

As pesquisas de Lazzaro Spallanzani sobre o fenômeno de entorpecimento e dor causado pelos torpedos

Gerda Maisa Jensen ^{*}
Maria Elice Brzezinski Prestes ^f

Resumo: Este trabalho discute os estudos do naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) acerca do fenômeno de entorpecimento e dor causado por um tipo de raia chamada torpedo. O contexto desses estudos será indicado pelas contribuições de estudiosos antecessores e contemporâneos de Spallanzani, cujas explicações para o fenômeno oscilaram entre causas mecânicas e elétricas, conforme conhecimentos da época. Como o tema da eletricidade era objeto de diversos estudos naquele século, o artigo traz uma breve apresentação das principais propriedades elétricas então conhecidas e das ideias sobre a sua natureza. A partir da leitura de obras de alguns contemporâneos, como Michel Adanson (1727-1806), John Walsh (1726-1795) e John Hunter (1737-1821), defensores da hipótese elétrica, Spallanzani investigou o tema em viagem ao Mar Adriático. Ali teve oportunidade de realizar suas próprias observações e experiências com os torpedos, concluindo pela adoção da hipótese elétrica. Ao final do artigo, são indicadas as dificuldades para o estabelecimento da relação entre os fenômenos da eletricidade e o funcionamento desses peixes que não permitiram o desfecho da

^{*} Estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Biociências/Genética e Biologia Evolutiva da Universidade de São Paulo, membro do Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (HBE). Alameda Terras Altas nº 35 ap. 81A, Santana de Parnaíba, São Paulo, CEP 06544-515. E-mail: maisaj@ib.usp.br

^f Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Líder do Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (HBE), membro do Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências (GHTEC). Cidade Universitária, Rua do Matão 277, sala 317A, São Paulo, São Paulo, CEP 05508-090. E-mail: eprestes@ib.usp.br

questão e levaram a novos estudos ao longo dos 50 anos seguintes.

Palavras-chave: história da fisiologia; peixe elétrico; eletricidade; Spallanzani, Lazzaro

Lazzaro Spallanzani's researches on the phenomena of pain and numbness caused by torpedoes

Abstract: This paper discusses the studies developed by the Italian naturalist Lazzaro Spallanzani (1729-1799) concerning the phenomenon of numbness and pain caused by a fish named torpedo. The context of these studies is pointed out through the contributions made by Spallanzani's predecessors and contemporaries who explained those phenomena appealing to whether mechanical or electrical causes, according to the knowledge of that time. Since electricity was subject of several studies in that century, the present article provides a brief overview of the knowledge concerning the main electrical properties known at that time. Reading the works of some contemporary authors such as Michel Adanson (1727-1806), John Walsh (1726-1795) and John Hunter (1737-1821), defenders of the electrical hypothesis, Spallanzani was led to investigate the issue during a journey to the Adriatic Sea. He had the opportunity to make their own observations and experiences with torpedoes which led him to adopt the electrical hypothesis. The article points out the difficulties in establishing the relationship between the phenomena of electricity and the fish physiology. Such difficulties did not allow the outcome of the issue and motivated further studies in the next 50 years.

Key-words: history of physiology; electric fish; electricity; Spallanzani, Lazzaro

1 INTRODUÇÃO

O naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) dedicou-se ao estudo de diversos temas relacionados à História Natural da época. Publicou trabalhos sobre o funcionamento dos seres vivos e sobre fósseis, sobre temas de mineralogia, hidrografia e química. A pesquisa que realizou projetou seu nome na Itália e na Europa, levando-o a obter um posto na Universidade de Pavia, em 1769, para fundar a disciplina de História Natural e dirigir a implantação de um Museu de História Natural (Vaccari, 1957, p. 177).

Concebido com finalidades científicas e educacionais, o museu sinalizou a renovação do método de ensino na Universidade, pelo uso de exemplares do acervo em aulas práticas. O acervo de vegetais,

animais, minerais e fósseis foi enriquecido ao longo do tempo com doações e compra de coleções particulares, assim como com coletas realizadas pelo próprio Spallanzani, em suas viagens naturalísticas. O Museu, que em 1780 contava com 24 mil exemplares, veio a ser famoso e inspirou os versos do poeta e matemático Lorenzo Mascheroni (1750-1800) intitulados *Invito a Lesbia Cidonia*¹ (Università di Pavia, *I Musei*).

Além de coletar espécimes, Spallanzani também aproveitava as viagens para realizar estudos experimentais, dentre os quais, sobre o torpedo². O peixe chamou-lhe a atenção devido ao fenômeno de entorpecimento e dor que causa no ser humano que o toca, assim como a paralisia ocasionada sobre os animais que lhe servem de presa. Estudiosos da época haviam lançado algumas hipóteses sobre o fenômeno, como será visto em maior detalhe na próxima seção deste artigo. Por constituírem explicações díspares e por considerá-las insatisfatórias, Spallanzani decidiu empreender estudos próprios.

O naturalista deixou os registros de seus estudos sobre o torpedo nos manuscritos dos diários de viagens realizadas entre 1782 e 1784 no Mar Mediterrâneo e no Mar Adriático. Esse material foi apenas recentemente publicado, como parte da obra que esteve nos planos Spallanzani com o título *Storia naturale del mare* (História natural do mar) (Spallanzani, 2000). Porém, na época Spallanzani publicou uma carta escrita em 23 de fevereiro de 1783, contendo o resumo de suas observações, e endereçada ao diplomata da corte da Imperatriz Maria Teresa, Marquês Girolamo Lucchesini (1751-1825). A carta apareceu em dois periódicos italianos destinados à publicação de achados científicos, o *Opusculi Scelti sulle Scienze e sulle Arti* e o *Giornale de'Letterati*, assim como em um periódico alemão, *Magazin für das Neueste aus der Physik* etc³.

¹ Convite a Lesbia Cidonia, pseudônimo da poetisa italiana Condessa Paolina Secco Suardo Grismondi (1746-1801).

² *Raja torpedo* Linnaeus (Linné, 1767, p. 395). Atualmente *Torpedo torpedo* (Froese & Pauly). O torpedo é um peixe de habitat marinho, encontrado no Mar Mediterrâneo e Leste do Atlântico, desde a Baía Biscaia até Angola (Froese & Pauly).

³ Outra publicação da carta ocorreu no volume 3 de *Le opere di Lazzaro Spallanzani*, editada por Filippo Bottazzi e M. L. Patrizi, em Milão (1932-1936).

