

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Bruno Bianchi Lopes Gonçalves

O ensino de eletricidade no estado de São Paulo (1890 – 1930):
Concepções, prescrições e objetos científicos

Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade

SÃO PAULO
2020

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Bruno Bianchi Lopes Gonçalves

O ensino de eletricidade no estado de São Paulo (1890 – 1930):
Concepções, prescrições e objetos científicos

Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para a obtenção do título de MESTRE em Educação: História, Política, Sociedade, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Katya Mitsuko Zuquim Braghini.

SÃO PAULO
2020

Banca Examinadora

RESUMO

Essa pesquisa estuda o ensino de ciências e de forma mais específica o ensino da eletricidade entre o período da reforma Caetano de Campos (1892) até a Reforma educacional Francisco Campos (1931). Pretende-se entender como o ensino da eletricidade, conteúdos específicos da disciplina de física era proposto, nas prescrições e as possibilidades para o seu ensino prático. São perguntas da pesquisa: O que era o ensino de eletricidade? Como aparece nas prescrições? Havia representações sobre a eletricidade, para além do destaque ao seu conteúdo? Quais eram as atividades e os materiais didáticos usados para aulas? Os documentos estudados são normas, prescrições sobre o ensino no estado de São Paulo; documentos relativos à Instrução Pública do Arquivo do Estado; Anuários de Ensino; periódicos de ensino. Os acervos Paulo Bourroul e Macedo Soares e a Biblioteca do Livro Didático localizados na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Também serão estudados os objetos científicos que fazem parte do acervo histórico do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. Tem-se como hipótese que a eletricidade ganhou importância porque passou, antes de tudo, a ser indicador de progresso, ou seja, uma representação para além dos conteúdos científicos que também passaram a valorizar o ensino desse conteúdo.

Palavras-chave: Eletricidade, história do ensino das ciências, história do ensino de Física, currículo.

ABSTRACT

This research studied science teaching and the most specific way to teach electricity between the period of the Caetano de Campos reform (1892) until the educational reform Francisco Campos (1931). It is intended to understand how the teaching of electricity, specific contents for the discipline of physics at the time, instructions and the possibilities for your practical teaching. The research questions are: What was electricity teaching? How does it appear in the prescriptions? Were there representations about electricity, in addition to highlighting its content? What activities and teaching materials were used for classes? The documents studied are norms, instructions on teaching in the state of São Paulo; documents related to the Public Instruction of the State Archive; Teaching Yearbooks; teaching journals. The authors Paulo Bourroul and Macedo Soares and a Library of the Localization Textbook at the Faculty of Education of the University of São Paulo. The scientific objects that are part of the historical collection of the Marist Archdiocesan College of São Paulo will also be studied. There is a hypothesis that electricity has gained importance because it has, above all, been an indicator of progress, that is, a representation in addition to the scientific content that has also been evaluated and valued in teaching.

Keywords: Electricity, history of science teaching, history of physics teaching, curriculum.

SUMÁRIO

Resumo	p. 4
Abstract	p. 5
Lista de Figuras / Tabelas / Quadros / Anexos	p. 8
Introdução	p. 12
Capítulo I – Ciência e sociedade: Um movimento em nome das ciências e a eletricidade no estado de São Paulo	p. 42
A eletricidade em São Paulo no século XIX e início do XX.....	p. 42
Educação e o chamado da ciência.....	p. 46
As reformas educacionais do fim do século XIX, a ciência, o método intuitivo e o ensino da física.....	p. 52
Representações da eletricidade nos documentos educacionais.....	p. 62
Capítulo II – Evidências sobre o ensino de eletricidade: os conteúdos nos livros didáticos de física e nas revistas escolares	p. 74
O livro didático de física no início do século XX.....	p. 74
A escolha dos livros didáticos de física.....	p. 76
Estrutura dos conteúdos de eletricidade nos livros didáticos de física.....	p. 82
Traité de physique élémentaire de Charles Drion e Emile Fernet.....	p. 92
Traite élémentaire de physique de Adolphe Ganot.....	p. 97
Curso elementar de physica de Antonio de Padua Dias.....	p. 108
Tratado de física elementar de Raul Romano.....	p. 119
As teorias, discursos e lições sobre a eletricidade nas revistas escolares....	p. 123
Capítulo III – O ensino de eletricidade e suas possibilidades práticas: As lições e experimentos científicos para a eletricidade	p. 137
O ensino de física e eletricidade por meio dos objetos e experimentos científicos no ensino secundário.....	p. 137
O ensino de eletricidade no Diário de Lições.....	p. 141
O ensino de eletricidade por meio dos objetos científicos: A seleção do conjunto de artefatos.....	p. 154
A eletricidade estática.....	p. 156
A eletricidade dinâmica.....	p. 171

Magnetismo e eletromagnetismo.....	p. 185
Possibilidades e inferências em relação ao uso dos objetos científicos em sala de aula.....	p. 199
Considerações Finais.....	p. 209
Fontes.....	p. 218
Referências bibliográficas.....	p. 225
Anexos.....	p. 233

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Funcionamento do Eletroscópio e da Garrafa de Leyden.....	p. 15
Figura 2 – Demonstração do beijo elétrico.....	p. 16
Figura 3 – Desenho original da pilha de Volta.....	p. 17
Figura 4 – Interação entre a corrente magnética e um ímã.....	p. 18
Figura 5 – Gabinete Electrotherapico de Edmundo Xavier.....	p. 26
Figura 6 – Distribuição das matérias no Ginásio da Capital.....	p. 59
Figura 7 – Objetos elétricos para uso doméstico.....	p. 63
Figura 8 – Eletricidade pratica e recreativa – Motor electrico magnetico.....	p. 65
Figura 9 – Eletricidade prática e recreativa – Campainhas electricas.....	p. 66
Figura 10 – Circuito elétrico de campainhas para escritório.....	p. 67
Figura 11 – Retrato de Gabriel Prestes.....	p. 72
Figura 12 – Experimento com um pêndulo elétrico.....	p. 84
Figura 13 – Ilustração do pêndulo elétrico em Francisco R. Nobre.....	p. 85
Figura 14 – Ilustração do pêndulo elétrico em Langlebert.....	p. 85
Figura 15 – A experiência com a rã de Galvani.....	p. 88
Figura 16 – A pilha de Volta.....	p. 89
Figura 17 – Folha de rosto do livro de Charles Drion e Emile Fernet.....	p. 93
Figura 18 – Folha de rosto do livro de Ganot.....	p. 98
Figura 19 – Padua Dias em reunião da Comissão do Congresso de ensino Agrícola.....	p. 109
Figura 20 – Folha de rosto do Curso Elementar de Physica.....	p. 110
Figura 21 – Representação de um ímã artificial.....	p. 112

Figura 22 – Esquema de um Eletróforo.....	p. 114
Figura 23 – Estrutura de lâmpada incandescente.....	p. 118
Figura 24 – Folha de rosto do Tratado de Physica.....	p. 120
Figura 25 – Eletróforo.....	p. 144
Figura 26 – Máquina de Ramsden.....	p. 146
Figura 27 – Exemplos de armação de pilhas elétricas.....	p. 147
Figura 28 – Pilha de Grenet.....	p. 148
Figura 29 – Componentes da Máquina Eletrostática de Wimshurst.....	p. 169
Figura 30 – Esquema da Bobina de Ruhmkorff.....	p. 184
Figura 31 – Funcionamento do Telégrafo.....	p. 194
Figura 32 – Funcionamento da Campainha elétrica.....	p. 198
Figura 33 – Campainha elétrica elaborada no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.....	p. 205
Figura 34 – Esfera oca de Coulomb elaborada no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.....	p. 206
Figura 35 – Amplificador elétrico de audiodfrequência elaborado no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.....	p. 207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantificação dos trabalhos produzidos sobre ensino de física e eletricidade.....	p. 27
Tabela 2 – Quantificação dos trabalhos produzidos sobre eletricidade.....	p. 29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Livros didáticos consultados nos programas de ensino do Colégio Pedro II.....	p. 80
------------------------------------------------------------------------------------------	-------

Quadro 2 – Divisão dos conteúdos de eletricidade no <i>Traité de physique élémentaire</i>	p. 93
Quadro 3 – Conteúdos em comum no programa das escolas preliminares de 1893 e no <i>Traité de Physique Élémentaire</i>	p. 96
Quadro 4 – Divisão dos “livros” e capítulos de eletricidade no <i>Traité élémentaire de Physique</i>	p. 100
Quadro 5 – Objetos científicos na Escola Normal no ano de 1895 em um comparativo com a obra de Ganot.....	p. 103
Quadro 6 – Divisão no estudo da eletricidade estática na obra de Padua Dias.....	p. 113
Quadro 7 – Divisão no estudo da eletricidade dinâmica na obra de Padua Dias.....	p. 116
Quadro 8 – Divisão do estudo da eletricidade no <i>Tratado de Physica</i>	p. 121
Quadro 9 – Conteúdos de eletricidade na <i>Revista de Ensino</i>	p. 124
Quadro 10 – Conteúdos de eletricidade na <i>Revista Escolar</i>	p. 127
Quadro 11 – Raios e para-raios na <i>Revista Escolar</i>	p. 129
Quadro 12 – “A Electricidade” na <i>Revista Escolar</i>	p. 132
Quadro 13 – Conteúdos de eletricidade no <i>Diário de Lições de Norberto de Almeida</i>	p. 143
Quadro 14 – Conteúdos de eletricidade nas bases para os programas das Escolas Normais em 1928.....	p. 152
Quadro 15 – Ficha de informações: Eletroscópio de folhas.....	p. 157
Quadro 16 – Ficha de informações: Garrafa de Leyden.....	p. 161
Quadro 17 – Ficha de informações: Máquina de Wimshurst.....	p. 165
Quadro 18 – Ficha de informações: Pilha de Grenet.....	p. 172
Quadro 19 – Ficha de informações: Roda de Barlow.....	p. 176
Quadro 20 – Ficha de informações: Bobina de Ruhmkorff.....	p. 180

Quadro 21 – Ficha de informações: Agulha magnética.....	p. 186
Quadro 22 – Ficha de informações: Telégrafo.....	p. 190
Quadro 23 – Ficha de informações: Campainha elétrica.....	p. 195

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Ficha de cadastro contida em Da Silva (2005)	p. 233
--------------------------------------------------------------	--------

INTRODUÇÃO

O interesse pelo estudo em história da educação começa com a minha graduação em História, no Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFFACAMP). Formei-me no fim de 2016 e em contatos com a coordenadora do curso, que também foi aluna do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: História, Política, Sociedade (PEPG; EHPS), decidi ingressar no mestrado. Me inscrevi no programa de pós-graduação no fim do ano de 2017, com o intuito de estudar cultura material, objetos escolares e patrimônio museológico escolar. Encaminhei-me ao grupo Núcleo de Estudos Escola e seus Objetos (NEO), coordenado pela Prof^a. Dr^a. Katya Braghini.

Passei a acompanhar e participar das atividades do grupo e entrei em contato com o Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, cujo acervo foi organizado pelo próprio grupo. Observando os objetos de ciências do museu escolar e conversando com os colegas de grupo, me interessei pelo estudo da cultura material escolar, e nesse caso, mais aproximadamente do estudo do patrimônio científico educativo.

Em diversas idas ao encontro do grupo, comecei a me aproximar dos objetos do museu escolar, procurando aqueles que me chamassem atenção e tivessem relevância no estudo do ensino das ciências em uma perspectiva histórica. Os objetos que eu realmente me imaginei estudando foram os de física, mais especificamente os objetos que remetem ao ensino da eletricidade, percebi uma grande possibilidade de estudo que cerca os mesmos, além disso, sempre tive interesse pela materialidade de antigos objetos escolares, no seu sentido mais literal, já que a construção e elaboração desses objetos no fim do século XIX, e começo do século XX era extremamente singular em todos os detalhes: disposição das peças, materiais utilizados, estrutura de funcionamento, entre outras características. Um dos impulsos à pesquisa foi poder contar a história de um movimento científico que parece ter entrado no currículo da escola como movimento inovador, portanto, fui movido por duas curiosidades: uma, em relação ao estudo dos objetos, outra, em relação a como teria sido a entrada do ensino da eletricidade no currículo escolar, já que, em muita medida, as pessoas confundiam tal fenômeno físico – não entendendo necessariamente como ele se desenvolvia.

Com essa primeira delimitação em mente pensei em como os objetos poderiam ser fontes para uma pesquisa que tivesse como fim a minha dissertação de mestrado, e a possibilidade mais atraente trata do surgimento e primeiros momentos do ensino de eletricidade no estado de São Paulo, pensando nos mais diversos caminhos que esse tema pode me levar, mas também somando esforços para a composição de uma história do ensino científico.

Na segunda metade do século XIX, desenvolveu-se o uso de um fenômeno científico que mudou a forma como o homem se relaciona e se comporta em sociedade. Avançam os processos de estudo, sobre um fenômeno já observado desde a antiguidade, mas que passa a ser objeto de estudo entusiasmado dos cientistas¹, a partir do século XVIII e que chamamos de eletricidade. Por meio dos usos da eletricidade, as sociedades, em grande parte do mundo, puderam se “modernizar” a partir do refinamento dos estudos sobre a corrente elétrica, pelo termo, entendemos a disseminação da luz elétrica em diversos países. Essa inovação começa a mudar a forma de vida das pessoas tanto no ambiente público (iluminação, usinas elétricas, transportes), como no particular (utensílios domésticos, telefonia, entre outros).

O termo “*electricidade*” se estabelece principalmente depois dos trabalhos de Michael Faraday², já que, de acordo com seus estudos a união do movimento dos elétrons “livres” dentro de um condutor - desde que conte com o fenômeno do magnetismo - cria o que entendemos por corrente elétrica (MILEAF, 1982). Deve-se principalmente a *Faraday* e *Rowland* o reconhecimento da corrente elétrica como eletricidade em movimento. (FOLMER-JOHNSON, 1963).

Cabe dizer que há uma grande discussão sobre a modificação na apresentação das correntes elétricas no campo da história das ciências, e a apresentação das duas formas como a eletricidade pode ser conduzida (corrente contínua e corrente alternada), além de gerar debates científicos, tem relação direta com a história do ensino das ciências.

¹ O termo “cientista” foi proposto pelo historiador inglês, William Whewell em 1841. Esse termo qualificou o profissional da ciência como “cientista”. O trabalho do historiador revelou o lugar de preeminência que os homens dedicados à pesquisa científica alcançaram e que, de certa maneira, foram determinantes no desenvolvimento das nações ocidentais. (ELIAS, 2016).

² Michael Faraday foi um cientista e experimentalista londrino, nascido no ano de 1791. Conhecido pela elaboração da lei da indução, que depois de desenvolvida tornou concreto os conceitos sobre a indução eletromagnética.

Os fenômenos da eletricidade e do magnetismo eram conhecidos pelos gregos antigos e, por outros povos da antiguidade clássica³. Porém, os primeiros estudos aprofundados só foram realizados por Sir. William Gilbert, contemporâneo de Galileu que realizou,

Cuidadosos estudos das interações magnéticas e publicou os resultados em um livro, *De Magnete*, que contém uma descrição de todas as propriedades qualitativas dos ímãs (...) Gilbert concluiu que o nosso globo pode ser considerado um ímã gigantesco com os pólos localizados próximo aos pólos Norte e Sul geográficos. (GAMOW, 1963, p. 138).

Sua teoria foi refutada por Newton, já que a gravidade universal é o fenômeno que rege o movimento da terra, que não tem relação direta com o magnetismo. De qualquer forma, Gilbert pode ser considerado um dos primeiros cientistas e acadêmico da Física.

Posteriormente, um físico alemão, Otto von Guericke, fez importantes descobertas sobre as propriedades das cargas elétricas.

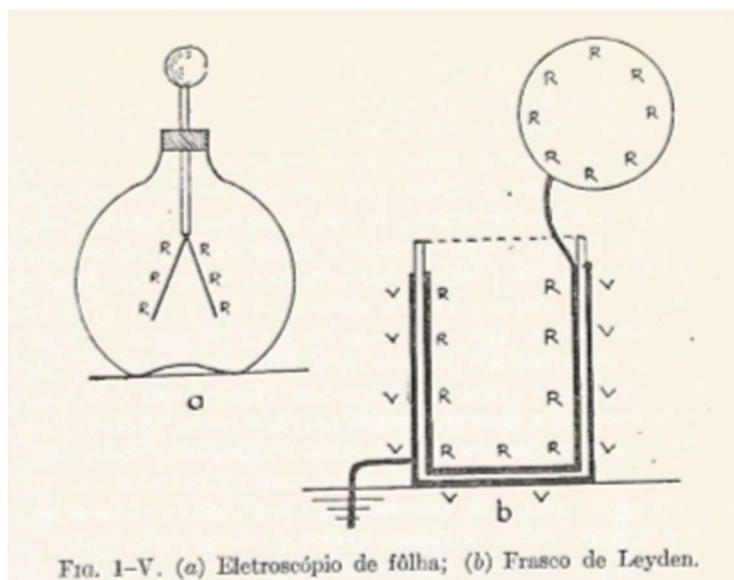
Descobriu que, enquanto o âmbar atritado atraía e captava objetos leves como pequenos pedaços de papel, dois corpos leves que tivessem sido tocados pelo âmbar atritado se repeliriam mutuamente. Também descobriu que uma carga elétrica pode ser transferida de um corpo para outro, não necessariamente pelo contato direto, mas por intermédio de um cordel úmido ou, melhor, de um fio metálico esticado entre eles. (GAMOW, 1963, p. 139).

Esses estudos se caracterizaram como um dos primeiros relacionados às leis da atração e repulsão das cargas elétricas, e ainda seriam potencializados por Du Fay, em meados do século XVIII. Cabe a esse cientista a descoberta da existência de dois tipos de eletricidade, “a produzida pelo âmbar, lacre, borracha maciça e outras substâncias resinosas, quando atritados, e a produzida pelo atrito de substâncias vítreas, como o vidro”. (GAMOW, 1963, p. 139). Esses dois tipos de fluídos foram chamados de “resinoso” e “vítreo”.

³ “Talvez mistério algum tenha intrigado tanto as civilizações antigas quanto a eletricidade, primariamente na forma de relâmpagos. A força destrutiva inerente aos relâmpagos, que podiam atear fogo em objetos e matar pessoas e animais, parece divina. Os gregos, por exemplo, acreditavam que Zeus, o pai dos deus, tinha a habilidade de atirar relâmpagos. As tribos germânicas atribuíam tal poder a Thor, e os romanos, ao deus Júpiter. De forma característica, a habilidade de produzir relâmpago pertencia ao deus mais importante (ou próximo disso) em hierarquia. Os gregos sabiam que, se você esfregar um pedaço de âmbar com um pedaço de pano, conseguiria atrair objetos pequenos e leves por meio do âmbar. Hoje sabemos que o âmbar, ao ser esfregado pelo pano, recebe do pano partículas negativamente carregadas denominadas elétrons (As palavras elétron e eletricidade derivam da palavra grega para âmbar)”. (BAUER, WESTFALL, DIAS, 2012, p. 28).

Foi por meio desses estudos “preliminares” que foram criados dois dos mais importantes objetos científicos para o estudo de eletricidade: o eletroscópio de lâminas e a garrafa de Leyden. O primeiro, servia para acusar a presença de alguma carga elétrica, e o segundo, foi um dos primeiros tipos de condensador de eletricidade.

Figura 1 – Funcionamento do Eletroscópio e da Garrafa de Leyden



Fonte: Biografia da Física. George Gamow. Zahar Editores, 1963.

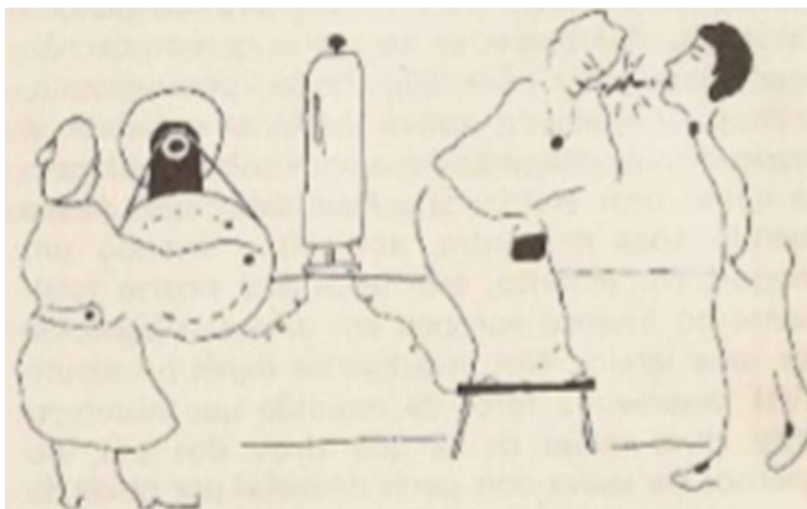
A eletricidade surge de “teorias” que podem ser identificadas como pesquisas científicas, que contam com a parte teoria e a prática dos estudos. Em primeiro lugar, surgiram os estudos da natureza da eletricidade, como por exemplo, os estudos de Benjamin Franklin, que, analisando os corpos condutores e isolantes, inventou o para-raios⁴ em 1750, – mesmo sem saber decerto a terminologia que usamos atualmente. (HAMBURGER, 1992, p. 27).

No século XVIII, destacam-se as brincadeiras e experimentações rudimentares com os fenômenos elétricos, havendo inclusive, demonstradores que viajavam de cidades em cidades da Europa mostrando os novos efeitos

⁴ Franklin, “não estava satisfeito com as diminutas centelhas que podiam ser obtidas pelo atrito de uma galocha com uma pele de animal e queria brincar com centelhas muito maiores, que Zeus lançava das nuvens com os trovões. Assim foi que empinou papagaios até chegarem às nuvens trovejantes para delas colher eletricidade. A linha úmida dos papagaios servia de condutor perfeito de eletricidade e ele conseguiu carregar frascos de Leyden, provocando centelhas com estes. Seus estudos relatados no livro *Experiências e Observações sobre Eletricidade Feitas em Filadélfia nos Estados Unidos (1753)*, lhe valem aceitação como membro da Real Sociedade para o desenvolvimento da ciência, em Londres, e da Real Academia de Ciência, de Paris”. (GAMOW, 1963, p. 142).

descobertos e discorrendo sobre os mesmos, “a eletricidade era produzida por máquinas que causavam atrito entre materiais diferentes, como, vidro e pele de gato, e era armazenada em peças metálicas isoladas” (HAMBURGER, 1992, 21). Uma dessas brincadeiras era conhecida como o beijo elétrico.

Figura 2 – Demonstração do beijo elétrico



Fonte: O que é física?. Ernst W. Hamburger. Editora brasiliense, 1992.

Na demonstração, uma jovem ficava sobre uma plataforma não isolante, que tocava um terminal eletrizado da máquina, se algum pretendente tentasse beijá-la, os dois tomavam um choque.

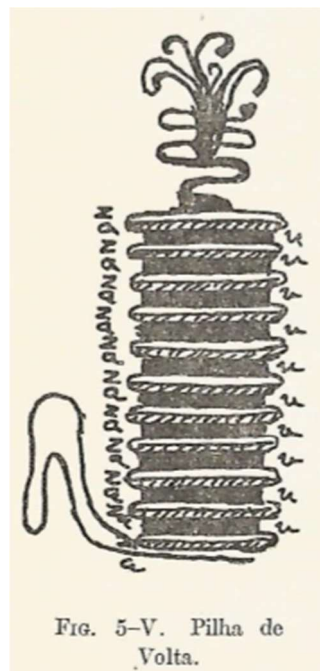
Os métodos de armazenamento da energia elétrica não eram confiáveis e nem eficazes, até o invento de a criação da pilha elétrica, na Itália, no começo do século XIX. (HAMBURGER, 1992, p. 20/21).

Em 1800, Alessandro Volta, na Itália, descobriu um método de produzir quantidades muito maiores de carga elétrica do que as máquinas existentes, em um dispositivo que chamou de pilha elétrica em que um ácido reage quimicamente com metais, carregando-os. A descoberta de Volta foi rapidamente assimilada, principalmente na Inglaterra e na França, e mudou os rumos da ciência elétrica. (HAMBURGER, 1992, p. 21).

A pilha de Volta foi precursora das baterias elétricas que podem ser usadas em diversos dispositivos, desde lanternas elétricas até automóveis. Alessandro Volta, enviou seu manuscrito com a descrição e funcionamento da pilha para a Real Sociedade⁵, de Londres, em 1800.

