estar engajado em um complexo conjunto de práticas culturalmente distintas, mas servir aos fornecedores do conhecimento nascido no estrangeiro...”¹⁰ (ROBERTS, 1999, tradução nossa).

Desde o século XVII, a Holanda teve grande destaque no mundo da ciência, e, em particular, no da ciência experimental. No final do século XVII e início do XVIII, as Universidades de Pádua e Leiden firmaram uma parceria que fez com que esses dois espaços dominassem os estudos de anatomia na Europa por uns 50 anos (DONATO, 2013). Com a parceria, os teatros de anatomia holandesa seguiram a arquitetura que havia sido desenvolvida anteriormente em Pádua. Nos anfiteatros holandeses, havia constantemente sessões de apresentação de anatomia que envolviam dissecações de cadáveres humanos. Devido ao grande número de interessados, os lugares para essas sessões eram vendidos antecipadamente. A disposição dos lugares se dava de acordo com a classe social e importância das pessoas que os ocupavam. Uma das justificativas para o grande interesse pelas sessões seria a afinidade entre as apresentações e as execuções dos criminosos, cujos cadáveres eram utilizados para as dissecações, visto que segundo a crença popular da época, pedaços de corpos de criminosos tinham propriedades de cura. Deve-se ainda destacar que, naquele contexto, observar o ser humano

¹⁰ Tradução livre dos autores do trecho “To be Dutch according to this scenario meant not so much to engage in a complex set of culturally distinct practices, but to serve as purveyors of foreign-born knowledge [...]” (ROBERTS, 1999, p. 351).

na forma mais visceral era considerado um caminho capaz de desvelar o trabalho magnífico de Deus (ROBERTS, 1999).

Não só na área da anatomia a Universidade de Leiden se destacou. A universidade, em 1669, começou a adquirir uma grande quantidade de instrumentos destinados a experimentos científicos em química e física. Nesse período, foi concedido ao professor Carolus Dematius o direito de incorporar aulas de física experimental aos cursos dados no laboratório de química. Burchard De Volder (1643-1709), que também havia adquirido permissão de incorporar nos seus cursos de filosofia natural, aulas de física experimental, visitou a Royal Society de Londres e, encantado com o trabalho experimental da instituição, retornou à Leiden em 1674 e peticionou aos curadores da Universidade uma permissão para ali instituir um curso de física experimental. Assim, no ano seguinte, recursos foram disponibilizados para a aquisição de instrumentos e de uma casa, que convertida em auditório, foi destinada ao estudo da disciplina (RUESTOW, 1973). Para De Volder, o ensino experimental tornaria mais fácil e mais claro o estudo da física, servindo ao propósito de entreter e disciplinar estudantes. Dessa maneira, a física experimental passou a compor a grade dos cursos da faculdade de filosofia nos quais, tradicionalmente, os estudantes adquiriam sua primeira graduação¹¹. Nesse contexto, nasceu o teatro de física de Leiden, que, de maneira análoga aos teatros de anatomia, era um local de demonstrações e exibição (ROBERTS, 1999).

Willem Jacobs Gravesande (1688-1742), professor de física experimental em Leiden, não encontrou dificuldades em ter equipamentos adequados para suas aulas e trabalhos. Desde a época em que De Volder introduzira aulas de filosofia natural com o aporte de experimentos em Leiden, era fácil encontrar fabricantes de instrumentos relacionados às práticas científicas (VAN BERKEL; VAN HELDEN; PALM, 1999). Oficinas, como as dos Musschenbroek, fabricavam diversos instrumentos, principalmente ópticos e médicos. Esses instrumentos eram comercializados não apenas na Holanda, mas também na Alemanha, Itália e Suécia.

Em 1721, Gravesande publicou, em latim, o livro intitulado “Os princípios matemáticos da Física confirmados por experimento ou Introdução à Filosofia Newtoniana” (*Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, sive introductio ad philosophiam newtoniana*). O livro, que foi traduzido para o holandês em 1743, vinculava-se à tradição newtoniana. Naquele contexto, Gravesande defendia que os experimentos deveriam ser desenvolvidos de forma a não enganar os observadores. Assim, argumentava que todo trabalho experimental deveria ser desenvolvido evidenciando o que fora observado, de forma que todos pudessem compreendê-lo. Gravesande teve um papel de destaque na Universidade de Leiden, tendo seus preceitos sido defendidos pelo fisiologista Albrecht Von Haller, também professor daquela universidade por um tempo (DE ANGELIS, 2013).

