

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

The teaching of electricity in São Paulo through the study of its prescriptions and some indications of its practical possibilities: objects, books, regulations

Bruno Bianchi Lopes Gonçalves¹
Katya Braghini²

DOI 10.26512/museologia.v13i26.53009

Resumo

Nos últimos anos do século XIX e durante as duas primeiras décadas do século XX o ensino de ciências e de física se intensificou e o uso de objetos para o ensino prático dessa disciplina se tornou indispensável no ensino secundário paulista. Neste estudo, a partir da composição de diferentes documentações, mostramos os aspectos prescritivos do ensino de eletricidade, apresentando inferências sobre as possibilidades experimentais do ensino deste conteúdo no período. Para este estudo, analisamos livros didáticos, legislações, catálogos e jornais de ampla divulgação da época para análise e, principalmente, objetos científicos e suas peculiaridades. As peças apresentadas nesse estudo são abordadas em seus aspectos materiais e encontram-se no Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. Observa-se a concentração do ensino na apresentação experimental de tipo demonstrativo do fenômeno elétrico e nos procedimentos operatórios dos objetos científicos.

Palavras-chave

ensino de eletricidade; objetos científicos; cultura material escolar.

Abstract

In the last years of the 19th century and during the first two decades of the 20th century, the teaching of science and physics intensified, and the use of objects for practical teaching of this discipline became indispensable in secondary education in São Paulo. In this study, based on the composition of different documents, we show the prescriptive aspects of electricity teaching, presenting inferences about the experimental possibilities of teaching this content during the period. For this study, we analyzed textbooks, legislation, catalogs, and widely circulated newspapers of the time for analysis, and mainly scientific objects and their peculiarities. The pieces presented in this study are addressed in their material aspects and are found in the School Museum of the Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. The focus of teaching is observed in the experimental presentation of the demonstrative type of the electrical phenomenon and in the operational procedures of scientific objects.

Keywords

teaching of electricity; scientific objects; school material culture.

¹ Mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) no Programa de Estudos Pós-graduados em Educação: História, Política e Sociedade (PPG-EHPS). Licenciado em História.

² Professora e pesquisadora do Programa de Estudos Pós-graduados em Educação: História, Política e Sociedade (PPG-EHPS). Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Coordena o Núcleo de Estudos Escola e seus objetos (NEO). Bacharel e licenciada pela Universidade de São Paulo (USP).

Introdução

O estudo da eletricidade como um dos temas da disciplina de Física se intensificou no currículo do ensino secundário paulista e brasileiro principalmente a partir da década de 1890. Diferente do ensino primário, que lidava basicamente com concepções gerais sobre a física e citações sobre grandes invenções e experimentos, à maneira de apresentação das Lições de Coisas, no ensino secundário e a formação de professores pelas Escolas Normais, seriam aprofundados os assuntos no que concerne aos estudos da Física, como o estudo dos fenômenos naturais, apresentado por meio de teorias ensinadas usando experimentos demonstrativos.

No presente artigo, destacamos o caráter prescritivo do ensino de Eletricidade no estado de São Paulo no período em tela, buscando entendê-lo da forma como ele era apresentado pelo currículo formal, levando em consideração uma composição dos programas de ensino, os livros didáticos e os objetos científicos, relacionados, de modo a apresentar como a eletricidade e o seu ensino foi cabo no período descrito. Busca-se compreender os significados simbólicos e educativos do ensino da eletricidade, considerando, principalmente, o fato de que ela adentra os currículos de maneira impactante no início do século XX, o que aguça a curiosidade sobre o seu ensino e o que era proposto com as materialidades científicas selecionadas para tanto³.

Indícios de metodologias para o ensino de física preteridas no ensino secundário paulista podem ser percebidos por meio das mais diversas fontes e documentos: legislações, livros didáticos, revistas escolares e os próprios objetos provenientes no estudo de física nesse momento do ensino em São Paulo. Dentre as legislações apontamos a reforma da Escola Normal (Decreto n.27 de 12/02/1890), a reforma da instrução pública de São Paulo (Lei n.88 de 09/09/1892) e o regulamento dos Ginásios oficiais do Estado (Decreto n.293 de 22/05/1895).

Analisa-se a condição prescritiva das aulas, ou seja, aquilo que é apresentado como uma condição ideal do ensino da Eletricidade. Trata-se de mostrar o que circulava como possibilidade curricular de uma boa aula do gênero, dada pela legislação, por portarias de escolas modelares, revistas pedagógicas, livros didáticos e outros documentos. Como se verá, os objetos científicos são centrais nessa história, tendo em vista a eloquência do ensino por demonstração dado à época.

Para a análise desses objetos, dividimos os conjuntos em três categorias diferentes: a eletricidade estática, dinâmica e o eletromagnetismo/magnetismo. Levou-se em consideração as divisões apresentadas em livros didáticos que seguiam os programas do Colégio Pedro II, à época, a escola que modelava os parâmetros de qualidade do ensino secundário no Brasil. Os livros didáticos utilizados para o cotejamento de documentos e o estudo das possibilidades de ação didática neste artigo são o “Curso Elementar de Physica” de Antonio Padua Dias, professor e, posteriormente, diretor da Escola Agrícola Prática de Luiz de Queiroz. e o “Tratado de Physica”, de Raul Romano, engenheiro químico e professor de diversas instituições modelares na década de 1920, chegando a dirigir o Ginásio Independência, localizado em São Paulo.

3 Este artigo é um recorte da pesquisa de Mestrado apresentado junto ao PPG em Educação: História, Política, Sociedade (PPG-EHPS) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, denominada “O ensino de eletricidade no estado de São Paulo (1890-1930): concepções, prescrições e objetos científicos”, de autoria de Bruno Bianchi Lopes Gonçalves, orientado pela Profa. Dra. Katya Braghini.

O primeiro compêndio tinha uma circulação relevante, foi citado como estruturalmente coeso, continha “boas gravuras” e uma linguagem não rebuscada – sendo facilmente identificado e utilizado em instituições escolares, como no Colégio Pedro II (Diário de Pernambuco, 1921, p. 3). O segundo livro também era recomendado pelo Colégio Dom Pedro II. Foi bem disseminado e era compreendido como um livro “em harmonia com as mais modernas theorias” (Diário Nacional, 1928, p. 2).

No artigo, são analisados alguns artefatos na sua relação com os demais documentos. Os objetos escolhidos são a garrafa de Leyden e a máquina de Wimshurst (Eletricidade estática), pilha de Grenet, bobina de Ruhmkorff (Eletricidade dinâmica), um exemplo de agulha magnética e componentes de um telégrafo (Eletromagnetismo/magnetismo). Esses materiais foram selecionados, porque eles são reiteradamente apresentados nos livros didáticos, catálogos de venda de instrumentos científicos, reconhecidos e validados como dispositivos de ensino essenciais nas prescrições para o ensino da eletricidade.

Esses objetos são analisados a partir de informações coletadas por dois instrumentos de pesquisa diferentes, de modo a nutrir de dados, o histórico de tais peças entendendo-as no processo de ensino. A primeira fonte de dados está ligada às informações intrínsecas dos objetos – muitas delas incluídas na base do *Pergamum*⁴ e estudadas ao longo do texto. Isso significa a possibilidade de analisar seu formato tátil, físico e utilizável em aulas experimentais. Também analisamos as informações extrínsecas às peças, como bem cultural patrimonializado, apresentando dados sobre o seu funcionamento e seu histórico. A construção da ficha de informações registrada neste texto foi pautada nos estudos de Da Silva (2005), principalmente porque evoca as funcionalidades da peça. Parcelas inteiras de conteúdo acumulado pelos dois instrumentos foram suprimidos deste texto, porque dizem respeito às atividades patrimoniais. Portanto, usamos apenas as parcelas de conteúdos que evocam o histórico das peças, os possíveis usos dos objetos para o ensino e o apontamento de sua existência e prescrição em outros documentos tais como livros didáticos e catálogos de venda de materiais científicos.

Todos os objetos científicos apresentados neste artigo fazem parte da coleção de Física do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, que possui um destacado patrimônio para a investigação da história do ensino de diferentes ciências naturais. Esse museu é um patrimônio de educação em ciências de um colégio católico e confessional, fundado no ano de 1858, na cidade de São Paulo e que tem uma expressiva coleção de objetos voltados à Física (1.123 peças no total, sendo 337 delas voltadas somente ao ensino da Eletricidade). Precisamente porque há grande quantidade de peças voltada ao ensino da Eletricidade, ampliou-se a curiosidade de saber mais sobre este assunto e o trabalho didático, escolar, com esses artefatos.

É interessante o estudo sobre os objetos científicos de física para o ensino de eletricidade, em suas diversas ramificações, pensando os aparelhos de medição, máquinas, motores, dínamos etc. Porém, todos esses materiais estão imersos em uma rede de significados, pressuposta e inscrita neles e que requer “informações complementares e operações cognitivas e analíticas para descor-

4 Pergamum é o nome do instrumento de catalogação de dados onde se localiza a base de dados com informações sobre a coleção do “museu escolar”, elaborado durante o processo de inventariação do patrimônio da escola. Está disponível em: https://biblioteca.grupomarista.org.br/?q=&for=LIVRE&id_biblioteca=53 Acessado em 08/08/2024.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

tinhar os sentidos que encerram” (Zancul, 2012, p. 94). Por este motivo, o artigo faz uma análise relacional entre documentos que modelam o ensino de ciências em geral no estado de São Paulo buscando indícios de suas práticas.

Além disso, afirmar a importância do estudo sobre a estrutura dos objetos científicos e das demonstrações experimentais, não deve mascarar as dificuldades, nem apagar peculiaridades que eram encontradas no ensino científico naquele período. O primeiro é que em determinadas situações, as experimentações podiam não ter como fim o “experimento” do aluno sobre o objeto científico e o fenômeno elétrico. Este é o caso de algumas aulas enciclopédicas, pois mesmo com o aparato para as atividades práticas, o professor podia tomar outro rumo em relação à sua metodologia e fazer com que os alunos anotassem as características dos aparelhos. O segundo ponto é que mais do que apresentar fenômenos, as aulas com tais aparatos e máquinas podiam causar outras emoções como espanto, divertimento, surpresa, emoção (Guijarro Mora, 2018 p. 160-172).