⁵ Gamow, escreve o manuscrito original de Volta, em sua obra, “Sim, o aparelho de que vos falo e que sem dúvida vos deixará atônitos, nada mais é do que uma coleção de bons condutores de tipos diferentes, arrumados de uma certa maneira. 30, 40, 60 pedaços ou mais, de cobre, ou

Figura 3 – Desenho original da pilha de Volta



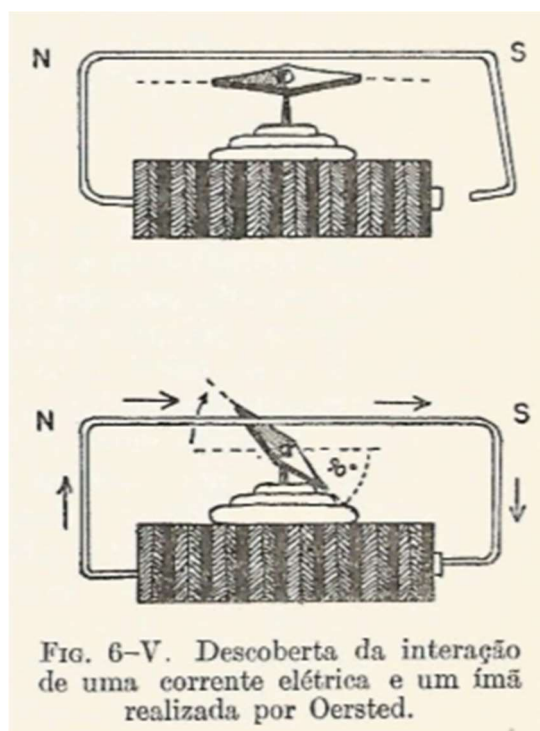
Fonte: Biografia da Física. George Gamow. Zahar Editores, 1963.

Durante esse período “desenvolvimentista” dos conteúdos da eletricidade, a elaboração dos objetos científicos confunde-se com a história dos cientistas. De certa forma, os estudos sobre a eletricidade foram se sobrepujando uns aos outros, com hipóteses sendo descartadas e reformuladas durante todo o século XIX.

Com a invenção da pilha de Volta, correntes elétricas mais intensas podiam ser estudadas e novas descobertas aconteceram. Hans Christian Oersted, um professor e físico dinamarquês, “percebeu que uma corrente em um fio produz um campo magnético, causando o desvio da direção de uma bússola colocada perto do fio” (HAMBURGER, 1992, p.22). Os estudos desse professor, na década de 1820, foram de extrema importância para a descoberta do campo magnético, esse fenômeno, por sua vez, possibilitou o estudo conjunto entre a eletricidade e o magnetismo, que antes eram divididos – posteriormente, esses estudos foram nomeados como eletromagnetismo pelo próprio Oersted.

melhor, de prata, cada um colocado sôbre um pedaço de estanho, ou, o que é muito melhor, zinco, e um número igual de camadas de água, ou de algum outro humor que seja um melhor condutor do que a água comum, tais como água salgada, lixívia etc.; ou pedaços de papelão, couro etc., bem embebidos nesses humores, tais camadas interpostas entre cada par ou combinação de metais diferentes, tal sucessão alternada, e sempre na mesma ordem, é tudo o que constitui o meu novo instrumento, que imita, como eu disse, os efeitos dos frascos de Leyden ou das baterias elétricas”. (1963, p. 147/148).

Figura 4 – Interação entre a corrente magnética e um ímã



Fonte: Biografia da Física. George Gamow. Zahar Editores, 1963.

Na ilustração, podemos perceber que a pilha de Volta, não é acionada com o fio no primeiro desenho, apenas no segundo. Com a eletricidade se deslocando de um pólo até o outro da pilha de Volta, o ímã girava, parando em uma posição perpendicular ao fio, que só tinha esse movimento pela ação do campo magnético⁶.

Pelos estudos de Oersted, pode-se constatar que não só uma corrente elétrica produz um campo magnético, mas também o fio pelo qual passa sofre uma força quando é colocado em um outro campo magnético. A elaboração dessas concepções, tornou possível novos estudos do físico francês, André Marie Ampère, que foi o primeiro a formular a ideia de corrente elétrica como movimento da eletricidade no fio (GAMOW, 1963). e do experimentalista inglês, Michael Faraday.

Se a corrente elétrica produzia campo magnético e sofria forças magnéticas, era de se esperar que, inversamente, um ímã (campo magnético) devesse ser capaz de gerar uma corrente elétrica ou um campo elétrico. Esse efeito foi mais difícil de

⁶ “Tornou-se então muito claro para ele que havia uma interação entre o ímãs e a eletricidade em movimento e que a direção em que a agulha magnética era orientada dependia da direção em que a corrente elétrica fluía pelo fio. Ele anotou todos os fatos e observações relativos à descoberta e enviou as anotações, para publicação, ao jornal francês *Annales de Chimie et de Physique*. O artigo apareceu em fins de 1820”. (GAMOW, 1963, p. 150).

descobrir, mas acabou sendo achado pelo inglês Michael Faraday. A dificuldade proveio do fato de um ímã parado perto de um fio não produzir efeito elétrico nenhum. A corrente elétrica só aparece quando o ímã é rapidamente movimentado perto do fio, ou quando o fio é movimentado perto do ímã. (HAMBURGER, 1992, p. 22).

Os estudos de Faraday, desenvolveram os conceitos de campo eletromagnético e indução eletromagnética, pois foi por meio da movimentação com um ímã, que ele descobriu que a variação de corrente elétrica podia acontecer sem a necessidade de uma pilha: o campo magnético induz a manifestação de um campo elétrico. Maxwell, na Inglaterra, em 1860, confirmaria essa hipótese, além de se aprofundar nos estudos sobre o campo eletromagnético.

O avanço nos estudos de eletricidade, em todo o século XIX, desenvolveu o conceito das correntes contínuas e alternadas. Usando cabos de transmissão como condutores, diversos cientistas puderam constatar que as cargas eletromagnéticas podiam fluir dentro deles, resultado direto das correntes elétricas contínuas. Essas correntes têm muita importância no funcionamento da luz elétrica, já que é a partir desse fenômeno que a lâmpada incandescente se ilumina. As cargas elétricas que constituem a corrente contínua se deslocam sempre em um mesmo sentido: do pólo positivo da fonte de tensão para o polo negativo. Portanto, correndo em apenas uma direção, sem nenhum tipo de variação, essas cargas passaram a ser chamadas de “corrente contínua” (MAIA, 1960).

Em um primeiro momento, o estudo sobre essas correntes acontecia em um âmbito muito particular, o fenômeno não era conhecido pelo grande público, sendo um trabalho de gabinete e de discussão em uma comunidade de cientistas. Além disso, vê-se que, antes da popularização da corrente contínua, já havia uma discussão sobre a relação entre a eletricidade e o magnetismo, o que mais tarde propiciou a possibilidade de se produzir correntes elétricas alternadas.

Um exemplo disso é o conturbado processo para o reconhecimento da Lei de Indução de correntes, descrita por Faraday. A partir da descoberta do

eletromagnetismo, por Hans Christian Ørsted⁷, Faraday passou a estudá-lo na *Royal Institution*⁸. Parte de suas publicações foram discutidas na Academia de Ciências de Paris. Nessa outra instituição, Ampère⁹ tomou conhecimento do seu trabalho e passou a testá-lo, além de oferecer suporte. Faraday era um experimentalista e, para estudar a condução de correntes, fez uma série de experimentos, com ímãs, fios e agulhas, por 10 anos, testando a alternância dessas correntes. Entre sucessos e fracassos, demorou muito tempo para que o cientista, em seu gabinete, pudesse compreender que havia uma correspondência entre a corrente elétrica que passa pelo fio e os pólos magnéticos do ímã.

Como se pode ver, a discussão sobre a eletricidade não se limita à uma longa e evolutiva série de conhecimentos de sucesso, de modo que se pudesse vê-la em funcionamento prático, iluminando cidades. O exemplo de Faraday mostra que havia um coletivo de estudiosos pensando sobre a mesma coisa e que esse intercâmbio podia ora colaborar, ora atravessar os processos experimentais, inclusive causando embates entre esses pesquisadores. Houve, inclusive, uma acusação de que Faraday se apropriou das ideias de Wollaston¹⁰ na questão da rotação eletromagnética (Dias e Martins, 2004). Dessa história, temos o registro da trajetória da Bobina de Faraday, vista como o objeto final, bem-sucedido, de um histórico de testes, hipóteses e erros.

O trabalho de Faraday mostra-se assim um bom exemplo de que a evolução científica se faz com muita pesquisa, e com resultados positivos e negativos, com debates dentro da comunidade, com conflitos e, principalmente, com investigações em torno de hipóteses e ideias (DIAS e MARTINS, 2004, p. 528).

Portanto, a história das correntes elétricas não é linear que, de um acerto, passa ao outro. Muitas pesquisas podiam, inclusive, acontecer ao mesmo tempo, e o erro e o acerto, o retrocesso e o avanço sempre conviveram entre essas comunidades científicas. Nesse sentido, sobre a não linearidade das

⁷ Hans Christian Ørsted foi um cientista que nasceu em Rudkøbing na Dinamarca no ano de 1777. Seu trabalho mais relevante diz respeito à descoberta do efeito magnético da corrente elétrica, ponto de partida para os estudos de Faraday.

⁸ A *Royal Institution of Great Britain* é uma organização que se dedica a pesquisas científicas. Seu edifício fica em Londres e foi fundada em 1799.

⁹ André-Marie Ampère foi matemático, filósofo, físico e cientista. Nasceu no ano de 1775 em Poleymieux, na França.

¹⁰ William Hyde Wollaston foi um cientista químico britânico. Nasceu em 1766 em Norfolk na Inglaterra.

descobertas científicas, em relação aos estudos da história das ciências, Belhoste é categórico:

A história da ciência deixou (...) de encarar o desenvolvimento científico simplesmente como a história linear e cumulativa da busca da verdade – ao longo da qual apareciam descobertas dos grandes cientistas, superando os obstáculos na estrada do progresso. (BELHOSTE, 2011, p. 59).

Porém, a corrente contínua, já sendo utilizada em sociedades eletrificadas, como a França e uma porção de países europeus, apresentava um grande problema. A sua transmissão a longas distâncias fazia com que o fluido elétrico perdesse muita carga durante o percurso (dentro de grandes cabos de transmissão, como descrevemos anteriormente), dessa forma sua disseminação continuava restrita (MILEAF, 1982).

Foi somente com a aplicação dos estudos de Nikola Tesla¹¹ que a energia elétrica se popularizou e foi disseminada em outras partes do mundo. Como havia desperdício de energia no caso da corrente contínua, talvez fosse possível pensar a sua condução sem a perda de energia. Tesla propôs um método que dividisse a corrente elétrica igualmente de uma extremidade até a outra, sem altos e baixos de tensão elétrica: desenvolvia-se, assim, a corrente alternada (AC)¹². Esse outro tipo de condutor de energia alterava o sentido da corrente elétrica, diferentemente da corrente contínua.

Nas últimas décadas do século XIX, a corrente alternada se populariza e começa a ser mais utilizada que a corrente contínua e dois motivos apontam para esse fato. A corrente AC é muito mais versátil que a corrente contínua, pois pode ser enviada a lugares distantes sem uma longa cadeia de retransmissão; depois, ela pode realizar determinadas tarefas que uma energia a base de corrente contínua comum tem mais trabalho para realizar, tais como o funcionamento de aparelhos elétricos domésticos, sem picos de energia (MILEAF, 1982). Da história dos estudos de Tesla, vê-se a presença da Bobina de Tesla, como testemunho de seus feitos.

A possibilidade de ampliação do raio de distribuição da corrente fez com que as cidades pudessem começar a utilizar a lâmpada elétrica, pois as usinas

¹¹ Nikola Tesla foi um engenheiro e eletrotécnico sérvio, nascido em 1856, muito conhecido por suas teorias sobre eletricidade e pelo desenvolvimento dos primeiros motores elétricos.

¹² Conhecida também como corrente AC, do inglês: *alternating current*.

elétricas se posicionam fora da cidade e o transporte de corrente alternada é muito mais viável, economicamente, para as empresas que se encarregavam desses serviços, além de custar menos para os próprios moradores dos centros (SALMERON, 1958, p.375).

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 *annos ninguem* acreditava na electricidade; hoje, loucura seria a descrença a seu respeito, e me parece que *tambem* os que vierem depois de nós, ainda que não *possão* explicar o mesmerismo, lhe não negarão a *existencia*, autenticada pelos seus assombrosos *effeitos*. (1872, p. 2, grifo nosso).

Na década de 1850, engenheiros de São Paulo e Santos, planejaram o estabelecimento de um *Telegrapho-electro-magnetico*, conforme descrito no jornal *A Aurora Paulista*. Em 1852, um grupo de engenheiros da cidade de Santos propõe a criação dessa linha de comunicação, recebendo uma posição favorável dos mesmos profissionais da capital:

Entre as grandes invenções, que tem mudado a face do mundo, como a da bussola, a da pólvora, a da *typographia*, a das *maquinas á vapor*, avulta a da electricidade, e principalmente a sua aplicação á *telegraphia*. (OURIQUE e BASTIDE, 1852, p. 4, grifo nosso).

Esse trecho faz parte do parecer da comissão do Conselho d'Engenheiros da província de São Paulo, que mostra a importância da *telegraphia* como uma aplicação da eletricidade. O mesmo documento exalta ainda mais essa invenção, colocando-a como o elemento civilizador dos povos industriais,

Salta aos olhos, que se grandes vantagens apresentam o *telegrapho electro-magnetico colligando* entre si as nações do mundo, não menores produz, aproximando duas, ou mais povoações distantes de um mesmo *paiz*, *collocando-as* em um *immediato contacto*. (OURIQUE e BASTIDE, 1852, p. 4, grifo nosso).

Pelo mundo, diversos governos também tentavam popularizar o uso do telégrafo. No ano de 1874, na França, noticiava-se que o aparelho telegráfico já poderia ser adquirido pela população mediante a um imposto, sendo que a

instalação e cada aparelho, por um ano, custava 1,825 francos (Correio Paulistano, 1874, p. 2).

Esses jornais apresentam uma disposição que seria reproduzida até o fim do século XIX, e primeiras décadas do século XX: o enaltecimento dos fenômenos elétricos – direta ou indiretamente.

Um fator que chama muita atenção de jornais e periódicos, da metade até o fim do século XIX, é a aplicação de energia elétrica para a iluminação pública. Uma edição do *Diario de São Paulo* escreve sobre as “experiencias concludentes” de um *chimico inglez* (não identificado) que aplicariam a iluminação das ruas por meio de correntes contínuas de eletricidade. De acordo com o jornal, “*activando* a corrente electrica, obteve-se instantaneamente, para os nove *lampeões*, uma luz em extremo brilhante” (1874, p. 3). A popularização dessas instalações elétricas começa a fazer parte de instituições públicas como museus e bibliotecas, que visavam estabelecer “sessões *nocturnas*” para a apreciação do público na Inglaterra (A Constituinte, 1880, p. 3).

Anteriormente, governantes de Paris, na França, acenaram para as redes públicas de iluminação. Em Paris, os *Campos Elyseos*, entram para a história da eletricidade como a primeira localidade a empregar uma usina de corrente alternativa (alternada), usando as condições naturais da região como rios e afluentes: “a corrente é transmitida sob a tensão de 3.200 volts em diversas partes do quarteirão dos *Campo Elyseos*. Destes pontos partem canalizações que seguem as ruas e avenidas e distribuem nas casas a corrente alternativa” (SOULIER, “s.d.”, p.50/51). Embora o emprego da corrente alternada parecesse mais efetivo, algumas regiões adotaram um sistema de cabeamento por correntes contínuas – anteriores a corrente alternada, já que não tinham condições financeiras e naturais para o estabelecimento dessa última.

Sobre a iluminação no Brasil, em 1879, o Correio Paulistano divulgava uma nota em que descrevia a compra de uma companhia *Edison* por uma empresa chamada *Fabrie e Chancey* que atuaria em toda a América do Sul e antes de tudo, no Rio de Janeiro (1879, p. 2). Por meio de todas essas inovações, os conceitos ligados à eletricidade ganham um caráter desenvolvimentista nessas cidades.

A relação entre o envolvimento de uma comunidade de cientistas, a difusão desses conhecimentos e posteriormente os avanços técnicos e

tecnológicos para a amplificação e popularização de um fenômeno científico que, controlado, passou a ser de utilidade pública, já é amplamente discutido no campo da história das ciências. É possível inferirmos que, diante de tal histórico, também a escola passou a ser uma instituição que participa do processo de desenvolvimento da eletricidade, tanto como uma descoberta científica e, portanto, conteúdo de ensino, mas principalmente, para a sua difusão. Passou a ser interessante interrogar a participação da educação nesse histórico, levando em conta, inclusive, a grande quantidade de material didático (máquinas, aparatos, dispositivos) que as instituições passaram a consumir para ensinar sobre a eletricidade.

Primeiras considerações sobre eletricidade e educação

Os meios de comunicação também citam a inclusão e o interesse dos fenômenos elétricos na educação, em uma perspectiva internacional. O jornal *Commercio de São Paulo* exalta o ensino “technico na Allemanha” e o papel do ensino de eletricidade nos currículos de tais instituições, pois apesar de o ensino ser variado, a “electricidade” tinha o lugar mais importante no ensino, esse destaque se explica pelo aspecto industrial que essas escolas técnicas na Alemanha, tomaram durante o período (O Comercio de São Paulo, 1909).

A relevância desses estudos numa perspectiva mundial e nacional justificou, inclusive, a criação de uma instituição, em São Paulo, que tratava exclusivamente do ensino de eletricidade na capital. O jornal *Correio Paulistano* divulgou a inauguração da Academia de *Electricidade* no ano de 1914. Na celebração houve uma conferência e, como descrito pelo jornal, de maneira “inusitada”, demonstrações com experiências práticas (Correio Paulistano, 1914).

O “ensino da eletricidade” faz parte de um campo científico maior, que é o da física. O antigo professor catedrático do externato, no *Gymnasio* Nacional em 1902, Nerval de Gouveia, mesmo que de forma bem sintética, mostra os campos do conhecimento da física, nos primeiros anos do século XX,

nos parece que na verdade obedece melhor quer ao plano *didactico*, quer ao desenvolvimento *espontaneo* dos centros *perceptores*, a orientação traçada pelo grande *philosopho francez*, *systematisando-as* na seguinte ordem : *Barologia*, a

parte que se refere às leis dos fenômenos relativos ao peso, quer sob o ponto de vista estático, quer *dynamico*; *Thermologia*, às que se referem ao calor; *Optica*, às da luz; *Acustica*, às do som, e *Electrologia*, às da electricidade (1902, p. X).

Como dito e sistematizado pelo grande “*philosopho francez*”¹³ o estudo de física se ramifica em pelo menos cinco campos de conhecimento diferentes dentro da física clássica¹⁴. Percebe-se, portanto, a existência da *Electrologia* como conteúdo de ensino no modelo de ginásio brasileiro.

No caso de São Paulo, vê-se que as ideias republicanas de modernização do estado e do Brasil ganham muita força na primeira república, existindo um consenso, da parte dos governantes, de que o cidadão brasileiro precisava esquecer seu passado e se equiparar às “nações desenvolvidas” da época. A educação se sobressai, então, como elemento fundamental para a formação do cidadão republicano (SOUZA, 2012). Uma euforia saudava o desenvolvimento das novas ciências e particularmente, da eletricidade, como uma representação do moderno e do futuro republicano (Memória da Eletricidade, 2001).

Com o desenvolvimento dos estudos ligados à ciência, no mundo todo, cabia ao Brasil, e de forma mais específica, à cidade de São Paulo, também participar deste movimento, de modo a compreendê-los e aplicá-los. A eletricidade é um fenômeno físico, e ela mesma possui conteúdos diferentes a serem ensinados, como eletricidade estática, eletricidade dinâmica, eletromagnetismo, indução elétrica, entre outros. De certa maneira, esses conteúdos tornaram-se importantes para o desenvolvimento e disseminação dos conceitos elétricos na sociedade paulistana.

Há discussões, na sociedade paulista, desde 1850, sobre a aplicação prática da eletricidade e do eletromagnetismo, fosse para a comunicação, fosse para a iluminação pública e outros usos. Da mesma maneira, percebe-se uma agitação, tanto internacional, quanto nacional, sobre o ensino desse conteúdo da física, tantos nos livros, quanto pela aquisição de materiais para a

¹³ O texto original não apresenta nenhum esclarecimento sobre quem seria esse filósofo.

¹⁴ “Três grandes ramos da Física estavam plenamente desenvolvidos no fim do século XIX: a Mecânica, a Termodinâmica (incluindo aí a Mecânica Estatística) e a Eletricidade (incluindo Magnetismo, Eletromagnetismo e Ótica). São os três pilares da chamada Física clássica. Tão grande tinha sido o poder explicativo dessas teorias que os cientistas acreditavam que todos os fatos fundamentais da Física já eram conhecidos, e que às gerações futuras só restava a tarefa de preencher pequenas lacunas de conhecimento que ainda sobravam”. (HAMBURGER, 1992, p. 28). O estabelecimento da “Física moderna” no século XX, com o estudo da física atômica, quântica e relativista, provariam que esse credo dos cientistas clássicos estava errado.

demonstração, o ensino e a formação de professores, sendo uma preocupação do governo republicano há pouco tempo estabelecido.

Essas aplicações, inclusive, contavam uma interlocução entre educação e outros aspectos da sociedade paulista, como o setor comercial do estado. Podemos constatar isso no anúncio do Gabinete de Eletricidade do professor Edmundo Xavier, do Primeiro Ginásio da Capital.

Aparentemente, o professor de física e química do ginásio, Dr. Edmundo Xavier, contava com outras fontes de renda e trabalho, como pode ser observado no *Almanach O estado de S. Paulo: Para o anno de 1896 (SP)* em seguinte anúncio.

Figura 5 – Gabinete Electrotherapico de Edmundo Xavier

GABINETE ELECTROTHERAPICO
DO
Dr. Edmundo Xavier
Lente de Physica e Chimica do Gymnasio
de S. Paulo

Molestias do systema nervoso : hysteria, neurasthenia, paralysis, nervralgias, etc.
Elephancia (*pernas-inchadas*), rheumatismo, affecções utero-ovaricos, ezemas chronicos, etc. *Anemias*, molestias broncho-pulmonares; asthma, tuberculose, bronchites chronicas, etc.

TRATAMENTO PELA ELECTRICIDADE
Banhos, electricos, MASSAGEM ELECTRICA, etc.
Inhalações de Ozona

17, RUA LIBERO BADARÓ, 17
(CANTO DO VIADUCTO)
S. PAULO

Fonte: Almanach O estado de S. Paulo: Para o anno de 1896 (SP). BN Digital.
(Hemereoteca Digital Brasileira).

Como evidenciado, o professor Edmundo Xavier mantinha outras atividades profissionais, ao mesmo tempo que dava aula no primeiro ginásio da capital. Na figura 5, anunciam-se serviços de saúde que contavam com a utilização de diversos objetos científicos que induziam eletricidade, fenômeno comum à época, em um gabinete “electrotherapico”¹⁵ inaugurado no ano de 1895.

¹⁵ “Querendo fundar em S. Paulo um instinto electro-therapico de 1ª ordem, o dr. Edmundo Xavier não poupou despesas nem sacrifícios. Fez aquisição no estrangeiro de importante material e o installou do melhor modo, em local apropriado. Entre outros aparelhos que posue o estabelecimento (machinas de electricidade estatica e faradica etc, chama logo, a atenção o importante aparelho electrico de d’Arsonval para obter correntes de alta frequencia. Esta poderosa e custosa machina, ainda pouco conhecida entre nós, está perfeitamente montada com todos os seus appendices e funciona por meio de um motor a vapor”. (CARVALHO, 1898, p.3).

Ao que parece, há uma concomitância entre o desenvolvimento das pesquisas sobre a eletricidade, a sua difusão na sociedade e, por conseguinte, a sua entrada no currículo de São Paulo, como uma inovação do ensino das ciências. Por isso, torna-se interessante compreender como a Eletricidade chega ao currículo escolar em São Paulo, principalmente no início do século XX, porque ela passou a ser requerida como saber escolar e de que maneira foi recebida como saber necessário.

Nossa pesquisa se torna relevante, por dois aspectos diferentes. Primeiro, porque amplia caminhos de estudos sobre a história da educação científica no estado de São Paulo, já que há uma lacuna na história da educação sobre tema. Depois, porque revela-se uma ampla discussão sobre o ensino de eletricidade no campo das ciências e do ensino das ciências, mas pouco se sabe de processos históricos desse tipo de conhecimento, e menos ainda sobre abordagens históricas sobre o ensino de eletricidade.