Na primeira metade do século XVIII, a física experimental na Universidade de Leiden teve grande destaque pedagógico, atraindo muitos estudantes e trazendo glória para a ins-

¹¹ A primeira graduação era uma espécie de ciclo básico, anterior ao curso de graduação almejado.

tituição. Nesse período, ter uma coleção de instrumentos era algo considerado importante para manter o status de uma Universidade. Em 1742, ano que Gravesande morreu, a Universidade de Leiden tinha a melhor coleção de instrumentos da Europa, contando com bombas de vácuo, máquinas a vapor e máquinas eletrostáticas. O papel de destaque da Universidade de Leiden durou por vários anos nas mãos dos que sucederam Gravesande. Todavia, muitas instituições, seguindo a tendência experimental, começaram a investir muito em seu instrumental e, pelo fato da Holanda perder prestígio comercial ao longo do século XVIII, os investimentos na Universidade de Leiden não acompanharam os de outras universidades europeias, fazendo com que no final deste século a instituição não tivesse uma posição de superioridade como antes (ROBERTS, 1999).

Na primeira metade do século XVIII, na Europa, a física experimental não se restringia aos limites da Universidade. Petrus Van Musschenbroek (1692-1761), em sua obra *Princípios da Física, Descritos em serviço de meus compatriotas (Beginselen der Natuurkunde, Beschreven ten dienste der Landgenooten)* (1736), destacou que o número de pessoas interessadas em ciências naquele momento era muito grande e que nunca antes tantas pessoas haviam se interessado por ciências. Naquele contexto, aumentava o número de aulas de física experimental oferecidas fora das Universidades para pessoas leigas interessadas. Para muitas dessas pessoas, adquirir o conhecimento científico não era visto como obrigação ou dever, mas como objeto de prazer, negócios e trabalhos manuais (ROBERTS, 1999).

Gabriel Fahrenheit, no final da década de 1710, se dedicava à construção de equipamentos para serem utilizados em cursos que oferecia fora das Universidades. Ele oferecia muitos cursos aos Menonitas (uma comunidade Cristã), cujos integrantes dedicavam-se ao comércio e se mostravam cada vez mais interessados nos estudos sobre a natureza. Esse tipo de empreitada contribuiu de forma significativa para a divulgação científica fora do ambiente das Universidades¹². Alguns anos depois do início da empreitada de Fahrenheit, John Theophilus Desaguliers (1683-1744) ministrou em Haia e Roterdã cursos de física experimental em inglês e francês. Nesses cursos, voltados a um público sem grande conhecimento de matemática, ele dispôs de uma grande variedade de equipamentos, fazendo apresentações de fenômenos através de experimentos (ROBERTS, 1999). Esse viés experimental teve sucesso nas Universidades e nos outros espaços de ensino, mostrando-se eficiente no sentido de cativar o público, incentivando o desenvolvimento de muitos cursos experimentais e alterando a estrutura de cursos já ministrados, como ocorreu com as aulas particulares ofertadas por Benjamim Bosma em Amsterdã, que só começaram a cativar um público maior a partir do mo-

¹² A relação entre as Universidades e comunidades, como a dos *Menonitas*, não foi muito cordial. Por exemplo, De Volder, teve que renunciar quaisquer ligações com os *Menonitas* para alcançar uma posição na Universidade de Leiden. Já Benjamim Bosma, que oferecia aulas particulares na cidade de Franeker, teve que se mudar para Amsterdã, pois a Universidade de Franeker, na qual ele se formara, começou a exigir licença para o exercício de aulas particulares. Em Amsterdã, as restrições ao exercício de aulas particulares era menor e Bosma exerceu a função com menos empecilhos, tendo por alunos médicos, amadores de ciência, mercadores. Ele, inclusive, deu aulas para membros da comunidade dos *Menonitas*.

mento em que Bosma alterou os objetivos principais de seus cursos de lógica, metafísica e matemática para maior ênfase na física experimental.

Os novos espaços de ensino significaram também novas formas de comunicar o conhecimento. Nesse contexto, a língua francesa, por conta do prestígio da *Académie des Sciences* e, em menor medida, a língua inglesa, por conta da Royal Society, começaram a permear as novas condições de troca científica. A ampla divulgação do conhecimento para um público cada vez mais variado demandava conhecimento de diferentes idiomas, não mais se limitando ao Latim¹³. Nesse contexto, as publicações dos trabalhos de Dufay em língua francesa e inglesa contribuíram, como já destacamos, para o alcance em larga escala da reconhecida “Regra de Dufay”.

Nos estudos de eletricidade, um nome a ser destacado é o de Petrus Van Musschenbroek, filho e irmão dos donos da oficina dos Musschenbroek. Em 1717, dois anos após ter se graduado em medicina em Leiden, ele viajou para Inglaterra, onde conheceu Isaac Newton (1643-1727) e seu discípulo Desaguliers, cujas palestras públicas, baseadas na experimentação, contribuíram muito para a divulgação do trabalho de Newton. A Inglaterra mantinha relação comercial com a Holanda e era um centro de produção científica considerado importante. Isso estimulava viagens como a de Musschenbroek, que não eram incomuns naquele contexto. Em 1739, Musschenbroek retornou a Leiden, passando a ensinar na Universidade com o amigo Gravesande. Quando Gravesande morreu, em 1742, Musschenbroek continuou seu trabalho na promoção da física em uma concepção newtoniana (GASCOIGNE, 2008).