Esta pesquisa analisa a carta a Lucchesini comparativamente a trechos do diário da viagem a Rimino e Chioggia, de 02 de setembro a 09 de outubro de 1782. O objetivo do trabalho é indicar de que modo as observações de Spallanzani o levaram a se posicionar em relação às explicações da época. Para isso, após uma breve menção aos conhecimentos da Antiguidade sobre o torpedo, será feita uma análise de outros estudos da época, especialmente dos que foram diretamente referidos por Spallanzani, tanto sobre o torpedo quanto às concepções de eletricidade.

2 ESTUDOS MECÂNICOS SOBRE O TORPEDO

No diálogo entre Ménon e Sócrates, Platão (428-348 a.C.) dá testemunho de que a existência de peixes que causam choque quando tocados era bem conhecida dos gregos. Nesse diálogo, o personagem Ménon chegou a comparar Sócrates com o torpedo, dizendo que ele, assim como o peixe, entorpecia e paralisava o adversário com suas perguntas e comentários (Platão, 1923, 248-80b).

O médico romano Claudio Galeno (129-200 d.C.) também escreveu a respeito do torpedo. Ele considerava que havia uma similaridade entre o efeito causado pelo peixe, o entorpecimento, e o caráter frio de seus corpos, e chamou-o de “gélido veneno” (Piccolino, 2003, p. 14). O membro da *Royal Society* John Walsh (1725-1795) relatou que *torpedo nigra* (torpedo negro) teria sido utilizado por Scribonius Largus⁴ para diminuir as dores de cabeça e a gota (Walsh, 1774, p. 472).

Diversas obras do século XV continham ilustrações de torpedos, como pode ser visto nas de Pierre Belon (1517-1564), Guillaume Rondelet (1507-1566), Konrad Gessner (1516-1565), Ulisses Aldrovandi (1522-1605) (Koehler, Finger e Piccolino, 2009, p. 722).

No século XVII, alguns naturalistas ofereceram testemunhos da veracidade do fenômeno manifesto pelo peixe e passaram a observar, descrever e ilustrar tanto a anatomia externa quanto interna dos torpedos. Além disso, alguns autores também se dedicaram a explicar a

⁴ Scribonius escreveu isso em *Compositiones*, de cerca de 47 a. C., sob o império de Claudius em Roma.

origem do choque que esses peixes causavam nas presas e em seres humanos.

Em 1671, o naturalista italiano Francesco Redi (1626-1697) escreveu ao jesuíta Atanásio Kircher (1601-1680):

É uma coisa muito comentada pelos escritores que os peixes marinhos chamados de torpedos causam entorpecimento ao serem tocados; eu fiz a prova mais de uma vez, só para certificar-me de tal verdade e depois poder falar com a certeza da ciência. Alguns pescadores trouxeram-me um peixe fresco e, ao tocá-lo e apertá-lo, a minha mão começou a formigar, depois o braço e as costas com um tremor incômodo e uma dor aflitiva no cotovelo. Foi necessário que eu retirasse a mão, embora desejasse continuar a tocá-lo por mais tempo. (Redi, 1671, p. 15)

Redi inferiu que o órgão responsável pelo fenômeno era de natureza muscular. Pouco mais tarde, um seu discípulo, médico de Florença, Stefano Lorenzini (1652-?) na obra *Osservazione in torno alle torpedini* (Observações em torno dos torpedos), de 1678, aprofundou os estudos e reafirmou que eram os músculos em forma de foice, vistos na figura 1, os responsáveis pela “virtude torporífica” dos torpedos. Lorenzini dizia que o entorpecimento seria similar ao que sentimos quando batemos o cotovelo num corpo duro. A sua explicação era a de que, no momento do choque, o peixe emitiria inúmeros corpúsculos diminutos com grande violência, os quais seriam responsáveis pela produção do entorpecimento e pela dor na medida em que penetravam “na mão daqueles que o tocam” (Lorenzini, 1678, p. 113).

Em 1714, o naturalista francês René-Antoine Ferchaut de Réaumur (1683-1757) interessou-se pelo tema e, como os antecessores italianos, começou por averiguar a veracidade do fenômeno, tantas vezes envolto em histórias de pescadores. Convencido pelas evidências, passou a discutir as explicações corpuscularistas de Redi e Lorenzini, também defendidas pelo naturalista francês Claude Perrault (1613-1688). Analisou a explicação do médico italiano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), para quem a tese da emissão de corpúsculos era puramente imaginária. Para Borelli, o fenômeno resultava da agitação do peixe que desferia um golpe violento sobre a mão que o tocava, causando a dor (Réaumur, 1714, p. 349).

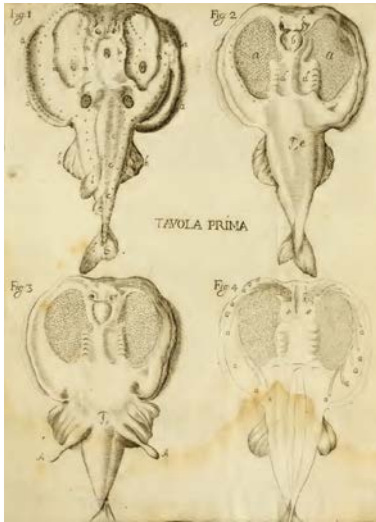


Fig. 1. Torpedo. Fonte: Lorenzini, Stefano. *Osservazioni intorno alle torpedini*, 1678, p. 137.

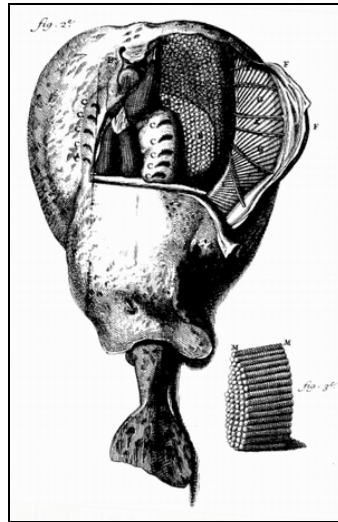


Fig. 2. Torpedo. Fonte: Réaumur, 1714, p. 362).

Réaumur realizou diversas observações sobre o fenômeno e não adotou nenhuma dessas ideias. Manteve uma explicação mecânica: ao apertar o corpo do animal, ele passaria de convexo a côncavo e a convexo de novo tão rapidamente quanto “a bala de um mosquete” (Réaumur, 1714, p. 350). A mudança seria causada pelo rapidíssimo movimento dos músculos em forma de foice, mostrados na figura 2, que provocaria o abalo ou golpe e, assim, os efeitos já comentados anteriormente (Jensen, 2008, p. 10).