A revisão bibliográfica dessa dissertação realizou-se com uma pesquisa quantitativa de artigos, dissertações e teses em bancos de dados virtuais. Os bancos de dados são: os Periódicos da Capes e o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. Os descritores para a procura foram: “ensino de física”, “ensino de eletricidade”. Cabe elucidar que os descritores utilizados foram pensados para contabilizar e analisar a produção brasileira sobre o ensino de física e de eletricidade em uma perspectiva histórica. Logo, artigos, teses e dissertações de língua estrangeira não foram cotejados nessa análise.

Foram elaboradas planilhas e gráficos para observação de resultados, levando em consideração todas as obras encontradas que passaram por filtros a partir da leitura dos resumos. As tabelas a seguir apresentam os dados recolhidos:

Tabela 1: Quantificação dos trabalhos produzidos sobre ensino de física e eletricidade.
Descritivo: “Ensino de física”.

Ensino de Física	Formação de Professores	Ensino e Currículo	História das Ciências	Física exata ou matemática	Ensino/hist. da eletricidade
Periódicos da Capes (137)	14 (10%)	53 (39%)	5 (3%)	56 (41%)	9 (7%)

Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (217)	40 (19%)	137 (63%)	11 (5%)	18 (8%)	11 (5%)
Total - 354	54 (16%)	190 (54%)	16 (4%)	74 (21%)	20 (5%)

Fontes: Periódicos da Capes¹⁶, Catálogo de Teses e Dissertações¹⁷.

Na tabela número um, as obras encontradas foram categorizadas em cinco áreas diferentes de estudo¹⁸. A primeira destaca que um total de 54 (16%) dos trabalhos diz respeito à formação de professores para o ensino da física no ensino superior ou não. A segunda área de estudo detém 190 (54%) para o “Ensino de física e Currículo”, cujo conteúdo marca os trabalhos que tem como foco o ensino de física atualmente e os problemas relacionados ao ensino no campo da disciplina. Depois, temos os estudos ligados à história das ciências com 16 (4%), ligadas ou não ao estudo da física: os trabalhos categorizados nesse campo trabalham diretamente com objetos científicos ou de alguma forma explicam seu trajeto histórico. A quarta área de estudo remete ao ensino de “Física Exata” 74 trabalhos (21%), ou seja, trabalhos que priorizam estudos experimentais para o ensino superior de educação e de outros campos do conhecimento. O campo-chave para as delimitações dessa pesquisa: trata-se do ensino de eletricidade em uma perspectiva histórica: 20 (5%) do total. Dessa porcentagem, apenas o trabalho de Carvalho (2007) se aprofunda em questões históricas do ensino de eletricidade, a dissertação retoma conceitos ligados a indução eletromagnética nos livros didáticos, perpassando a história das ciências.

¹⁶ MEC. *Portal de Periódicos da CAPES/MEC*. Acesso em: 20/04/2018. Disponível em: “<http://www-periodicos-capes-gov-br.ez95.periodicos.capes.gov.br/>”.

¹⁷ MEC. *Catálogo de Teses e Dissertações*. Acesso em: 25/04/2018. Disponível em: “<http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>”.

¹⁸ Os trabalhos não foram lidos em sua integridade, mas foram analisados o resumo de cada uma das obras referidas.

Tabela 2: Quantificação dos trabalhos produzidos sobre eletricidade.

Descritivo: “Ensino de eletricidade”.

Ensino de Eletricidade	Formação de Professores	Ensino e Currículo	Outros conteúdos	Ensino de eletricidade (Atual)	Ensino de eletricidade (Histórico)
Periódicos da Capes (142)	2 (1%)	8 (6%)	129 (91%)	2 (1%)	1 (1%)
Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (18)	0 (0%)	0 (0%)	2 (11%)	15 (83%)	1 (6%)
Total – 160	2 (1%)	8 (5%)	131 (82%)	17 (11%)	2 (1%)

Fontes: Periódicos da Capes, Catálogo de Teses e Dissertações.

A segunda tabela apresenta categorias de análise aproximadas, mas se diferenciam da primeira pelos campos sobre eletricidade e “outros conteúdos”. Os resultados apresentados foram: 2 (1%) dos trabalhos discorrem sobre a formação do professor de física, 8 (5%) do total aborda o ensino e currículo atual no ensino de física, a grande maioria dos resultados não tem relação direta com o ensino de física, já que muitas vezes os resultados nem diziam respeito ao assunto educação, 131 (82%) dos estudos abordam outros conteúdos. No campo “ensino da eletricidade” na atualidade temos um total de 17 (11%) dos estudos realizados, por fim, apenas 2 discutem a questão do ensino de eletricidade em uma perspectiva histórica (1%).

A pesquisa de Boss (2011) se desenvolve por meio de traduções de artigos de Stephen Gray e justifica o trabalho com a preocupação em trazer estudos para a língua portuguesa, em um esforço de popularizar estudos sobre a história das ciências. O outro trabalho encontrado com esse levantamento é um artigo que tem forte relação com a história da eletricidade e discorre sobre a presença da pilha de volta nos livros didáticos de física do século XIX e começo do XX (NEVES, 1999).

Ao longo de todo o levantamento, foram encontrados um total de 39 trabalhos em que o tema “eletricidade” fica evidenciado. Dessa quantidade, 93% (36) tem como foco de pesquisa o ensino de eletricidade atual por uma perspectiva curricular, ou seja, pensada para o saber lidar com a eletricidade 7% (3) se propõem a estudar a história da eletricidade e por fim, apenas 1 estudo se aproxima (que também se encaixa na categoria anterior) à história da

eletricidade na perspectiva da cultura material descrevendo a pilha de volta, o artigo de Neves (1999).

Se compararmos esses resultados com a quantidade de trabalhos analisados, fica evidente uma lacuna a ser preenchida com esse tema na história da educação em ciências. Ao todo, foram encontrados 514 artigos, teses e dissertações. Desse número 7% (36) mostram a presença do tema ensino atual da eletricidade. Se delimitarmos o filtro para história do ensino da eletricidade, aparecem os 3 trabalhos já descritos acima: 0,60% dos resultados totais.

A quantidade de pesquisas relacionadas à investigação do patrimônio científico-educativo é muito pequena se levarmos em consideração o estudo com os objetos científicos, diante desse cenário, crescem as perspectivas de trabalho sobre o tema dentro do cenários de investigações, quando se pensa em uma abordagem histórica, pensando estudos sobre o ensino de eletricidade no passado, dentro do currículo da Física.

O objetivo principal dessa pesquisa é apresentar uma história do ensino de eletricidade no currículo prescrito e nas práticas escolares, dentro do estado de São Paulo no sentido de compreender como esse tema da física passou a ser conteúdo escolar e quais eram as ações pedagógicas pensadas, buscando perceber os debates travados e de que maneira o ensino de eletricidade foi pensado como um saber necessário. O que era o ensino de eletricidade? Como aparece nas prescrições? Havia representações sobre a eletricidade, para além do destaque ao seu conteúdo (leia-se, para além dos materiais essencialmente didáticos)? Quais eram as atividades e os materiais didáticos usados para aulas? Com esses objetivos pretendemos realizar algumas inferências sobre como o ensino da eletricidade se efetivam no cotidiano escolar.

A procura por documentos e referenciais aconteceu durante toda a trajetória do mestrado, conseqüentemente, documentos foram localizados e organizados em listas, banco de dados e pastas de referência. Foram analisados documentos de diversas naturezas e em diferentes bancos de dados, além de bibliotecas físicas e digitais, entre outros.

Procedimentos Metodológicos

Para exemplificação dos procedimentos metodológicos escolhidos nessa pesquisa, analisaremos, em primeiro lugar, as instituições de pesquisa e o que foi consultado em cada um desses acervos. Com essas informações iniciais, partimos para o estudo sobre a metodologia e a análise dos documentos de diferentes naturezas.

A seguir, a lista dos acervos consultados, coleções e bibliotecas que fizeram parte da constituição da pesquisa e de onde foram retiradas as informações e dados.

O primeiro é o Arquivo Público do Estado de São Paulo, que teve importância fundamental na busca por documentações legislativas. Com a consulta presencial ao acervo, pudemos aprofundar o entendimento sobre disposições legais educacionais do fim do século XIX, e a primeira metade do século XX, elementos encontrados nos anuários de ensino, relatórios educacionais, legislações pertinentes ao tema da pesquisa proposta, além de documentos da instrução pública de ginásios do estado de São Paulo. Foram localizados também, documentos de normas e regulamentos em escolas, além de listas de materiais e relatórios de inspetores escolares. Ainda sobre as instituições de salvaguarda de arquivos pelo governo de São Paulo, citamos o endereço eletrônico do Acervo Histórico da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP)¹⁹, uma base que se mostrou fundamental para o desenvolvimento da pesquisa devido ao seu grande número de leis, decretos e normas disponibilizados digitalmente.

Ainda sobre a localização dos documentos escritos para a pesquisa podemos citar mais duas instituições. O Núcleo de Memória e Acervo Histórico do Centro de Referência em Educação Mário Covas (EFAPE), que foi importante para a localização de documentos referentes à Escola Normal da Capital, como os diários de lições, relatórios e ilustrações. Também mencionamos aqui a Biblioteca Nadir Gouvêa Kfourri (BNGK), localizada na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), que teve relevância na localização de algumas obras escritas sobre física e eletricidade.

¹⁹ O site pode ser localizado no endereço eletrônico: al.sp.gov.br/acervo-historico/.

A busca por jornais e periódicos da época aconteceu, principalmente, no Acervo Online da Biblioteca Nacional, denominado “BNdigital”. No endereço eletrônico da BNDigital encontram-se diversos acervos diferentes, que foram elaborados para outros interesses de pesquisa, como o “Dossiê”, “Exposições”, “Acervo Digital” e a “Hemeroteca Digital”. A fonte principal de documentação foi a hemeroteca, que reúne uma importante coleção de jornais e periódicos de todo o país. Em maior número, os documentos analisados na pesquisa foram os jornais datados entre o fim do século XIX, e nas primeiras décadas do XX.

Para a consulta e análise dos livros didáticos do período proposto pela pesquisa, citamos dois acervos diferentes. O primeiro acervo especializado em livros didáticos, foi a Biblioteca do Livro Didático da Faculdade de Educação (Livres) da Faculdade de educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). A Biblioteca do livro didático da FEUSP conta com coleções especiais dentro do seu espaço físico, como a Biblioteca Paulo Bourroul, que faz parte da biblioteca que pertencia ao Instituto Caetano de Campos, a primeira Escola Normal pública de São Paulo.

Nessa coleção encontram-se livros didáticos, legislação e programas de ensino, entre outros documentos. Para essa pesquisa, livros didáticos de física foram coletados em diferentes seções da Biblioteca do Livro Didático, como a Biblioteca Macedo Soares, Paulo Borroul e Patrícia Golombek. A segunda instituição de pesquisa foi a Biblioteca Central da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPBC/USP), essa biblioteca reúne obras de engenharia geral e obras gerais para referência dos alunos ingressantes na escola (são destinadas aos alunos do 1º e 2º ano da Politécnica). Essa biblioteca também serve como depósito das teses e dissertações produzidas pela instituição e de obras antigas – objeto de consulta nessa dissertação.

Por fim, citamos o Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, instituição fundamental para o desenvolvimento da pesquisa e consulta aos objetos científicos para o ensino de física e eletricidade no período proposto pela pesquisa. O Museu do colégio conta com uma coleção de grande relevância histórica e científica, apenas na coleção de física, constam 824 objetos²⁰.

²⁰ O número total é apontado de acordo com os dados finais do projeto de pesquisa “Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (fase 1): planejamento e organização

As instituições pesquisadas forneceram diferentes documentações para o avanço e desenvolvimento dessa pesquisa. Porém, as tratativas e formas de análise dos documentos foram relativamente diferente de um conjunto de documentos para outros. A título de exemplificação, a análise da metodologia de pesquisa seguirá a estruturação dos capítulos da dissertação, assim, conforme citamos a introdução e cada um dos capítulos, apresentamos os documentos utilizados e as formas de análise de cada tipologia – legislações, livros didáticos, objetos científicos, entre outros.

As análises da documentação acontecem em duas frentes. A primeira análise se desenvolveu por meio dos textos encontrados durante o processo de investigação, contando com disposições legais, meios de comunicação como jornais, periódicos e revistas escolares da época.

O entendimento sobre o currículo escolar, nessa pesquisa, foi amparado nos estudos de Ivor Goodson. Para o pesquisador, o currículo escolar não é algo estático. Desde o momento em que é pensado e outorgado, por dirigentes da educação, até chegar ao piso das instituições escolares, o currículo é, muito ao contrário, um terreno de grande contestação, fragmentação e mudança (GOODSON, 1997, p. 27). Todas as disciplinas escolares já instituídas, inclusive as de ciências naturais, no fim do século XIX, passam a ser consideradas como saberes importantes, por meio da ação de agentes sociais, políticos e por recursos ideológicos: o currículo escolar está longe de ser um fator neutro (GOODSON, 1997, p. 17). Ainda de acordo com Goodson (1997), o currículo é um artefato social, concebido para realizar determinados objetivos humanos específicos. Porém, “deve-se considerar o currículo, tanto do ponto de vista do que foi estabelecido nas regras e normas, como em relação ao conjunto de práticas culturais e discursivas que se estabelecem no processo educativo” (MELONI, 2010, p.132).

do inventário dos materiais científicos”. Esse trabalho foi desenvolvido pelo Núcleo de Estudos Escola e seus Objetos (NEO) entre os anos de 2015 e 2018, o grupo é sediado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, sob a coordenação da Profa. Dra. Katya Mitsuko Zuquim Braghini. O trabalho foi proposto por uma parceria público-privada em 2014. (BRAGHINI, 2018). A Coleção de Física do Arqui pode ser acessada de forma remota, pelo endereço eletrônico: <https://arquiocesano.colegiosmaristas.com.br/noticias/colecao-de-fisica-do-arqui/?fbclid=IwAR0ORgdYItD-Gr6wvedUH0Hkpa8S67EaMJNCDSmxB2ryqohoOd6nNLao-pQ>
O site do banco de dados se encontra no endereço eletrônico: <http://www.pergamum.pucpr.br/redepergamum/index.php>.

Portanto é importante rastrear as posições sobre a inclusão do ensino de eletricidade no currículo de Física, no sentido de compreender as preferências por tópicos e discussões sobre a importância de tal tema no cenário do ensino de ciências naturais.

Nessa introdução, foram utilizados – predominantemente - documentos de três naturezas diferentes, livros sobre a história da física e da eletricidade, jornais e acervos digitais – como os bancos de dados de periódicos, dissertações e teses. A análise dos livros sobre física e eletricidade sucedeu-se de forma pontual. Os livros foram localizados e às seções da física ligadas ao ensino de eletricidade foram analisadas com mais rigor, é o caso dos livros de Gamow (1963), Hamburger (1992), Bauer, Westfall e Dias (2012), Maia (1960), Dias e Martins (2004), Mileaf (1982) e Salmeron (1958). Os livros apresentam importantes lições e informações sobre a história da física, porém, foram analisados de maneira reduzida, com vias à explicar um pouco da história e vulgarização da eletricidade em países ocidentais.

Posteriormente, para a análise dos meios de comunicação, utilizamos – principalmente – o acervo da BN Digital, procurando apresentar a popularização do fenômeno da eletricidade nas grandes cidades do fim do século XIX, e começo do XX. Entre os jornais consultados podemos citar O Diário de São Paulo, A Aurora Paulista, Correio Paulistano, A Constituinte, O Comércio de São Paulo, entre outros.

Ainda na introdução, foram utilizados dois bancos de dados para a realização da revisão bibliográfica do trabalho. O Portal de Periódicos CAPES/MEC e o Catálogo de Dissertação e teses da mesma instituição. Como já exposto, dois descritivos foram selecionados para a procura dos trabalhos (“ensino de física” e “ensino de eletricidade”).

No capítulo I, destacam-se livros que discorrem sobre a ciência e a história da ciência – com a seleção de assuntos recortados de acordo com a proposta do capítulo, estudar o que apresentamos como “ o chamado pela ciência”, uma forma de pensar a sociedade e a escola paulistana se pautando por moldes “científicos”. Em relação ao livros, destacamos algumas obras que

discorrem sobre a educação paulista e as instituições escolares do fim do século XIX, e começo do XX²¹.

No capítulo contamos também com a análise de variadas leis, normas e relatórios, grande parte deles retirados do endereço eletrônico da ALESP²². Esses “documentos oficiais” foram localizados no site, organizados e catalogados em pastas de arquivos. O período de abrangência dessas leis foi determinante, pois o utilizando o filtro das décadas – de 1890 a 1930 – conseguimos localizar grande parte das leis, normas e decretos para a educação paulista naquele período.

O motivo de tal datação se interessa pela introdução de discussões sobre reformas de ensino no estado de São Paulo e de novas percepções sobre o ensino de ciências e da física, de maneira mais restrita, acentuado com a passagem do sistema político do Império à República e o início dos anos 1930, quando se apresentam modificações estruturais no currículo de Física, provavelmente reforçados pela entrada de novas considerações sobre o ensino das ciências em relação à Reforma de Francisco Campos para o ensino secundário.

A proposta de análise em relação aos documentos oficiais emitidos pelo governo foi, principalmente, perceber as novas concepções educacionais para o ensino de ciências, que embora não tenham sido implementadas imediatamente, começavam a mudar o imaginário acadêmico e popular em relação a esse tema de conhecimento.

Por fim, no capítulo I, foram estudadas as representações sobre a eletricidade em diferentes documentações. Destacam-se aqui, os periódicos – voltados à educação ou não, que foram evidenciados por apresentar o fenômeno elétrico e suas representações para a sociedade paulista do período proposto na dissertação, podemos citar o *Echos Phonographico* e o *Echos*, como revistas de ampla divulgação e a *Revista de Ensino da Associação Beneficente do Professorado Público do Estado de São Paulo*, além da *Revista Escolar*, que tinham focalização didática.

²¹ Nessa categoria podemos citar os livros de Braga, Guerra, Reis (2007), Barbuy (1999), Cabral (2008), Nadai (1987), Souza (2012), Rozante (2013), Bocchi (2013), entre outros.

²² Entre os documentos utilizados destacamos, A reforma da Escola Normal da Praça (Decreto n.27 de 12/02/1890), A reforma da instrução pública de São Paulo (Lei n.88 de 09/09/1892) e a Aprovação do regulamento dos Ginásios oficiais do Estado (Decreto n.293 de 22/05/1895).

No capítulo II, são analisados os livros e periódicos didáticos, com focalização nos conteúdos de eletricidade apresentados nesses primeiros documentos. Em um primeiro momento, são realizadas algumas inferências sobre a produção dos livros didáticos e as ciências em São Paulo. Para uma exemplificação da estrutura dos conteúdos de eletricidade nos livros didáticos de física, recorreremos ao livro de Nobre (1925), um dos mais disseminados compêndios de física no período.

Depois, quatro livros didáticos foram selecionados para pesquisa, com três fatores destacados com fins de análise. O primeiro fator de seleção é o período de elaboração do livro didático, foram escolhidos aqueles que levam em consideração o recorte temporal da pesquisa; o segundo fator é o teor dos conteúdos de eletricidade dentro de cada livro didáticos e como eles reproduzem ou não conteúdos de um para outro, para análise desse fator, utilizamos o conceito da vulgata, de Chervel (1990), que basicamente trata de reprodução de conteúdos parecidos em diversos materiais didáticos, tal como revistas escolares e livros didáticos. Por fim, o terceiro aspecto de seleção, diz respeito às disposições e portarias educacionais para a utilização dos livros didáticos. Nessa dissertação, focalizamos os livros adotados para o Colégio Pedro II, por ser a instituição modelar no período, já que suas prerrogativas deviam ser seguidas pelos colégios secundários em todo o país, levando em conta que não foram identificados quais eram os livros mais utilizados ou indicados pelo poder público no estado de São Paulo.

Os livros didáticos escolhidos foram o *Traité de physique élémentaire* de Charles Drion e Emile Fernet, *Physica* de Ganot, *Tratado de Physica* de Raul Romano e o *Curso Elementar de Physica* de Padua Dias.

O estudo de cada uma das obras seguiu uma estruturação parecida, a maior divisão se dá pela diferença de análise dos livros estrangeiros em relação aos brasileiros. As obras de Charles Drion e Emile Fernet, e de Ganot, não foram encontradas em língua portuguesa, o que ocasionou tempo de estudo para suas traduções. Para a aproximação com a realidade da escola paulista, cotejamos os conteúdos encontrados nos livros didáticos com prescrições para escolas paulistas da época, mostrando a relação entre o conteúdo proposto nos dois documentos escritos. Já as obras encontradas em língua portuguesa - os livros de Antonio de Padua Dias e Raul Romano, foram pensados para o estudo por

que também foram recomendadas no Colégio Pedro II. Por capítulo, apresentamos ao menos uma teoria, lições e experimentos com os objetos científicos sobre os fenômenos elétricos.

O capítulo III, da dissertação apresenta documentos de diferentes naturezas, para discorrer sobre o ensino de eletricidade em suas possibilidades de prática de ensino. Quais eram as lições e experimentos para esse tipo de ensino são algumas das perguntas a serem respondidas nesse capítulo. Buscando respostas, utilizamos documentos oficiais, como leis e decretos, livros didáticos, revistas escolares, diários de lições de alunos da época, mas, principalmente, os próprios objetos científicos para o ensino de eletricidade.

Os objetos científicos para o ensino de eletricidade foram contabilizados e analisados, em um primeiro momento, por meio do banco de dados *Pergamum*²³. Sua capacidade de inventariação e organização de dados é grande e possui uma interface simples, sem dificuldade para consultar os dados recolhidos na coleção de Física do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano. É possível fazer o levantamento sobre todos os materiais para o ensino da Física inventariados e, no caso, destacar os objetos para o ensino da eletricidade. É possível compreender, inclusive, para qual tipo de atividade o objeto era utilizado, como objeto de demonstração (bobinas), de análise (medidores) ou operatório (motores).

Um passo importante para o confronto de documentação, na pesquisa pretendida, parte do entendimento dos objetos escolares como fonte de pesquisa. Meloni, aponta para essa tendência de estudo,

Por si só, o objeto já contém uma carga de representações. A concretude do objeto já apresenta os sinais do que se pretende transmitir, seja do ponto de vista do conhecimento formal, seja relativo a uma determinada concepção de mundo. (MELONI, 2010, p. 136).

O objeto em si é considerado uma fonte muito importante para o entendimento do currículo escolar no passado, esse estudo deve se tornar mais relevador com a comparação entre as mais diversas fontes, incluídas as escritas. Por esse motivo que a procura por uma diversificada coleção de fontes foi tratada como prioridade desde o projeto de pesquisa.

²³ O site do banco de dados se encontra no endereço eletrônico: <http://www.pergamum.pucpr.br/redepergamum/index.php>.

A pesquisa aborda as disposições legais tendo em vista algumas considerações. Como nos alerta Aisenstein (2000) e Narodowski (1996) o trabalho que leva em conta as “decisões curriculares” deve ter em mente que elas nem sempre acompanham todas as prescrições legislativas. O estudo sobre as disciplinas escolares, nessa pesquisa, especificamente um “tema necessário”, a eletricidade, deve ser entendido como um processo, cuja síntese tem um histórico próprio e não é apenas uma consequência de uma disposição legal. Para identificar os conteúdos, dentro dos programas de estudo, supõe-se compreendê-los por meio de diversas fontes.

Assim, relacionamos as informações obtidas pelo processo de inventariação e catalogação dos objetos científicos, com o estudo dos próprios objetos, com documentos educacionais do período, principalmente com catálogos e livros didáticos. Para a estruturação das informações utilizamos uma “Ficha de informações”, apresentada no trabalho de Da Silva (2005). Essa ficha conta com uma série de “campos” de preenchimento que destrincham informações sobre cada um dos objetos utilizando quatro formas de análise diferentes: o material, a história, o meio e o significado. Para a análise dos objetos, foram selecionadas três “seções” do ensino da eletricidade que eram mais disseminadas nos livros didáticos: a eletricidade estática; a eletricidade dinâmica; o eletromagnetismo/magnetismo. Para cada uma dessas seções, selecionamos três objetos diferentes, cotejando suas informações com documentos educacionais, com o intuito de realizar o maior número de inferências possíveis em relação à pergunta que rege esse trabalho: afinal, como era o ensino de eletricidade por suas possibilidades práticas?