Sejam como objetos que contam uma parte da história da educação em ciências, sejam como documentos importantes para o reconhecimento das práticas de ensino do passado, os objetos científicos para o ensino de eletricidade encerram neles a história de uma seleção de conteúdos que deu à eletricidade um espaço de imprescindibilidade no mundo que se apresentava como progressista, industrializado, moderno. Como podemos ver na história contemporânea, a eletricidade se tornou tão indispensável, que seria difícil compreender toda a civilização sem ela.

Percurso e utilização e o seu ensino da eletricidade em São Paulo (final do século XIX e início do século XX)

O estudo e as curiosidades sobre os fenômenos elétricos se destacaram em outros meios de comunicação não necessariamente “escolares”. Os primeiros ensaios ligados a luz elétrica no Brasil aconteceram na estação da Estrada de Ferro D. Pedro II, localizada no Rio de Janeiro. No estado de São Paulo, a primeira cidade a contar com luz elétrica nas ruas foi Rio Claro, em razão da presença de uma termoelétrica (Del Priore, 2016, p. 237).

Há variadas representações da eletricidade em diversos tipos de jornais e revistas, algumas de ampla comercialização e circulação, apresentando-a como um fenômeno controlável e que poderia ser usado para uma variedade de fins. Os objetos que circulavam entre os comerciantes tinham os mais diversos fins, tendo uma especialidade destacada, a medicina. Alguns tiveram sua eficácia comprovada pela ciência, outros nem tanto, como é possível ver no exemplo a seguir:

Figura 1 – Anúncio de comercialização de objetos elétricos



Fonte: O Archivo Illustrado. Anno V. Nº XLI. São Paulo, 1903.

O cinturão elétrico do Dr. Sanden, prometia a ascensão da fertilidade e virilidade. É curioso notar que esse tipo de prática pode soar excêntrica atualmente, mas nos dá a dimensão sobre a divulgação e comercialização de artefatos elétricos no começo do século XX.

Muitas tecnologias do período que envolviam a eletricidade, encontravam-se disseminadas pela cidade de São Paulo. A comercialização dos brinquedos elétricos, objetos domésticos como escovas, estojos magnéticos e palmilhas elétricas ajudaram a criar uma idealização e um nicho de consumo em relação a esse tipo de novidade. A circulação desses materiais também aponta para um comércio de vendas de produtos e consumo de bens muitos distintos que passam pela cosmética e a promoção do bem-estar. A título de exemplo podemos citar o *Echos Phonographico* que continha diversas referências à eletricidade.

Figura 2 – Objetos elétricos para uso doméstico



Fonte: *Echos Phonographico*. Anno III. Nº 22/35. São Paulo, 1904/1905.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Portanto, não se tratava apenas da entrada de um conhecimento que chega de maneira fulminante na escola, sendo apresentado nos currículos, livros didáticos e revistas pedagógicas. O que vemos é uma interrelação entre a modelagem de ciência que é processada pela escola, por meio de uma “maravilha” técnica e, ao mesmo tempo, a real situação de transferência de conhecimento daquilo que era possível ver nas ruas iluminadas e a proeminência de aparelhos elétricos usados no mundo comum. A vida em algumas cidades mudava de forma substancial, e se tornava, mais importante do que nunca, desenvolver os estudos dessa subdivisão da física. Os meios de comunicação da época tiveram papel importante na popularização do fenômeno da eletricidade nas grandes metrópoles. Em um artigo do Diário de São Paulo, é abordada de forma categórica a entrada da eletricidade na consciência coletiva:

Há bem poucos anos ninguém acreditava na electricidade; hoje, loucura seria a descrença a seu respeito, e me parece que também os que vierem depois de nós, ainda que não possam explicar o mesmerismo, lhe não negarão a existencia, autenticada pelos seus assombrosos efeitos. (1872, p. 2, grifo nosso).

Dezesseis anos mais tarde, a Eletricidade já está estabelecida na Instrução Pública como é possível ver em nota do Correio Paulistano (1888): “O Sr. J. E. de Macedo Soares, professor de chimica e physica da Escola Normal, convidou hontem os seus alumnos a se dirigirem à Usina de Electricidade, e ahi fez uma preleção sobre eletricidade” (Correio Paulistano, 1888, p. 2). Verifica-se um contato significativo entre os alunos da Escola Normal, seu professor de Física, com a realidade das indústrias ligadas a disseminação da energia elétrica no estado.

Esta ação do professor está acompanhada por outros dispositivos legais que demarcam a ciência como um conhecimento necessário na educação pública, o que é possível constatar por algumas normatizações de ensino.

Como escola modelar, no Colégio Pedro II é possível ver a Eletricidade em seus Programas desde 1850 com a indicação do ponto “Electricidade Atmospherica”. No ano de 1856, o colégio apresenta, diretamente, a “Machina eléctrica - Electrophoro” como um dos pontos de ensino (Vecchia e Lorenz, 1988, p. 30). Nos programas de 1858, vemos o estudo da “Eletricidade estática: causas da eletricidade; machinas eléctricas, efeitos da eletricidade” e “Eletricidade dinamica: experiências de Galvani e Volta; teorias dos mesmos; pilhas e seus efeitos” como conteúdos de ensino (Vecchia e Lorenz, 1988, p. 30). Algum tempo mais tarde, a Reforma Benjamin Constant, instituída pelo Decreto nº 981, de 8 de novembro de 1890, que tornou o Colégio Pedro II (neste momento denominado Ginásio Nacional) reforça o seu sentido de escola modelar do ensino secundário de modo que escolas equiparadas certificava os seus alunos diretamente ao ensino superior. Isso significa que as portarias e indicações de materiais de ensino desta escola são elementos basilares para o funcionamento de outras instituições com o mesmo nível de estudo. Além disso, as escolas que fossem “equiparadas” ao Colégio Pedro II, deveriam seguir o seu padrão de ensino, mantendo laboratórios e materiais de ciência à disposição da comunidade escolar.

A Lei n. 88 de 1892 que dispõe sobre o ensino secundário nos Ginásios do Estado de São Paulo apresenta algumas prescrições sobre este mesmo tema, acompanhando a escola do Rio de Janeiro. O seu Art. 18 divide os cursos dos ginásios em dois, um científico e outro literário. No currículo comum (igual aos dois cursos nos primeiros anos de estudo), é proposto o ensino de “Physica e

chimica experimental” e, no curso científico, especifica-se o “estudo complementar da physica, chimica e historia natural” (São Paulo, 1892).

No relatório do diretor da Escola Normal de São Paulo (1894), o então diretor, Gabriel Prestes informa ao “Dr. Secretário do Interior”, Alfredo Pujol, sobre a situação dos gabinetes de Physica e Chimica,

Quando, a 3 de outubro, assumi o cargo de Diretor da Escola Normal, encontrei o Gabinete de Physica e o laboratório de Chimica em péssimas condições. Os aparelhos de Physica, em pequeno número, achavam-se na maior parte estragados ou desmontados (São Paulo, 1894, p. 4).

O diretor relata o “mau estado” do gabinete e conta como fez o “primeiro cuidado” dos objetos (São Paulo, 1894). Gabriel Prestes ainda relata a aquisição de diversos instrumentos de Physica e Chimica, pela escola, fato que aponta para a importância desses gabinetes, no momento relatado, indicando um procedimento de aquisição desses produtos: “dei começo á installação dos novos aparelhos de Physica e Chimica que, em principios do anno, haviam sido encommendados á casa Ch. Noé, de Paris, graças á auctorização que para esse fim nos concedestes” (São Paulo, 1894, p. 4).

Meloni e Alcântara (2019) mostram o amplo processo de mediação e de tradução cultural neste processo de aquisição de produtos voltados à formação de professores, indicando os processos de compra do Estado junto às empresas fornecedoras, inclusive mostrando os processos de representação comercial para a valorização dos espaços de ciência nas escolas paulistas. Os autores nos lembram, inclusive, que os processos de aquisição de produtos não acontecem só por conta das aulas, mas de que o estado se vê diante da necessidade de acompanhar as “modernidades do ensino” frente às demandas daquela contemporaneidade que exigiam os conhecimentos pela experiência concreta.

Nesse contexto, o espaço destinado para o ensino prático e experimental começa a ser valorizado e diversas leis dispõem sobre o assunto, como a Reforma da Instrução Pública de 1892 e o Regulamento dos Ginásios do Estado de São Paulo de 1895.

A Escola Normal de São Paulo mostra uma preocupação bastante diretiva em relação à Eletricidade e as aulas demonstrativas. Gabriel Prestes, em seu relatório de 1895, diz:

Por officio sob n. 50, solicitei também do Governo autorização para montar nas arcadas do pavimento inferior aparelhos de electricidade (...) essa installação, que passo a descrever, constitue para a Escola um inapreciavel melhoramento. Além de illuminar o amphiteatro, a nossa installação foi adaptada a servir para as demonstrações de um curso pratico de electricidade (Prestes, 1895, p. 82).

Após todo o processo de reformulação do gabinete, o diretor Gabriel Prestes contabiliza e enumera a quantidade de objetos para o ensino de Física, que, ao todo contava com 254 objetos. Desse total, 98 serviam ao ensino de “Electrologia”, a maior quantidade por ramo da Física, aproximadamente 39% de todos os aparelhos existentes no laboratório até então.