Essa explicação de Réaumur foi discutida por vários autores, que comparavam o fenômeno dos peixes com o que se conhecia da eletricidade na época, e predominou por toda a Europa até meados do século XVIII (Jensen, 2008, p. 11).

3 ESTUDOS DE ELETRICIDADE E O TORPEDO

Para a compreensão da explicação de origem elétrica para o fenômeno dos peixes torpedos, é preciso conhecer, ainda que sumariamente, o cenário dos estudos elétricos no século XVIII. O ramo da eletricidade estava se desenvolvendo, sem prescindir das observações acerca das “virtudes elétricas” que ocorreram em períodos anteriores. Foram estudos importantes e detalhados, dos quais mencionaremos apenas os que de alguma forma estiveram relacionados ao estudo do funcionamento dos peixes torporíficos.

3.1 O debate do século XVIII sobre a natureza das “virtudes elétricas”

Algumas propriedades elétricas eram bem conhecidas à época, como as de gerar faíscas e produzir estalos e um cheiro característico semelhante ao do fósforo (Pera, 1992, p. 26-7). Além disso, consideravam-se também o choque e a capacidade de um tubo de vidro atritado poder atrair e repelir corpos leves. Sabia-se que a eletricidade atravessa alguns materiais (corpo humano, corpos úmidos, metais) e não atravessa outros materiais (vidro, gomalaca, óleo e vários tipos de resina). Também era conhecido o fato de que a eletricidade podia ser transmitida através de várias pessoas que se tocassem e que podia ser acumulada em aparatos especiais como as garrafas de Leyden (Martins, 1999, p. 833).

A garrafa de Leyden era um dispositivo criado por Jean-Nicolas-Sébastien Allamand Mussenbroeck (1731-1787) e muito utilizado desde 1745 nos estudos de eletricidade. Uma “máquina elétrica”, como a da figura 3, era composta por um globo de vidro que gerava eletricidade através do atrito das mãos do experimentador. A descarga dessa máquina elétrica era conduzida por uma corrente de metal e desta, por uma haste também metálica, para a água que estava dentro de uma garrafa de vidro (garrafa de Leyden). A garrafa contendo água acumulava a eletricidade gerada pela máquina elétrica. Ao aproximar de um objeto a haste metálica da garrafa com água, surgia uma faísca.

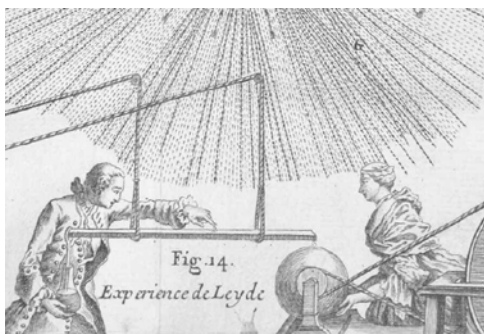


Fig. 3. Máquina elétrica (à direita) e garrafa (à esquerda), na obra de Jena-Antoine Nollet (1700-1770) intitulada *Essai sur l'électricité des corps*, de 1753.
Fonte: Silva e Pimentel.

Um dia, Mussenbroeck e seu ajudante estavam trabalhando quando um deles tocou a garrafa de Leyden com uma das mãos e, ao mesmo tempo, com a outra mão, a haste de ferro. Repentinamente, sua mão e todo o seu corpo sentiram um abalo violento como se tivesse sido “atingido por raio” (Pera, 1992, p. 12-13).

Outros estudiosos passaram a experimentar esse abalo ou comoção causada pela garrafa de Leyden (Pera, 1992, p. 3). Assim, o dispositivo abriu novas e numerosas possibilidades de experimentos elétricos para os filósofos naturais do século XVIII. Além de utilizada nos estudos, a garrafa também virou objeto de entretenimento nos salões da nobreza da época. Em certa ocasião, o físico francês Jean Antoine Nollet (1700-1779) fez uma demonstração na Grande Galeria do Palácio de Versalhes, na presença do rei. Produziu choque em 180 soldados de mãos dadas, em que o primeiro homem segurava a garrafa de Leyden, enquanto o último tocava um condutor (Pera, 1992, p. 13).

Sobre a natureza da eletricidade havia dois tipos básicos de explicação. Uma hipótese era a de que o fluido elétrico possuía uma natureza dupla, conforme proposta pelo naturalista francês Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739) e defendida pelo abade Nollet. Segundo essa concepção, a matéria elétrica seria como o fogo e a luz, podendo penetrar no interior dos corpos sólidos e líquidos e atravessar o ar. Em um corpo eletrizado, duas correntes seriam produzidas: uma efluente, saindo do corpo em todas as direções em jato divergen-

te e outra, simultânea, afluenta, que penetraria no corpo em jato convergente. Se a efluente fosse mais forte, surgia a eletricidade *vítrea* e se a afluenta fosse mais forte surgia a eletricidade *resinosa* (Boss e Caluzi, 2007, 635).

A outra hipótese era a de que o fluido elétrico era único e foi defendida por Benjamin Franklin (1706-1790), político e “eletricista” norte americano. Também contava com o apoio do filósofo natural britânico Joseph Priestley (1733-1804) e do italiano Giambattista Beccaria (1716-1781). A ideia defendida por esses autores era a de que os corpos eletrizados ficavam com fluido elétrico em excesso (positivo) ou em escassez (negativo), enquanto que os corpos neutros não possuíam nem excesso nem escassez. Um corpo com excesso atraía outro corpo com escassez; enquanto dois corpos em que ambos estivessem com excesso ou com escassez se repeliam.

3.2 As explicações elétricas para o fenômeno do torpedo

A explicação mecânica de Réaumur para o evento ocasionado pelo torpedo predominava na Europa, quando diferentes autores começaram a comparar o que ocorria com o peixe com os fenômenos elétricos produzidos pela garrafa de Leyden.

Em 1757, foi publicada a obra *Histoire naturelle du Senegal* (História natural do Senegal), em que Michel Adanson (1727-1806), trabalhando com um tipo de bagre elétrico, chamado pelos nativos de *ouaniear*, ou *trembleur* pelos franceses. Adanson descreveu o efeito tremente e muito dolorido sentido pelos que o tocavam, como sendo semelhante àquele causado pela garrafa de Leyden (Finger & Piccolino, 2011, p. 200).