Ferramentas de análise dos objetos científicos

Em uma perspectiva museológica, os objetos científicos em suas mais diversas naturezas, se encaixam no grupo dos chamados “artefatos”. Artefatos são, basicamente, objetos feitos pelo homem no estabelecimento de sua humanidade em sua relação com a natureza. Em seu contexto de elaboração, esses artefatos contam com a realidade externa, ou seja, com a sua posição diante de aspectos de produção, circulação, uso e abandono. Portanto, como historiador da educação e de sua cultura material é interessante estudar as

propriedades relacionadas ao conjunto de artefatos que sejam do interesse de estudo do pesquisador, tais como, informações intrínsecas e extrínsecas ao objeto, criando ferramentas de análise e interpretação que nos revelam qual foi o papel desse objeto em determinada organização social. Nas palavras de Pearce (1986), “deve ser possível fazer as perguntas como, o que, quando, onde, por quem e por que, sobre cada artefato, a fim de obter respostas interessantes”. (PEARCE, 1986, p. 126).

Os objetos produzidos pelo homem são portadores de informações intrínsecas e extrínsecas que, para uma abordagem museológica, precisam ser identificadas. As informações intrínsecas são as deduzidas do próprio objeto, através da análise das suas propriedades físicas. As informações extrínsecas, definidas por Mensch, como informações documental e contextual, são aquelas obtidas de outras fontes que não o objeto. Elas nos permitem conhecer os contextos nos quais os objetos existiram, funcionaram e adquiriram significado e geralmente são fornecidas através de fontes bibliográficas e documentais existentes ou relatos vivos. (DA SILVA, 2005, p. 3).

Assim, todos os tipos de artefatos são portadores de dois tipos de informações, intrínsecas e extrínsecas. A primeira, mais difícil de ser analisada na maioria dos objetos científicos do fim do século XIX, e começo do XX, são aquelas deduzidas pela própria materialidade do objeto. Como é a estrutura física desse objeto? Quais os materiais utilizados na sua construção? O objeto faz parte de um conjunto ou é uma peça única? Existem identificações de fornecedores ou empresas no objeto? Enfim, as probabilidades são muitas se levarmos em consideração a materialidade do objeto em si.

O segundo tipo de informação, as extrínsecas, como a própria nomenclatura sugere é externa, e parte de toda documentação que extrapola os limites físicos do objeto, tal como fontes bibliográficas, documentos educacionais, além de livros e revistas didáticas.

Para as análises sobre informações intrínsecas, ou seja, para a própria materialidade do objeto, levamos em consideração o modelo de Pearce (1986) e Bross (1990), que estruturam um tipo de ficha de catalogação de objetos, baseado nos trabalhos de McClung Fleming²⁴. Para analisar os objetos para o

²⁴ “Fleming publicou em 1974, uma proposta de modelo para estudos de artefatos. Esse modelo, segundo Fleming, usa duas ferramentas conceituais – uma classificação com cinco propriedades de um artefato, sua história, material, construção, design e função, e um conjunto de operações de simulação a serem executadas nessas propriedades em associação com informações

ensino de eletricidade, foi utilizado o instrumento de pesquisa de Da Silva (2005), que desenvolveu uma ficha de catalogação pensando o trabalho de estudos de materiais para uma investigação sobre os Museus Escolares no estado de São Paulo.

De acordo com a autora, seu modelo de análise é pautado em “um modo útil de organizar as propriedades do objeto, consiste no desenvolvimento de uma ficha de catalogação do equipamento, dividido em quatro áreas principais: material, história, meio e significado”. (DA SILVA, 2005, p. 4).

O primeiro tipo de análise sobre o equipamento deve se voltar para o corpo físico do objeto, levando em consideração todos os materiais com os quais ele foi elaborado, os acessórios ou peças complementares, esse tipo de identificação permite realizar, também, comparações entre artefatos da mesma natureza. A área inclui também, “uma descrição completa do objeto em linguagem técnica apropriada, as medidas relevantes, fotografias, desenhos etc., além de um resumo de funcionamento”. (DA SILVA, 2005, p. 4).

A autora descreve a análise da segunda área com a seguinte estruturação,

A análise da história do objeto pode ser dividida em sua história própria e sua história subsequente. A história própria do objeto é extraída da história do fabricante, da manufatura e dos materiais utilizados na peça. O estabelecimento no qual o equipamento é conservado atualmente constitui a história subsequente do artefato. (DA SILVA, 2005, p. 5).

Por esse caminho de análise o estudo sobre a história do objeto se divide em dois tipos. No primeiro, é descrita a história do objeto em seu próprio tempo – fabricante, materiais, entre outros – e no segundo registra-se o estabelecimento onde o objeto se encontra no momento da análise sobre ele.

O terceiro tipo de análise deve voltar-se para o meio em que o artefato se encontra durante a pesquisa. Para esse tipo de estudo, foram criados três campos: armazenagem, estado de conservação e o local (estabelecimento de salvaguarda do objeto). São, basicamente, informações atualizadas sobre a condição de salvaguarda da peça.

suplementares”. (PEARCE, 1986, p. 126). O modelo proposto pelo estadunidense se tornou uma regra para quem estudasse catalogação de objetos em uma perspectiva museológica. O modelo utilizado nessa dissertação – de Ana Maria Marques da Silva, se pautou na estrutura de Pearce, que, por sua vez, estudou o trabalho de Fleming.

No quarto tipo de análise, finalmente,

É necessário analisar o significado do objeto em seu próprio tempo e lugar, ou seja, sua relação com o ensino de Física. Dentro dessa análise inclui-se a concepção metodológica na qual o equipamento está inserido, os tipos de resultados obtidos com o equipamento, as formas de utilização do equipamento no laboratório e os documentos impressos que referenciam o equipamento. (DA SILVA, 2005, p. 6).

Por fim, na quarta área de análise devem ser apresentadas as informações dos objetos em sua relação direta com o ensino de física, no nosso caso, o da eletricidade. É nessa divisão da ficha que são apresentadas as formas de utilização dos equipamentos e os documentos de referência de cada um dos objetos.

Em um segundo momento, serão analisadas as informações extrínsecas ao objeto científico. Embora citações sobre documentos impressos, revistas escolares e livros didáticos aconteçam na ficha de catalogação dos objetos, esses tipos de documentos serão cotejados com os objetos de forma mais aprofundada depois da apresentação das fichas propostas por Da Silva (2005).

Para o estudo sobre as informações extrínsecas, nos voltaremos principalmente para as lições propostas com o objeto em documentos, tal como, livros didáticos, revistas escolares e documentos oficiais de ensino.

O modelo da ficha de informações utilizadas no estudo dos objetos científicos é ampla e poder abordar diferentes campos de diversas disciplinas científicas²⁵. Em um exercício de refinamento da análise, as informações da ficha foram simplificadas – levando em consideração dados realmente significantes para o estudo do objeto.

Reproduziremos a ficha de informações apresentada pela autora em sua completude no fim da dissertação.

²⁵ Podemos citar o campo de informações que determina de que área do conhecimento da física o objeto científico se trata. Evidentemente tratamos do ensino de eletricidade, assim, esse tipo de informação foi subtraída do modelo final utilizado nessa dissertação. Um outro exemplo pode ser dado em relação a localização do objeto científico, todos são parte do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano, não precisando de maiores esclarecimentos sobre o local de conservação. Para análise de todas as mudanças, apresentamos a ficha de informações completa no Anexo I.

Capítulo I – Ciência e sociedade: Um movimento em nome das ciências e a eletricidade no estado de São Paulo

O discussão desse capítulo pretende estabelecer uma interlocução entre as escolas paulistanas, a sociedade e a ciência, a respeito da entrada do uso da eletricidade na sociedade como um movimento importante para o estado no período. Em um primeiro momento serão abordadas iniciativas diversas sobre a disseminação da eletricidade na sociedade paulista, levando em consideração as inovações científicas da época. Posteriormente o estudo desdobra-se nas questões educacionais do fim do século XIX, e sobre as prescrições relativas à ciência, ou seja, apresenta o discurso renovador do fim do século em relação ao desenvolvimento das ciências nas escolas. Estudamos, também, algumas reformas do fim do século XIX, até a década de 1930, que propiciam uma contextualização sobre a educação pública no momento, além da análise da mudança curricular sobre os conteúdos e temas tocantes a física e a eletricidade, com a estudo de algumas das representações educacionais desse conteúdo da disciplina.

A eletricidade em São Paulo no século XIX e início do XX

O desenvolvimento da eletricidade para o uso cotidiano na Europa, é datado bem antes das últimas décadas do século XIX. No ano de 1831, o físico Michael Faraday, apresenta sua teoria da indução magnética na *Royal Institution*, como debatido anteriormente e já no ano subsequente são fabricados os primeiros motores elétricos (BRAGA, GUERRA, REIS, 2007). Da elaboração desses motores para o uso da eletricidade na vida cotidiana das pessoas (e indústria) no Brasil e no estado de São Paulo seriam necessárias diversas décadas de estudos e adaptações.

De fato, apesar da descoberta científica da eletricidade ter ocorrido entre os anos de 1800 e 1830, sua utilização em escala industrial só ocorreu a partir de 1880 e dependeu de uma série de circunstâncias históricas, de complexos conhecimentos

científicos e da evolução do conjunto de um sistema técnico (LORENZO, 1998, p. 159).

As circunstâncias históricas, os conhecimentos científicos e a evolução por meio de um sistema técnico fizeram com que a eletricidade encantasse diversos países capitalistas na década de 1880. A eletricidade foi, por exemplo, assunto comentado em algumas exposições universais organizadas nesse período.

As exposições universais eram grandes eventos de divulgação e comercialização dos objetos, tecnologias e matérias-primas produzidas pelas recém-formadas indústrias de diversos países ocidentais, destacando-se os Estados Unidos da América e grande parte dos países do ocidente europeu, assim como alguns países da América Latina. Nesses grandes eventos, os mais novos e “modernos” produtos eram apresentados ao mundo e, nesse contexto, as “maravilhas” da eletricidade tinham importância fundamental para as aspirações modernas dos idealizadores ligados à essas exposições.

Além de chamar atenção por meio dos materiais que necessitam dela para funcionar, a eletricidade foi muito importante por outro motivo, a sua própria exposição. Por exemplo, durante a exposição de 1889, o evento contou com iluminação elétrica, e o centro de Paris foi iluminado. A valorização dada à energia elétrica na Exposição Universal de 1889, é o maior exemplo do fato, como podemos ver em Barbuy,

Graças à eletricidade, uma grande novidade é inaugurada na Exposição de 89, em relação às antecedentes: pode-se visitá-la também à noite (...) Os espectadores que quisessem ficar próximas às fontes escultóricas e à Torre Eiffel, podiam assistir a uma performance elétrica de efeitos visuais, que tinha início com o acionamento dos jatos de água das fontes, sua iluminação com facho de luz de várias cores e que encontrava no seu auge o avermelhamento da Torre Eiffel. (BARBUY, 1999, p. 72/73).

De acordo com a autora, a eletricidade é importante para o desenvolvimento do espetáculo e se torna parte importante dele, já que é por meio das técnicas com iluminação elétrica que a verdadeira “magia” do evento acontecia, pois “a eletricidade é a grande mágica das noites da exposição”, segundo Henri de Parville. (PARVILLE *apud* BARBUY, 1999).

Anteriormente, no Brasil, o primeiro edifício que contou iluminação pública na cidade de São Paulo foi o prédio da Cadeia da Cidade, em meados da década

de 1830, que funcionava por meio de luminárias que usavam como combustível tipos de óleos vegetais. Dez anos depois foi instituída a primeira lei relacionada a iluminação pública, a Lei Provincial nº 9 de 1840, que estabelecia as formas de fiscalização e inspeção por parte do governo da iluminação pública da cidade. Durante toda a década, essa lei sofreria diversas revisões por meio de outras disposições legais. (KAREPOVS, 2006). Foi somente nas últimas décadas do século XIX, que começaram a ser acesas as luminárias elétricas, cujas primeiras ocorrências surgiram na cidade no fim da década de 1860.

Apesar de não existir um consenso relacionado à datação, podemos dizer que a história da eletricidade no Brasil tem um marco em 1872, ano em que Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, “lançou um cabo telegráfico submarino entre o Brasil e a Europa, inaugurado pelo imperador D. Pedro II que trocou cumprimentos com o papa” (CROPANI, 1987). No estado de São Paulo a datação é posterior, já que na década de setenta do século XIX, a grande cidade do país era reconhecidamente o Rio de Janeiro.

Ainda sobre as inovações que se utilizaram da eletricidade podemos citar a invenção de Padre Roberto Landell de Moura²⁶. No começo do século XX, realizou diversas experiências elétricas, sendo reconhecido como o inventor do princípio da Radiotelefonia²⁷, fato constatado no Diário Nacional,

o padre Landell começou sem ruído e sem reclamos as experiencias do aparelho que inventara e a que dá o nome de Gourandphone (...) Difficil, porém, era completar e construir o seu aparelho no Brasil, em cujo mercado não encontrava o material de que necessitava (...) O invento do nosso intelligente patricio consiste em transmittir a voz humana a uma grande distancia, sem necessidade de fios metallicos. Cabe, pois, ao modesto sacerdote a descoberta dos grandes segredos da telluria etherea por meio da telegraphia e telephonia sem fios, servindo-se unicamente dos factores acquosos, terraqueos e aéreos. (FIRCUZ, 1928, p. 4).

A matéria descrita no jornal tem uma intenção clara, reivindicar o papel do Padre Roberto Landell na construção dos princípios da telefonia. Por meio de

²⁶ Nasceu no Rio Grande do Sul na cidade de Porto Alegre em 1862, tendo estudado em Roma, na Itália. Desde o início de seus “estudos eclesiásticos” se dedicou ao estudo da química e da física. Além de padre, atuou como padre e vigário. (FIRCUZ 1928, p. 4).

²⁷ Além da Gourandphone, o Padre Roberto Landell inventou diversos objetos para a demonstração de leis naturais da física. A saber: o telaxiophono, o kaleophono, o anematophono, o teletiton e o ediphono. Todos eles tinham relação com leis relativas da física, como propagação do som, da luz e da eletricidade. (MARTINS, 1903, p. 32). A maioria dos objetos que tinham relação com a eletricidade eram versões alternativas do telefone sem fio.

seus estudos e experiências, os inventos desse padre podiam transmitir a voz humana a uma grande distância – fato que na época era apontado como uma invenção de Guilherme Marconi²⁸. O próprio padre fala sobre o invento:

Em virtude desse principio, é possível transmittir a palavra através de um eixo luminoso sem a intervenção do silenium ou de um microphone. Nem sequer é necessario um receptor. Todas as pessoas dentro do raio da recepção estão habilitadas a ouvir o despacho com o méro auxilio dos seus orgãos naturaes. (MOURA apud A VERDADE, 1903, p. 4).

Mesmo com a falta de reconhecimento imediato dentro do país, Roberto Landell, continuou viajando por países da Europa tentando mostrar o que seu invento podia realmente fazer, transmitir a voz humana sem o auxílio de nenhum tipo de equipamento (como o microfone). O processo de envio e recepção seria totalmente eletrizado.

Nos primeiros anos do século XX, o fornecimento de eletricidade em São Paulo dividia-se em duas atividades diferentes: em luz (iluminação) e força motriz (motores para equipamentos nas indústrias e residências). Apenas no ano de 1912, dados concretos mostram que o uso de energia motriz teve um crescimento exponencial,

o crescimento de energia era constante e teve um aumento em 1912 devido aos aparelhos domésticos e motores industriais. Se em 1902 o uso de energia de força motriz representava apenas 2,5% do total, em 1912 chegava a cerca de 11%. (SILVA, 2002, p.29).

As empresas que detinham o monopólio sobre a concessão de energia elétrica (*The São Paulo Railway Light and Power Company* e *The San Paulo Gas Company*), se dividiam entre esses dois tipos de atividade. De qualquer maneira, era evidente que, no começo do século XX, a eletricidade e a iluminação pública tinham uma importância maior, substituindo outros combustíveis (gás ou tipos de óleos vegetais) na iluminação pública e privada, “prova disso é que de 1912 para 1913, o número de consumidores cresceu mais de 45%” (SILVA, 2002).

Não se pode dizer que os sujeitos responsáveis pelas reformas de instrução pública estavam alheios às mudanças ligadas à urbanização e ao desenvolvimento industrial. Citando a primeira reforma da instrução pública no período republicano de 1892, Cabral considera:

²⁸ Marconi foi um físico e cientista italiano, aperfeiçoador da telefonia anos depois da descoberta de Roberto Landell.

No momento da realização da Reforma da Instrução Pública, o estado de São Paulo passava por profundas transformações ocasionadas pela economia do café. Desse modo, Paula Souza, Paulo Egídio, Bueno de Andrade e Gabriel Prestes, no legislativo e Cesário Motta Jr., Alfredo Pujol, Antônio Dino da Costa Bueno, no executivo, não apenas presenciaram os fenômenos da urbanização e da industrialização, mas, foram os protagonistas de uma história de mudança na estrutura da educação paulista nas décadas iniciais republicanas. (2008, p. 27).

A questão é apontar que a história da escola paulista não passou passivamente diante desse processo de progressivo desenvolvimento da cidade e dos eventos relacionados à eletricidade. Tanto o histórico da instrução pública quanto os processos científicos participam da modernidade, portanto, como se apresenta a eletricidade no ensino paulista?

Educação e o chamado da Ciência

A ciência se desenvolvia de maneira restrita no século XVIII, sendo delegada apenas a elites intelectuais dos países ocidentais. Porém, no século XIX, uma corrente científica e filosófica se destaca e estabelece as bases para o avanço da ciência em todo o ocidente de forma popularizada, o positivismo.

A cultura científica do século XIX, baseava-se no princípio da realidade pautada pela própria materialidade, ou seja, explicações metafísicas do mundo e do cotidiano perderam relevância, pois os avanços científicos da época demonstravam o valor da própria matéria (como, por exemplo, o corpo humano). A realidade para os cientistas da época, deveria ser “essencialmente material, científica e positiva”.

A teoria positiva dá o suporte para o desenvolvimento da ciência: as correntes de pensamento científicas ganharam sistematização filosófica com a obra de Comte (BRAGA, GUERRA, REIS, 2007), sendo ampliadas, e inclusive debatidas, com os estudos de Herbert Spencer²⁹, um filósofo que se relaciona de forma mais aprofundada com as questões das ciências naturais.

²⁹ Filósofo inglês, nasceu no ano de 1820, na cidade de Derby. Se formou em casa com o auxílio de familiares e desde muito cedo, tinha forte relação com a noção de causas físicas, diminuindo a crença em qualquer tipo de religião. Em vida, desenvolveu estudos que relacionavam as ciências sociais com as naturais, sendo um dos mais reconhecidos positivistas do século XIX.

Em seus escritos, Comte, explica sua lei fundamental baseando-se em em estados históricos diferentes, do mais antigo (teológico) até o científico ou positivo. O sistema geral de concepções sobre o conjunto dos fenômenos deve atingir seu estado fixo e definitivo com o positivismo.

Porém, destacam-se os estudos sobre educação de Spencer, onde o filósofo relaciona o positivismo às ciências de forma mais direta³⁰, seus escritos continham diversas considerações evolucionistas, que o autor aplicaria ao âmbito educativo. A ideia de “evolução”, ligada ao positivismo, era forte na obra de Spencer, “segundo a qual o universo e tudo o que o constitui se encontrava em permanente evolução, o passo seguinte foi comprovar como tal circunstância era verificável no domínio da formação intelectual” (ROCHA, 2000, p. 71).

Em seus estudos sobre educação, podemos verificar um teor extremamente crítico em relação ao ensino conservador e de cunho religioso. Spencer fazia parte de um grupo de reformadores e cientistas interessados no triunfo da aprendizagem das ciências³¹, em detrimento do ensino religioso (ROCHA, 2000, p. 73). A atividade educativa deveria preparar os jovens para a “vida completa”³², leia-se, para o cumprimento das atividades tecnológicas e industriais dessa etapa do capitalismo. O domínio das ciências e das leis da vida assumia uma importância capital. Spencer foi muito criticado à época, pois

Ao estudo da ciência era, por conseguinte, atribuído um valor intelectual não proporcionado pelo estudo de quaisquer outras matérias, circunstância que lhe valeu a acusação de ser excessivamente positivista (...) o estudo das matérias científicas era legitimizado pela sua utilidade, pois tinha-se tornado imprescindível ao progresso. (ROCHA, 2000, p. 76/77).

³⁰ Na edição de número 11169, do Correio Paulistano, Paulo Egydio, sintetiza os princípios fundamentais de Spencer: “como já recordamos, o estudo dos fenômenos sociais é infructífero sinão impossível sem o estudo dos fenômenos biológicos; que a sociologia deve ser necessariamente precedida, para que, com vantagem seja estudada, por uma forte preparação pela biologia: que existe entre as duas ciencias uma conexão fundamental, um laço de dependência, como o demonstrou Augusto Comte”. (EGYDIO, 1894, p. 1). Os escritos do jornal, reafirmam a posição de Spencer como um estudioso que interliga os fenômenos sociais com os fenômenos científicos naturais – principalmente os biológicos.

³¹ Segundo Rocha, o filósofo propõe-se a classificar as ciências “que constituiriam as disciplinas integrantes dos planos curriculares – em três grupos. Aquelas dividiam-se, nomeadamente, nas abstratas (a lógica e a matemática); nas *abstractas*-concretas (a mecânica, a química e a física); e nas concretas (a astronomia, a geologia, a psicologia, a biologia e a sociologia)”. (2000, p. 82/83). Das ciências excluem-se as ciências sociais e a “*história factual*”.

³² Esse tipo de pensamento no autor, provavelmente provém dos estudos de Pestalozzi, “cujo pensamento, amplamente divulgado na Grã-Bretanha oitocentista, se tornou preponderante nas principais correntes pedagógicas”. (ROCHA, 2000, p. 75).

As obras de Spencer, mostram a valorização das ciências na segunda metade do século XIX, já que seus estudos deviam ser preconizados em relação ao estudo das línguas, pois era essencialmente “imprescindível ao progresso”.

Nas últimas décadas do século XIX, diversos pensadores e cientistas foram influenciados pelos estudos de Comte, e Spencer no Brasil. O movimento republicano, que teria seu ápice na instituição da República no Brasil no ano de 1889 e na consolidação do Partido Republicano Paulista (PRP), tomava como bandeira o positivismo, em um claro exercício de abandono dos laços coloniais entre Brasil e Portugal.

A ciência deveria ser o elemento regeneração e avanço da sociedade brasileira, discurso semelhante ao exposto por Spencer, em seus escritos. Em um projeto de reforma do ensino secundário e superior na Câmara dos Deputados do Rio de Janeiro, em 1882, Rui Barbosa, Thomaz do Bomfim Spindola e Ulysses Machado Vianna, apresentam as perspectivas para o ensino científico no ensino secundário do país, levantando bandeiras e sobre a mudança no ensino e nos métodos.

O princípio vital da reorganização do ensino, que o paiz anheia, é a introdução da sciencia no amago da instrucção popular desde a escola. Esta necessidade, que de espaço demonstraremos no parecer ácerca do ensino primário, cujos trabalhos vão já assaz adiantados, necessidade que se liga estreitamente á da renovação fundamental dos methodos, domina as instituições docentes em todos os graus, e reclama os mais energicos esforços. (BARBOSA, SPINDOLA, VIANNA, 1882, p. 8).

Já no início da década de 1880, os discursos apontavam para a introdução da ciência em toda a trajetória escolar, e com essa renovação deveriam chegar ao ensino brasileiro os novos métodos de ensino, ligados a teorias científicas.

Os métodos repetitivos e retóricos, que se dirigem apenas ao ingresso dos alunos do ensino secundário no ensino superior, são alvo de duras críticas nesse projeto. E mostra-se a ciência como uma necessidade importante:

Esse viciamento dos processos praticados no ensino secundario resulta inevitavelmente da ausencia do espirito scientifico, que só se poderá incutir, restituindo á sciencia o seu lugar preponderante na educação das gerações humanas (...) Ora, a sciencia é toda observação, toda exactidão, toda verificação experimental. Perceber os phenomenos, discernir as relações, comparar as analogias e as dessemelhanças, classificar as realidades, e induzir as leis, eis a sciencia; eis, portanto, o alvo

que a educação deve ter em mira. (BARBOSA, SPINDOLA, VIANNA, 1882, p. 9).

Como se vê, a preocupação sobre um avanço do ensino científico não diz respeito somente ao estado de São Paulo. A “ideologia positivista” impactou diversos reformadores e republicanos entre a década de 1880, e o fim do século XIX.

No projeto de 1882, é contundente a valorização dada às ciências, momento que as primeiras evocações ao ensino científico acontecem no Brasil. A observação, a exatidão e a experimentação são fundamentais para que o ensino secundário, no Brasil, alcance a cientificidade segundo esse documento.