Enquanto Petrus Van Musschenbroek estava na Inglaterra, Ewald Jürgen Von Kleist (1700-1748), filho de um oficial prussiano e regente de uma catedral em Kammin, estudou em Leiden, onde desenvolveu um interesse muito grande pela filosofia experimental. Anos depois de sua estada na Holanda, Kleist construiu uma máquina eletrostática e repetiu diversos experimentos que eram comercializados por Johan Gottlob Krüger (1715-1759) e Johan Heinrich Winkler (1703-1770), importantes divulgadores e comerciantes de instrumentos científicos na Alemanha. A maior parte desses experimentos relacionava-se a estudos de eletricidade, sendo um dos principais objetivos de Kleist com essas reproduções, ampliar as faíscas produzidas por máquinas eletrostáticas, cujos efeitos ele acreditava que se intensificariam com o aumento da massa do corpo eletrificado (HEILBRON, 1979).

Georg Matthias Bose (1710-1761), professor na Universidade de Wittemberg, propôs em 1737 uma montagem experimental para extrair “fogo elétrico” de recipientes de vidro, preenchidos com água. Esse experimento, que se tornou amplamente conhecido pelo nome de *beatification*, ou também “fogos de artifício de Bose”, gerou controvérsias naquele período pela dificuldade encontrada em sua reprodução, como pode ser observado na carta que William Watson escreveu à *Royal Society*, intitulada “Uma carta do Senhor William Watson, para a

¹³ Como o caso de Leeuwenhoek que, não tendo formação “adequada”, envia suas observações, escritas em holandês, para a Royal Society. Apesar deste assunto ter ficado de lado por um tempo, a Royal Society enviou uma comissão para avaliar a veracidade das informações e as tomaram como de grande valia.

Royal Society, declarando que ele como muitos outros não estavam sendo aptos a fazer os odores passarem através dos vidros por meio de Eletricidade; e atribuindo grande consideração ao professor Bose de Wittemberg e seu experimento de Beatificação, ou Causando o aparecimento de luminosidade em torno a cabeça de um homem pela eletricidade” (*A Letter from Mr. William Watson, F. R. S. to the Royal Society, Declaring That He as Well as Many Others Have Not Been Able to Make Odours Pass thro' Glass by means of Electricity; And Giving a Particular Account of Professor Bose at Wittemberg His Experiment of Beatification, or Causing a Glory to Appear Round a Man's Head by Electricity*) (WATSON, 1749).

Apesar das dificuldades apresentadas, o experimento de Bose levou muitos estudiosos a investigar possibilidades de armazenar eletricidade em recipientes de vidro. Kleist e Musschenbroek foram filósofos naturais que se dedicaram ao tema. Por exemplo, em uma montagem experimental, Kleist ligou um fio condutor de uma máquina eletrostática a um vaso de vidro preenchido com água e colocou a máquina para funcionar¹⁴. Sua intenção era transmitir eletricidade da máquina ao recipiente e armazená-la neste. Nesse processo, Kleist, como um estudioso de eletricidade daquele contexto, considerou a regra de Dufay e isolou cuidadosamente o recipiente que continha a água. Como esse procedimento, Kleist não observou nenhum efeito de armazenamento pretendido (HEILBRON, 1979; HANKINS, 2010).

Kleist, continuando seus trabalhos, tentou demonstrar que faíscas brilhantes poderiam saltar espontaneamente de um pedaço de madeira tornado elétrico. Ele obteve êxito, substituindo o recipiente com água por um carretel de madeira e prendendo nele um prego de maneira a retirar faíscas dele e do carretel alternadamente. Esse aparato foi, segundo a descrição de Kleist em uma carta a Kruger, colocado em contato com uma máquina eletrostática de modo a eletrizar o aparato. Após remover o aparato da máquina eletrostática, Kleist conseguiu dar cerca de seis passos antes que as faíscas geradas devido a eletrização se extinguissem, demonstrando, segundo ele, ter conseguido armazenar eletricidade. Nesse procedimento, Kleist observou algo que o surpreendera: o efeito ocorria somente quando o aparato se encontrava em sua mão e, portanto, não isolado, ou seja, contrário ao que se esperava ocorrer a partir da “regra de Dufay” (HEILBRON, 1979).