Em 1769, o médico inglês Edward Bancroft (1744-1820), na obra *An essay on the natural history of Guiana* (Um ensaio sobre a história natural da Guiana), referiu-se a uma enguia torporífica, semelhante a uma lampreia, encontrada principalmente no rio *Essequibo*. Bancroft observou que o abalo era transmitido por linha de pesca, por haste de ferro ou ainda pela própria água em que a enguia nadava. Mediante um experimento, verificou que também atravessava uma cadeia de 12 pessoas dispostas em círculo. Explicou o fenômeno afirmando que o animal enviava partículas torporíficas ou elétricas (Bancroft, 1766, p. 192).

O tema estava no centro das atenções. Em 1773, foram publicados estudos a respeito nos *Philosophical Transactions* da *Royal Society* de Londres. Um deles era um estudo experimental muito detalhado realizado por John Walsh e relatado em carta endereçada a Benjamin Franklin, datada de 12 de julho de 1772. Walsh defendeu a ideia de que o fenômeno do torpedo correspondia a um fenômeno elétrico. Argumentou que a condução do choque do torpedo ocorria com os mesmos condutores que os da eletricidade, a saber, metais e água. Além disso, as sensações de formigamento e entorpecimento ocasionadas no corpo humano eram as mesmas que aquelas causadas pela garrafa de Leyden (Walsh, 1773-1774, p. 461).

Walsh afirmou conhecer o trabalho de Bancroft e sua suposição de que os fenômenos da enguia torporífica e do torpedo guardavam relação entre si (figura 4) (Walsh, 1773-1774, p. 464). Ele mencionou as dificuldades para traçar relação entre a comoção causada pelo peixe e aquela causada pelas garrafas de Leyden. Nos peixes, escreveu Walsh, não ocorria a produção de fâsca, nem de efeitos eletrostáticos e não ocorria emissão de luz e som (Walsh, 1773-1774, pp. 474-475).

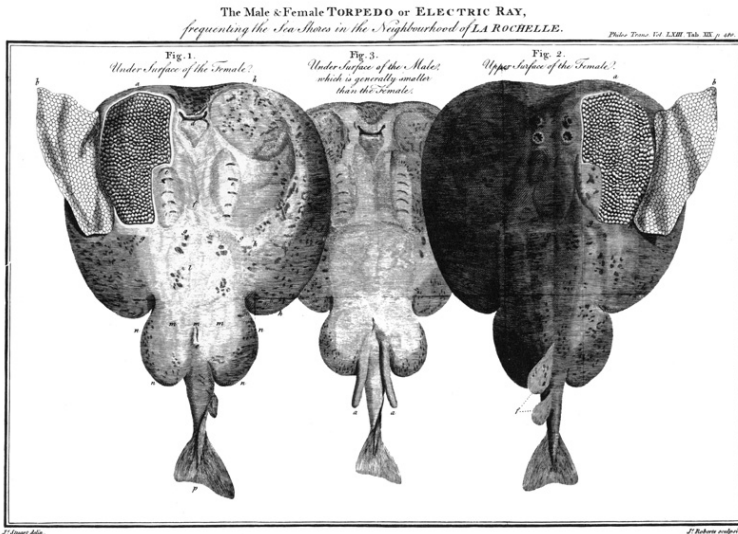


Fig. 4. Prancha XIX de John Walsh.
Fonte: John Walsh, 1773-1774, p. 489.

Outro estudo foi realizado pelo médico holandês criado na Inglaterra, John Ingenhousz (1730-1799), e relatado em carta endereçada a John Pringle (1707-1782). As observações a seguir mostram que Ingenhousz estava procurando observar questões semelhantes às levantadas por Walsh em 1773: que o torpedo não atraía corpos leves; que o peixe não carregava uma máquina elétrica; que o peixe não emitia estalos nem faíscas (Ingenhousz, 1775, p. 3).

Para defender a noção de que a natureza dos fenômenos do torpedo e da garrafa de Leyden era de um só tipo e puramente elétrico, Henry Cavendish (1731-1827), também em 1775, construiu uma raia artificial de madeira e couro e colocou-a na água salgada conectada a uma bateria de garrafas de Leyden (figura 5). Queria mostrar que o choque sentido era da mesma natureza daquele causado pela raia ou pela enguia, assumindo que os órgãos elétricos podiam acumular fluido elétrico em sua superfície e que esse tende a seguir o caminho onde há menor resistência (Cavendish, 1776, p. 196-225).

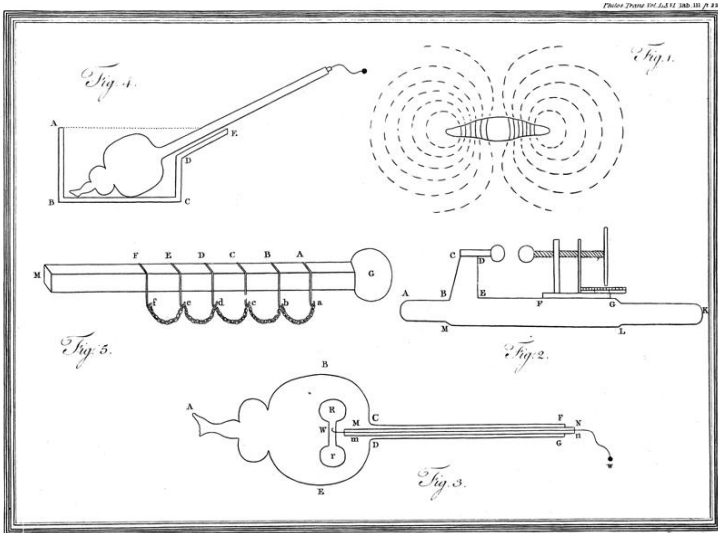


Fig. 5. Raia fabricada por Cavendish para imitar os efeitos do torpedo.
Fonte: Cavendish, 1776, p. 222.

No entanto, apesar dos esforços concentrados no estudo desses peixes, permanecia a diferença de que a raia artificial e as garrafas de Leyden produziam faíscas e também atração e repulsão, o que não era observado nos torpedos: “Para os estudiosos do século XVIII, os efeitos de atração e repulsão seriam considerados, como propriedades mais fundamentais da eletricidade” (Martins, 1999, p. 834).