Os discursos em favorecimento ao ensino científico também podem ser verificados nos textos de organização e fundação de escolas, como se pode ver no discurso sobre a Escola Politécnica de São Paulo,

É certamente digno do maior apreço o projecto que se aventa da organização de uma sociedade anonyma, tendo por fim promover o cultivo e o desenvolvimento, em todo o Estado de S. Paulo, dos conhecimentos scientificos indispensaveis á vida social moderna, fundando para isso institutos de instrucção primaria, secundaria e professional, organisando conferencias publicas sobre todos os ramos das sciencias e questões de importancia social (...) Assim é que o programma de ensino do estabelecimento comprehenderá: Um curso secundario de seis annos, comprehendendo as seguintes sciencias: mathematica, astronomia, physica, chimica, mineralogia, geologia, biologia, psychologia, logica. (CORREIO PAULISTANO, 1890, p. 2).

O texto foi publicado no Correio Paulistano, e enaltece em 1882, o planejamento de uma Escola Politécnica em São Paulo, que se destaca pelo ensino das ciências. Porém, ainda que a ciência se apresente como uma necessidade, isso não significa que todos os legisladores mantenham uma unidade em relação a todos os assuntos referentes à instrução pública.

Os debates ocorridos no legislativo paulista entre os deputados Gabriel Prestes e Paula Souza, na Câmara, e entre os senadores Paulo Egídio e Bueno de Andrade, no Senado, a respeito dos projetos referentes à Instrução Pública relevam os diferentes posicionamentos em relação ao papel do Estado quanto ao financiamento e gerenciamento da instrução pública, bem como quanto à priorização dos investimentos e ao método a ser adotado no ensino em suas diferentes modalidades, ou seja, divergem sobre as formas de realização e consolidação das práticas educacionais (CABRAL, 2008, p. 40).

Os grupos de reformadores republicanos divergiram em diversos momentos no começo da década de 1890, sobre as políticas públicas para

educação, pois mesmo dentro do Partido Republicano Paulista, as divergências não eram raras³³.

Paula Souza e Bueno de Andrade representavam uma parcela desse grupo que pretendia profissionalizar o ensino e valorizar as *belas letras*. Já Gabriel Prestes e, principalmente, Paulo Egydio defendiam a utilidade prática da educação, e representavam alas dos republicanos que se alinhavam mais ao positivismo e ao pensamento científico³⁴. Resumidamente, tinham posições antagônicas em relação ao ensino nessas esferas políticas.

A preocupação com o método e com o ensino das ciências evidencia-se com maior destaque nos discursos de Paulo Egydio, tendo ele debatido, entusiasticamente pela preservação e colocação de forma coerente, das ciências consideradas fundamentais segundo o comtismo: matemática, física, química, biologia, sociologia, no currículo escolar. (NADAI, 1987, p. 50).

Paulo Egydio³⁵ defendia as ciências levando em consideração disciplinas como Matemática, Física, Química, entre outras. Em uma edição da “Revista do Brazil” da mesma década de sua posse, Egydio, redige um grande texto explicando as concepções gerais das ciências e dos métodos que devem ser empregados nesse tipo de ensino. (EGYDIO, 1898, p. 203).

Com efeito, os phenomenos da física e da chimica, por exemplo, e, ainda mais, os da phisiologia e de todos os ramos da biologia,

³³ O processo de formulação da lei contou com diversos embates no senado paulista, sendo caracterizadas duas forças em luta “contendo em muitos aspectos, contradições profundas e em outras, aspirações semelhantes, principalmente, na perseguição de objetivos educacionais. Ambos consideravam fundamental organizar a instrução pública como um dos esteios do novo Estado, e como necessidade prioritária do desenvolvimento e urbanização de São Paulo. Elas estão representadas basicamente pelos senadores Paulo Egídio e Bueno de Andrade: ambos liberais, renovadores, cientificistas, embora na prática educacional, assumissem posições diferentes e diversificadas, muito mais percebidas, como já dissemos, nas formas de se alcançarem os objetivos, do que propriamente, na variabilidade desses últimos”. (NADAI, 1987, p. 40).

³⁴ Essa dicotomia é explicada por Chervel e Compère, no estudo sobre as humanidades no ensino. Segundo os autores “dois tipos de formação são oferecidos à juventude de classes dirigentes ou classes abastadas e, hoje, à totalidade de jovens. Uma fundada sobre a natureza, sobre as coisas e sobre o universo permitindo ao homem se situar no mundo, nele multiplicar suas marcas, índices, inscrever sua ação. A outra apoiada em textos de longa tradição e sobre a língua necessária à comunicação, a persuasão, suporte indispensável, até mesmo consubstancial, do pensamento. A língua integra o indivíduo em uma elite, em uma nação, em uma cultura, que ele partilha ao mesmo tempo com seus ancestrais e com seus contemporâneos”. (1999, p. 149, grifo nosso). De certa forma, essa discussão diz muito sobre a posição dos legisladores na educação paulista no começo da década de 1890, de um lado, homens que enfatizavam os métodos científicos, e de outro, defensores das belas letras, admiradores assíduos da língua e comunicação – que é caracterizada na segunda categoria de Chervel.

³⁵ Paulo Egydio de Oliveira Carvalho foi um advogado e senador paulista, tendo sua legislatura vigente no ano de 1891-1892. Foi o relator do projeto que gerou a primeira organização de ensino no período republicano paulista, a Lei n.88 de 1892.

não podem ser investigados e conhecidos sem o emprego, em escala cada vez maior, da experimentação directa e de todos os seus processos (...) O complexo de instrumentos e aparelhos que fazem parte de nossos gabinetes e laboratorios e que, no seu maior numero, constitue as mais belas invenções do gênio moderno, presta ao investigador e ao sábio uma contribuição tão poderosa, que, sem elle, nem suspeitadas seriam ainda hoje as soluções dos maiores problemas das sciencias contemporaneas. Pelo augmento prodigioso que proporcionam ás nossas percepções visuaes e tactis, pode-se quasi dizer que esse complexo de aparelhos forma para o homem um novo organ de sensações. (EGYDIO, 1898, p. 201/202).

Esse “método científico” – termo utilizado no documento pelo autor - é evocado por Egydio, durante todo seu ensaio na Revista do Brazil. Em sua totalidade, o texto mostra como o ex-senador confia nos métodos voltados ao ensino científico, construído por meio das experiências diretas. O posicionamento de Paulo Egydio, em relação a experimentação e aos gabinetes e laboratórios dos professores, mostra claramente a experiência como um caminho certo para o conhecimento por meio do estímulo aos sentidos, apresentando a necessidade do uso de aparelhos como forma moderna de contribuição ao conhecimento.

Para o político, os aparelhos, gabinetes e laboratórios para o ensino das ciências naturais constituíam uma das mais belas invenções do “gênio moderno”, pois por meio desse tipo de ambiente, segundo o autor, foram encontradas soluções para os maiores problemas das “*sciencias contemporaneas*”. O contato do homem com esse tipo de “invenção” formava o homem para novos tipos de sensações.

No Senado paulista a atuação de Paulo Egydio, em prol do ensino científico é notável. No ano de 1892, o senador é nomeado membro da comissão de instrução pública e foi de sua responsabilidade elaborar o plano de legislação para o ensino público. Durante todo o processo da comissão, Paulo Egydio, defende o ensino das ciências, pois o próprio projeto tinha uma discursividade defensiva em relação as “*sciencias physico-chymicas e sciencias vitales*”. Além disso, indica, como educação, aquela apresentada de Pestalozzi, ao qual deve-se o método intuitivo e experimental (CORREIO PAULISTANO, 1892, p.1).

Por meio da atuação desses legisladores, podemos inferir que o final do século XIX e, principalmente as primeiras décadas do século XX, representaram um marco na crença do progresso impulsionado pela ciência e a tecnologia. A

ciência passava a ser valorizada e cabia à Instrução Pública e as instituições escolares distribuírem os novos conhecimentos.

A educação sobressaiu-se como elemento de fundamental importância para a formação do cidadão. Nos discursos de intelectuais da época, a escola foi definida como o elemento de regeneração da nação brasileira, além de ser

propulsor do progresso e do desenvolvimento social e econômico do estado de São Paulo e do Brasil, condição para a moralização do povo, para a construção da nacionalidade e manutenção do novo regime político (SOUZA, 2012, p. 29).

As instituições escolares e a ciência ganham uma nova significação com o regime republicano e é no seio dessas mudanças que os estudos científicos se expandem, assim como o estudo das ciências físicas e naturais, entre elas, o estudo da física e, de forma mais restrita, o da eletricidade.

As reformas educacionais do fim do século XIX: a ciência, o método intuitivo e o ensino de Física

No início dos anos 1880, diversas discussões sobre o destino da escola pública estavam em pauta não apenas em São Paulo, mas em toda a região Sudeste do Brasil. Um dos primeiros entusiastas da introdução de novas metodologias e mudança do ensino brasileiro foi Rui Barbosa³⁶, que, dentre uma série de atividades voltadas à educação, fez a tradução do livro *Primeiras Lições de Coisas*³⁷, de Norman Allison Calkins. O livro podia ser considerado um manual para as Lições de Coisas³⁸, que se baseava no método intuitivo, cuja elaboração se atribui a J. H. Pestalozzi,

³⁶ Nasceu em cinco de novembro de 1849 em Salvador (BA) e faleceu no dia um de março de 1923 em Petrópolis (RJ). Era formado em direito e atuou em diversas áreas, como jurista, político, diplomata, escritor, jornalista, entre outras atividades.

³⁷ No inglês original, "*Primary Object Lessons*". Esta obra, um manual de orientação dos professores, foi amplamente difundida nas escolas normais e primárias no final do século XIX e início do século XX, tornando-se um dos principais responsáveis pela orientação do método intuitivo no país, na época. Na obra de Calkins encontram-se condensadas e simplificadas muitas das ideias veiculadas pelo movimento de renovação pedagógica sobre o ensino primário, nesse período (SOUZA, 1996, p.146).

³⁸ O "Novo dicionário de pedagogia e instrução primária pública", de Ferdinand Buisson aponta formas de uso dessa metodologia: "A lição das coisas, como a entendemos, é colocar nas mãos da criança ou diante de seus olhos qualquer objeto, até mesmo a representação de qualquer objeto, e ter certeza de que ele sabe como entendê-lo, observá-lo, fixar, por meio de expressões

As ideias de Pestalozzi, segundo consta, fundamentaram o Método Intuitivo, cuja característica básica era oferecer dados sensíveis à percepção e observação dos alunos. Sua pedagogia foi influenciada por Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), e 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).

No fim do século XIX, aumentam-se as críticas ao ensino livresco e teorias baseadas na memorização são alvos diversos questionamentos. Diante desse panorama, que passa a valorizar um ensino mais concreto e voltado aos sentidos, vemos então o método intuitivo. Esse método usa, como conceito fundamental, valorizar os cinco sentidos dos alunos e a intuição humana, para que o aluno possa entrar em contato com o “real”, com o seu objeto de estudo.

Tal método, surgido na Alemanha do século XVIII pela iniciativa de Basedow, Campe e sobretudo de Pestalozzi, foi tributário, por sua vez, das ideias de filósofos e pedagogos como Bacon, Locke, Hume, Rosseau, Rabelais, Comenius, Froebel, entre outros (...) Consistia na valorização da intuição como fundamento de todo o conhecimento, isto é, a compreensão de que a aquisição dos conhecimentos decorria dos sentidos e da observação. Pestalozzi recomendava a necessidade de psicologizar o ensino adaptando-o ao funcionamento do espírito infantil (SOUZA, 1996, p. 144).

O método intuitivo foi pensado para que as crianças aprendessem os saberes elementares, enquanto tinham contato com objetos oferecidos a sua percepção. A escola passou a dispor de mobílias e materiais para as chamadas “lições de coisas” (BONTEMPI JR, 2014, p. 30).

Mesmo que o objetivo principal do método intuitivo fosse o ensino primário, os efeitos da metodologia eram sentidos e marcariam o ensino secundário: muito da observação e experimentação com objetos científicos nas ciências naturais do ensino secundário se pautavam nos princípios que chegaram ao Brasil na década de 1880, com a tradução da obra de Calkins por Rui Barbosa. Como podemos constatar com Bocchi,

Se o método intuitivo e as lições de coisas são atrelados à instrução primária, a educação dos sentidos é, por outro lado, uma concepção mais geral que serve tanto a essa etapa, quanto

claras e precisas, os caracteres essenciais. O objeto pode ser muito simples: uma bola, uma rolha, uma folha de papel, uma pedra, um pedaço de vidro. Pode ser muito complexo, como um livro, uma planta ou um inseto. É sempre o mesmo método, e a criança deve necessariamente indicar as peculiaridades de peso, forma, tamanho, cor, impressão em nossos sentidos etc., que este objeto apresenta. (BUISSON, 1911).

a seguinte. A educação dos sentidos no ensino secundário tem suas particularidades e será marcada pela inclusão das disciplinas ligadas às ciências no currículo e a um discurso que valorizava o ensino prático. (BOCCHI, 2013, p. 16).

A educação dos sentidos – que também se baseava em concepções do método intuitivo – seria fundamental para o desenvolvimento do ensino das ciências nas primeiras décadas da república.

Desde a década de 1870, as críticas à instrução popular indicavam a necessidade de uma escola primária que em tudo se diferenciava da escola de primeiras letras existente. A escola popular, instrumento de reforma social, deveria ser completamente renovada de acordo com os padrões educacionais considerados os mais modernos na época. O método intuitivo foi o símbolo dessa renovação e modernização do ensino (SOUZA, 1996, p. 144).

Esse método relacionava-se com o ensino das ciências, pois deveria iniciar os alunos menores (do ensino primário) nas ciências, além de utilizar o estudo das “coisas familiares”. Assim, o conhecimento rudimentar das ciências físicas e naturais seria transmitido por processos intuitivos (BOCCHI, 2013, p. 88).

A relação entre o método intuitivo e o ensino das ciências pode ser verificado na Revista do Museu Paulista, que mesmo não sendo uma instituição escolar, relaciona as experiências concretas, ou seja, a observação dos fatos, na relação entre as crianças e ciências da natureza.

Assim o que no principio é divertimento, torna-se em estudo. O menino aprende vê e observar, fazer observações biologicas, comprehender e admirar a magestade da natureza (...) É geralmente reconhecido hoje que fóra do estudo das linguas não há meio mais proprio para a educação do espirito infantil do que o ensino das sciencias naturaes (IHERING, 1895, p. 22/23).

Para a educação do “espírito infantil” não existiria meio mais apropriado do que o ensino das ciências naturais, que deveriam ser respaldadas no ver, observar, compreender e admirar.

Os novos padrões educacionais modernos adentram o ensino público principalmente na década de 1890, com a institucionalização e obrigatoriedade do método intuitivo no ensino paulista. Esse novo método de ensino passa a ser aplicado no estado principalmente um ano depois da instituição do regime

republicano no Brasil e algumas figuras públicas foram importantes nesse processo.

Um exemplo é o jornalista Rangel Pestana, autor muito relevante no levantamento das discussões sobre a instrução pública no estado de São Paulo. No início do ano de 1890, o jornalista publica diversos artigos conclamando a necessidade de uma reforma total sobre a instrução pública.

De acordo com Pestana, instruir o povo era necessário para a manutenção do regime político recém-instituído, os professores responsáveis pela instrução pública deveriam ser “aptos” e normalistas.

Esses artigos indicam uma forma diferenciada de pensar a educação. Pestana se preocupava, acima de tudo, com a instrução popular. Mas, algumas considerações podem ser feitas. Em primeiro lugar, era necessário “que se formassem professores aptos”, leia-se, professores formados pela Escola Normal de São Paulo com um nível de formação reconhecido³⁹.

Esse tipo de reflexão sobre a situação do professorado e do ensino como um todo, impulsionou diversas reformulações no âmbito da Instrução Pública paulista, e que é celebrado pelo Anuário de Educação

O período que decorre de 92 a 97, foi indiscutivelmente um dos mais fecundos na evolução do ensino em S. Paulo; nelle se consolidou a legislação escolar; nelle se operaram os mais assinalados progressos: foi uma época de trabalho, de entusiasmo e, por isso mesmo, de extraordinario brilho (...) Em conclusão, o período de 92 a 97 mereceu o titulo de período aureo da instrução paulista. (ANNUARIO, 1907, p. xxx).

Entre as disposições legais paulistas mais importantes para a instrução pública na década de 1890, podemos citar: A reforma da Escola Normal da Praça (Decreto n. 27 de 12/02/1890); a reforma da instrução pública de São Paulo (Lei n.88 de 09/09/1892)⁴⁰ e a aprovação do regulamento dos Ginásios oficiais do Estado (Decreto n. 293 de 22/05/1895).

³⁹ Esses escritos impulsionaram a Reforma da Escola Normal, orquestrada pelo Dr. Caetano de Campos no mesmo ano. O decreto 27 de 12 de março de 1890, a estrutura e organização da Escola Normal de São Paulo e do ensino público paulista.

⁴⁰ Citaremos de forma indireta algumas leis que provêm do Regulamento da Instrução Pública de 1892. Um ano depois da reforma em São Paulo, são incrementadas diversas disposições na Lei nº88 pela chamada lei n.169 de 1893. O decreto n.218 de 1893 aprova o regulamento das duas leis (n.88 e n.169). Por fim, em 1894 alguns artigos da lei são modificados pela Lei n. 295. Não nos cabe fazer uma análise exaustiva de cada uma delas, mas sim mostrar que a Reforma da Instrução Pública passou por diversas alterações e qual seu papel para a disseminação do ensino de ciências no estado. Nesse trabalho, vamos analisar apenas a Lei n.88.

Essas reformas não necessariamente se diziam “científicas”, mas foi durante a década que o ensino relacionado às ciências físicas e naturais (física, química, história natural) se expandem nos diferentes níveis do ensino paulista, como analisado na distribuição das disciplinas no Ginásio do Estado no ano de 1895.

Mesmo com essas constatações e a falta de uma denominação “científica” oficial para essas reformas, sobre o Projeto n. 21 do senado paulista (que estruturava a Lei n.88) no ano de 1892, Paulo Egydio afirmava: “o projeto que organiza a instrução pública no Estado de São Paulo, tem uma doutrina social e uma doutrina política, que o mesmo tem um método e um método científico”. (EGYDIO *apud* NADAI, 1987, p. 39). Pode-se ver que o destaque do ensino não era científico, mas ele se faz presente, inclusive como caminho propedêutico como o ensino superior: com a instituição do Regulamento oficial dos Ginásios da Capital os alunos precisariam, obrigatoriamente, a estudar as ciências físicas e naturais. Além disso, destaca-se a posição de alguns legisladores, principalmente Paulo Egydio, de valorizar esse tipo de instrução.

Desde a reforma da Escola Normal da Praça, que foi responsável pela criação da Escola-Modelo (instituição diretamente ligada com a formação de professores), até a reforma do ensino público e a aprovação do regulamento dos Ginásios do Estado, a intenção era clara: formar professores capacitados que tivessem conhecimento das novas práticas educacionais.

Adentrando no estudo das leis, começamos com o Decreto n.27 de doze de fevereiro de 1890, que alterava de forma direta a formação dos professores primários do Estado de São Paulo. A prescrição legal definia o número de cadeiras da escola, além de definir o quadro de disciplinas por ano. No artigo n.3 decreta-se as cadeiras da Escola Normal,

Artigo 3.º O curso normal será de tres annos e o ensino distribuido pelas seguintes cadeiras: Duas de lingua portugueza; Duas de arithmetica, algebra e geometria e escripturação mercantil ; Duas de geographia, cosmographia e historia do Brazil; Uma de physica e chimica ; Uma de economia politica e educação cívica ; Uma de organização e direcção das escolas ; Uma de biologia. (SÃO PAULO, 1890).

De acordo com o decreto, um único professor deveria lecionar física e química na escola, sendo titular de apenas uma cadeira – que reunia as duas

disciplinas. O Art. 6, da mesma lei, continua a legislar sobre a estruturação das disciplinas: *Physica e Chimica* seriam conteúdo do segundo ano e de nenhum outro. (SÃO PAULO, 1890). Ainda sobre o ensino de *physica* e *chimica*, era previsto um preparador de laboratório: “a cargo do preparador de *physica* e *chimica* ficarão o laboratório e respectivos gabinetes”. (SÃO PAULO, 1890).

Esse decreto anuncia, ainda, a criação e o provimento das Escolas-Modelo, que eram anexadas às Escolas Normais, como um tipo de “estágio” para os normalistas dos últimos anos, visando a formação de professores aptos e alinhados aos métodos de ensino mais modernos.

Em São Paulo, a reforma da Escola Normal de 1890 consolidou definitivamente a presença do ensino intuitivo na instrução pública paulista (...) Caetano de Campos considerava os processos intuitivos “a base do ensino moderno”. A escola-modelo foi a morada, o centro irradiador dos novos processos como foi demonstrado anteriormente. (SOUZA, 1996, p. 147).

Posteriormente, no ano de 1892, a grande reforma de ensino orquestrada pelos republicanos é regulamentada. A primeira reforma do ensino público, em São Paulo, durante o regime republicano, alteraria diversas disposições de escolas, no estado⁴¹.

A reforma da instrução pública de 1892, representou uma importante fonte de reformulações de conteúdo das escolas instituídas até então no país. A lei implantou disciplinas e uma organização diferente nos currículos oficiais do estado, fator que gerou muitas polêmicas à época, pois algumas escolas simplesmente não tinham condições de implantar o currículo como prescrito na lei original. (SOUZA, 1996).

A Lei n.88 dividia o ensino primário em dois graus diferentes: curso preliminar e complementar. Além de definir outras duas modalidades de ensino, o ensino secundário e o ensino superior. (SÃO PAULO, 1892). Especialmente no ensino preliminar, a lei apresenta uma evidente preocupação com os novos espaços escolares.

Para o curso preliminar, os estudos relacionados a física eram pertencentes ao curso de *Noções de sciencias physicas, chemicas e naturaes*,

⁴¹ “Em 08 de setembro de 1892, após um intenso processo de negociação política entre o deputado Gabriel Prestes e os senadores Paulo Egídio, Bueno de Andrade, Bernardo da Silva Ricardo Batista e Ezequiel Ramos, o projeto de reforma transforma-se na Lei n.88, que modifica a instrução pública do Estado em conformidade com os preceitos da República”. (CABRAL, 2008, p. 39).

nas suas mais simples aplicações, especialmente á higiene, que tinha utilidade prática: “conhecer e compreender o mundo com o domínio da razão científica sem as superstições e os dogmas da religião”. (ABREU, 2002, p.73).

Para o estudo da física, o ensino nas escolas complementares deveria compreender “noções de *physica* e *chimica* experimental e historia natural, especialmente em suas aplicações mais importantes á industria e á agricultura”. (Art. 6)⁴². (SÃO PAULO, 1892). Em relação ao curso preliminar são acrescentadas suas aplicações para a indústria e agricultura. Os espaços dessas escolas também são redimensionados, pois a escola complementar deveria estar equipada de uma pequena biblioteca, um laboratório, um gabinete de física e química e coleções de história natural (Art. 15). Os responsáveis pelos instrumentos dos gabinetes e laboratórios de física e química deveria ser o próprio professor dessas disciplinas⁴³.

Outra importante medida, prescrita pela reforma da instrução pública de 1892, foi a criação de três ginásios do estado⁴⁴. Essas escolas deveriam servir para o ensino secundário, que se dividia em dois tipos diferentes, depois de quatro anos de “ensino comum”: científico e literário, ao todo, o ensino nos ginásios contava com uma duração de seis anos. (SÃO PAULO, 1892).

De acordo com a distribuição das matérias, no ano de 1895, o ensino de física e química só seria ministrado no quarto ano (curso comum, obrigatório para todos os alunos), e no quinto e sexto, para os alunos que decidissem realizar o curso científico (CABRAL, 2008). Dados que são comprovados com a distribuição das disciplinas, presente no regulamento dos ginásios do estado.

⁴² O Art.9 da Lei n. 169 de 1893 altera a Lei n.88 e divide o curso complementar em quatro anos distintos. O ensino de física é prescrito no terceiro e quarto ano (sendo o ensino para esse ano um tipo de complemento). De acordo com o mesmo artigo, a cadeira de *Physica*, *Chimica*, *Historia natural* e *Noções de hygiene* seria a terceira nas escolas designadas para esse nível de ensino.

⁴³ Lei n. 169, Artigo 11.

⁴⁴ Um ginásio sede na capital e outros dois em cidades do interior. As cidades delimitadas foram Ribeirão Preto e Campinas.