Além de normatizações e acervos físicos, o ensino de eletricidade era citado em outros meios de comunicação e divulgação de conteúdos para o ensino de ciências, como as chamadas revistas escolares, muito populares no período estudado por essa pesquisa. A maioria delas eram diretamente relacionadas aos professores e propunham conteúdos e práticas ligadas (também) ao estudo da eletricidade. Como exemplo, a Revista de Ensino feita pelo órgão da Associação

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Beneficente dos Professores do Estado de São Paulo contava com algumas seções e as publicações relacionadas à eletricidade estavam sempre contidas na “pedagogia prática”; seção da Revista que lidava diretamente com lições para o professorado do estado de modo que fossem aplicadas em sala de aula.

Figura 3 – Conteúdos de eletricidade na Revista de Ensino

Edição / Ano	Conteúdo
N.1 / Ano III / abr. 1904	Considerações gerais sobre eletricidade.
N.2 / Ano III / jun. 1904	Manifestação líquida da eletricidade.
N. 3 / Ano III / ago. 1904	Bons e maus condutores. Eletrização por atrito.
N. 5 / Ano IV / mar. 1906	Eletricidade positiva e negativa.
N. 6 / Ano IV / mai. 1906	Magnetismo e eletromagnetismo. Íman.
N. 1 / Ano V / jul. 1906	Corrente elétrica. Campo magnético. Íman.
N. 4 / Ano VI / set. 1907	Eletroímãs. Campo magnético.
N. 5 / Ano VI / nov. 1907	Magnetismo terrestre. Eletromagnetismo. Dínamos.

Fonte: Revista de Ensino. Órgão da Associação Beneficente do professorado público de São Paulo. Typ.A vapor Hennies Irmãos. 1904-1907.

Assim, a Revista de Ensino tinha como objetivo dominante moldar as práticas de sala de aula dos professores, discorrendo sobre qual deveria ser o “modelo” de aula desejado para o período nas seções de “Pedagogia Prática” do periódico. Além disso, a prática de perguntas e resposta é prática corrente sobre o método intuitivo e das lições de coisas.

A aquisição de objetos para esse tipo de ensino se amplificou. De acordo com investigações pelo campo da história das ciências e de forma mais específica da física, o estudo e ensino sobre a eletricidade sempre foram moldados por experimentações, fato esse que só se transforma no século XX, com a disseminação dos estudos matemáticos associados aos seus conteúdos (Gonçalves, 2020).

Como se verá, a forma experimental, do tipo demonstrativa, compunha uma paisagem do ensino da Física que, à época, ao menos nas escolas equiparadas, era sustentada por anfiteatros científicos, em que a centralidade da aula está no experimento, na ação docente, nas formas de fazer operatórias da própria demonstração, com os objetos, completada pela mediação audiente da plateia. Essa condição de ensino não era exatamente uma novidade no início do século XX, tendo em vista que vemos uma tradição de aula que remonta, ao menos, o século XVIII, quando da ideia de cativação de uma plateia que assiste, como público da ciência, a demonstração científica na forma de teatro de maravilhas que são apresentadas na forma de fenômenos físicos (Céfalo, 2022, Braghini, 2017, Nieto-Galan, 2011).

O ensino de eletricidade na composição entre livros didáticos, suas atividades e os objetos científicos

Conforme o anunciado, temos a seleção de três ramos de conhecimento da eletricidade apresentado em aulas demonstrativas nas suas relações entre objetos científicos, normatizações e documentos. Portanto, para a eletricidade estática há o estudo da Garrafa de Leyden e da Máquina de Wimshurst. Pensando a eletricidade dinâmica a Pilha de Grenet, Bobina de Ruhmkorff e, por fim, o eletromagnetismo (magnetismo), a Agulha Magnética e um Telégrafo. Os exemplos abaixo combinam a apresentação das aulas pensadas pelos autores dos livros didáticos em associação com os materiais científicos usados nas atividades, indicando os processos pensados às aulas de Eletricidade a partir dos ditames oficiais, por meios de compêndios nacionais legitimados pelo Colégio Pedro II.

Foi elaborado um panorama geral sobre a estrutura e a apresentação prescritiva de aulas com a intenção de realizar inferências sobre o que era ministrado como uma atividade ideal para com o ensino da Eletricidade com o uso desses materiais em aulas demonstrativas a partir dos livros indicados às aulas e os seus respectivos materiais de ensino.

A eletricidade estática

Podemos definir a eletricidade estática, como uma área que estuda a energia que certos corpos adquirem (em estado de repouso) e que podem produzir muitos fenômenos, como os efeitos de atração e repulsão de acordo com bons e maus condutores, aparências luminosas, fusão de metais, reações químicas, entre outros (Nobre, 1925, p. 495).

Abaixo são analisados dois objetos para o ensino de eletricidade estática: a garrafa de Leyden – um dos mais conhecidos objetos para o ensino de condensação elétrica – e a Máquina de Wimshurst – uma renomada máquina eletrostática para o ensino de estática.

Primeiro, vejamos a garrafa de Leyden, um condensador elétrico e elemento fundamental para a criação das primeiras baterias elétricas.

Quadro 1 – Ficha de informações: Garrafa de Leyden

Denominação: Garrafa de Leyden / Garrafa de Leyden / Jarra de Leyden



O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Material		
Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição	A garrafa de Leydenn é um dispositivo para armazenar energia elétrica, inventado quase em simultâneo por Pieter Van Musschenbroek (1692-1761), professor de filosofia natural em Leydenn, na Holanda, e por Ewald Von Kleist (1700-1748), sacerdote e cientista alemão. Era também designada por condensador uma vez que, à época, se supunha que a eletricidade era um fluido e que, como tal, podia ser condensado. Instrumentos de preparação e montagem (<i>Thesaurus</i> de acervos científicos em Língua Portuguesa)	
Dimensões	Altura: 24 cm Largura: 7 cm Profundidade: 7 cm	
Funcionamento	Utilizada para armazenar carga elétrica, sendo o antecessor dos atuais condensadores (<i>Thesaurus</i> de acervos científicos em Língua Portuguesa). É um condensador fechado no qual as armaduras são folhas de estanho separados por um dielétrico de vidro.	
Significado		
Concepção		Dependente
	X	Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo
Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
	X	Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. <i>Physique générale expérimentale</i> . Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Exemplar: 459486.

A garrafa de Leydenn foi desenvolvida em 1745 por dois físicos: Von Musschenbroek, em Leiden, na Holanda e por Von Kleist na Pomerânia, o instrumento consiste em um capacitor de alta tensão. Com a criação da garrafa de Leydenn foi possível armazenar consideráveis quantidades de carga, o suficiente para produzir fortes faíscas elétricas.

Essa invenção possibilitou a apresentação de grandes condensadores elétricos, que são usados em experimentos de todos os setores da física e eletrotécnica (Gamow, 1963, p. 141). Chama-se condensador elétrico um sistema de dois condutores, um ligado a uma fonte de eletricidade e outro em comunicação com o solo, o objetivo é aumentar a capacidade de um condutor, de modo a acumular em superfícies pequenas, quantidades consideráveis de eletricidade (Romano, 1928, p. 300).

A aparição desse tipo de instrumento é muito recorrente nos livros didáticos do período, como podemos atestar no compêndio de Raul Romano:

A faísca da garrafa de Leyden é brilhante e ruidosa. Este aparelho pertence ao typo dos condensadores fechados ou envolventes com lamina isoladora de vidro. É essencialmente constituído por um frasco de vidro de paredes delgadas, cuja grandeza varia segundo a quantidade de electricidade que se pretende condensar. Uma folha de estanho recobre a parte externa e constitue uma armadura en-

volvente. A armadura interna ou collector, é geralmente formada por folhas de estanho, de cobre, de ouro massiço, ou de limalha de latão. A rolha do frasco é atravessada por uma haste metálica terminada externamente por um botão esférico e interiormente em ponta, ou por uma corrente metálica para melhor assegurar o seu contacto com a armadura interna. Para carregar a garrafa de Leyden faz-se comunicar a armadura interna com a machina e a externa com o sólo, e para a descarregar basta fazer comunicar as duas armaduras entre si com o auxílio de um excitador (Romano, 1928, p. 301).

A explicação do autor sobre as garrafas de Leyden, se ocupa com a estrutura do objeto, pois grande parte da escrita é direcionada à sua montagem. Aqui, esse procedimento não serve apenas como elemento subjacente à experiência, pois o conteúdo demonstrativo apela ao entendimento de como o experimento deve ser montado com os usos dos aparatos. No fim de sua explicação, Romano descreve a experiência com o objeto.

O uso desse aparato tem, ainda, sua importância evidenciada em catálogos que estudam objetos científicos do fim do século XIX, como o *Physique Cote Cours*, explicando que “os efeitos da eletricidade, fisioterapia, mecânica e química são ainda mais energéticos à medida que fazemos uso de aparelhos elétricos mais poderosos como a Garrafa de Leiden ou as baterias elétricas” (1997, p. 80).

Como se verá abaixo, as garrafas de Leyden também são elementos acessórios. O *Thesaurus* dos Instrumentos em Língua Portuguesa indica-o como um objeto de “preparação e montagem”, o que reforça o caráter de transmissão da montagem do experimento apresentado no livro didático. Vemos a garrafa de Leyden como parte de um aparato, para a apresentação do funcionamento da máquina eletrostática de Wimshurst, vista a seguir:

Quadro 2 – Ficha de informações: Máquina de Wimshurst

Denominação: Máquina de Wimshurst



O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Material		
Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição	A máquina de Wimshurst foi inventada na Inglaterra, por James Wimshurst, e primeiramente descrita em Janeiro de 1883. Na época já eram conhecidas outras máquinas de influência de relativamente alta potência, como as de Toepler, Holtz (1865) e Voss (1880), que eram todas problemáticas, principalmente devido às constantes reversões de polaridade a que eram sujeitas e à alta isolamento elétrica requerida para operação eficiente. O elegante projeto da máquina de Wimshurst resolve estes dois problemas, por evitar o uso de superfícies indutoras fixas e por apresentar altas tensões apenas nas proximidades dos coletores de carga. Instrumento de demonstração e estudo-operativo (<i>Thesaurus</i> de acervos científicos em Língua Portuguesa)	
Dimensões	Altura: 39 cm Largura: 26 cm Profundidade: 27 cm	
Funcionamento	O experimento com a máquina se inicia a partir do momento que em a alavanca é acionada, pois com os mancais bem posicionados os dois discos maiores começam a girar em sentidos opostos, o contato das escovas de cobre ou bronze (sustentadas pela barra neutralizadora) com os setores metálicos dos discos, acabam por recolher de um lado cargas positivas e de outro negativas. “Com setores de estanho, a máquina de Wimshurst põe-se a trabalhar sem excitação alheia: basta reunir os polos até se tocarem e mover os discos no sentido que vai do pente para a escova mais próxima; em breve, notam-se penachos de luz e estalidos característicos devidos ao vento elétrico entre os pentes e os discos; então, afastam-se os polos e crepitam numerosas e lindas faíscas cujo comprimento depende da voltagem da máquina; uma faísca de 2 cm. Corresponde a cerca de 60.000 vóltios” (Azevedo, 1927, p. 436).	
Significado		
Concepção		Dependente
	X	Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo
Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. <i>Physique générale expérimentale</i> . Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Exemplar: 458665.