Petrus Van Musschenbroek junto com Jean Nicolas Sébastien Allamand (1713-1787), de forma independente a Kleist, também desenvolveu experimentos para armazenar eletricidade. Como estudiosos de eletricidade da época, eles se basearam na “regra de Dufay” e não conseguiram resultados positivos. Entretanto, o amigo de Musschenbroek, Andreas Cunaeus, que visitava constantemente seu laboratório, apesar de não ser um especialista em eletricidade, decidiu refazer o experimento relatado para armazenar eletricidade. Todavia, por desconhecer fundamentos dos estudos de eletricidade aceitos na época, como a “regra de Dufay”, ele não seguiu, na reprodução, as orientações de isolar o recipiente onde seria armazenada a eletricidade no momento da eletrização. Dessa forma, ele procedeu a eletrização da gar-

¹⁴ Que era um jeito conveniente para aumentar a massa não elétrica. Esse ponto era uma hipótese de Kleist sobre a relação da massa e a intensidade da fagulha elétrica gerada.

rafa de vidro segurando-a em sua mão e com isso, a montagem experimental baseada nos fogos de artifício de Bose teve sucesso (HEILBRON, 1979).

Os experimentos desenvolvidos por Kleist, Musschenbroek e Allamand colocam-nos uma questão: quem foi o primeiro a construir o primeiro condensador?

VI. Afinal, de quem é a garrafa? Colocando datas sobre a mesa

As trocas de cartas tiveram papel preponderante no desenvolvimento do primeiro condensador, hoje conhecido por Garrafa de Leiden. O primeiro experimento desenvolvido por Kleist foi realizado em 11 de outubro de 1745, mas parece que Kleist não considerou os resultados como algo muito significativo, visto que ele só veio a reportá-los em 4 de novembro do mesmo ano, em uma carta a Johannes Nathaniel Lieberkühn (1711-1756), membro da Academia de Ciências de Berlim, que lhe respondeu atribuindo ao experimento o status de notável.

Em 28 de novembro, após receber a resposta de Lieberkühn, Kleist escreveu para Paul Swietlicke de Danzige, e, em dezembro, para Krüger, descrevendo o experimento realizado. Um fator a ser considerado nos desdobramentos seguintes é que, com exceção de Daniel Gralath (1708-1767), nenhum dos proeminentes eletricitistas que tomou conhecimento do experimento através da descrição de Kleist conseguiu reproduzi-lo de forma a observar os efeitos mencionados. E mesmo Gralath só observou os efeitos mencionados por Kleist após receber informações adicionais dos procedimentos então realizados (PRIESTLEY, 1769). Após alcançar os resultados almejados, Gralath seguiu seus testes eletrocutando besouros, minhocas e pequenos pássaros (TURKEL, 2013).

Importante aqui destacar que Cunaeus, logo após a realização do experimento com a garrafa de água, reportou suas observações a Musschenbroek e seu colega Allamand e estes imediatamente procederam a repetição dos procedimentos relatados por Cunaeus. Musschenbroek descreveu a seu correspondente na Academia de Paris, René Antoine Ferchault de Réaumur (1757-1783), em 20 de janeiro de 1746, todos os procedimentos detalhados para a execução do experimento, afirmando que o efeito provocou-lhe dor tão intensa que nada o faria repeti-lo. Diferente da descrição de Kleist, Petrus Musschenbroek detalhou minuciosamente o procedimento, o que tornou seu experimento possível de ser reproduzido por qualquer um que tivesse coragem, conforme declara em carta a Réaumur (MANGIN, 1866; HEILBRON, 1979). De fato, diversas pessoas interessadas no tema reproduziram o experimento, o que gerou relatos das mais variadas consequências, tais como sangramentos nasais, convulsões e dores (PRIESTLEY, 1769; HEILBRON, 1979). Jean-Antoine Nollet (1700-1770), ao ter acesso à carta de Musschenbroek, repetiu o experimento antes mesmo de adquirir o vidro alemão que o físico holandês pensava ser indispensável para o sucesso do procedimento. Nollet obteve sucesso na reprodução e o relatou em carta publicada, em abril de 1746, na Academia de Paris (MANGIN, 1866; HEILBRON, 1979).

Das informações levantadas até então, podemos tirar algumas conclusões sobre a primeira construção exitosa da garrafa de Leiden. Primeiro, Musschenbroek e Kleist tinham alguns pressupostos em comum. Ambos tiveram sua formação vinculada de alguma forma a estudos na Universidade de Leiden (Musschenbroek mais do que Kleist) e devido à estrutura de comunicação construída no século XVIII, os dois conheciam os trabalhos de Dufay, Bose e Andreas Gordon.

Outra questão é a divulgação dos experimentos que eles realizaram. Musschenbroek, ao se comunicar com Réaumur, além de enviar seus resultados para França, que tinha maior destaque na divulgação do conhecimento no período em questão, fez uma descrição minuciosa do procedimento e, principalmente do fato que causaria maior estranhamento: o aterramento da garrafa (MANGIN, 1866). Em contrapartida, Kleist, ao enviar seus resultados a Lieberkühn em Berlin, indicou apenas que a garrafa deveria ser segurada quando carregada, mas não discutiu a questão do aterramento, o que dificultou o processo de replicação e divulgação. Por fim, o aparato construído foi eternizado como “Garrafa de Leiden”, levando a referência para Holanda (PRIESTLEY, 1769).