Figura 6 – Distribuição das matérias no Ginásio Público da Capital

Numero de ordem	CADEIRAS	ANNOS						Total
		1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	
1. ^a	Portuguez }	4	4	3	3	1	1	16
2. ^a	Portuguez }							
3. ^a	Francez.	4	3	2	2	1	1	13
4. ^a	Inglez }			4	3	2	2	11
5. ^a	Allemao }							
6. ^a	Italiano.				2	2	2	6
7. ^a	Latim e noções de Grego.		4	4	3	2	1	14
8. ^a	Arithmetica e Algebra	3	3	2	2	1	1	12
9. ^a	Geometria e Trigonometria			3	3	2	1	9
10. ^a	Mechanica e Astronomia.					3	3	6
11. ^a	Physica e Chimica.				2	3	5	10
12. ^a	Historia Natural.				2	3	4	9
13. ^a	Geographia e Cosmographia.	4	3	2	1	1	1	12
14. ^a	Historia.			3	3	2	1	9
15. ^a	Historia do Brazil	2	2	1	1	1	1	8
16. ^a	Anthropologia, Psychologia e Logica.					3	4	7
A U L A S								
1. ^a	Desenho.	3	2	2				7
2. ^a	Gymnastica, exercicios militares e jogos physicos.	3	2	2	1	1	1	10
TOTAL.		23	23	28	28	28	19	159

Fonte: Regulamento dos Gymnasios do Estado. São Paulo, 1895. Acervo da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo.

De acordo com a distribuição de aulas, há predominância em relação às disciplinas que discorriam sobre o ensino humanista. Em todo o curso, 25 aulas semanais eram destinadas ao ensino de ciências (Mechanica e Astronomia, 6; Physica e Chimica, 10 e Historia Natural, 9). O número é reduzido, se levarmos em consideração que, durante todo o curso, 117 aulas eram destinadas ao “ensino clássico” – sobre as bellas letras e as disciplinas “matemáticas”, além de História e História do Brasil, Geografia e Anthropologia e Psychologia. (Portuguez, 16; Francez, 13; Inglez e Allemao, 11; Italiano, 6; Latim e Noções de Grego, 14; Arithmetica e Algebra, 12; Geometria e Trigonometria, 9; Geographia e Cosmographia, 12; Historia, 9; Historia do Brazil, 8 e Anthropologia, Psychologia e Logica, 7).

Eram previstas, também, 17 “aulas”, provavelmente, separadas como “extracurriculares” devido ao seu caráter menos enciclopédico (Desenho, 7 e Gymnastica, exercicios militares e jogos physicos, 10). Ao todo, deveriam ser

contabilizadas, 159 aulas, predominantemente clássicas e humanísticas, com menos disciplinas científicas.

O ensino de física era prescrito no ensino comum e no curso científico (Art. 19). Porém, os campos específicos da disciplina eram aprofundados no quinto e sexto ano. Além disso, no Art 20º do Regulamento dos Ginásio do Estado era prescrito: “Estes gymnasios serão providos de laboratórios, gabinetes, collecções de historia natural e de todo o material necessario para o ensino e os trabalhos praticos dos alumnos” (SÃO PAULO, 1892). Novamente, reafirma-se as novas práticas metodológicas no discurso da lei. As condições deveriam ser apropriadas para os trabalhos práticos dos alunos.

Os professores que atuavam no ensino primário (curso preliminar e complementar) e no ensino secundário (Ginásios do Estado) eram normalistas (professores formados nas Escolas Normais de São Paulo) ou então eram habilitados por concurso, nos casos em que os professores normalistas eram ausentes (SOUZA, 2012). De acordo com a reforma da instrução pública de 1892, “haverá quatro escolas normaes primarias, e, para formar os professores destas escolas e dos gymnasios, haverá, anexo á Escola Normal da Capital, um curso superior”⁴⁵. (SÃO PAULO, 1892). Nesse curso superior eram previstos um complemento e revisão das ciências físicas, químicas e, naturais e para todos os trabalhos práticos, os alunos teriam a seu dispor laboratórios e coleções da Escola Normal primaria da capital, contando com uma organização “especial”.

Por fim, citamos o Decreto n. 293 ⁴⁶, de 22/05/1895 que aprova o regulamento dos Ginásios do Estado. Cabe destacar que a reforma da instrução pública de 1892 e sua lei de adição em 1893 já definiam a criação dos ginásios. O decreto n. 293 cria, aprova e coloca em prática o regulamento nas escolas

⁴⁵ O Artigo 31º da reforma da instrução pública de 1892 detalha o programa do Curso superior, que assim como os Ginásios do Estado novamente é dividido em duas seções diferentes: “Art. 31 – A duração dos estudos do curso superior da Escola Normal da Capital, será de dous annos e terá duas secções: uma scientifica e outra litteraria (...) § 2.º - Para poderem ser admittidos ao concurso, os candidatos devem provar, além de sua moralidade, terem dezenove annos de idade. Os alumnos diplomados pelas escolas normaes primarias são dispensados destas formalidades. (SÃO PAULO, 1892).

⁴⁶ “(...) caberia à Congregação da Capital, isto é, do Primeiro Gymnasio da Capital, a organização do regulamento interno de todos os ginásios do Estado de São Paulo e, posteriormente, seu encaminhamento ao governo por intermédio do conselho Superior de Instrução Pública. A Congregação de Ensino do Gymnasio da Capital, em cumprimento ao referido Decreto, elaborou o Primeiro Regulamento dos Gymnasios do Estado de São Paulo entre os annos de 1894 e 1895 (Decreto nº. 293, 22/05/1895). (CABRAL, 2008, p. 64).

desse nível de ensino, no estado, e foi concebido pela Congregação de Professores do Primeiro Ginásio da Capital.

Levando em consideração apenas o curso comum aos secundaristas, a quantidade de aulas semanais de Física e Química era pequena, duas aulas, no quarto ano. Porém, se o aluno optasse pelo curso científico nos últimos dois anos, a carga horária aumenta significativamente: seriam quatorze horas/aula semanais – a maior carga horária de todo o curso – tanto no curso científico como no literário, contando as cadeiras de Physica e Chimica e a de Mechanica e Astronomia. Levando em consideração essas informações, podemos pensar que o ensino científico tem um lugar de destaque no currículo dessa escola modelar, que apresenta um caminho específico para as ciências em seu currículo.

Essas reformulações no âmbito da escola pública, na década de 1890, foram significativas na defesa da cultura científica, em contraponto aos estudos livrescos – herdados desde o período imperial brasileiro. Porém, a cultura literária e “clássica” continuava a ser predominante nos currículos oficiais das escolas paulistas⁴⁷, quadro que se alteraria, ao menos baseando-se no aparato legal, com a Reforma Francisco Campos na década de 1930.

Os estudos científicos ocupavam, nesse período, uma posição secundária em relação aos estudos literários, em número de horas-aula semanais, em cada ano e no conjunto dos anos de estudo, o que é possível observar nas distribuições das matérias a partir das diferentes reformas (ZANCUL, 2001, p. 49).

As ciências deveriam ser ensinadas por meio de características próprias, diferentes do ensino das humanidades. Bocchi aponta para as formas com que o ensino científico era realizado:

O experimento e a observação passaram a ser valorizados e os alunos não só escutavam sobre os fenômenos, mas observavam-no. Os instrumentos de ensino começaram a ter um papel importante nas escolas (...) Os gabinetes de Física, os laboratórios de Química e os museus de História Natural passaram a fazer parte das escolas, espaço que foram se

⁴⁷ Maior exemplo desse fato pode ser constatado na obra de Nadai, quando a autora explica as mudanças no texto original da Lei n. 88 de 1892, que continha em sua essência “mudanças sociais” que foram filtradas pela classe cafeeira e conservadora paulista, pois “o simples fato dessa primeira lei não ser implantada, e ainda, aqueles aspectos mais inovadores, nela contidos, terem sido eliminados, quando da elaboração das demais leis referentes à educação, no período tratado, nos atestam a existência e a atuação de forças conservadoras trabalhando no sentido de ‘segurar’ o processo de inovações percebidas através dessa lei”. (1987, p. 55).

constituindo aos poucos, à medida que as próprias disciplinas iam se afirmando. (2013, p. 17).

Podemos perceber que o ensino das ciências começou a se tornar relevante, ainda que houvesse maior proeminência os estudos das humanidades, cultura mais antiga no processo de escolarização do estado. É importante destacar, que em relação às escolas e às prescrições, o ensino científico tinha menos horas, como veremos no próximo capítulo. Isso nos mostra que a presença das ciências no ensino acontece progressivamente, mas de maneira contínua, e embora ainda se pedisse muito por ciência, no caso do ensino, esse destaque não aconteceu repentinamente.

Nesse sentido, como se apresenta o ensino da eletricidade nesse quadro do ensino das ciências?

Representações da eletricidade nos documentos educacionais

Com o aumento da valorização das ciências, no fim do século XIX, o estudo e curiosidade sobre os fenômenos da eletricidade ganharam destaque em diversos documentos voltados à educação no período, tanto documentos ligados diretamente ao universo escolar, quanto ao âmbito das “curiosidades”. O tema foi representado em diversos tipos de publicações.

Tanto as revistas escolares, como aquelas voltadas ao público em geral tinham conteúdo a “eletricidade e experiências curiosas” e os jornais da época eram veículos de divulgação e valorização do fenômeno elétrico.

As representações dos ditos “brinquedos elétricos” já circulavam nos jornais do começo dos anos 1880, como, por exemplo, uma matéria do jornal Correio Paulistano indica a elaboração de diversos objetos na Europa,

(...) os próprios sábios não desprezaram empregar os seus conhecimentos científicos e praticos em prol do progresso da indústria dos brinquedos. E merecem por isto os mais sinceros elogios; sua collaboração permite que se dê as crianças brinquedos que lhes forneçam noções serias sobre as invenções scientificas. (...) Por preços muitissimo commodos põe-se entre as mãos de uma criança aparelhos electricos cuja manipulação directa é tão divertida quanto instructiva. (1882, p. 3).

De acordo com a matéria, os próprios “sábios” acreditavam na simplificação dos conhecimentos científicos, contribuindo para o “progresso” da

indústria dos brinquedos elétricos e, por meio desses objetos, a eletricidade se popularizou entre as crianças, pois sua manipulação era “tão divertida quanto instrutiva”. Esses brinquedos se espalharam por diversos países ocidentais e, nas classes mais abastadas do Brasil.

Os brinquedos tinham uma outra função: aproximar as crianças do trabalho que se fazia nas grandes oficinas e fábricas. Nesse sentido, era necessário aproximar os jovens da modernidade, pois o efeito dos brinquedos elétricos eram “(...) em redução, o trabalho que se faz nas grandes officinas ; mas este divertimento produz um resultado importante: instrue”. (Correio Paulistano, 1882, p.3).

A representatividade da eletricidade, numa perspectiva “curiosa” e experimental, extrapola o limite das revistas educacionais e se mostra como um caminho de experimentação de acesso aberto. Revistas não educacionais discorriam sobre eletricidade, citando inclusive, experiências práticas para crianças. A título de exemplificação, podemos citar o *Echos Phonographico* e *O Echos*, que continham diversas referências à eletricidade.

Essas revistas tinham, como intenção, tornarem-se publicações de amplo enfoque. Diversos temas são abordados pela revista, que cita literatura, contos cotidianos, além de ter uma seção feminina, uma infantil e muitos anúncios. A veiculação dos temas ligados a eletricidade, nessas revistas, geralmente está atrelada a venda de objetos “modernos”, como podemos observar nos anúncios do *Echo Phonographico*, de 1904.

Figura 7 – Objetos elétricos para uso doméstico



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

As revistas comercializadas de forma livre, geralmente relacionavam a eletricidade com objetos do cotidiano, como nos anúncios citados. A eletricidade é evocada para comercialização de desde escovas elétricas que, quando usadas, melhoram a aparência do cabelo e curam dores; palmilhas elétricas que supostamente curavam “Rheumatismo e dores de cabeça”; a estojos imantados vistos como “novidade”.

Em uma perspectiva ampla, essas revistas também comercializavam objetos “úteis, instrutivos e interessantes” relacionados à eletricidade. Sempre apresentada pelo caminho da curiosidade, às crianças, popularizava a eletricidade para além dos limites da academia e da escola. No sentido de popularização, merece destaque a revista *O Echos* que, além de divulgar a comercialização de diversos objetos científicos, contava com uma seção de explicação sobre experiências com a eletricidade.

Durante o ano de 1916, a revista veiculou uma seção chamada de “Electricidade prática e recreativa” que vigorou, por algumas edições, e trazia conteúdos e experimentos elétricos de fácil elaboração. O caráter descritivo dessas “lições”, mostra que era chamativo apresentar a eletricidade como algo interessante e acessível. Os temas tratados pela revista foram: Motor elétrico magnético, Dínamo para choques e Campainhas elétrica.

A experiência com o “Motor elétrico magnético” foi apresentada na revista por J. Rocha, assim como os outros dois experimentos, na edição de número I, no ano de 1916, como um motor cuja construção é um divertimento instrutivo e interessante, além de ser a ideia mais “luminosa” sobre o tema (ROCHA, 1916).

Qualificamol-o de “divertimento”, porque na verdade, a sua construção e os principios electricos não permitem que semelhante idéa seja aproveitada para a industria; serve, comtudo, como excellente motor para accionar pequenos brinquedos e figuras mecanicas (...) Não discutamos porém a sua força motriz a dediquemo-nos a examinar a magnifica idéa que o concebeu. (ROCHA, 1916, p.19).

Como descrito, esses motores serviriam principalmente para o “divertimento”, tendo como utilidade o acionamento de brinquedos elétricos e figuras curiosas para crianças: a “força motriz” não é tão importante quanto o aspecto curioso do objeto. Na imagem abaixo vemos o esquema e funcionamento do motor elétrico.

Figura 8 – Eletricidade pratica e recreativa – Motor electrico magnetico

Electricidade pratica e recreativa

POR UM AMADOR

Motor electrico magnetico :-:

Os manecos (M) são parafusos que entram na armadura de ferro fundido e limitam o jogo lateral do eixo e volante.

O núcleo movelido (N, fig. 1) é simplesmente uma chapa de ferro doce de 1 mm de grossura, com dois furos que giram livremente sobre as pontas de arame de latão collocadas nas extremidades dos electro-ímans. Do centro dessa chapa fixa-se uma chapa de latão à feição e em caracter de braço propulsor do volante, girando sobre o excentrico (e') do eixo.

Os manecos (M) são parafusos que entram na armadura de ferro fundido e limitam o jogo lateral do eixo e volante.

O núcleo movelido (N, fig. 1) é simplesmente uma chapa de ferro doce de 1 mm de grossura, com dois furos que giram livremente sobre as pontas de arame de latão collocadas nas extremidades dos electro-ímans. Do centro dessa chapa fixa-se uma chapa de latão à feição e em caracter de braço propulsor do volante, girando sobre o excentrico (e') do eixo.

O funcionamento é simples e para um motor como o descrito, será bastante uma pilha commum de 1.25 volts para o pôr em funcionamento.

Na fig. 6 damos a forma de ligar os fios, observando-se que as duas bobinas fiquem ligadas como indica a fig. 5. Um dos parafusos (M) e a alavanca (A) devem ser perfeitamente isolados da armadura de ferro fundido. Na fig. 6, as linhas pontuadas indicam a forma como se fecha o circuito, isto é, a lamina L tocando o excentrico (e') transmite a electricidade ao eixo, este á armadura e esta ao parafuso (M) que não está isolado, fechando o circuito.

Assim terminada a descripção da construcção, devemos observar o dispositivo feito para poder empregar as bobinas electro-ímans para este estylo de motores e bem assim, o dispositivo "non plus ultra" que é a alavanca (A) e Laminas (L) para effectuar a "inversão de marcha", podendo o volante girar á direita ou esquerda como se desejar.

Accettamos qualquer collaboração dos nossos leitores para esta secção, assim como daremos explicação ás questões que nos forem feitas sobre o presente assumpto, devendo dirigir-se a correspondencia á Redacção do ECHO: "Electricidade Practica e Recreativa", Caixa Postal. 398. — São Paulo.

J. ROCHA.

Fonte: O Echos. Anno XV. Nº I. São Paulo, 1916.

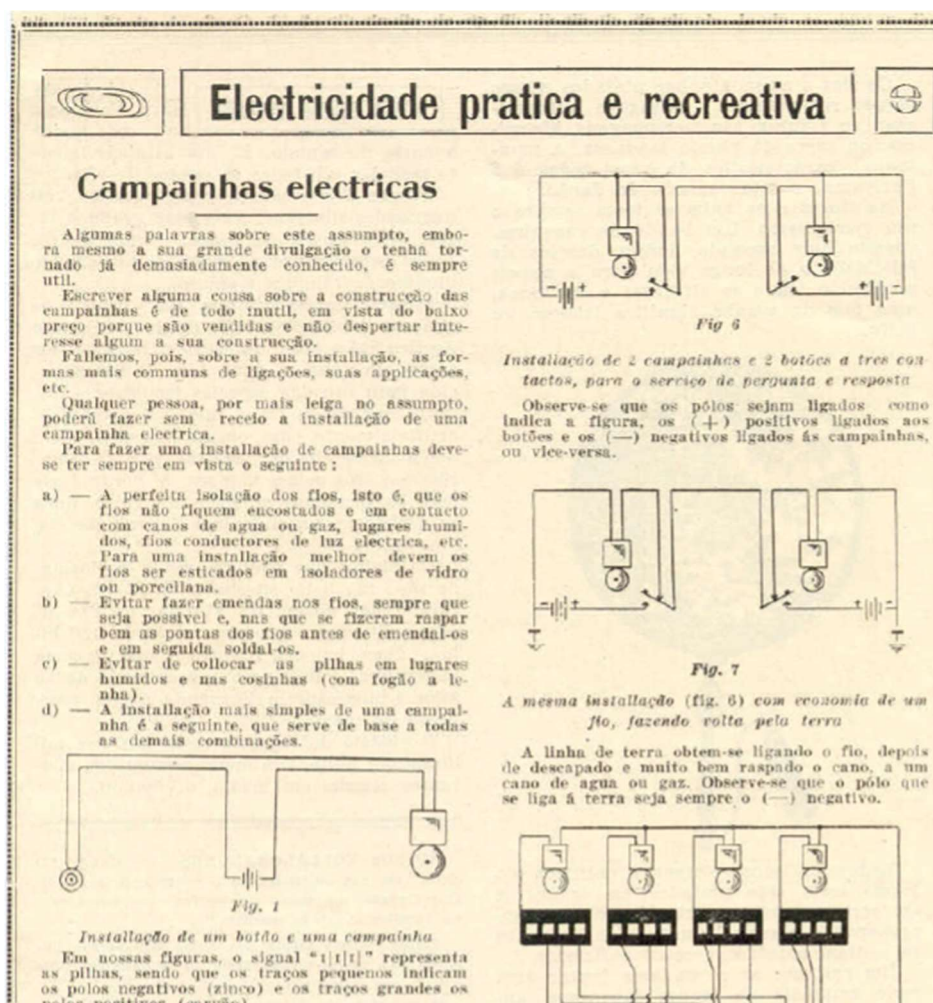
A experiência era demonstrada em figuras e trechos, exemplificando os componentes encontrados no motor, mas apresentava, de forma geral, uma base de funcionamento simples, de motor eletromagnético. Por meio do acionamento da alavanca – em qualquer uma das duas direções – as cargas elétricas chegavam até o eletro-ímán, descrito nas imagens à extrema esquerda do esquema. Assim, atraía diversos corpos eletrificados, podendo ser utilizado para acionar diversos brinquedos elétricos.

É interessante perceber que o experimento diz respeito às etapas de procedimentos para mostrar a inversão de marcha da corrente, apresentando os passos da construção do motor, por etapas, acompanhados por figuras representativas à maneira de uma espécie de passatempo.

A elaboração do experimento relacionado às campanhas elétricas foi escrito por João Rocha, na revista, também no ano de 1916, em uma edição

posterior à do motor elétrico magnético. Apresentamos o esquema na seguinte imagem:

Figura 9 – Eletricidade prática e recreativa – Campainhas electricas



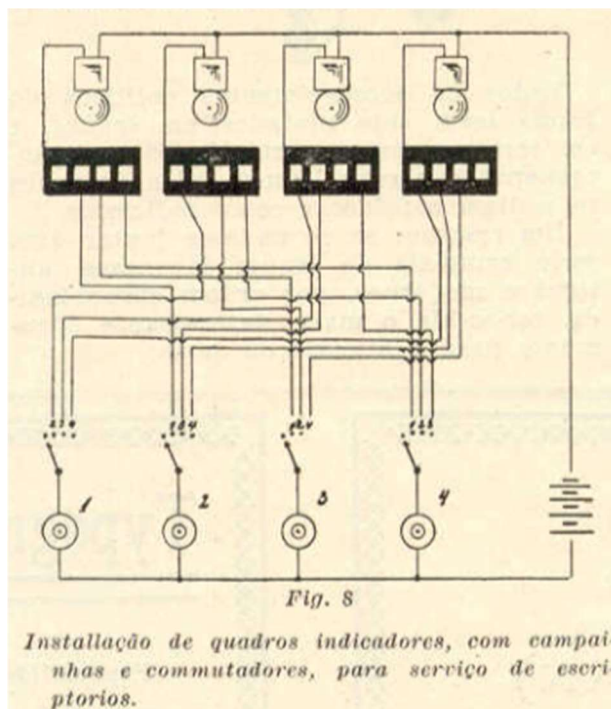
Fonte: O Echos. Anno XV. Nº IV. São Paulo, 1916.

A experiência funciona por meio de algumas variáveis de construção e elaboração do circuito elétrico. Essas variações mudam, de uma funcionalidade para outra, todas acompanhadas de imagens elucidativas sobre o esquema proposto. O primeiro circuito descreve a “Instalação de um botão e uma campainha”, nesse exemplo, a instalação é simples e baseada no princípio de aperto de um botão para acionar a campainha. Por fim, podemos destacar que essas campainhas utilizavam muitas pilhas para funcionamento, além de carvão e zinco.

Os circuitos que ficam mais complicados podem se utilizar de mais botões ou mais campainhas, como é o caso dos exemplos, “Instalação de 3 ou mais

botões e 1 campainha”, “Instalação de 2 botões e 2 campainhas, funcionando cada uma em separado, em dois commodos diferentes” ou então “Instalação de 2 campainhas e 2 botões a tres contactos, para o serviço de pergunta e resposta”. Essas instalações podiam, inclusive, servir para um número maior de campainhas, como as utilizadas no período por alguns “escritorios” (ROCHA, 1916). A imagem a seguir, mostra esse tipo de circuito.

Figura 10 – Circuito elétrico de campainhas para escritório



Fonte: O Echos. Anno XV. Nº IV. São Paulo, 1916.

No circuito podemos perceber a presença de alguns componentes, em escala ampliada, como quatro botões e campainhas, podendo-se adicionar mais elementos para ambientes mais amplos.

A intenção para esse tipo de divulgação, nas revistas, pode ser analisada de duas formas diferentes. Em primeiro lugar, podemos destacar a popularização desses objetos e da eletricidade, já que o próprio autor do texto sobre as campainhas elétricas escreve, “Qualquer pessoa, por mais leiga no assumpto, poderá fazer sem receio a *instalação* de uma campainha electrica” (ROCHA, 1916, grifo nosso).

Sem dúvidas, esse tipo de constatação aproxima qualquer leitor do fenômeno elétrico e ajuda – mesmo que de forma indireta – na divulgação dos

objetos elétricos. Porém, uma outra visão, mais simplista, também pode explicar a divulgação desses fenômenos pela manipulação de objetos. O diretor e dono da revista “O Echos”, Gustavo Figner também era proprietário da Casa Edison, de São Paulo. A loja foi importante importadora de produtos do empresário estadunidense Thomas Edison. Logo, era de seu interesse que esse tipo de objeto fosse popularizado.

De toda forma, destacamos a importância das representações elétricas por meio dessas revistas, que propiciaram a ampliação dos conhecimentos sobre os fenômenos elétricos.

No começo do século XX, parte da formação dos profissionais de educação era realizada por meio das revistas escolares ou de ensino. Essas revistas eram produzidas diretamente pelo governo vigente ou por associações de professores. Por meio do conteúdo de tais revistas e da análise de seus conteúdos, é possível ver quais saberes seriam importantes de ser ensinado e como poderiam ser ensinados. O estudo das revistas nos revela o que era preconizado no ensino. No caso, o que seria interessante apresentar como ensino de ciências, pensando a eletricidade.

Um dos maiores exemplos desse tipo de revista, no começo do século XX, é notadamente a Revista de Ensino da Associação Beneficente do Professorado Público do Estado de São Paulo. Essa revista era subsidiada pelo governo e tinha uma estrutura fixa: contava com as seções “questões gerais”, “pedagogia prática”, “chronicas”, “literatura infantil”, “hymnos escolares”, “diversos” e o “movimento associativo”. Em maior ou menor medida, as seções podiam trocar de ordem ou então sofrer um hiato, de uma edição para outra. Na seção “pedagogia prática” eram apresentadas novas metodologias de ensino para disciplinas variadas. Toda menção ao ensino de eletricidade e ao “método elétrico” era descrita nessa parte da revista.