A máquina foi construída em 1883, quando o carpinteiro naval e inventor inglês, James Wimshurst (1832-1903) buscava geradores eletrostáticos eficientes: dois anos depois já era fabricada e utilizada. Um dos principais usos é como gerador de alta tensão elétrica para tubos de raios catódicos. Segundo Queiroz (2001), por toda a vida o inventor dedicou seu tempo livre a trabalhos experimentais, tendo em sua casa uma grande oficina, que ele equipou com as melhores ferramentas e mesmo com iluminação elétrica - um diferencial à época (Queiroz, 2001).

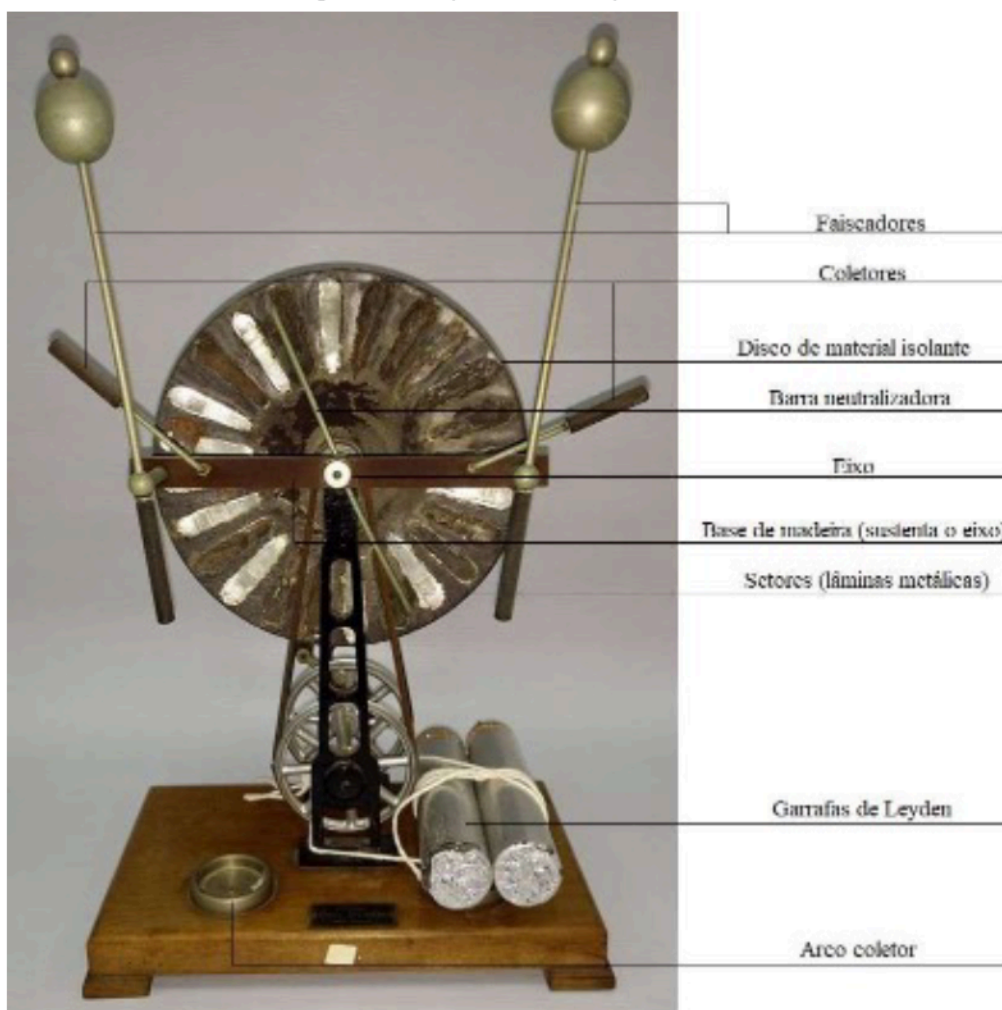
A máquina é formada por dois discos de vidro (ou acrílico, no caso das mais atuais), afixados sobre um fuso ou eixo, muito próximos um do outro, de

forma que consigam rodar sem se encostar. Nesses discos, encontram-se uma série de “setores” de metal, espaçados igualmente, que adquirem um tipo de carga devido à fricção com dois pentes nas extremidades de uma haste metálica, fixadas na frente de cada disco - os neutralizadores (Gomes, 2016, p. 12-13).

As cargas são captadas pelos coletores (hastes de metal com escovas nas pontas), impulsionadas pelos capacitores (Garrafas de Leyden) e induzidas até a ponta das barras de descarga, causando o fenômeno da faísca entre uma barra e outra. Essa máquina, quando em utilização, produz faíscas que, por suposto, causam espanto e admiração na plateia e justifica a sua função de máquina para “estudo operativo”, tendo em vista que ela é o elemento mais importante para causar efeitos com outros acessórios que compõem o aparato eletrostático.

As parcelas de apresentação da máquina e suas funcionalidades podem ser observadas na figura 4.

Figura 4 – Componentes da Máquina Eletro



Fonte: Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. Pergamum Museu – Exemplar: 458665.

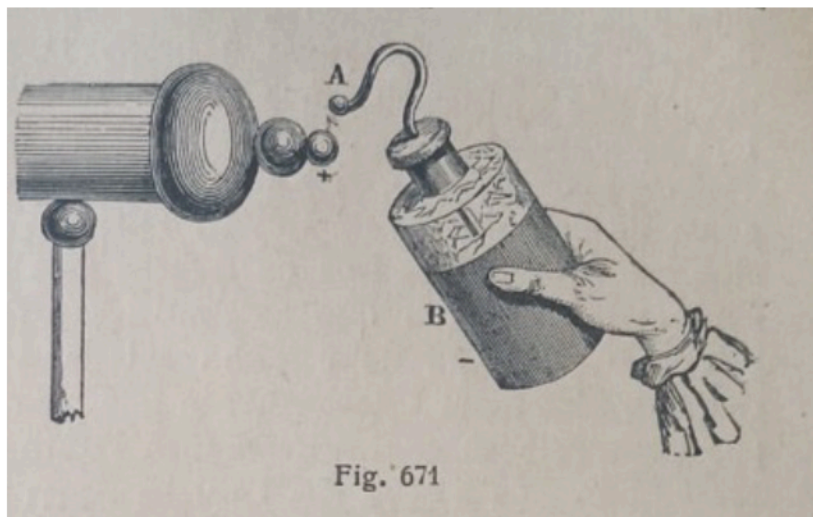
Para a análise das informações externas ao objeto, vejamos as lições sobre a máquina presente em dois livros didáticos.

Na obra de Pádua Dias (1920), a máquina é estudada por duas óticas diferentes. Em primeiro lugar, é explicada a estrutura da máquina, onde estão dispostos os discos de vidro, setores, manivelas, “hastes condutoras”, pentes e

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

as garrafas de Leyden. No segundo momento da explicação, o autor descreve o processo de funcionamento da máquina, conforme o esquema apresentado acima. Por fim, Dias explicita um pequeno quadro com as “distancias explosivas” da máquina, mostrando a correlação de sua potência em Volts, pelas distâncias das duas esferas metálicas da máquina: quanto maior a distância, maior é a diferença de potencial (Pádua Dias, 1920, p. 299).

Figura 5 – Carregamento de uma Garrafa de Leyden em máquina eletrostática



Fonte: Romano, 1928, p. 553.

A demonstração desses números em um livro didático aponta a três intenções diferentes. A primeira mostra o potencial que a máquina tem para ser usada em diversas experiências. Depois, vemos que a máquina eletrostática funciona pela composição com outros elementos e que o manejo dos artefatos não está deslocado dos conhecimentos sobre as descargas elétricas. Céfalo (2022) mostra esta clara orientação dos sentidos no tato, quando faz o estudo sobre a formação em Física e Química na Escola Normal de São Paulo, mostrando um “saber fazer” que implicava o cuidado com o experimento “aprender a manusear os objetos, atentando à forma correta de segurá-los, induzi-los e manipulá-los” (Céfalo, 2022, p. 280). Por fim, a demonstração parece ter uma função adversativa, pois o autor do livro, certamente, tentou mostrar os possíveis perigos de utilização da máquina⁵. Em todo caso, fica explícito a ideia de que a operação da máquina é um elemento de ensino de modo que os registros de diferentes livros mostram os manejos corretos durante a operação da atividade⁶.

No segundo livro didático analisado, o professor Raul Romano é mais sintético em suas explicações sobre a máquina de Wimshurst:

Pertence ao typo das machinas ‘por influencia’. Compõe-se de 2 discos de ebonite, distanciados 5 milímetros um do outro, e girando ao mesmo tempo, mas em sentido contrario. Em cada um dos discos há uma serie de sectores de papel de estanho. Ambos os discos giram entre garfos metallicos providos de pontas viradas contra elles. Destes garfos partem ainda varetas de latão sustentadas por supportes isolados. O compensador, é uma vareta metallica, cujas

⁵ Uma ótima demonstração do que é possível apresentar com essa máquina para o ensino é feita pela Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze e está disponível no vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=faeTCX-g-WA> Acessado em 03/11/2023.