4 AS OBSERVAÇÕES DE SPALLANZANI

Antes de iniciar-se nas pesquisas com seres vivos, Spallanzani obteve formação em Física ao seguir o curso de Filosofia Natural na Universidade de Bolonha. Além disso, consolidou sua formação segundo o modelo newtoniano nos cursos de Física experimental que a professora “Laura Bassi mantinha no laboratório científico organizado em sua própria casa, com a ajuda do marido”, Giuseppe Veratti, também professor de física e medicina (Castellani, 2001, p. 10). Além disso, Spallanzani tinha em sua biblioteca obras tanto de Beccaria quanto de Nollet (Pietro, 1979, p. 280), que defendiam posições antagônicas no debate existente sobre a natureza da eletricidade. Assim, é plausível supor que Spallanzani estava ciente da controvérsia. A eletricidade devia ser tomada como um fenômeno universal, partilhado entre os corpos vivos e não vivos, ou devia ser considerada como composta de fenômenos diversos, caracterizando uma eletricidade animal distinta daquela observada na atmosfera ou na garrafa de Leyden.

Embora tenha publicado pouco a respeito, o tema da eletricidade nos seres vivos esteve presente em várias pesquisas de Spallanzani. Em 1774, ele chegou a construir uma máquina elétrica (Pietro, 1979, p. 235). Em 1777, em carta endereçada ao naturalista suíço Jean Senebier (1742-1809), Spallanzani acenou com a possibilidade de estimular o nascimento de pintinhos através da eletricidade, entendendo-a como relacionada a um fluido semelhante ao calor (Spallanzani, 1987, p. 65).

4.1 Relato das observações dos torpedos nas viagens

Nos relatos de preparação para as viagens de 1780 e 1781, Spallanzani mencionou obras que desejava consultar antes de partir: a *Histoire naturelle du Senegal: coquillages*, de Michel Adanson, de 1757, que

tratava de peixes e do peixe elétrico do Senegal (e que ele não mencionou na carta publicada); a obra “sobre os peixes” de Duhamel Du Monceau; e “o que diz o abade Fontana a respeito da “estrutura do nervo”; e “em Hunter o que havia sobre a anatomia dos nervos” (Spallanzani, 2004, p. 56; 58; 59).

Esse relato sobre livros e anotações que deveria levar consigo, além de outras indicações das observações e experiências que queria realizar permite conhecer o planejamento prévio de Spallanzani para as viagens. Evidencia que além de serem voltadas à coleta de exemplares para os museus de Pavia e Scandiano, as viagens eram também dedicadas à pesquisa.

Spallanzani registrou suas observações sobre os torpedos em diversos momentos dos seus diários. Nesta pesquisa, analisamos os registros referentes ao período de 02 de setembro a 09 de outubro de 1782. Eles foram escritos ao longo da viagem, o primeiro em Rimino, na Itália, e o último em Rovigno (hoje Croácia).

A descrição do dia 02 de setembro é sobre a anatomia de uma fêmea encontrada morta, na qual afirmou ter visto ovas em diferentes estágios de maturação e três torpedinhos. Nos dias seguintes, ainda trabalhou com torpedos mortos fazendo registro cuidadoso e específico para sua identificação, o que nos indica que deve ter passado boa parte do tempo refletindo acerca das semelhanças e diferenças entre os exemplares encontrados (Jensen, 2008, p. 67-69).

No dia 18 de setembro, no mar de Chioggia, província de Veneza, não escondeu o entusiasmo por ter encontrado um torpedo vivo:

Minha primeira curiosidade foi a de prendê-lo debaixo d’água com a mão, apalpá-lo para obter o choque. Eu o obtive efetivamente, e foi dado um choque elétrico, com súbito entorpecimento momentâneo da mão e do braço. O choque é patentemente elétrico. Eu havia apalpado duas ou três vezes o torpedo, e o choque parecia sair sempre das costas e não do ventre. (Spallanzani [1782], 2000, p. 48)

Nesse dia fez as seguintes observações: que outras testemunhas sentiram o choque, embora cada um com uma intensidade diferente, avaliada por Spallanzani pela extensão que a sensação provocava, se no dedo, na mão, no braço ou também nas costas; que ao tirar a água do aquário, o peixe ficava em tal estado de debilidade que o choque tornava-se mais fraco e não chegava à primeira falange; que ao voltar

para a água, o peixe recuperava a sua “virtude torporífica”; que quando o peixe estava prestes a morrer, manifestava um fenômeno singular: mesmo com os dois polegares na parte superior do corpo, na região da cabeça, o choque não era sentido. Porém, encostando as duas mãos nas narinas, “dois furos por onde eu vi que mandam água para fora”, começava a sentir o choque; mais abaixo, fazia-se mais forte, seguindo assim progressivamente até certo ponto da cauda, onde começava a perder-se progressivamente, até perder-se de fato, na própria cauda. “Sobre o dorso, nas laterais, onde havia os dois músculos em forma de foice, sentia-se [o choque] também mais forte” (Spallanzani [1782], 2000, p. 81).

Spallanzani continuou suas observações até a exaustão do exemplar, e, quando o peixe estava quase morto, o choque acabava. Fez testes sobre a percepção do choque usando diferentes materiais como madeira e gomalaca para tocar o peixe, indicando que investigava se se tratava ou não de um fenômeno elétrico.

No dia 09 de outubro, em Rovigno, conseguiu um torpedo ferido na cabeça e que sangrava muito. Redigiu uma série de nove observações. A análise dessas anotações mostrou-nos que ele procurou verificar, primeiro, se o choque provinha da região onde se encontravam os músculos em forma de foice, na região dorsal. Verificou que, de fato, quanto mais perto desses músculos, maior era a comoção. Além disso, verificou que na região da cauda, não era mais sentido o choque (Jensen, 2008, p. 72-73).

Também investigou se o choque era produzido a partir da região ventral e constatou que isso só ocorria se mantivesse, simultaneamente, os polegares sobre o dorso, o que permitiria a transmissão do choque – embora os polegares mesmo não o sentissem, provavelmente “pela rapidez” dessa impulsão (Jensen, 2008, p. 73).

Spallanzani também procurou investigar a suposição de Réaumur sobre a associação do choque com a mudança, mecânica, da forma do peixe (convexo, côncavo) na região dos músculos em forma de foice, não observando tal mudança de forma. Em certos torpedos, o choque não era percebido pelo toque na parte superior do corpo, mas, na parte inferior. Portanto, não poderia se originar da modificação dessa parte do corpo. Além disso, contra a opinião de Réaumur, observou também que mesmo estando para morrer, o peixe continuava a apre-

sentar o choque, ainda que em menor intensidade, apesar de pouca movimentação de seus músculos dorsais (Jensen, 2008, p. 73).

O relato da viagem segue com outras observações que fogem ao interesse deste artigo.