VII. Afinal, de quem é a garrafa? Colocando datas sobre a mesa - parte 2

Quando recorremos à História da Ciência, muitas vezes a figura de Kleist é apenas reconhecida pela construção do primeiro condensador elétrico. Seu trabalho datado do final de 1745 teria vindo poucos meses antes da divulgação dos resultados de Musschenbroek no início de 1746. Todavia, existe uma questão a ser discutida em relação a essas datas. Apesar de muitos autores delegarem a autoria da Garrafa de Leiden a Kleist (PRIESTLEY, 1769; HEILBRON, 1979; VAN BERKEL; VAN HELDEN; PALM, 1999; ANDERS, 2008; HANKINS, 2010), existe um registro que pretende argumentar o contrário: uma carta de Mr. Trembley à *Royal Society* (TREMBLEY, 1746). Se consultarmos o arquivo virtual da *Royal Society*¹⁵, encontramos o que seria um registro baseado na carta original, e nela consta “Haia, 4 de fevereiro de 1745 N. S.¹⁶”, que seria um período de cerca de 8 meses anterior ao primeiro comunicado de Kleist.

E o que teria nesta carta de controverso? Apesar de Trembley desenvolver trabalhos relacionados à biologia, este documento se refere a um experimento realizado por Allamand e Musschenbroek que versava sobre um tubo de vidro contendo mercúrio que, quando tornado elétrico por atrito, emitia luz. No entanto, o que torna a carta mais interessante para nós, são os últimos parágrafos, nos quais Mr. Trembley descreveu o seguinte procedimento:

¹⁵ <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/>>.

¹⁶ N. S significa New Style e se relaciona com a adequação de datas pela adoção por parte da Grã-Bretanha, do calendário Gregoriano.

Existe um experimento que o Sr. Allamand tentou; Ele eletrificou um tubo fino por meios de um Globo de vidro; ele segurou, em sua mão esquerda, um recipiente de vidro cheio de água, no qual estava inserido a ponta de um fio; a outra ponta deste tocava o tubo eletrificado; Ele então tocou com dedo de sua mão direita o tubo eletrificado e atraiu uma centelha do tubo, quando no mesmo instante ele sentiu o mais violento choque sobre todo o seu corpo (TREMBLEY, 1746, p. 59)¹⁷.

Musschenbroek teria repetido o experimento e, também, relatado uma terrível dor (TREMBLEY, 1746). Se a data que consta nos arquivos da *Royal Society* for correta, significa que a carta de Mr. Trembley foi enviada ao então presidente da instituição, Martin Folkes, em 04 de fevereiro de 1745, mas a leitura ocorreu apenas um ano depois (13 de fevereiro de 1746). Essa informação nos direcionaria a inferir a autoria da Garrafa de Leiden à dupla Allamand e Musschenbroek, mesmo que nenhum dos dois tenham reclamado qualquer autoria (DORSMAN, CROMMELIN, 1957).

Segundo Dorsman e Crommelin (1957), em sua pesquisa em torno do assunto, ocorreu-lhes que essa data – 04/02/1745 – poderia ser uma impressão errada, e o correto seria 04 de fevereiro de 1746. Porém, os pesquisadores enviaram uma carta a *Royal Society* e receberam a resposta de que em seus arquivos o registro que possuem [que parece não mais ser a carta original] consta “Haia, 4 de fevereiro de 1745”. Segundo Dorsman e Crommelin (1957), a possibilidade de um erro está fora de questão, assim, os autores sugerem que, possivelmente, por Mr. Trembley não ser um filósofo natural de grande reputação na época, sua carta teria sido deixada de lado. Assim, a carta teria sido recebida em 4 de fevereiro de 1745, mas lida e impressa a partir da original, somente um ano depois¹⁸. Dentro da conjuntura discutida neste trabalho, as hipóteses de Dorsman e Crommelin fazem sentido relembrando que ser reconhecido na comunidade científica era determinante na prioridade da leitura das cartas nas academias do século XVIII.

Todavia, a possibilidade de a carta não conter um erro de impressão é também discutida por Heilbron (1979), que argumenta que seria incompreensível Musschenbroek ou Allamand não contestarem a autoria do experimento, dada a importância do mesmo. Heilbron defende um possível erro por parte do editor da *Royal Society*, provavelmente pela alteração do calendário na Grã-Bretanha. Até 1752, antes da adoção do calendário gregoriano, o ano legal inglês começava em março, ou seja, seu calendário estava “atrasado” em comparação aos que já haviam feito a mudança, como no caso da Alemanha.