⁶ Este mesmo procedimento pode ser visto no livro didático “Primeiras noções de Ciências Physicas e Naturaes” da coleção FTD, produzida pelos Irmãos Maristas, p. 176.

extremidades formam um pincel macio de tênues fios metálicos, que resvalam contra os sectores. Fazendo girar os discos de machina desenvolve-se imediatamente electricidade que salta em forma de faísca ou de effluvio. Os compensadores estão inclinados cerca de 45 graus em relação ás pontas. Estas últimas, e bem assim as esferas polares a elas ligadas, podem ser postas em comunicação com garrafas de Leyden. Esta machina tem a apreciável qualidade de ser auto-excitadora (Romano, 1928, p. 298).

O autor não separa a estrutura de funcionamento da máquina de possíveis experimentos com ela. Explica os componentes ao mesmo tempo que define sua função no objetivo principal da máquina: gerar faíscas elétricas. A escrita de Romano, parece ser vaga e imprecisa sobre o aparelho, fator que distancia suas explicações da elucidação mais completa de Padua Dias. Mas, por ela podemos perceber como o aspecto “demonstrativo” mostra a composição entre o saber sobre o fenômeno, e o saber técnico, gestual, de apresentá-lo como uma tecnologia.

O estudo do ensino de eletricidade – e de outros campos da física - torna-se concreto a partir de quatro etapas: observação, hipótese, experimentação e indução. Explicando o método de forma muito sintética, no caso do entendimento do ensino apresentado no início do século XX, primeiro, observa-se o objeto, suas partes, operações e formas de funcionamento. Depois, apresenta-se um determinado fenômeno. Para verificar essas hipóteses, os fenômenos são reproduzidos de forma artificial usando a experimentação. Por fim, generaliza-se o que se viu nas experimentações, e a hipótese pode ou não se transformar em uma “lei universal” (Azevedo, 1927, p. 4).

Esse método “indutivo” evocado por Azevedo tem ligações com o campo pedagógico que à época era pautado pelo método intuitivo. Este método de ensino, muito disseminado no Brasil nas duas últimas décadas do século XIX e nas primeiras do XX, estão imediatamente coligadas aos processos de percepções científicas já que uma de suas características básica era oferecer dados sensíveis à percepção e observação dos alunos. Acreditava-se que a educação deveria ser feita de maneira “natural”, baseando-se nos sentidos, por onde se estruturava toda a vida mental (Rozante, 2013, p. 49).

Por este motivo, o estímulo à observação evoca essa relação direta entre o ensino em aplicação com as máquinas e instrumentos e o método de ensino que pede precisamente pelo refinamento dos sentidos, pela apreciação da observação. Este método de ensino tem como premissa fundamental valorizar os cinco sentidos e a intuição humana, para que o aluno possa entrar em contato com o mundo “real”. Para o ensino de ciências, o jovem deveria interagir de forma direta com os objetos científicos.

Esse método relacionava-se com o ensino das ciências, pois deveria iniciar os alunos menores (do ensino primário) nesse campo de conhecimento, além de utilizar o estudo das “coisas familiares”. Dessa forma, o conhecimento rudimentar das ciências físicas e naturais seria transmitido por processos intuitivos (Bocchi, 2013, p. 88). O que se vê é o escalonamento deste conhecimento, que perpassa pela observação de elementos concretos para, progressivamente, estimular pensamentos mais abstratos. De certa maneira, a escola é consumidora de objetos científicos, não apenas para ensinar a Física, mas, precisamente para fazer cumprir o que se entendia como busca pelo conhecimento a partir do método intuitivo.

A eletricidade dinâmica

A eletricidade estática (ou eletrodinâmica) é responsável pelo estudo das cargas elétricas em movimento. Essa seção do estudo de eletricidade refere-se, principalmente, aos conceitos associados à corrente elétrica e aos circuitos com os seus componentes, como as pilhas elétricas, acumuladores, motores, geradores, entre outros.

Vemos abaixo, dois objetos para experimentações em eletrodinâmica: a pilha de Grenet e a Bobina de Ruhmkorff. O primeiro é a pilha de Grenet, um objeto capaz de transformação energia elétrica em energia mecânica – a chamada Roda de Barlow – e a Bobina de Ruhmkorff, que tem como fim transformar correntes elétricas de baixa tensão (como as das pilhas) em correntes de tensão muito elevadas.

Quadro 3 – Ficha de informações: Pilha de Grenet

Denominação: Pilha de Grenet / Pilha de dicromato de potássio



Material

Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição		A pilha de Grenet é constituída de um vaso de vidro conteúdo ácido dissulfúrico diluído (ácido excitador) e bicromato de potássio (líquido despolarizante) com duas placas de carbono de retorta, imersas e separadas por uma placa de zinco amalgamada (eletrodo negativo). A energia gerada pela Pilha de Grenet é de cerca de 2 V. Foi desenvolvida pelo operário francês Grenet (cerca de 1856), tendo sido muito utilizada no final do século XIX para usos domésticos e laboratoriais (nomeadamente pelo inventor americano Thomas A. Edison (1847-1931)). Instrumentos de preparação e montagem (<i>Thesaurus</i> de acervos científicos em Língua Portuguesa)
Dimensões		Altura: 22 cm Largura: 10 cm Diâmetro: 10 cm

Funcionamento	A pilha de Grenet à semelhança da pilha de Volta, destina-se a converter a energia química, gerada por uma reação química, em energias elétricas. É constituída por uma garrafa de vidro no interior da qual se encontram duas lâminas de carvão, que constituem o elétrodo positivo, e uma lâmina de zinco, central, que constitui o elétrodo negativo. (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia).	
Significado		
Concepção		Dependente
	X	Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo
Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Exemplar: 444188.

A pilha de Grenet foi elaborada por um operário francês por volta do fim da década de 1850, e se popularizou, principalmente, no fim do século XIX, com usos domésticos e laboratoriais. Em relação às informações extrínsecas do objeto, apresentamos sua descrição descrita no livro de Padua Dias:

Consta de uma pilha de uma garrafa de largo gargalo, tapada por um disco de ebonite através do qual passa uma haste metálica A que sustenta uma lâmina Z de zinco amalgamado, a qual fica entre duas laminas C de carvão de retorta. A lamina de zinco é movel, podendo-se levantal-a afim de ficar fóra do liquido quando a pilha não tiver de funcionar. O eléctrodo positivo é formado pelas duas laminas de carvão, ligadas entre si, na parte superior, por uma pequena chapa de cobre. O liquido é uma solução de bichromato de potássio, adicionada de acido sulfurico. Quando a pilha funciona, o zinco é atacado pelo acido sulfúrico, o hydrogenio produzido combina-se com o oxygenio, fornecido pela reacção do bichromato com o acido, formando agua. Evita-se, assim, o phenomeno da polarisação (Padua Dias, 1920, p. 312).

O texto de Padua Dias detalha a estrutura da peça, preocupando-se com a solução química do objeto e explicando as reações químicas que possibilitam a sua ativação. Sendo este um instrumento de “preparação e montagem” percebe-se o esforço de registrar os elementos e os processos químicos antecipados de modo que o experimento ocorra. Para evidenciar o uso desse artefato em sala de aula, podemos levar em consideração o Diário de Lições de Norberto de Almeida, aluno da Escola Normal de São Paulo, no ano de 1902.

Todas as pilhas tem dois elementos: um atacado pela solução química outro não atacado. Podem-se armar as pilhas em intensidade ou em quantidade. Ha diferentes modificações da pilha voltaica: Bunsen, Grenet e Leclanche. O elemento atacado nas pilhas se eletrisa negativamente e o não atacado positivamente (Almeida, 1902, p. 780).

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Essas explicações demonstram a estrutura básica de montagem de uma pilha de forma “não industrial”. Também denota a importância da observação do processo químico para que o experimento seja levado a cabo. Além disso, o autor cita três tipos de pilhas diferentes, entre elas, a Pilha de Grenet. E continua registrando a composição das soluções vistas à utilização do objeto:

Preparação da solução de grenet!

Faz-se ferver

50 grs. de bichromato de potassio com 450 gr. d'água

Ferve-se mais

50 grs. de acido sulfurico com 450 grs de agua

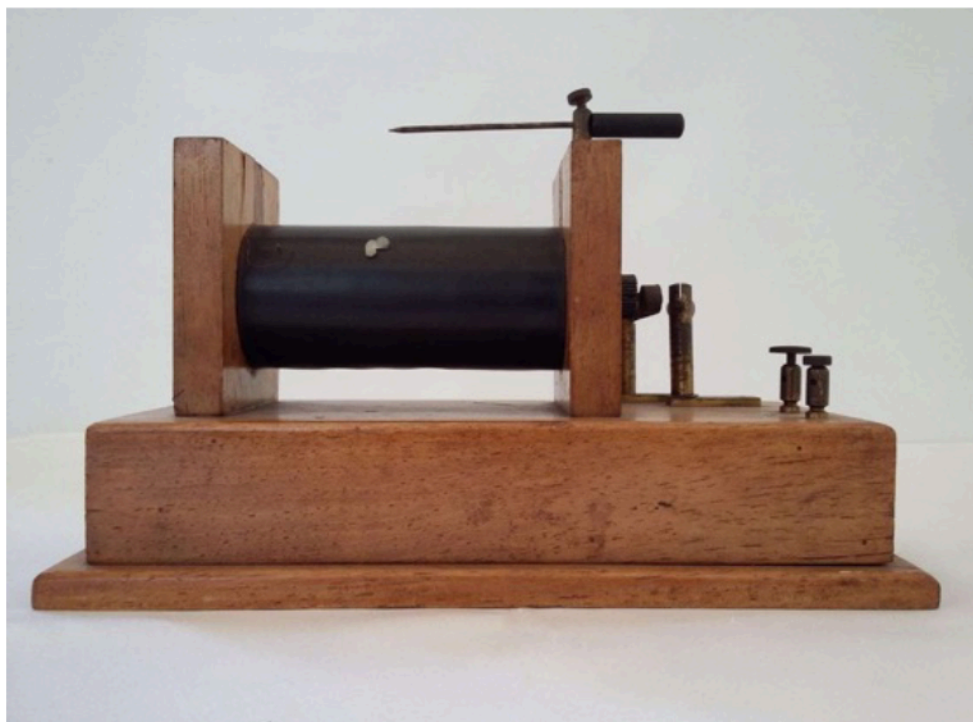
As duas soluções frias, umidas dão a solução de Grenet, de cor vermelha e transparente (Almeida, 1902, p. 782).