4.2 Relato das observações dos torpedos na carta publicada e comparação com o relato da viagem

Na carta endereçada ao Marquês de Lucchesini, Spallanzani mencionou que “morria de vontade de fazer os mesmos experimentos” de John Walsh. Spallanzani esclareceu que fez suas observações durante a viagem sem ter em mãos a publicação de Walsh, apoiando-se apenas na sua memória, e que, em seu retorno a Pavia, ao redigir a carta, pôde refazer a leitura (Spallanzani [1783], 2001, p. 35).

Seguindo a orientação empirista característica de seus trabalhos, Spallanzani inicia a carta com o relato de suas próprias observações. Em seguida, passa às considerações sobre as opiniões de outros autores e, finalmente, considerando a releitura de Walsh, retoma os principais pontos comuns ou discordantes do autor inglês (Jensen, 2008, p. 74).

Ao começar a tratar dos torpedos, entre outros experimentos, anunciou uma “novidade filosófica” a respeito da “eletricidade do torpedo”, que, acreditava, iria “eletrizar” o próprio Marquês. Contou-lhe que em sua viagem pelo Adriático teve a oportunidade de apalpar e de apertar um torpedo com os dedos dentro de um aquário com água. Transcorrido apenas um minuto, ele afirmou sentir um golpe correndo desde a ponta do dedo até seu cotovelo direito. Como a dor não tivesse sido forte, ele repetiu e recebeu um segundo golpe, na mesma intensidade e na mesma extensão que o primeiro. Observou que em outras pessoas a intensidade e a extensão do choque eram variáveis, como havia descrito no relato da viagem.

Sobre esta experiência, Spallanzani escreveu que a afetação, de prazer ou de dor, não foi causada por outro agente externo que não fosse o peixe. Um tanto retoricamente, Spallanzani está chamando a atenção de seu leitor para a semelhança com o fenômeno elétrico. Ele diz ter sentido várias vezes o choque, “sem a presença da máquina [elétrica] ou de qualquer aparelho análogo”. Nosso autor experimentou, com aquele torpedo, “o mesmo efeito do experimento Leides”

(referindo-se à garrafa de Leyden), exceto pelo fato de o choque do peixe ter sido mais fraco do que o choque que seria sentido naquela garrafa, quando carregada.

Em seguida, mencionou sua discordância em relação a Réaumur, da mesma maneira que vimos no relato da viagem. Na carta, a refutação a Réaumur repete os dois argumentos já mencionados no relato da viagem e acrescenta um terceiro: afirmou que o golpe era análogo à sensação que temos ao batermos com o cotovelo num corpo duro. Spallanzani não se furto a bater fortemente seu braço direito contra o tampo de uma mesa. Comparou o choque do torpedo e o choque do cotovelo: no primeiro, a dor atinge o braço, no segundo, a dor iniciada no cotovelo corre em direção ao ombro e em direção à mão; no primeiro, a dor atinge o braço e some, no segundo causa uma espécie de formigamento; a sensação de dor causada pelo torpedo era instantânea e a causada pelo golpe na mesa durou 14 horas. (Spallanzani [1783], 2001, p. 36-37).

Dando continuidade às observações do torpedo em Chioggia, Spallanzani procurou verificar a origem do choque no corpo do torpedo e as possíveis variações de intensidade. Para isso, retirou-o da água e o manteve suspenso no ar com a mão direita, apalpando-o com os dedos. Escreveu que sentiu o choque até mais forte do que quando o peixe estava dentro da água, a ponto de quase deixá-lo cair da mão. Verificou ainda que nas diferentes partes do corpo do peixe, a intensidade do choque variava, depoimento esse coerente com as anotações que havia feito em seu relato de viagem.

Ressaltou ainda, na carta, que levou em consideração duas outras coisas: se sentia o choque, aproximando-se o dedo do torpedo sem tocá-lo e se via alguma faísca. Afirmou não ter observado nem uma coisa, nem outra. Essa investigação, bem como seu resultado, não apareceu em seus registros da viagem de 1782, em Chioggia.

Esses dois aspectos, ação à distância e presença ou ausência de faísca, eram propriedades reconhecidas na época como relacionadas ao fenômeno elétrico. Dessa forma, essa investigação indica que Spallanzani estava buscando elementos que permitissem decidir sobre a natureza elétrica do fenômeno, em contraposição à explicação mecânica como aquela defendida por Réaumur.

Em Rovigno, teve a oportunidade de repetir experimentos tendo uma fêmea como material biológico. Dessa vez, Spallanzani se preocupou em perceber se havia variações em relação ao contato. Por exemplo, passando os dois polegares no dorso do torpedo com os outros oito dedos no peito ou apalpando o peito com a mão esquerda e o dorso com a direita. Neste último, o choque era sentido na mão direita.

Ao final do relato sobre o torpedo de Rovigno é que Spallanzani descreveu a nova descoberta que iria “eletrizar” o marquês. Ao dar início à vivissecção percebeu que era uma fêmea com duas ovas que desembocavam no reto. Numa das bolsas encontrou um pequeno torpedo preso ao cordão umbilical e ao passar a mão em suas costas recebeu um pequeno choque. No primeiro momento, acreditou que o feto já pudesse ter a virtude de dar choque.

Para se convencer de que o choque não era produzido pela “mãe”, chegando até seus dedos através do cordão umbilical, realizou um procedimento experimental que já lhe era familiar, mas que constituía um protocolo em desenvolvimento pelos naturalistas experientadores do século XVIII, a “sequestração”, ou isolamento do organismo sob observação.

Spallanzani cortou o cordão umbilical e colocou o pequeno peixe sobre um vidro seco e polido que já utilizava em seus experimentos. A seguir cutucou-o com o dedo indicador, o torpedo se debateu e deu choque. O mesmo ocorreu com os fetos da outra bolsa. Com isso, concluiu que, nesta espécie singular de raia, os fetos podiam dar choque. Fenômeno “nunca descrito nem pelos antigos nem pelos modernos”. No relato da viagem acima discutido, Spallanzani descreveu os torpedinhos, mas, não mencionou que testou o fenômeno do entorpecimento com eles (Jensen, 2008, p. 79).

Por fim, concluiu retomando o que considerava as partes mais importantes do trabalho de Walsh: a) a demonstração de que o efeito do torpedo é o mesmo da eletricidade, por ser transmitido através da água ou do metal e sendo interrompido pelo vidro e pela cerâmica; b) a suposição de que o peito e as costas do peixe estavam em dois estados diferentes de eletricidade, as costas no estado positivo, o peito no estado negativo, como o que ocorre na garrafa de Leyden; c) a observação de que o choque passa através de duas pessoas, uma tocando o

peito e outra tocando as costas do peixe, estando unidos entre si por meio de um fio metálico (Jensen, 2008, p. 80).