Sobre a referida controvérsia, entendemos que o mais importante não é a primazia sobre o experimento, mas sim as questões envolvidas naquele contexto. Por exemplo, o fato

¹⁷ Tradução livre dos autores do original “There is an Experiment that Mr. s’ Allamand has tried; He electrify’d a tin Tube, by means of a glass Globe; he then took in his left Hand a Glass full of Water, in which was dipped the End of a Wire; the other End of this Wire touched the electrified tin Tube: He then touch’d, with a Finger of his right Hand, the electrified Tube, and drew a Spark from it, when at the same instant he felt a most violent Shock all over his Body” (TREMBLEY, 1746, p. 59).

¹⁸ Grandes atrasos nas publicações por parte das academias era algo recorrente.

dos autores basearem-se na “regra de Dufay” e isso dificultar a obtenção dos resultados é algo a ser destacado em relação a esse episódio histórico, junto a isso é importante considerar que o sucesso do experimento não derrubou a “regra de Dufay”. O experimento foi reproduzido com sucesso e muito divulgado, sendo a garrafa de Leiden amplamente usada pelos que trabalhavam com eletricidade na época. Porém isso não implicou numa explicação do porquê de a necessidade de aterramento para o aparato funcionar. Outras considerações relevantes recaem sobre o reconhecimento acadêmico dos envolvidos na construção da garrafa de Leiden e as redes de divulgação do conhecimento científico nas quais cada um daqueles personagens se encontrava, o que possibilitou com que eles tomassem contato com outros trabalhos e divulgassem os seus. É importante ressaltar, também, o fato de ambos terem tido formação em física experimental em um centro de ponta, a Universidade de Leiden.

VIII. Considerações finais

O estudo desenvolvido e apresentado a respeito do processo de construção da Garrafa de Leiden ressalta elementos desse episódio que possibilitam a construção de trabalhos em sala de aula, nos quais seja considerada a complexidade do processo de construção das ciências.

O primeiro ponto a ser destacado é que o estudo do desenvolvimento do artefato considerado permite promover discussões importantes sobre as ciências, destacando o caráter temporal das práticas científicas. Naquele contexto, a participação de Dufay na comunidade científica, como integrante da academia de Ciências de Paris e pessoa considerada importante na República das Letras, foi fundamental para que suas conclusões, como, por exemplo, a Regra de Dufay, se estabelecessem e indicassem caminhos a serem seguidos em experimentos da época, como os que procuravam armazenar eletricidade. Entretanto, a prática científica da troca de cartas, muito relevante naquele contexto, não é mais um fator a ser considerado na ciência atual. Da mesma forma que as academias de ciência possuem hoje outro valor acadêmico. Assim, é possível destacar mudanças nas formas de circulação de conhecimento entre aquela época e hoje, destacando com os estudantes o caráter dinâmico do processo de construção da ciência.

Ainda em relação à circulação de conhecimento, é possível discutir em sala de aula que tanto os relacionamentos entre os considerados periféricos e não periféricos da ciência, quanto o posicionamento de um estudioso na “hierarquia” acadêmica são aspectos essenciais para o desenvolvimento científico. Dessa forma, é possível problematizar com os estudantes o não protagonismo de alguns atores sociais no contexto da garrafa de Leiden, como as mulheres. No caminho dessa problematização, o exemplo de Dufay é significativo, visto que ele ingressou na Academia de Ciências de Paris mesmo sem ainda ter autoria de um trabalho científico. Além disso, a entrada nessa instituição foi fundamental para que seus trabalhos alcançassem ampla visibilidade em um curto período de tempo, tornando-se leitura obrigatória para todos aqueles que se dedicavam a estudar eletricidade. Nessa linha, podemos destacar

com os estudantes, ainda, como a divulgação da garrafa de Leiden se construiu de forma mais efetiva a partir do contexto específico de Petrus Van Musschenbroek, em contrapartida ao de Kleist, o que leva a muitos estudiosos a delegar a construção do aparato a Musschenbroek.

A formação acadêmica dos protagonistas da construção da garrafa de Leiden é um ponto também relevante. Tanto Kleist quanto Musschenbroek, durante suas formações acadêmicas, estiveram em um centro de formação importante à época: a Universidade de Leiden.

No trabalho com essa temática em sala de aula é importante destacar que a Garrafa de Leiden trouxe muitas questões à época, pois todo o conhecimento que se encontrava legitimado acerca da eletricidade até então, não dava conta de explicar porque era necessário o aterramento para o funcionamento do aparato. Por exemplo, Musschenbroek na referida carta para Réaumur afirmou que, após a garrafa de Leiden, ele não era mais capaz de entender nem explicar nada sobre eletricidade (MANGIN, 1866; HEILBRON, 1979). Apesar do desconforto, o aparato respondeu a questões da época, como a procura de armazenamento de eletricidade, o que fez com que o mesmo fosse amplamente utilizado, trazendo assim, novas possibilidades experimentais para o campo da eletricidade naquele contexto.