As anotações de Norberto de Almeida notabilizam o teor experimental utilizado nos primeiros anos do século XX em uma das escolas modelo paulistas e de formação de professores. Como observa Céfaló (2022) as atividades de ciências eram centrais nesta escola, até mesmo porque o anfiteatro de ciências estava entre os laboratórios de Física-Química e o Gabinete de História Natural no centro edificado da escola.

O segundo objeto analisado para o ensino de eletricidade dinâmica é a bobina de Ruhmkorff, que tem como função principal a transformação de correntes elétricas de baixa tensão, em correntes de tensão elevadas.

Quadro 4 – Ficha de informações: Bobina de Ruhmkorff

Denominação: Bobina de Ruhmkorff



Material		
Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição	É uma bobina de indução construída em 1851 por Ruhmkorff. Transforma correntes elétricas de baixa frequência em correntes elétricas de altíssima frequência (Listagem do acervo do Museu Escolar- Professor Luiz Hermínio Marcarini). A bobina de Ruhmkorff é um dispositivo que permite a obtenção de uma tensão alternada elevada, a partir de uma baixa tensão contínua, sendo um antecessor dos atuais transformadores. A sua invenção deve-se ao físico alemão Heinrich Ruhmkorff (1803-1877). Instrumentos de preparação e montagem Instrumento de demonstração e estudo-operativo (<i>Thesaurus</i> de acervos científicos em Língua Portuguesa)	
Dimensões	Altura: 15 cm Largura: 12 cm Diâmetro: 24 cm	
Funcionamento	Quando a tensão de alimentação contínua no primário (fornecida por uma pilha) é interrompida por meio de um interruptor, a variação do fluxo da indução magnética através do secundário induz neste, momentaneamente, uma tensão elevada (proporcional ao número de espiras), de acordo com a lei de indução de Faraday (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da <i>Physica à Engenharia</i>).	
Significado		
Concepção		Dependente
	X	Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo
Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. <i>Physique générale expérimentale</i> . Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

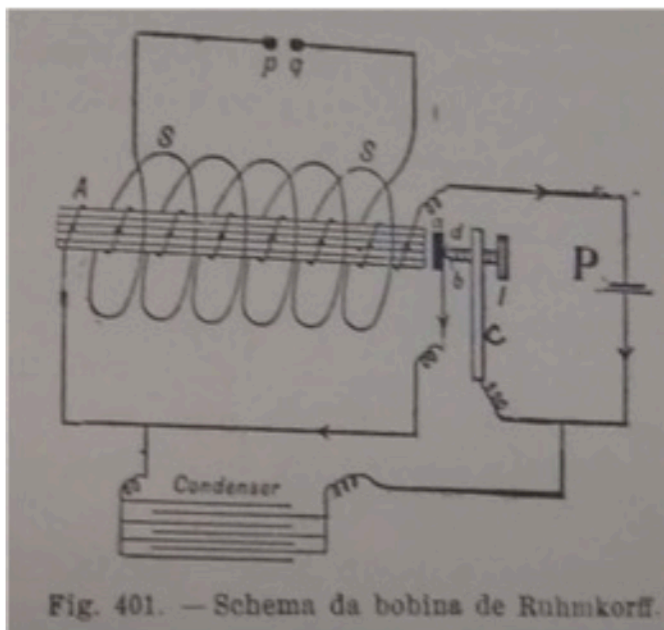
Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Exemplar: 444176.

Esse tipo de bobina começou a ser construída em 1851, por Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803-1877), mecânico alemão. O aparelho, rapidamente, passou a ter evidente aplicação nos laboratórios, porque são de simples construção, e de fácil manuseio. Pode ser considerada um antecessor dos atuais transformadores elétricos, foi utilizada também para auxiliar na ignição dos automóveis do século XX.

A bobina de Ruhmkorff, a exemplo dos outros objetos, também tem certa reincidência nos materiais didáticos para o ensino de eletricidade dinâmica, aparecendo nos livros de Padua Dias e Raul Romano.

Para o primeiro autor, esse objeto é um “verdadeiro transformador cuja bobina primaria é alimentada pela corrente contínua de uma ou mais pilhas” (Padua Dias, 1920, p. 416). A continuidade ou ruptura dessa corrente é obtida por meio de um interruptor automático, que determina a produção de correntes induzidas na bobina.

Figura 6 – Esquema de funcionamento da Bobina de Ruhmkorff



Fonte: Curso elementar de Physica. Padua Dias, 1920, p. 417.

Além de apresentar o esquema de funcionamento da máquina, Padua Dias descreve a “disposição” desse tipo de objeto científico.

A bobina primaria A é constituída por um fio grosso de cobre, isolado, e enrolado em duas ou três camadas em torno de um núcleo cylindrico de ferro macio que, para evitar as correntes de Focault, é constituído por um feixe de fios isolados. A bobina secundaria SS recobre a primaria, sendo constituída por um fio muito fino, perfeitamente isolado, enrolado em muitas camadas cylindricas sobrepostas e terminando nos dois pontos p e q que são os pólos da bobina. Ao passo que o enrolamento primario é feito por um fio cujo comprimento pode attingir a 50 kilometros ou mais, segundo as dimensões da bobina. Disto resulta que, nas fortes bobinas, as correntes induzidas podem attingir a tensões elevadissimas, exigindo disposições especiaes de isolamento para evitar a producção de faíscas entre as espiras do enrolamento secundario. (Padua Dias, 1920, p. 417).

Explicando a estrutura básica desse tipo de aparelho, o autor discorre também, sobre as bobinas de maior potencial. Seguindo o livro de Padua Dias, nas “fortes” bobinas que contam com uma grande extensão dos fios de cobre, as correntes induzidas podem chegar a tensões elevadíssimas, com facilidade para obtenção de 10.000,00 volts. A construção desse tipo de bobina também é o foco, a respeito deste tema, no livro de Raul Romano,

Toma-se um cylindro ôco (de vidro, madeira ou cartão) e enrola-se sobre elle primeiramente o fio inductor de 30 a 50 metros de comprimento. O inductor deve formar apenas duas ou três camadas helicoidaes sobrepostas. Isto feito, dispõe-se sobre o inductor uma camada isoladora (um cylindro de vidro, por exemplo) por cima da qual se enrola o fio induzido, podendo attingir 120 km de extensão, em camadas cylindricas sobrepostas, isoladas umas das outras por meio de gomme-laca. Para evitar as correntes de Focault, o nucleo de ferro macio é constituído por um mólho de fios de ferro isolados a todo o comprimento. São, porém, particularmente interessantes os efeitos produzidos nos tubos de Geissler e de Crookes, e consequente producção dos raios X. (Romano, 1928, p. 271).

Nesse segundo compêndio – mais sintético que o livro de Padua Dias – o autor apresenta brevemente a estrutura de montagem do aparelho. Percebe-se a preocupação dos autores em mostrar a configuração das peças nesse tipo de máquina. Romano, ainda cita os efeitos “particularmente interessantes” na produção dos raios X, que entra em maior evidência no fim dos anos 1920, o que justifica a sua função tanto de preparação, para que seja unido a outros equipamentos, quanto a ideia de demonstração, sua comunicação de ensino essencial.

Segundo Miguel Milano (1922), era importante a apresentação dos fenômenos físicos por meio de máquinas e aparelhos. A força elétrica podia ser conhecida por meio da apresentação das ‘correntes indutoras e induzidas’ e a melhor forma de apresentá-las seria por meio de bobinas. De acordo com o autor, a Bobina de Ruhmkorff é a mais importante ‘máquina de indução’ de correntes concebida até então. Já se pode dizer, pelos casos apresentados, que o conhecimento da matéria está concentrado no funcionamento e na identificação dos aparelhos, bem como na observação dos fenômenos que podem ser demonstrados.

Magnetismo e eletromagnetismo

O magnetismo é a área da física responsável por estudar os fenômenos magnéticos, como o campo e força magnética até a indução eletromagnética de Michael Faraday, já o eletromagnetismo estuda a relação existente entre os fenômenos estudados em eletricidade e no magnetismo. Os ímãs – elementos fundamentais para o estudo desse campo da física - encontrados naturalmente no meio ambiente são chamados de ímãs permanentes ou naturais. Os outros, são conhecidos como ímãs artificiais e é basicamente o que essa seção da eletricidade estuda (Bauer, Westfall, Dias, 2012).

Porém, geralmente, o estudo do magnetismo se encontra muitas vezes reduzido, servindo como um tipo de introdução para os conteúdos que envolvem o eletromagnetismo, pois a eletricidade e o magnetismo são partes de uma mesma força universal, chamada de eletromagnética. Essa relação, entre a eletricidade e o magnetismo só foi “descoberta” no século XIX, assim surgia uma estrutura comum chamada de eletromagnetismo (Bauer, Westfall, Dias, 2012).