Apesar de não ter sido possível observar faísca nos torpedos, Spallanzani afirmou que isto não tolhia a enorme analogia entre o fenômeno dos torpedos e o da eletricidade (Jensen, 2008, p. 80).

Spallanzani também comentou a descrição dos órgãos elétricos feita por Hunter. Spallanzani pôde comparar melhor a sua observação com as desse autor, por ter levado consigo as anotações sobre a anatomia dos torpedos copiadas do texto de Hunter antes da viagem. Observou a presença dos órgãos elétricos nos três fetos retirados da fêmea de Rovigno e constatou que não eram diferentes dos órgãos elétricos dos adultos. Tendo morrido os fetos, Spallanzani afirmou ter realizado a dissecação deles, confirmando, nessa sua publicação, as observações de Hunter:

A descrição da anatomia dos órgãos elétricos feitas por Hunter me levou a visitar internamente os três fetos para observar neles, o estado desses órgãos, que pelo choque que davam já deveriam estar formados [...] efetivamente era assim (Spallanzani [1783], 2001, p. 46).

Embora não tenha escrito no relato de viagem, a figura 6 mostrando os nervos no interior do músculo em forma de foice, nos dá evidências de que teria feito *in situ* as mesmas observações que Hunter.

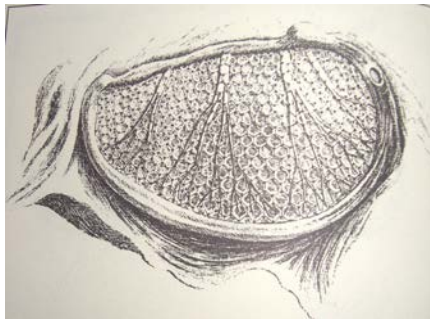


Fig. 6: Tábua Mss Regg, B 96, c. 13 – Ilustração da superfície de um órgão elétrico de torpedo e sua inervação feita a partir de uma preparação de Lazzaro Spallanzani. Fonte: Lazzaro Spallanzani, 2004, p. 108.

Essas observações não aparecem no relato da viagem, apenas em um trecho que transcreveu de Hunter sobre a anatomia dos torpedos (Jensen, 2008, p. 80).

As demais considerações feitas na carta publicada apesar de referirem-se aos torpedos não são concernentes ao tema deste artigo.

4.3 As conclusões de Spallanzani

Spallanzani defendeu a explicação elétrica para o fenômeno causado pelo torpedo em relação à explicação mecânica defendida por Réaumur, que era predominante na época, na Europa. Para isso, verificou a explicação mecânica desse autor francês e a explicação elétrica de John Walsh e John Hunter, entre outros.

Quanto a sua posição frente às diferentes hipóteses acerca da natureza da eletricidade (estática) na época, a carta a Lucchesini indica que, nesse momento de sua pesquisa, Spallanzani é consonante com a hipótese de Franklin, de uma natureza única para a eletricidade. Refere-se à “teoria da eletricidade”, quando elogia o trabalho de Walsh nos aspectos em que ele compara o torpedo a uma garrafa de Leyden, com desequilíbrio entre o positivo e o negativo, e não vê objeção ao fato de não produzir faísca – como será relatada, mais tarde, em 1775, para um certo tipo de enguia (*Gimnotus electricus*) por Walsh (Jensen, 2008).

A nossa análise mostrou que para Spallanzani, apesar da ausência da faísca e do fenômeno da atração e repulsão, o entorpecimento causado pelos torpedos nas presas, nas mãos dos pescadores e estudiosos era um fenômeno elétrico como o da garrafa de Leyden. Ele assim o expressou na carta publicada que analisamos:

O golpe distinto e instantâneo conhecido com o nome de comoção ou choque elétrico [...] os meus estudos são admiravelmente consonantes aos de Walsh. (Spallanzani, 1783, p. 44)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na segunda metade do século XVIII, foram diversas as contribuições para a teoria da eletricidade animal. O efeito dos peixes elétricos foi comparado aos efeitos da garrafa de Leyden não apenas pelos ingleses ou pelo italiano Lazzaro Spallanzani, mas, também por filó-

sofos naturais, médicos e outros amantes da natureza da América do Sul, dos dois lados do Atlântico que conduziram experimentos e trocaram idéias entre si no período de 1750-1760 (Koehler, Finger, Piccolino, 2009).

Sabia-se que a eletricidade podia ser gerada na atmosfera, mecanicamente, e nos seres vivos. Porém, não se sabia se eram diferentes manifestações do mesmo fenômeno. Os estudos que tentavam relacionar seres vivos e eletricidade continuaram por um bom tempo e suscitaram debates como os de Luigi Galvani (1737-1798) e Alessandro Volta (1745-1827).

Galvani, na obra *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (A força da eletricidade no movimento muscular), de 1791, mostrou que a perna amputada de uma rã podia se contrair sob estímulo de um condutor metálico, sem conexão com fonte externa. Atribuiu a contração ao que chamou “eletricidade animal”. Essa publicação deu origem a uma controvérsia com Volta e que dividiu os estudiosos da época.

Volta produziu uma fonte de eletricidade feita de metais e ácido, hoje conhecida como a pilha voltaica, e fez analogia entre seus discos arranjados em colunas e os órgãos internos do torpedo (Fara, 2002, p. 161). Para Volta, no entanto, não havia uma eletricidade animal diferente da eletricidade química, pois considerava que a contração do músculo da perna da rã era devida aos metais utilizados (Pera, 1992).

Assim, após a publicação de Spallanzani, os fenômenos elétricos manifestos entre os seres vivos, particularmente dos peixes elétricos, entre eles o torpedo, continuaram objeto de investigações sistemáticas pelo menos ao longo de mais de 50 anos. Essa história pode ser conhecida na revisão realizada por Michael Faraday (1791-1867) em seu *Experimental researches in electricity* (Pesquisas experimentais em eletricidade), de 1838.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à CAPES pelo apoio à pesquisa e a segunda autora agradece à FAPESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCROFT, Edward. Letter II, Rio Demerary, 15 de novembro de 1766. Pp. 191-200, *in*: BANCROFT, Edward. *An essay on the natural history of Guiana, in South America: containing a description of many curious productions in the animal and vegetable systems of that country together with an account of the religion, manners and customs of several tribes of the Indian inhabitant. Interposed with a variety of literary and medical observations. In several letters.* London: T. Becket e P. A. De Hondt, 1769.⁵
- BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; CALUZI, João José. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Física*, **29** (4): 635-644, 2007.⁶
- CASTELLANI, Carlo. *Un itinerario culturale: Lazzarro Spallanzani.* Firenze: Olschki, 2001.
- CAVENDISH, Henry. An account of some Attempts to Imitate the Effect of the Torpedo by Electricity. *Philosophical Transactions*, **66**: 196-225, 1776.⁷
- FARA, Patrícia. *An entertainment for angels: electricity in the Enlightenment.* New York: Columbia University Press, 2002.
- FARADAY, Michel. Experimental Researches in Electricity-Fifteenth Series. *Philosophical Transactions*, **128**: 1-40, 1838.⁸
- FINGER, Stanley; PICCOLINO, Marco. *The shocking history of electric fishes from ancient epochs to the birth of modern neurophysiology.* New York: Oxford University Press, 2011.
- FROESE, R.; PAULY, D. (eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org/