O estudo aqui apresentado nos permite afirmar que em torno à construção da Garrafa de Leiden gira toda uma discussão acerca de práticas constituintes da cultura científica no período. Práticas essas que se mostram fundamentais para compreender o episódio destacado de maneira mais completa.

Defendemos, então, que na discussão do episódio é fundamental ressaltar as práticas “extralaboratoriais” e, assim, criar em sala de aula um espaço capaz de fomentar a reflexão sobre diversos temas que estruturam a construção do saber científico. Nesse sentido, destacar relações de temporalidade, localidade e contexto tem implicações complexas que não podem se sustentar com uma análise restrita aos conceitos físicos, mas que também não prescindem destes. Assim, sugere-se que a História Cultural da Ciência, por se debruçar sobre as práticas que permeiam o contexto estudado e colocar tais práticas como inseparáveis ao que ocorre nos laboratórios, constitui um caminho interessante aos professores de Ciências que consideram fundamental a construção de discussões “sobre a Ciência”, sem que análises simplistas sejam abordadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq o apoio à pesquisa. Agradecemos aos companheiros do NIEHCC pela leitura crítica e aos árbitros pelas sugestões fundamentais para a versão final desse material.

Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, M; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: CONFERENCIA LATINO AMERICANA DEL INTERNACIONAL, III, History e Philosophy of Science Teaching Group IHPST- LA, 2014.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALMÁSI, Gábor. **The uses of humanism**: Johannes Sambucus (1531-1584), Andreas Dudith (1533-1589), and the republic of letters in East Central Europe. Brill, v. 185, 2009.

ANDERS, A. **Catholic Arcs**. New York: Springer, 2008.

ARRUDA, S. M.; VILLANI A. Sobre as origens da relatividade especial: relações entre quanta e relatividade em 1905. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 32-47, abr. 1996.

BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. The role of historical-philosophical controversies in teaching sciences: The debate between biot and ampere. **Science & Education**, v. 21, n. 6, p. 921-934, 2012.

BROCKLISS, L. Starting-out, Getting-on and Becoming Famous in the Eighteenth-Century Republic of Letters Background. In: HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER (Org.) **Scholars in Action**: the practice of knowledge and the figure of the Savant in the 18th Century. Ed. Brill, 2013. p. 71-100.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento 2**: da Enciclopédia à Wikipédia. Zahar, 2008.

BURKE P. A República das Letras Europeia, 1500-2000. **Estudos Avançados**, v. 25 n. 72, p. 277-288, 2011.

COLLINSON, P. To Carl Linnaeus 1748. In: ARMSTRONG, A. W. Forget not me and my garden. **American Philosophical Society**, Philadelphia 2002, p. 144.

DASTON, L. The ideal and reality of the Republic of Letters in the Enlightenment. **Science in context**, v. 4, n. 2, p. 367-386, 1991.

DASTON, L.; GALISON, P. **Objectivity**. NY: Zone Books, 2007.

DE ANGELIS, S. Experiments, judicial rhetoric and the *Testimonium*. Practices of demonstration in the Hamberger-Haller controversy on the respiration mechanism. In HOLEN-

STEIN; STEINKE; STUBER (Org.) **Scholars in Action: the practice of knowledge and the figure of the Savant in the 18th Century**. Ed. Brill, 2013. p. 679-702.

DONATO, C. Illustrious connections: the premises and practices of knowledge transfer between switzerland and the italian peninsula. In HOLENSTEIN; STEINKE; STUBER. (Org.) **Scholars in Action: the practice of knowledge and the figure of the Savant in the 18th Century**. Ed. Brill, 2013. p. 535-568.

DORSMAN, C.; CROMMELIN, C. A. **The invention of the Leyden jar**. National Museum of the History of Science, 1957.

DUFAY, C. Mons and T. S. A Letter from Mons. Du Fay, F. R. S. and of the Royal Academy of Sciences at Paris, to His Grace Charles Duke of Richmond and Lenox, concerning Electricity. Translated from the French by T. S. M. D. **Philosophical Transactions Royal Society** 1733, v. 38, p. 258-266.

DRUMMOND, J. M. H. F. *et al.* Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 99-141, abr. 2015.

FIERING, N. S. The transatlantic republic of letters: a note on the circulation of learned periodicals to early eighteenth-century America. **The William and Mary Quarterly: A Magazine of Early American History**, p. 642-660, 1976.

FRIZE, M. **Laura Bassi and science in 18th century Europe**. Heidelberg: Springer, 2013.

FORD, M. J. Educational implications of choosing “practice” to describe science in the next generation science standards. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1041-1048, 2015.

GALILI, I. On the power of fine arts pictorial imagery in science education. **Science & Education**, v. 22, n. 8, p. 1911-1938, 2013.