Para o estudo das informações intrínsecas e extrínsecas dos objetos de estudo do foram selecionados a agulha magnética e componentes do telégrafo.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Quadro 5 – Ficha de informações: Agulha magnética

Denominação: Agulha magnética / Agulha imantada / Agulha de inclinação



Material

Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição	Marcas de escurecimento e oxidação do metal. Etiqueta adesiva de listagem anterior com numeração. Gravação na parte de baixo da base (9807). Instrumento de demonstração e estudo-contemplativo (Thesaurus de acervos científicos em Língua Portuguesa)	
Dimensões	Altura: 29 cm Largura: 14 cm Diâmetro: 7 cm	
Funcionamento	Utilizada para detectar a existência de um campo magnético em determinado local e indicar a orientação desse campo (Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa). Agulha imantada suspensa por um fio para experiências de atração e repulsão. Dita agulha de inclinação.	
Significado		
Concepção	X	Dependente
		Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo
Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Exemplar: 459697.

A agulha magnética é um objeto simples e há certa facilidade em projetá-lo. Tem como objetivo principal detectar a existência de um campo magnético em determinado local e indicar onde ele se localiza. O aparelho consiste, basicamente, em uma agulha imantada (magnetizada) suspensa por um fio, que se movimenta conforme a ação do campo magnético.

No Curso Elementar de Physica, discorrendo sobre o estudo com os ímãs nas escolas, Padua Dias realiza algumas considerações e define o conceito de agulha magnética.

Os imans artificiaes ou magnetes são os unicos que se empregam no estudo e nas applicações do magnetismo, por serem mais commodos e poderem adquirir as mais fortes imantações. Dá-se-lhes, geralmente, a forma de uma barra cylindrica ou prismatica, ou ainda, a de um losango alongado, tomando, neste caso, o nome de agulhas magneticas ou imantadas (Padua Dias, 1920, p. 261).

As agulhas magnéticas – ou imantadas – passam a assumir uma posição fixa em relação as experiências ligadas ao magnetismo. Pelo menos três experiências e verificações podem ser realizadas utilizando esse objeto: a verificação de polos dos ímãs, ações mútuas dos polos – atração e repulsão – e as variações de inclinação e declinação de diversos pontos geográficos. Por este motivo é caracterizada como um instrumento de demonstração e estudo contemplativo, tendo em vista a necessidade de observá-lo com cuidado de modo a concentrar nele a atenção dos espectadores.

Norberto de Almeida, já citado aluno da Escola Normal de São Paulo no ano de 1902, também aborda temas ligados ao magnetismo, analisando o íman e as formas que podem tomar para a metodologia em sala de aula,

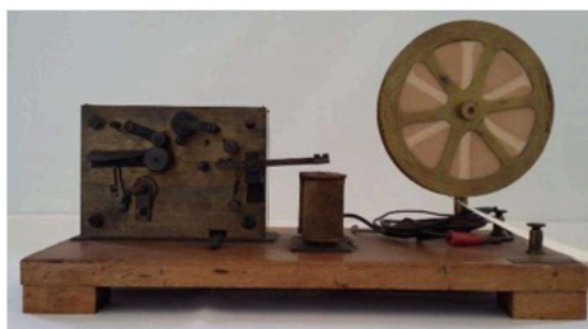
As únicas formas usadas para o íman artificial são: barra, ferrada e agulha. Faz-se a agulha de aço se magnetizar por diversos processos. A agulha nunca fica na posição horizontal, a ponta baixada mostra o polo levantar do lugar. O ângulo que ela forma com o paralelo é a inclinação. O ângulo que forma com o meridiano geografico do lugar é a declinação. (Almeida, 1902, p. 802).

As lições sobre o eletromagnetismo seguem a seguintes organização: em primeiro lugar são estudados os processos do magnetismo, conceitos ligados a chama e ímans rudimentares. A agulha magnética é entendida como um meio de tornar ilustrativo os efeitos desse tipo de estudo. Por fim, Almeida descreve algumas atividades e passos para “se fazer o íman” – salientando, mais uma vez, o construir e o demonstrar, tão privilegiados nas normatizações escolares que pregavam o chamado método intuitivo – já bem discutido na história da educação científica.

Por fim, para o estudo sobre eletromagnetismo, apresentamos a ficha de informações do Telégrafo, um dos primeiros meios de comunicação a distância que se utiliza de energia elétrica.

Quadro 6 – Ficha de informações: Telégrafo

Denominação: Manipulador de telégrafo Morse / Receptor do telégrafo Morse



Material

Área do Conhecimento	X	Eletricidade e Magnetismo
Descrição	449080: Escurecimento e ranhuras no latão. Pequenos pontos de oxidação. Sujidade na madeira. Na base inferior do aparelho, encontram-se as inscrições "046". Instrumento Científico de Registro (Thesaurus de acervos científicos em Língua Portuguesa)	
Dimensões	449080: Altura: 10 cm Largura: 21 cm Profundidade: 12 cm 449083: Altura: 20 cm Largura: 36 cm Profundidade: 18 cm	
Funcionamento	449083: A peça é um dos dispositivos que compõe o aparato completo do telégrafo Morse, que consiste em aparelhos de transmissão e recepção. Recebe uma sucessão de correntes mais ou menos prolongadas. Converte-os em mensagens telegráficas de acordo com o código Morse, consistindo em linhas longas e linhas curtas. Grava estas mensagens em papel e em tinta (ASEISTE). Ao todo o acervo possui 2 receptores. O visor das engrenagens é em vidro transparente possibilitando a observação do funcionamento da recepção dos pulsos.	
Significado		
Concepção	X	Dependente
		Independente
Ênfase Matemática	X	Qualitativo
		Quantitativo

Forma de Abordagem	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
Referências	Catálogos	Les Fils d'Émil Deyrolle. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.
	Livros	Padua Dias, Antonio de. <i>Curso Elementar de Physica</i> . Casa Vanorden. São Paulo, 1920. Romano, Raul. <i>Tratado de Physica</i> . Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

Fonte: Braghini, Katya M Z., Tomasiello, Ricardo P., Piñas, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu – Manipulador de telégrafo Morse (Id. 449080) / Receptor do telégrafo Morse (Id. 449083).

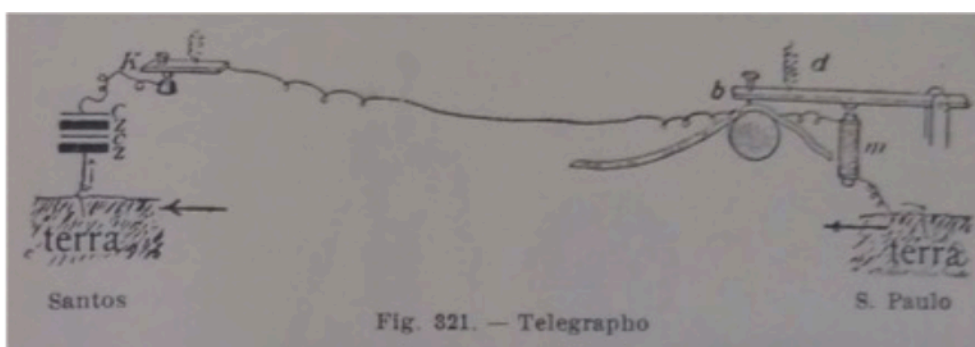
Os dois objetos apresentados no quadro sete compõem a estrutura principal do Telégrafo de Morse, aparelho que consiste na transmissão e recepção de mensagens codificadas – no caso descrito utiliza-se o código de Morse - que são geradas pela sucessão de correntes mais ou menos prolongadas. As mensagens geralmente eram gravadas com tinta sob papel⁷.

No livro didático de Raul Romano, podemos observar uma pequena descrição do que é a telegrafia em si,

A telegraphia tem por fim transmittir mensagens a grandes distancias por meio da corrente electrica. Uma installação telegráfica é constituida pelo gerador de corrente, pelo manipulador que regula as intermittencias da corrente na estação transmissora, pelo fio da linha e pelo receptor (Romano, 1928, p. 257).

O segundo livro didático que contém informações sobre o telégrafo tem uma apresentação mais esquemática. Antônio de Padua Dias, apresenta o objeto e seus componentes em poucas linhas, para depois partir para um exemplo prático do funcionamento do aparelho pensando a transmissão de mensagens entre cidades.

Figura 7 – Funcionamento do Telégrafo



Fonte: Tratado de Physica. Raul Romano, 1928, p. 347.

7 No caso do acervo do Colégio Marista Arquidiocesano é possível encontrar um aparelho de emissão (Exemplar: 474298) com seis manipuladores gastos por uso e um aparelho de recepção (Exemplar: 45883) com as tiras de impressão utilizadas. Há vestígios de uso dos aparelhos. Deve-se registrar que o código era um ensino comum nos livros de Física.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

Quando o telegraphista de Santos, accionando o manipulador K, fecha o circuito, uma corrente é lançada na linha de vai á estação de destino, S. Paulo, por exemplo. Ahi, a corrente passa pelo electro-iman m do qual volta pela terra para o pólo negativo do gerador, em Santos. Enquanto o manipulador conserva o circuito fechado, a armadura b é attrahida pelo electro-imam; logo que o circuito é aberto, a armadura é levantada pela ação da mola d. Essa armadura está munida, em sua extremidade, de um lapis, em frente ao qual, deslisa uma fita de papel, accionada por um mecanismo de relojoaria. O fechamento do circuito por um curto instante faz com que o lapis produza um simples ponto sobre o papel da fita; o fechamento por um momento mais longo acarreta a produção de um traço (Romano, 1928, p. 347).

A explicação ajuda a perceber como era entendido o manuseio desse objeto nas primeiras décadas do século XX. De acordo com as afirmações, podemos ver que o autor demonstra os efeitos do aparelho ao mesmo tempo que define sua disposição e estrutura. Intrinsecamente, apresentação a sua finalidade de comunicação com um exemplo prático, de modo a mostrar o serviço prestado pela tecnologia.

Considerações finais

A Eletricidade não entra no currículo apenas como uma necessidade de ensino. É possível constatar que inicialmente há um sentimento de entusiasmo sobre o domínio conquistado sobre ela. A eletricidade é apresentada como uma necessidade naquele período da história, cujos domínios perpassam a ciência e a técnica, mas também os interesses cotidianos, registrados na vida das cidades e na marcação de novos produtos que são consumidos que perpassam desde à cosmética, à medicina, ao consumo comum, às crenças milagrosas dada a sua autoridade como conhecimento científico.