⁵ Disponível em: <<http://ia700307.us.archive.org/14/items/essayonnaturalhi00banc/essayonnaturalhi00banc.pdf>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

⁶ Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070404.pdf>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

⁷ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/66/196.full.pdf+html?sid=7b1d5f7e-10d6-415e-a446-c0af14c6dcbe>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

⁸ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/128/1.full.pdf+html>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

- search.php>. Acesso em 25 de agosto de 2011.
- HUNTER, John. Anatomical observations on the torpedo. *Philosophical Transactions*, **63**: 481-489, 1773.⁹
- INGENHOUSZ, John. Extract of a Letter from Dr. John Ingenhousz, F.R.S., to Sir John Pringle, Bart, P.R.S., containing some Experiments on the Torpedo, made at Leghorn (after having been informed of those by Mr. Walsh, dated Mars 27th 1773, from Saltzburg. *Philosophical Transactions*, **65**: 1-4, 1775.¹⁰
- JENSEN, Gerda Maisa. Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e o torpedo: um tipo de peixe elétrico? São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.¹¹
- KOEHLER, Peter J.; FINGER, Stanley; PICCOLINO, Marco. The “eels” of South America: Mid-18th-Century Dutch contributions to the theory of animal electricity. *Journal of History of Biology*, **42**: 715-763, 2009.
- LINNÉ, Caroli. *Systema naturae, Regna Tria Naturae, classes, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I. 13^a ed. Vindobonae [Viena]: Typis Ioannis Thomae, 1767.¹²
- LORENZINI, Stephano. *Osservazioni intorno alle torpedini*. Firenze: L’Onofrio, 1678.¹³
- MARTINS, Roberto de Andrade. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre galvanismo e a eletricidade. *Acta Scientiarum*, **21** (4): 823-835, 1999.
- PERA, Marcelo. The ambiguous frog: the Galvani-Volta controversy on animal electricity. Trad. Jonathan Mandelbaum. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- PICCOLINO, Marco. *The taming of the ray: electric fish research in the*

⁹ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/481.full.pdf+html>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹⁰ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/65.toc>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹¹ Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=134360>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹² Disponível em: <<http://books.google.com>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.

¹³ Disponível em: <<http://www.archive.org/details/osservazioniinto00lore>>. Acesso em 09 de agosto de 2011.

- Enlightenment, from Walsh to Volta*. Florence: Olschki, 2003.
- PIETRO, Pericle di. *Lazzaro Spallanzani*. Modena: Aedes Muratoriana, 1979.
- PLATÃO. Oeuvres complètes, Gorgias-Ménon. Tomo III, 2eme partie. Trad. Alfred Groiset e Louis Bodin. Paris: Les Belles Lettres, 1923.
- RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de. Des effets que produit le poisson apellé em François Torpille, ou Tremble, sur ceux que le touchen; Et de le cause dont ils dépendent. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique pour la même anné tirez des registres de cette Académie*. Pp. 344-362, 1714.¹⁴
- REDI, Francesco. *Esperienze intorno a diverse cose naturali e particolarmente a quelle che son portate dall'Indie, scritte en una Lettera Al Padre Atanasio Chircher della Compagnia di Gesù*. Firenze: All'Insegnadella Nave, 1671.¹⁵
- SILVA, Cibelle Celestino & PIMENTEL, Ana Carolina. *História da Eletricidade*. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/historia-da-eletricidade/historia-da-eletricidade-4.php>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.
- SPALLANZANI, Lazzaro. Lettera al Sig. Marchese Girolamo Lucchesini [1782]. Pp. 31-49, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte quarta, Opere edite direttamente dall'Autore, volume cinco, 1782-1791, Terzo supplemento. A cura di Pericle di Pietro. Modena: Mucchi, 2001.¹⁶
- . Carteggio con Jean Senebier. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima, volume ottavo. A cura di Pericle Di Pietro. Modena: Enrico Mucchi, 1987.
- . Storia naturale del mare. Rimini, 1782 – Chioggia, 1784. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro*

¹⁴ Disponível em <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35177/f508.r=Des+effets+que+produit+le+poisson+a.langPT>>. Acesso 27 de agosto de 2011.

¹⁵ Disponível em: <www.francescoredi.it>. Acesso em 06 de agosto de 2011.

¹⁶ Também publicada como: SPALLANZANI, Lazzaro. Spallanzani a Lucchesini. Pp. 5-17, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte Prima, Carteggi, volume sexto. A cura di Pericle di Pietro. Modena: Mucchi, 1986.

- ro *Spallanzani*. Parte quinta, Opere edite non direttamente dall'Autore, volume primo. A cura di Paola Manzini e Paolo Tongiorgi. Modena: Mucchi, 2000.
- . Storia naturale del mare. I viaggi a Genova 1780, Marsiglia 1781, Portovenere 1783, Genova 1785. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte quinta, Opere edite non direttamente dall'Autore, volume secondo. A cura di Paola Manzini e Paolo Tongiorgi. Modena: Mucchi, 2004.
- UNIVERSITÀ DI PAVIA. I Musei. Disponível em <<http://www3.unipv.it/webbio/spalla99/spamuseo.htm>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.
- VACCARI, Pietro. *Storia della Università di Pavia*. 2ª ed., riveduta ed illustrata. Pavia: Università di Pavia, 1957.
- WALSH, John. On the electric property of the torpedo. *Philosophical Transactions*, **63**: 461-480, 1773-1774.¹⁷
- . Of torpedos found on the Coast of England. In a letter from John Walsh to Thomas Pennant. *Philosophical Transactions*, **64**: 464-473, 1774.¹⁸

Data de submissão: 30/07/2011.

Aprovado para publicação: 12/11/2011.

¹⁷ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/461.full.pdf+html>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹⁸ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/64/464.full.pdf>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.