A primeira edição da revista, a contar com estudos sobre eletricidade, acontece no terceiro ano de publicação: a edição nº 1 de 1904.

Publicando para a Revista um excelente trabalho do Dr. C. Heinke, professor daquela materia, na Escola Polytechnica de München, chamamos a atenção dos nossos leitores para o assumpto, cujo desenvolvimento é feito com clareza e proficiencia pelo illustre professor. E' um trabalho digno de ser lido, por todos quantos se interessam pelo assumpto,

principalmente por aqueles que se dedicam ao magisterio. (CARVALHO, 1904, p.82).

É importante levarmos em consideração que a Revista tinha um conteúdo voltado para o estudo do professorado, assim, não encontramos na revista explicações simplificadas sobre os fenômenos elétricos, mas sim recomendações e aspectos aprofundados sobre o estudo da eletricidade. Com esse tipo de conteúdo, a revista visava formar o professor nos estudos elétricos “mais modernos”.

A seção referenciada tinha como título “A Electricidade – Suas *idéas* fundamentais e sua *aplicação technica*” e conta com várias partes, publicadas em oito edições diferentes da revista. O conteúdo tem um teor explicativo, que remete ao estudo das lições de coisas. O texto transcorre como uma “conversa” entre o professor e seu aluno. A trabalho de C. Heinke, começa explicitando fatores fundamentais sobre a eletricidade, uma forma de explicação inicial dos conteúdos,

- Que será, mestre, electricidade?

Muitas vezes tenho reflectido sobre esse agente physico poderoso, cujo emprego universal, dando ao homem força e luz, tem hoje impulsionado tanto a iniciativa industrial, comercial e artistica.

- Sim, meu caro: mas não é tão fácil como pensas: nós nos deixamos sempre impressionar pelas manifestações interessantes desse grande elemento de progresso e, ao seu conhecimento dedicamos mesmo muitas horas das nossas locubrações, no socego dos nossos gabinetes de trabalho. Apesar disso, porém, fácil não é darte uma idéa desse agente mysterioso, de sua essencia, á laconica interrogação – que é electricidade? (CARVALHO, 1904, p.17).

Verifica-se um teor explicativo entre o texto proposto por Heinke, que ressalta o caráter mais “fundamental” sobre o ensino da eletricidade. Mas, o caráter inicial do texto, a eletricidade é ressaltada pela fala do próprio professor como “elemento de progresso” das civilizações ocidentais.

O trabalho de Heinke não termina em apenas uma edição da revista, já que os números de 2 a 8 da Revista de Ensino continuam a explicar o trabalho

do professor alemão⁴⁸, incluindo imagens simples, para explicação dos fenômenos elétricos.

Conforme as edições da revista, e conseqüentemente, os conteúdos de eletricidade, vão sendo publicados, o autor amplia o estudo sobre os fenômenos elétricos: das considerações iniciais sobre a natureza chega-se até estudos sobre eletromagnetismo. Sobre essas possibilidades e exercícios, realizaremos uma análise mais detalhada nos capítulos 2 e 3 dessa pesquisa.

Na década de 1920, uma outra revista ganha destaque para a formação de professores, no Estado de São Paulo, e destaca conteúdos relacionados a eletricidade, a Revista Escolar, pertencente à Diretoria Geral da Instrução Pública. Essa revista também tinha como intenção a divulgação do método de ensino que o governo defendia, além de ser um meio de comunicação e formação de professores.

Esse espaço de formação ficava claro, especificamente, na seção de “Lições Práticas”. Tal espaço era reservado, como o nome determina, à orientação de planos de ensino que os professores poderiam, ou deveriam utilizar em suas aulas. A seção trazia novos planos de ensino a cada mês, sendo que as matérias poderiam se repetir ou não a cada nova publicação. (MARCHI DA SILVA, 2015, p. 122).

As lições aconteciam de forma mais direta nas “lições práticas” da revista, e é nessa seção que podemos encontrar conteúdos relacionados à Física e à Eletricidade. Esses “planos de ensino” podiam ou não contar com o auxílio de objetos em sala de aula. Porém, para o ensino de física, era recomendável que esses objetos estivessem disponíveis.

Seria o ideal, si em cada estabelecimento de ensino o professor encontrasse ao seu alcance os objetos necessarios para as explicações praticas de suas aulas. Entretanto, com um pouco de boa vontade, quem devéras quer o adeantamento dos seus alumnos, obtem de cá e de lá os elementos indispensaveis ao ensino. Assim, para a nossa lição, na falta de aparelhos apropriados, o professor sempre poderá apresentar deante de sua classe: um pau de lacre, um pedaço de lã, alguns bocados de papel, palha etc. (Revista Escolar nº 4, 1925, p. 26).

As recomendações da revista deixam claro o caráter essencial dos objetos, no estudo da Física, para uma boa apresentação de aula⁴⁹. Mas

⁴⁸ As explicações continuam até o ano de novembro de 1907, na edição de nº5 da Revista Beneficente do Anno VI de publicação.

⁴⁹ Cabe destacarmos que o excerto do texto se refere diretamente ao ensino da eletricidade estática.

também dá exemplos e indicações de como o professor pode trabalhar os conceitos da física e eletricidade sem o auxílio de objetos nas experimentações. Mostra que é possível fazer a aula por meio de objetos mais simples, apresentando alternativas mais acessíveis aos professores.

Nas seções de “Lições Práticas” da Revista Escolar, nos chama atenção duas edições diferentes, que abordam o tema de eletricidade: as lições sobre o “Raio e o Para-Raios” e a própria lição denominada “Eletricidade”, as duas aulas serão abordadas com detalhes no capítulo 3, que destaca as atividades propostas para o ensino de eletricidade.

O conteúdo proposto por essas revistas pedagógicas, para o estudo de eletricidade, aponta para a valorização e o interesse no assunto, em âmbito educacional, que também perpassam o trabalho feito nas escolas, já que, abaixo, percebemos os destaques dados ao material voltado ao ensino de eletricidade, por exemplo, na Escola Normal.

Durante os anos que ocupou o cargo de diretor da Escola Normal de São Paulo, Gabriel Prestes elaborou diversos relatórios, voltados ao governo do estado que descreviam a situação e convívio da escola. Em dois documentos dessa natureza, o diretor destaca o papel importante dos laboratórios e gabinetes de ensino, para o ensino das disciplinas científicas.

No relatório do diretor da Escola Normal, do ano de 1894, Gabriel Prestes informa ao “Dr. Secretário do Interior”, Alfredo Pujol, 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.

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).

Após todo o processo de reformulação do gabinete, o diretor Gabriel Prestes contabiliza e enumera a quantidade de “aparelhos” 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 Física⁵⁰, aproximadamente 39% de todos os aparelhos existentes no laboratório até então.

Figura 11 – Retrato de Gabriel Prestes



Fonte: Dossiê nº 7 – Gabriel Prestes. Acervo da Escola Caetano de Campos (AHECC). CRE Mario Covas – EFAPE.

No ano de 1895, o mesmo diretor requisitava, ao governo, o estabelecimento de instrumentos para aplicação prática e curricular dos instrumentos ligados à eletricidade. No relatório da escola normal, desse mesmo ano, o diretor Gabriel Prestes informa ao secretário de negócios do interior, Sr. Dr. Alfredo Pujol, o estabelecimento dos aparelhos de eletricidade na escola, celebrando o feito, ainda que, para fazê-lo funcionar, haja um motor movido a petróleo.

Por officio sob n. 50, solicitei tambem do Governo autorização para montar nas arcadas do pavimento inferior aparelhos de electricidade, aproveitando-se para essa nova instalação um dynamo e um pequeno motor a petróleo que já possuíamos.

⁵⁰ No documento original, a quantidade de objetos se apresenta da seguinte forma: Barologia (23), Hydrostatica e Hydrodynamica (35), Pneumostatica (24), Acustica (17), Thermologia (37), Optica (20) e Electrologia (98).

Essa instalação, que passo a descrever, constitui para a Escola um inapreciável melhoramento. (SÃO PAULO, 1895, p. VII).

O diretor continua descrevendo a funcionalidade das novas instalações, mostrando que, a eletricidade, é o mais importante componente de toda a descrição.

Além de iluminar o amphitheatro, a nossa instalação foi adaptada a servir para as demonstrações de um curso pratico de electricidade. Para esse fim dous conductores, independentes da linha de iluminação ligam o dynamo a um outro tableau de distribuição, collocado no proprio amphitheatro, por traz da mesa do professor (...) Graças a esse dispositivo, a corrente fornecida pelo dynamo presta-se á demonstração pratica de diversas applicações da electricidade (...) Como vedes desta rápida descripção, a instalação electrica da Escola é em miniatura o que são as usinas industriaes de electricidade. (SÃO PAULO, 1895, p. 82).

Verifica-se que houve a instalação de “dispositivos” elétricos. Eles servem às demonstrações de um curso prático de eletricidade, enquanto mantêm o anfiteatro iluminado. Serviram à distribuição de energia elétrica em um recinto escolar, assim como para as aulas.

Nesse sentido, o discurso do diretor aproxima a realidade do ensino de eletricidade com as representações e funcionalidades do fenômeno em um âmbito social mais amplo – o industrial, mas acima de tudo, mostra que a eletricidade representa uma celebração de melhorias, ela está em todo o relato: no ambiente, nos objetos, funcionando, no conteúdo do curso, representando o progresso.

Por meio do relatório do diretor da Escola Normal de São Paulo, atestamos o valor e significação da eletricidade pela voz de um sujeito que foi testemunha das transformações que ela pode fazer para a escola.

Essas representações da eletricidade mostram que o ensino “prático e recreativo” era muito bem-vindo aos jovens do fim do século XIX, e começo do XX. Porém, de que forma o estudo de eletricidade era prescrito nos manuais didáticos e na prática escolar?

Capítulo II – Evidências sobre o ensino de eletricidade: os conteúdos nos livros didáticos de Física e nas revistas escolares

Nesse capítulo, aprofundamos o estudo sobre os impressos educativos em relação ao ensino de eletricidade. São analisados dois tipos diferentes de documentos, os livros didáticos de física recomendados no Colégio Pedro II, e as revistas escolares do estado de São Paulo, direcionadas para a formação de professores entre o fim do século XIX, e começo do XX.

Em um primeiro momento, analisamos como o livro didático de física era entendido no período da pesquisa, para, posteriormente, partimos à análise dos livros selecionados. A estruturação dos conteúdos sobre eletricidade nos livros didáticos também é um dos temas para o capítulo, dessa forma, são apontados conteúdos e técnicas de escrita que se repetiam ou não nos compêndios. Por fim, são analisadas, teorias e discursos sobre a eletricidade e seus fenômenos em duas revistas escolares, na *Revista de Ensino* e *Revista Escolar*.

O livro didático de física no início do século XX

O livro didático representa, historicamente, um dos mais importantes veículos de transmissão de conhecimento já produzidos por sociedades modernas e podem ser considerados fundamentais em qualquer processo de aprendizagem. Diversos autores trabalharam com novas concepções de estudo sobre os livros didáticos, principalmente a partir da década de 1990⁵¹. Entre os exemplos, podemos citar a obra de Bittencourt (2003), Choppin (2004; 2002) e Munakata (1997). Nesse estudo em específico, ainda podemos citar a obra de Wuo (2003), que defende uma ampliação de pesquisas em ensino de física,

⁵¹ O estudo sobre os livros didáticos pode apontar para o ordenamento dos conteúdos e a proposição de diversas atividades pedagógicas para se trabalhar com os conteúdos descritos. Porém, “o enfoque no livro didático só recentemente tem sido apreciado pelas pesquisas sobre o ensino da física, tratando-se de uma área pouco explorada, tanto do ponto de vista histórico como da investigação sobre o caráter do saber escolar que ele oferece”. (WUO, 2003, p. 308).

criando focos diferentes, tanto do ponto de vista histórico como do ponto de vista dos conteúdos nos livros didáticos⁵².

Estudar os livros didáticos de física usados nas escolas no fim do século XIX, e começo do XX, pode nos ajudar a refletir sobre o momento histórico em que essas escolas e o ensino de eletricidade se encontraram, além de permitir o esboço de possíveis práticas e conteúdos, tomando como ponto de partida o próprio livro didático (MARTINS, 2015). Côrrea escreve que “esse tipo de material pode ser considerado como o portador supremo do currículo escolar no que tange aos conhecimentos que eram transmitidos nas diferentes áreas”. (2000, p. 13).

O ensino por meio dos livros didáticos muitas vezes se confundia com o próprio currículo prescrito por entidades governamentais, pois o livro seria o “portador supremo” do currículo escolar. Resumidamente, muito dos conteúdos e das práticas de ensino do início do século XX, tiveram origem na elaboração e organização dos livros didáticos.

Assim, a importância de compreender o livro didático é ampliada, uma vez que ele não realiza apenas um papel de mero coadjuvante no processo de ensino-aprendizagem, mas se constituiu em um material que releva elementos de um currículo desenvolvido em um dado momento histórico, com influências sociais, culturais e políticas. (MARTINS, 2015, p. 21).

Levando em consideração essas afirmações, destacamos a importância dos livros didáticos para o ensino de eletricidade, pois muito dos conteúdos prescritos nos livros revelam o “momento histórico, com influências sociais, culturais e políticas”⁵³ relacionados ao fenômeno da eletricidade, conteúdo esse que, como já expusemos, ganhou destaque social e cultural no fim do século XIX, e começo do XX.

⁵² Apontando para algumas problemáticas no estudo do livro didático, Choppin atesta que o aumento do trabalho com os livros didáticos, relaciona-se ao insurgente interesse de alguns pesquisadores nas últimas décadas. Assim, “as obras de síntese ainda são raras e não abrangem toda a produção didática nem todos os períodos; a produção científica que trata especificamente da história da literatura e das edições didáticas constitui-se essencialmente de artigos (geralmente capítulos de livros) publicados em revistas ou livros (de uns tempos para cá também em sites) onde, na maior parte das vezes, ninguém pensaria em procurá-los”. (2004, p. 549/550).

⁵³ “Com a história do livro escolar podemos penetrar no interior da escola descobrindo o cotidiano escolar do passado, os valores, as práticas, os conteúdos e os métodos que circulam esse espaço registrado, em sua maioria, neste objeto de estudo que é o livro escolar”. (NICIOLI JUNIOR e MATTOS, 2008, p. 276).

Em seu trabalho de análise sobre a história dos livros e das edições didáticas, Choppin (2004) identifica quatro funções essenciais exercidas pelos livros em uma perspectiva histórica, esses materiais “podem variar consideravelmente segundo o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e as formas de utilização”. (CHOPPIN, 2004, p. 553). Uma função utilizada pelos livros didáticos de física do fim do século XIX e primeiras décadas do XX, é a função instrumental. Segundo o autor:

Função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas etc. (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Todos os livros didáticos de física no período selecionado para pesquisa usam de uma determinada forma de ver a prática como um método de aprendizagem, assim como selecionam exercícios e atividades baseadas no estudo experimental dos conteúdos de física, lidando sempre com objetos e experimentos práticos para suas explicações. Foram selecionados quatro livros didáticos para o estudo do ensino de eletricidade. O *Traité de Physique élémentaire*, de Ch. Drion e É. Fernet, o *Traité élémentaire de Physique*, de Adolphe Ganot, o *Curso elementar de Physica*, de Antônio de Padua Dias e o *Tratado de Physica*, de Raul Romano. Em um panorama geral, todos os livros apresentam exercícios e experiências práticas no corpo do texto, apenas os livros estrangeiros se utilizam de uma seção no fim do compêndio para deslocar questões da física e eletricidade – geralmente, essas seções são altamente matematizadas e pouco práticas – e também contam com ilustrações de dois tipos diferentes, algumas demonstrando experiências com objetos e outras a estrutura do artefato.

A escolha dos livros didáticos de física

De acordo com Martins, devemos tomar cuidado com a seleção de livros didáticos, pois,

A pesquisa histórica com livros didáticos exige um cuidado todo especial com a escolha do material. Sua localização em acervos de pesquisa nem sempre é fácil e a escolha dos livros deve ser

tal que resulte em uma amostra significativa e representativa do que se pretende analisar. (2015, p. 45).

Levando em consideração essa recomendação, para se ter uma amostra significativa e representativa, selecionamos quatro livros didáticos diferentes utilizando uma metodologia que consiste na análise de três fatores relacionados aos materiais didáticos.

O primeiro fator para seleção é o período de elaboração do livro didático. Selecionando os livros por período diferentes de produção, pois dessa maneira conseguimos mensurar quais tipos de conteúdo sobre eletricidade permanecem, desaparecem ou são ressignificados com o passar dos últimos anos do século XIX, até o começo da década de 1930, no século XX.

O outro fator de seleção é o teor dos conteúdos de eletricidade dentro de cada livro didático. Os livros analisados contêm as três divisões clássicas do ensino de eletricidade: a eletrostática, a eletricidade dinâmica e o magnetismo e eletromagnetismo – além de outras possíveis seções, dependendo do livro. Em todas as edições analisadas neste estudo, os conteúdos se aproximam muito um dos outros, fenômeno esse que é explicado por Chervel, quando desenvolve o conceito de “vulgata”⁵⁴.

Em cada época, o ensino dispensado pelos professores é, grosso modo, idêntico, para a mesma disciplina e para o mesmo nível. Todos os manuais ou quase todos dizem então a mesma coisa, ou quase isso. Os conceitos ensinados, a terminologia adotada, a coleção de rubricas e capítulos, a organização do corpus de conhecimentos, mesmo os exemplos utilizados ou os tipos de exercícios praticados são idênticos, com variação aproximadas. São apenas essas variações, aliás, que podem justificar a publicação de novos manuais e, de qualquer modo, não apresentam mais do que desvios mínimos: o problema do plágio é uma das constantes da edição escolar. (1990, p. 203).

As seções de eletricidade nos livros didáticos do fim do século XIX, até a década de 1930, são constituídos da maneira exposta por Chervel. Os livros geralmente contêm seções com temas muito próximos e conteúdos com variantes pequenas, análise que pode ser estendida até mesmo as ilustrações, que parecem similares em diferentes materiais didáticos. As seções citadas nos

⁵⁴ Destacamos que o conceito de “vulgata” é usado por Chervel em uma perspectiva mais ampla, podendo abranger diferentes aspectos educacionais, como leis, lições ou planos de ensino. No nosso caso, utilizaremos o conceito pensando nos livros didáticos de física.

conteúdos de *electrologia* – com maior ou menor variação – são sempre parecidas: eletricidade estática, eletricidade dinâmica, magnetismo e eletromagnetismo, e em alguns casos, indução elétrica ou eletromagnética. Porém, como podemos analisar essas divisões sem parecer superficiais?

A experiência elementar de todo historiador das disciplinas lhe ensina que as vulgatas evoluem ou se transformam. As exigências intrínsecas de uma matéria ensinada nem sempre se acomodam numa evolução gradual e contínua. A história das disciplinas se dá frequentemente por alternância de patamares e de mudanças importantes, até mesmo de profundas agitações. Quando uma nova vulgata toma o lugar da precedente, um período de estabilidade se instala, que será apenas perturbado, também ele, pelas inevitáveis variações. Os períodos de estabilidade são separados pelos períodos “transitórios”, ou de “crise”, em que a doutrina ensinada é submetida a turbulências. O antigo sistema ainda continua lá, ao mesmo tempo em que o novo se instaura: períodos de maior diversidade, onde o antigo e o novo coabitam, em proporções variáveis. Mas pouco a pouco, um manual mais audacioso, ou mais sistemático, ou mais simples que os outros, destaca-se do conjunto, fixa os “novos métodos”, ganha gradualmente os setores mais recuados do território, e se impõe. É a ele que doravante se imita, é ao redor dele que se constitui a nova vulgata. (CHERVEL, 1990, p. 204).

Os conteúdos de eletricidade, assim como os da física, passam por diferentes transformações, nem sempre evolutivas e contínuas. Conforme o passar os anos e de forças internas e externas à escola, as “vulgatas” vão se transformando e mudando de teor. No seio dessas mudanças, estão os períodos de instabilidade ou de crise ligado a determinado conteúdo e depois de findado esse processo, novas concepções da disciplina surgem, radicalizando o ensino da disciplina em grau maior ou menor.

Por meio da análise das seções da eletricidade, podemos perceber a diferença de concepções e conteúdo de ensino, apontando para permanências, exclusões e ressignificações do estudo de física no campo da eletricidade. A análise dos livros utilizando essa metodologia, também nos permite analisar as evoluções e transformações das vulgatas para o ensino de eletricidade no fim do século XIX, e começo do século XX, ou seja, quais são os conteúdos que se repetem e são necessários ser transmitidos aos alunos e quais evoluem e se transformam, de acordo com as mudanças na disciplina.

O terceiro aspecto de seleção, diz respeito às disposições e “portarias” educacionais para a utilização do livro didático. A criação de diversas instituições

educacionais modelares no fim do século XIX, demandou a construção de currículos e a escolha de materiais didáticos que representassem as aspirações de um campo político que rege a organização curricular quando privilegiam um conteúdo frente a outro.

O livro didático adotado nestas instituições, passou a representar as visões educacionais que as regiam nos respectivos períodos tendo um importante papel na estruturação do ensino no século XIX, reforçando as visões educacionais da época (...) os livros didáticos de Física não foram uma exceção e representaram as escolhas curriculares, determinados valores e expectativas das instituições. (NICIOLI JUNIOR e MATTOS, 2008, p. 276).

O livro didático é representante de visões educacionais importantes a cada época, dessa forma, a escolha dos livros didáticos de física se baseavam nas concepções e expectativas das instituições escolares. Porém, devemos destacar que “o livro estrangeiro ainda era referência e nesse período os autores brasileiros acabam seguindo seu padrão de ensino”. (NICIOLI JUNIOR E MATTOS, 2008, p. 296). Nesse estudo, como já dito, foram estudados os livros adotados pelo Colégio Pedro II, por ser a instituição de ensino secundário modelar no período, já que suas prerrogativas deviam ser seguidas pelos colégios de ensino secundário à nível federal⁵⁵.

Isto é, as outras escolas que tinham currículo equivalente ao Colégio Pedro II eram “incentivadas” a adequar seus currículos aos programas do deste colégio, “a lógica exigia, portanto, a adoção ou emulação desses programas pelos colégios provinciais ou particulares”. (VECHIA e LORENZ, 1998, p. vii). Fator que se torna ainda mais evidente no período republicano, onde as prerrogativas do colégio são percebidas de forma mais direta em outras instituições.

Através do sistema de equiparação, os colégios públicos ou particulares que desejassem ter os privilégios do Colégio de Pedro II, deveriam adotar currículos e programas iguais ou semelhantes aos do mesmo e submeter-se à fiscalização do poder central. Pretendia-se, dessa forma, a melhoria da qualidade do ensino secundário pela padronização e funcionamento dos colégios em todo o país. (VECHIA e LORENZ, 1998, p. viii).

⁵⁵ “Por ocasião da inauguração do Imperial Colégio de Pedro II, em 25 de março de 1838, o então Ministro da Justiça e Interino do Império, Bernardo Pereira de Vasconcellos, em seu discurso, explicitou que o novo Colégio serviria de padrão aos demais do gênero. Consequentemente, era o foco de atenção das autoridades educacionais do poder central”. (VECHIA e LORENZ, 1998, p. vii).

As escolas de nível secundário no estado de São Paulo não fugiam à regra, pois, para adquirir os mesmos privilégios do Colégio Pedro II, as escolas do estado adotaram os currículos e programas oficiais do colégio no Rio de Janeiro – submetendo-se a fiscalização do poder central. Nesse sentido, inferimos que os livros didáticos recomendados para o Colégio Pedro II, também eram utilizados nas escolas do estado de São Paulo.

Levando em consideração esse conjunto de informações e metodologias, os livros didáticos escolhidos para estudo e consulta durante a pesquisa, foram:

Quadro 1: Livros didáticos consultados nos programas de ensino do Colégio Pedro II

Programas de ensino	Livro didático indicado
Programma do Ensino do Gymnasio Nacional no anno de 1892	Drion e Fernet ⁵⁶ .
Programma de Ensino do Gymnasio Nacional no anno de 1893 / 1898	Physica, de Ganot ⁵⁷ .
Programa de Ensino para o ano de 1929	Physica – Ganot. Tratado de physica – Raul Romano. Elementos de physica – Padua Dias.

Fonte: Programa de ensino da escola secundária brasileira (1850-1951). Ariclê Vechia e Karl M. Lorenz. Ed. do autor, 1998.

Utilizaremos as quatro obras citadas nos diferentes programas de ensino entre 1892 e 1929, destacando, em especial, o livro “Physica” de Adolphe Ganot, obra recomendada em todos os programas do colégio no período estudado, exceto no ano de 1892.