Como objeto de ensino, a Eletricidade está presente em livros didáticos, em revistas pedagógicas, faz parte do histórico de ampliação de espaços em escolas modelares em São Paulo, tendo representativo vulto na Escola Normal de São Paulo, por exemplo. Este histórico fez parte, também, dos processos históricos da Instrução Pública paulista em idealizar a modernidade pedagógica nas disciplinas científicas e a Eletricidade, naquele período, é apontada como um dos conhecimentos imprescindíveis para tanto.

É importante considerar que, à maneira de demonstração, que era compreendida como “ensino prático”, voltado à educação dos sentidos, também se fixou o ensino da Eletricidade, com a apresentação demonstrativa valorizada no cotejamento entre os livros didáticos, os objetos científicos e os espaços de ciência. No caso da Escola Normal concentrado no anfiteatro que era o centro da edificação, mostrando um espaço valorizado às atividades das disciplinas científicas. Os programas do Colégio Pedro II, como já observado, mostra claramente os conteúdos de Física, muitas vezes apenas demarcando apenas o nome do objeto. É interessante perceber, pelo cotejamento dos livros didáticos com os objetos, que há tanto uma centralidade na observação do fenômeno apresentado pelos objetos científicos, como uma valorização dos processos procedimentais de operação dos objetos. Isso mostra que a os tais objetos científicos nem sempre eram vistos como recurso de aula, mas como, elementos centrais do conhecimento. Era importante entendê-los, fazê-los funcionar.

Parcelas dos conteúdos didáticos apresentados nos livros mostram que a demonstração apresenta as etapas dos procedimentos de atuação com os

objetos científicos, de modo que o seu caráter demonstrativo é “operativo”, “contemplativo”, isto é, entender como esses objetos (instrumentos, máquinas, aparatos, acessórios) funcionavam também eram uma parte do ensino, além do fenômeno em observação. Era importante aprender como acioná-los.

Como se pode observar, todos os conteúdos são descritivos e nos vemos diante de narrativas sobre as tipologias, estruturas, funcionamento e utilização de tais objetos como materiais de ensino da eletricidade, de modo a reiterar que o sentido de “prática” é tanto a demonstração dos efeitos causados pelos objetos, quanto o funcionamento do objeto em si e o seu acionamento pela ação direta do corpo do professor na sua relação imediata com a plateia.

Referências

ALMEIDA, Norberto de. *Caderno de lições da Escola Normal de São Paulo*. 3º ano. São Paulo, 1902.

AZEVEDO, Paulo de. Física. *Curso Secundário*. Programa Ginásial Completo. Coleção F.T.D. Livraria Francisco Alves, São Paulo, 1927.

BAUER, Wolfgang. WESTFALL, Gary D. DIAS, Helio. *Física para universitários*. AMGH. Porto Alegre, 2012.

BRAGHINI, Katya M. Z. As aulas de demonstração científica e o ensino da observação. *Revista Brasileira de História da Educação*, Maringá-PR, v. 17, n. 2 (45), p. 208/234, Abril/Junho, 2017.

BOCCHI, Luna Abrano. *A configuração de novos locais e práticas pedagógicas na escola: museu escolar, os laboratórios e gabinetes de ensino do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (1908-1940)*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. PUC-SP: São Paulo, 2013.

CÉFALO, Matheus, Luis de Souza. *A Instrução Pública na Utopia do Progresso Científico*. O ensino de Física e Química na formação docente na Escola Normal de São Paulo (1880-1918). Maringá: Viseu, 2022.

CORREIO PAULISTANO, Bibliographia. N. 20.668, pg. 3, jan./1921. São Paulo, Brasil. Disponível em: < https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_07&Pesq=%22Antonio%20Padua%20Dias%22&pagfis=3951 >. Acesso em: 13/01/2024.

CORREIO PAULISTANO. Lição de Physica. Anno XXXV, n. 9660, pg. 2, nov./1888. São Paulo, Brasil. Disponível em: < https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_04&Pesq=%22electricidade%22&pagfis=10706 >. Acesso em: 03/12/2023.

DA SILVA, A. Marques. Uma proposta de análise museológica dos equipamentos para o ensino experimental de física. In: *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2005, Bauru. Atas do ... ENPEC. Bauru: ABRAPEC, 2005. v. 5, p. 1-10.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Livros e folhetos. Anno 97, n. 240, pg. 3, set./1921. Recife, Brasil. Disponível em: < https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=029033_10&pesq=%22Antonio%20Padua%20Dias%22&pasta=ano%20192&hf=memoria.bn.br&pagfis=4700>. Acesso em: 13/01/2024.

DIÁRIO NACIONAL. Livros novos. Anno I, n. 319, p. 2, mar./1928. São Paulo, Brasil. Disponível em: < <https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=213829&pesq=%22Raul%20Romano%22&pasta=ano%20192&hf=memoria.bn.br&pagfis=1803>>. Acesso em: 06/02/2024.

DEL PRIORE, Mary. *Histórias da gente brasileira*. v. 2, Editora LeYa. Rio de Janeiro, 2016.

ECHO PHONOGRAPHICO. Anno III, N° 22. São Paulo, jan./ 1904.

ECHO PHONOGRAPHICO. Anno III, N° 35. São Paulo, jan./ 1905.

GAMOW, George. *Biografia da Física*. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1963.

GOMES, Rogério Viana. *Atividade experimental no ensino de física: a montagem da máquina de Wimshurst como proposta de recurso didático no ensino de eletrostática*. 2016. Universidade de Brasília, Planaltina, 2016.

GUIJARRO MORA, Víctor. *Artefactos y Acción Educativa*. Editorial Dykinson. Madrid. Espanha, 2018.

GONÇALVES, Bruno Bianchi Lopes. *O ensino de eletricidade no estado de São Paulo (1890 – 1930): concepções, prescrições e objetos científicos*. 2020. 235 f. Dissertação (Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: História, Política, Sociedade, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

MARSHALL, Alfred W. *The Wimshurst Machine: how to make and use it*. 2 ed. New York: Spon & Chamberlain, 1908, 157 p. (46323).

MELONI, Reginaldo A. e ALCÂNTARA, Wiara R. R. Materiais didático-científicos e a história do ensino de ciências naturais em São Paulo (1880-1901). *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 45, e207546, 2019.

MILANO, M. *Sciencias phisicas e naturaes, hygiene*. Monteiro Lobato. São Paulo, 1922.

NIETO-GALAN, Augusti. *Los públicos de la ciência: experts y profanos a través de la historia*. Madrid, ES: Marcial Pons Ediciones de Historia, 2011.

NOBRE, Francisco Ribeiro. *Tratado de Física Elementar*. 19ª edição. Lelo e Irmão Ltda. São Paulo, 1925.

O ARCHIVO ILLUSTRADO. O Cinturão Electrico do Dr. Sanden dá FORÇA VIRIL. Anno V, n. XLI, p.7, 1903. São Paulo, Brasil. Disponível em: < <https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=719102&pesq=%22electricidade%22>>

2&pasta=ano%20189&hf=memoria.bn.br&pagfis=285>. Acesso em: 30/11/2023.

PADUA DIAS, Antonio de. *Curso Elementar de Physica*. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

PHYSIQUE COTE COURS. *Cabinets de physique dans l'enseignement secondaire au XIX siècle*. Musée du Périgord. La Ville de Périgieux, 1997.

PIÑAS, Raquel Quirino. TOMASIELLO PEDRO, Ricardo. Resultados finais do projeto Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (Fase I): Planejamento e organização do inventário dos instrumentos científicos. *Anais eletrônicos do X Congresso Brasileiro de História da Educação*. Universidade Federal do Pará. Belém, 2019.

PRESTES, Gabriel. *Relatório apresentado ao Sr. Dr. Cesario Motta Junior*. São Paulo, 1895.

QUEIROZ, Antônio Carlos M. de. James Wimshurst. 2001. Disponível em: <<http://www.coe.ufri.br/~acmq/wimport.html>> Acesso em: 19/01/20.

REVISTA DE ENSINO. Orgam da Associação Beneficente do professorado público de São Paulo. Typographia do "Diario Official", São Paulo. 1904 – 1907.

ROMANO, RAUL. *Tratado de Physica*. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928.

ROZANTE, Ellen Lucas. *A educação dos sentidos no método de ensino intuitivo e o caso das escolas públicas isoladas de São Paulo (1889-1910)*. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo: São Paulo, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Decreto N. 293, de 22 de maio de 1895. Approva o Regulamento dos Gymnasios do Estado.

SÃO PAULO (Estado). Lei N. 88, de 8 de setembro de 1892. Reforma a instrução publica do Estado.

SÃO PAULO (Estado). Lei N. 130, de 25 de abril de 1880. Autoriza o governo a abrir desde já a Escola Normal, e dá-lhe regulamento.

SÃO PAULO, *Relatório do Director da Escola Normal*. Typographia a vapor de Vanorden & Comp. São Paulo, 1894.

SCHENBERG, Mário. *Pensando a física*. Landy Editora. São Paulo, 2001.

TURNER, Gerard L'E. *Nineteenth-Century scientific Instruments*. Philip Wilson Publishers Ltd., Londres, 1983.

VECCHIA, Ariclê e LORENZ, Karl Michael. *Programa de Ensino da Escola Secundária Brasileira (1850-1951)*. Curitiba: Edição do Autor, 1998.

O ensino de eletricidade em São Paulo pelo estudo de suas prescrições e alguns indícios de suas possibilidades práticas: objetos, livros, normatizações

ZANCUL, Maria Cristina de Senzi. SOUZA, Rosa Fátima de. Instrumentos Antigos como Fontes para a História do Ensino de Ciências e de Física na Educação Secundária. *Educação: Teoria e Prática* – Vol. 22, n. 40, mai/ago- 2012.