GASCOIGNE, J. Ideas of Nature: Natural Philosophy. **In The Cambridge History of Science: Volume 4, Eighteenth-Century Science**. Cambridge University Press, 2008. p. 285-304.

GOODMAN, D. **The republic of letters: A cultural history of the French enlightenment**. Cornell University Press, 1996.

GRAY, S. A Letter concerning the Electricity of Water, from Mr. Stephen Gray to Cromwell Mortimer, M. D. Secr. R. S. **Philosophical Transactions Royal Society**, 1731, v. 37, p. 227-260.

GUERRA, A; BRAGA M; REIS J, C. uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.

HANKINS, T. L. **Science and the Enlightenment**. Cambridge University Press, 2010.

HEILBRON, J. L. **Electricity in the 17th and 18th centuries**: a study of Early Modern Physics. Univ. of California Press, 1979.

HOLENSTEIN, A.; STEINKE, H.; STUBER. Introduction: Practices of Knowledge and the Figure of the Scholar in the Eighteenth Century. In ___**Scholars in action**: the practice of knowledge and the figure of the Savant in the 18th Century. Ed. Brill, 2013. p. 1-41.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293-316, 2011.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

JARDIM, W. T. The use of Salvador Dali's works to discuss concepts of Modern Physics in the classroom. In: IHPST THIRTEENTH BIENNIAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 2015, Rio de Janeiro, p. 22-25.

JARDIM, W. T. Visualizando a difração e interferência de ondas através do software Google Earth: discutindo a natureza da luz. **A Física na Escola**, v. 14, p. 22-26, 2016.

KLANCHER, J. **Transfiguring the arts and sciences**: knowledge and cultural institutions in the Romantic age. Cambridge University Press, 2013.

MANGIN, A. **Le feu du ciel: histoire de l'électricité et de ses principales applications**. Alfred Mame et fils, éditeurs, 1866.

MARQUES, V. R. B. Escola de homens de ciências: a Academia Científica do Rio de Janeiro 1772-1779. **Educar em Revista**, n. 25. 2005.

MARTINS, A. F. P. "História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho." **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24 n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em "temas" e "questões". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MCCLELLAN III, J. Scientific institutions and the organization of science. **The Cambridge History of Science**, v. 4, p. 87-106, 2003.

McCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In: ____ The nature of science in Science Education. Rationales and Strategies. Netherland: Kluwer Academic Publishers 1998.

MILNE, C. **The Invention of Science**: why history of science matters for the classroom. Netherlands: Sense Publishers, 2011.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. História cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016.

PIMENTEL, Juan. ¿ Qué es la historia cultural de la ciencia?. **Arbor**, v. 186, n. 743, p. 417-424, 2010.

PRIESTLEY, J. **The history and present state of electricity, with original experiments**. Ed. London, 1769.

REIS, U. V dos; REIS, J. C. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 744-778, dez. 2016.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 71-87, 2006.

ROBERTS, L. Going Dutch: Situating science in the Dutch enlightenment. In. CLARK. The Sciences in Enlightened Europe. In: CLARK, W.; GOLINSKI J.; SCHAFFER S. CAMBRIDGE, 1999. p. 350-388.

RUESTOW, E. G. **Physics at Seventeenth and Eighteenth-century Leiden**: Philosophy and the New Science in the University. Martinus Nijhoff, The Hague, 1973.

SILVA, A. B.; FORATO, T. C. de M.; GOMES, J. L. de A. M C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.

SILVA, M. A. M. da. **A utilização da controvérsia mendeliano-biometricista na questão da hereditariedade no início do século XX**: um caminho para se trabalhar a hereditariedade na educação básica? 2016. 88 f. Dissertação (Educação, Ciência e Tecnologia) - CEFET/RJ, Rio de Janeiro.

TREMBLEY. Part of a Letter from Mr. Trembley, F.R.S. to Martin Folkes, Esq; Pres. R. S. concerning the Light Caused by Quicksilver Shaken in a Glass Tube, Proceeding from Electricity. **Philosophical Transactions Royal Society** 1746, v. 44, p. 58-60.

TURKEL, W. J. **Spark from the deep**: How shocking experiments with strongly electric fish powered scientific discovery. JHU Press, 2013.

VAN BERKEL, K.; VAN HELDEN, A.; PALM, L. C. (Ed.). **The History of Science in the Netherlands**: Survey, Themes and Reference. Brill, 1999.

WATSON, W. A Letter from Mr. William Watson, F. R. S. to the Royal Society, Declaring That He as Well as Many Others Have Not Been Able to Make Odours Pass thro' Glass by means of Electricity; And Giving a Particular Account of Professor Bose at Wittemberg His Experiment of Beatification, or Causing a Glory to Appear Round a Man's Head by Electricity. **Philosophical Transactions Royal Society**, 1749, v. 46 p. 348-356.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, jan./abr. 2006.