Esses livros didáticos podem ter sido utilizados no colégio de diversas maneiras. A perspectiva mais previsível é que os livros tenham sido utilizados pelos alunos em sala de aula enquanto acompanhavam as explicações e demonstrações dos professores, porém, devemos destacar que se essa prática se efetivava, eram utilizados livros didáticos em português. (LORENZ, 2010, p.

⁵⁶ No programa de ensino não é apresentado o nome da obra, mas podemos inferir que o documento se refere à única obra publicada pelos dois autores sobre física, o *Traité de physique élémentaire* de Charles Drion e Émile Fernet.

⁵⁷ Os tratados de física de Adolphe Ganot, são recomendados por todos os programas do Colégio Pedro II, entre 1890 e 1929, nesse estudo utilizaremos o *Traite Élémentaire de Physique*.

53/54). Mas, e quanto aos compêndios franceses? A prática em relação ao acompanhamento dos conteúdos por parte dos alunos, de obras escritas em francês era relativamente mais complicada.

(...) essa prática teria sido pouco provável quando os livros adotados eram de origem francesa. A dificuldade das editoras brasileiras em importar a quantidade de textos exigidos pelos programas do Colégio constituía um impedimento ao uso universal dos mesmo pelo corpo discente. (LORENZ, 2010, p. 54).

Os livros didáticos franceses não necessariamente tinham seus conteúdos universalizados, segundo Lorenz (2010), mas podiam servir para outras finalidades. Uma delas pode ser a consulta para elaboração dos programas de ensino nos colégios da época. Os livros didáticos franceses adquirem muita importância no ensino dos colégios secundários do fim do século XIX, “quanto ao ensino em sala de aula é bem provável que os professores consultavam os compêndios para o ensino dos tópicos científicos requeridos nos programas”. (LORENZ, 2010, p. 54). Não se pode, pelo estudo do livro, afirmar como os professores utilizavam os compêndios em sala de aula, mas algumas pistas nos indicam que essa transmissão podia acontecer oralmente ou por escrito, em português aos alunos.

Quatro obras foram selecionadas para o estudo, duas estrangeiras e duas brasileiras. As obras de Drion e Fernet, e de Ganot, não foram localizadas em português⁵⁸, mas analisaremos as seções de eletricidade em um aspecto geral. Os outros dois compêndios citados nos programas de ensino, Tratado de Physica de Raul Romano, e Elementos de Physica, de Antônio de Pádua Dias, serão estudados em sua estrutura e conteúdos específicos, com uma análise mais aprofundada sobre a estrutura e seções da eletricidade.

⁵⁸ Os dois compêndios são encontrados em francês, provavelmente a língua utilizada no Colégio Pedro II, e em outras instituições de ensino em São Paulo – assim como em todo o Brasil, pois “os compêndios de origem francesa eram, então, os veículos principais para instruir os alunos brasileiros a respeito das Ciências Naturais. Os conhecimentos científicos que constituíam parte do patrimônio cultural da França foram, dessa maneira, transmitidos aos alunos e professores do Colégio de Pedro II (...) Comprometido com a tarefa de traduzir ou adotar os textos modernos franceses, o Colégio garantiu a equivalência do seu ensino de Ciências ao ministrado nos liceus franceses e, desta forma, a contemporaneidade e modernidade de seus programas”. (LORENZ, 2010, p. 51).

Estrutura dos conteúdos de eletricidade nos livros didáticos de física

As obras de física vindas principalmente de Portugal e França que foram utilizadas no Brasil, na segunda metade do século XIX, trazem aspectos próprios em suas estruturas. De acordo com Wuo (2003), na maioria dessas obras,

Há uma diagramação com um considerável número de figuras e esquemas ao longo do texto, recurso que parece fundamental para o novo enfoque dos livros na direção das aplicações práticas da física. Tais obras enfatizam tratamentos descritivos e explicativos de aparelhos e instrumentos, expressão de uma maior aproximação da ciência com as necessidades da sociedade, com o objetivo de valorizar o conhecimento científico voltado às aplicações tecnológicas. (WUO, 2003, p. 317).

O número de diagramas e figuras nos livros didáticos consultados XIX, até a década de 1930, do século XX, são muito relevantes. Em quase toda seção do livro – incluindo as seções de eletricidade, cresce o número de objetos e explicações que se voltam para equipamentos de usos cotidianos como telégrafos, telefones, microfones, instrumentos de meteorologia e climatologia, bombas hidráulicas, motores, geradores etc.

Diferentemente dos livros da primeira metade do século XIX, os livros da segunda metade do século apresentam um distanciamento do corpo “teórico-conceitual” da física e de seu desenvolvimento, “não expõem a dinâmica dos debates nem os aspectos históricos, centrando foco nas aplicações tecnológicas” (WUO, 2003, p. 318). Esses aspectos também são percebidos em livros didáticos produzidos no Brasil, como é o caso do livro didático de Francisco Ribeiro Nobre.

Enquanto aborda os conteúdos de eletricidade estática, o compêndio segue os padrões de Wuo (2003). O autor começa com uma explicação inicial sobre o conteúdo proposto, depois, induz a manipulação e verificação sobre o fenômeno com o estudo do objeto em si, além de contar com ilustrações que potencializam o estudo dos temas. Em um primeiro momento, explica os fenômenos fundamentais do estudo,

Um certo número de corpos, tais como o vidro, a resina, o âmbar, a ébonite, etc., depois de friccionados com um pano de lã ou com uma pele de gato, adquirem na parte friccionada a propriedade d’atrair fragmentos de papel, serradura de madeira, bardas de penas, em suma, todos os corpos leves colocados a pequenas distâncias. Dizemos então que esses corpos estão

electrisados e que a causa da atracção é a electricidade (...) Os corpos leves atraídos são bruscamente repelidos depois do contacto, se têm a fôrma esférica. As atracções e repulsões que os corpos electrisados manifestam sôbre os corpos leves dizem-se atracções e repulsões eléctricas. (1925, p. 495).

Utilizando exemplificações com objetos e práticas para a realização dos experimentos, o livro aborda os primeiros conceitos relacionados às leis de atração e repulsão elétricas. Nobre, ainda descreve um pouco as teorias de eletrização por contato e os corpos bons e maus condutores. Em seguida, apresenta um objeto simples para o ensino de electricidade: o pêndulo elétrico.

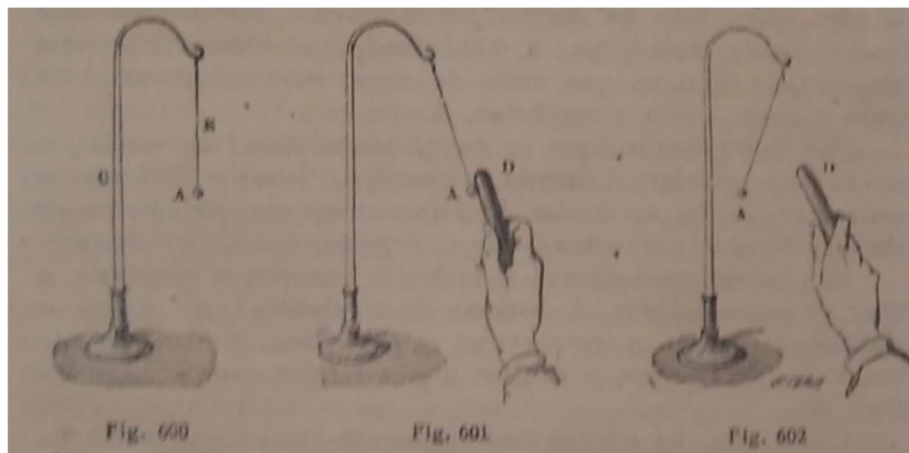
Dá-se o nome de pêndulo eléctrico a um pequeno instrumento formado por uma bola de medula de sabugueiro A suspensa por fio de sêda E num suporte de vidro. A bola isolada pelo vidro e pela sêda conserva a electricidade que se lhe comunica. Como é mais fácil afastar da vertical um corpo suspenso por um fio do que elevá-lo verticalmente, o pêndulo eléctrico é empregado com vantagem para reconhecer a acção atractiva e repulsiva dum corpo electrisado. (1925, p. 497).

Depois da explicação inicial sobre o fenômeno, Nobre descreve o objeto científico utilizado para estudar o conteúdo e sua concepção. Como um arremate sobre o conteúdo, o autor apresenta uma experiência relacionada com o objeto e fenômeno elétrico apresentados anteriormente.

Os corpos electrisados podem exercer entre si atracções ou repulsões, o que nos conduz a admitir a existência de duas espécies d'electricidade ou de dois estados eléctricos opostos. Com efeito, aproximando dum pêndulo eléctrico uma vara de vidro polido D, electrisada pelo atrito com um pano de lã, a bola de sabugueiro é logo atraída; mas, apênas toca no vidro e recebe uma parte da sua electricidade, é vivamente repelida. Logo, dois corpos carregados da electricidade do vidro repelem-se (...) Finalmente, aproximando a vara de vidro da bola de sabugueiro electrisada pela resina, vêmos que ela é novamente atraída e seguidamente repelida; e aproximando a vara de resina do pêndulo electrisado pelo vidro observa-se também uma atracção seguida duma repulsão. (NOBRE, 1925, p. 498).

Por meio das leis de atração e repulsão elétricas é possível concluir a existência de dois tipos de electricidade. Com efeito, o livro atesta que “a experiência prova que existem sómente estas duas espécies de electricidade ou estados eléctricos”. (NOBRE, 1925, p. 499).

Figura 12 – Experimento com um pêndulo elétrico



Fonte: Tratado de Física. Francisco Ribeiro Nobre. Lelo & Irmão Ltda, 1925.

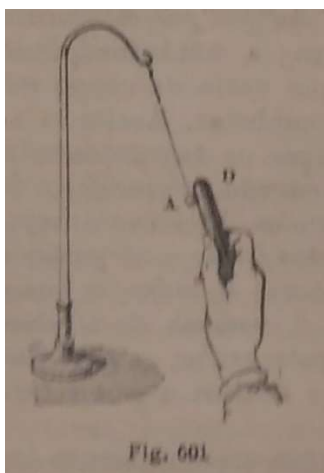
A ilustração apresenta o funcionamento do pêndulo elétrico, demonstrando a lei de atração e repulsão da eletricidade, com a aproximação do vidro polido em um primeiro momento a “bola de sabugueiro” é atraída, depois é expelida.

A título de exemplificação, podemos citar ainda o livro estrangeiro de Langlebert, que também discorre sobre os pêndulos elétricos.

Desenvolvimento da electricidade pelo atrito. – Um certo numero de substancias, taes como o vidro, a resina, o âmbar, o enxofre, etc., adquirem, quando se esfregam com um pedaço de lã ou de pelle de gato, a propriedade de attrahirem os corpos leves, como febras de palha, pedaços de papel, barbas de pennas, folhas metallicas, etc. Diz-se então que estes corpos estão electrizados. Para se verificar mais facilmente este estado, faz-se uso de pequenos instrumentos denominados electroscopios, o mais simples dos quaes é o pendulo electrico. Este aparelho consiste n’um suporte com pé de vidro, ao qual está atado um fio de seda que sustenta na sua extremidade uma pequena bóla de medulla de sabugueiro. Quando se approxima d’ella um corpo electrizado, a bolinha é attrahida e afasta-se da sua posição de equilíbrio. (1904, p. 196).

Embora de forma mais sintética, esse livro didático apresenta características muito próximas ao que vemos no livro de Nobre. Em primeiro lugar, utiliza-se objetos e atividades tendo em vista a eletrização dos corpos, ou seja, para uma explicação inicial. Em seguida o autor descreve o pêndulo elétrico se atentando a suas características – tal como o livro didático brasileiro. Destacam-se, ainda, alguns trechos similares nos discursos e as ilustrações que são evidentemente da mesma natureza.

Figura 13 – Ilustração do pêndulo elétrico em Francisco R. Nobre



Fonte: Tratado de Física. Francisco Ribeiro Nobre. Lelo & Irmão Ltda, 1925.

Figura 14 – Ilustração do pêndulo elétrico em Langlebert



Fonte: Physica. J. Langlebert. Livraria Garnier, 1904.

Levando em consideração as ilustrações que representam o pêndulo elétrico, podemos perceber que a demonstração e os traços usados na figura são muito parecidos. Segundo Tavares, “uma das características dos primeiros livros impressos ilustrados ainda permanecia nas publicações dos séculos XIX e XX: a migração das imagens de diferentes edições de uma mesma obra, ou até entre obras diferentes”. (2005, p. 81). Assim, podemos afirmar que esse tipo de “migração” acontecia de forma usual entre os livros da época⁵⁹.

⁵⁹ Um autor em especial foi alvo desse tipo de migração, Adolphe Ganot – importante professor que publicou diversos livros sobre física que tiveram ampla circulação nas últimas décadas do século XIX, e primeiras do XX. Para Tavares, “pela migração das imagens do livro de Ganot, pudemos verificar que as produções eram elaboradas a partir de imagens já impressas e não pelas matrizes. Prova disso, são os detalhes das imagens que vão se perdendo nos processos que envolvem a fotografia e, em alguns casos optava-se por redesenhar imagem em traços esquemáticos. Além disso, o fato de uma imagem ser utilizada numa determinada área do

Um livro didático diferente em relação à regra de estruturação é o livro de Francisco de Oliveira Xavier Menezes, que divide o estudo sobre os pêndulos elétricos em três partes: na primeira, descreve a história da eletricidade até chegar aos “corpos elétricos e não elétricos”, na segunda ensina como construir um pêndulo elétrico com poucos recursos e somente em um terceiro momento, Menezes explica o experimento e o fenômeno. Para a construção do pêndulo,

Basta-nos um pequeno bastão de vidro, um pedaço de lacre, um pedaço de lã e um pedaço de seda. Preparemos, porém, desde já um pequeno aparelho, que tem o pomposo nome de pendulo electrico, apesar da sua grande simplicidade (...) Para isso façamos de uma rolha de cortiça uma pequena bóla, ainda menor do que um grão de milho. Passemos n’esta bóla, por meio de uma agulha, um fio qualquer bem fino e flexível e amarremos á outra extremidade do fio a ponta de um gancho feito com um arame. Introduzamos a outra ponta d’esse arame em uma rolha e com esta fechemos uma garrafa, um frasco qualquer. Ficaremos, portanto, com uma garrafa em cuja rolha se elevará um fio de arame. Na outra extremidade este arame voltando-se para formar um gancho prenderá o pequeno fio, que sustentará a bóla de cortiça. E assim teremos sem despeza um magnifico pendulo electrico. (MENEZES, 1912, p. 207).

Menezes explica de forma simples a elaboração de um pêndulo elétrico, que seria elaborado “sem *despeza*” e seria pomposo, apesar de sua grande simplicidade. Essa é uma característica marcante nesse livro didático: a preocupação com a facilidade de elaboração dos objetos para o ensino de eletricidade. Isso pode apontar para a intenção clara de divulgar o acesso e a construção desse tipo de objeto nas escolas paulistas no começo do século XX, cabe destacar que algumas prescrições e recursos da época já apontavam para essa característica.

As seções de eletricidade dinâmica nos livros didáticos seguem essa mesma estrutura, em primeiro lugar o autor elabora uma introdução sobre o conteúdo, depois apresenta e reproduz experiências com objetos científicos, apoiado nas ilustrações. Em seu tratado de física, Nobre inicia o segundo capítulo sobre electrologia – denominado eletricidade dinâmica – abordando a relação desse “tipo” de eletricidade com a eletricidade estática, gerando inclusive, uma aproximação entre as duas, já que “num e noutro caso ha

conhecimento não significava que esta será reproduzida somente para os livros da mesma área”. (2005, p. 80).

transporte de electricidade determinado pela diferença de potencial em dois condutores electrisados postos em comunicação” (1925, p. 578), logo, essas duas naturezas da eletricidade são similares.

Em seguida, o autor começa a descrever as experiências iniciais sobre a eletricidade dinâmica, abordando as experiências de Galvani e de Volta.

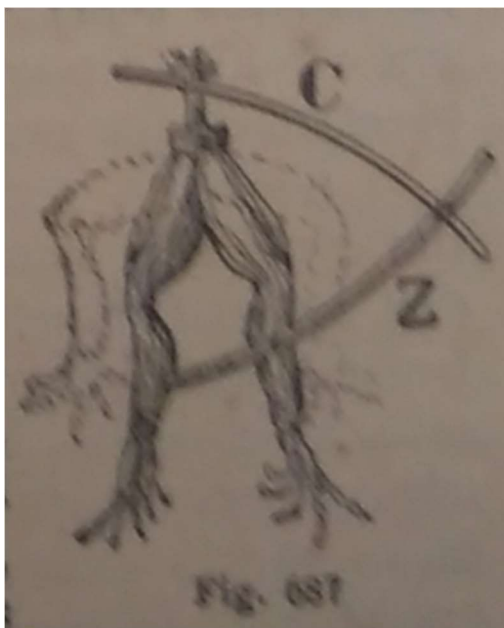
Galvani dedicava-se ao estudo dos fenómenos fisiológicos das descargas eléctricas. Nas suas experiências empregava animais recentemente mortos para afastar as perturbações devidas aos movimentos voluntários, que o podiam conduzir a erro nos resultados a que davam lugar as descargas eléctricas. Num dia de tempestade, pretendendo Galvani observar a influência da electricidade atmosférica sôbre as rãs, pendurou numa varanda de ferro, por fios de cobre, algumas rãs recentemente esfoladas; observou então que as rãs experimentavam vivas convulsões, quando, sacudidas pelo vento, os músculos dos membros inferiores tocavam o ferro da varanda. Este fenómeno repetia-se todas as vezes que se produzia o contacto dos músculos com o ferro. Galvani fez depois muitas vezes a experiência, e simplificou-a, como actualmente se repete, servindo-se dum arco metálico CZ (fig. 687) formado de cobre e zinco: um dos ramos introduz-se entre os nervos lombares e a coluna vertebral, e o outro serve para tocar os membros inferiores. (NOBRE, 1925, p. 576).

O famoso experimento de Galvani com uma rã morta é descrito por Nobre, com a intenção de contextualizar os primeiros estudos sobre a eletricidade dinâmica, e ainda nesse sentido, descreve as experiências de Volta, que eram diferentes dos estudos de Galvani.

Volta, professor de física, em Pavia, não aceitou tal explicação e, fundado no facto de se tornar necessário o concurso de dois metaes diferentes em contacto para se obterem vivas convulsões, criou uma teoria nova: atribuiu ao contacto dos dois metais o desenvolvimento da electricidade galvânica (...) Para demonstrar a sua hipotese serviu-se do eléctroscópio condensador que acabava de inventar. (NOBRE, 1925, p. 577).

Deve-se ter em consideração que, para além de haver debate sobre a posição de diferentes cientistas em relação ao fenómeno natural, há a necessidade de apresentar um “experiência histórica”, ou seja, uma marcante experiência que ficou registrada como importante na história das demonstrações.

Figura 15 – A experiência com a rã de Galvani



Fonte: Tratado de Física. Francisco Ribeiro Nobre. Lelo & Irmão Ltda, 1925.

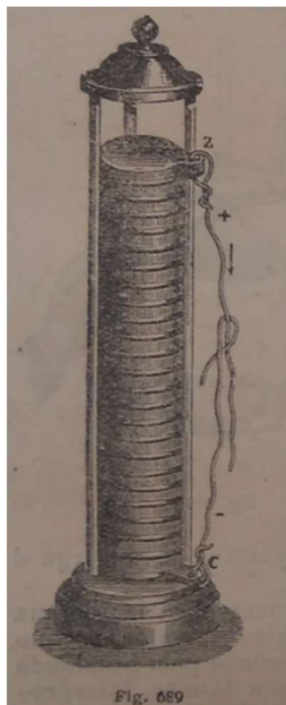
Seguindo a mesma estrutura proposta pelos livros didáticos do período, o autor cita os fenômenos em uma perspectiva inicial e explicativa, depois parte para o estudo de experiências e descrição dos objetos. No caso da eletricidade dinâmica, os primeiros escritos sobre as experiências de Volta e Galvani servem para um propósito maior, apresentar a concepção e funcionamento da pilha elétrica.

Volta pretendeu aumentar os efeitos da electricidade, cujo desenvolvimento atribuía ao simples contacto dos dois metais. Para realizar o seu pensamento preparou diferentes discos de cobre e zinco, soldados conjuntamente, fucando cada disco com uma face de cobre e a outra de zinco; sobrepôs estes discos na mesma ordem, com todas as faces de zinco para o mesmo lado, e interpoz-lhes rodela de pano humedecido com água acidulada pelo ácido sulfúrico. Inventou assim o maravilhoso aparelho gerador d'electricidade dinâmica que, em razão da sua fôrma, recebeu o nome de pilha de Volta (fig. 689). Tornou-se conhecida no princípio do ano de 1800. (NOBRE, 1925, p. 580).

O autor descreve a elaboração e a funcionalidade do objeto de acordo com a sua estruturação por Alexandre Volta. Por meio de erros e acertos, em determinado momento o cientista conseguiu reunir os componentes físicos e químicos necessários para a obtenção de uma pilha, que posteriormente seria utilizada em muitos objetos científicos para o estudo da eletricidade dinâmica. O que se percebe é que uma experiência, bem como a sua ideia central, servem à

apresentação de um invento, que ainda seria desenvolvido nas décadas subsequentes.

Figura 16 – A pilha de Volta



Fonte: Tratado de Física. Francisco Ribeiro Nobre. Lelo & Irmão Ltda, 1925.

De toda maneira, a estruturação do conteúdo sobre os pêndulos elétricos ou mesmo sobre a pilha, é importante pois de alguma forma exemplifica a apresentação dos conteúdos de eletricidade em diversos livros didáticos. Sendo assim, essa estrutura é definida – em grau maior ou menor - em primeiro lugar por uma explicação geral sobre o fenômeno estudado, depois os autores apresentam o objeto e sua estrutura, e por fim, atestam o funcionamento do objeto por meio de experiências, sempre acompanhadas de ilustrações explicativas.

Essas obras analisadas seguem a estrutura dos compêndios franceses e portugueses para o ensino de física, assim, as obras recomendadas nos programas do Colégio Pedro II, seguem a mesma estrutura. Os livros de Drion e Fernet, e de Ganot, que são franceses, e os livros de Raul Romano e Pádua Dias, se utilizaram das mesmas fontes para a estruturação de seus conteúdos – criando esse equilíbrio de conteúdos que de maneira sincrônica parece coincidir em diferentes livros.

Porém, nem toda obra se utiliza parcialmente do texto e dos conteúdos de outros livros didáticos. Verifica-se a existência de uma atualização dos conteúdos de física e, principalmente, eletricidade no início do século XX. Estudando as reformulações de conteúdo e o problema da eletrização na Argentina⁶⁰, López Arriazu aponta duas possibilidades diferentes acerca do tema,

A partir dos estudos de uma mostra de 58 livros de física, o tema da atualização pode ser entendido, se distinguirmos, pelo menos nos campos das ciências exatas e naturais, dois tipos de dados:

1) *Dados que agregam informação nova a uma disciplina.* Tratamos aqui de dados que indicam um novo descobrimento que complementa teorias científicas vigentes no momento do descobrimento.

2) *Dados que apontam não só uma nova informação, e implicam em uma revisão de certos conceitos disciplinares e certa mudança na explicação dos fenômenos envolvidos.* Trata-se aqui dos dados configurados a partir de conhecimentos que implicam uma revisão teórica de TODA a disciplina. (2000, p. 86).

Na primeira possibilidade mudam-se algumas informações sobre a disciplina, ou seja, esses dados apenas complementam teorias já instituídas. A segunda possibilidade aponta não só para novas informações, como muda conceitos e a explicação dos fenômenos envolvidos.

O problema da atualização do conteúdo de eletricidade, se dá, basicamente, com a segunda possibilidade descrita pelo autor. O ensino de física sofreu a interferência de “dados do tipo 2”, com a introdução da física moderna, que alterou de forma profunda alguns conteúdos para o ensino de eletricidade e outros campos da física⁶¹. Dessa maneira, os livros didáticos estudados sofreram reformulações nos primeiros anos do século XX.

Desde a primeira década do século XX, os livros didáticos definiam a eletricidade como um “agente físico do qual não se conhece a natureza”⁶².

⁶⁰ Consideramos, nessa pesquisa, que as mesmas mudanças ocorridas no ensino de eletricidade e física na Argentina, também se fizeram presentes no Brasil. Já que a atualização dos conteúdos de eletricidade, não se limitaram a realidade Argentina, mas vinham, principalmente da Europa, nos livros didáticos e em modelos provenientes desse continente.

⁶¹ “Nas primeiras décadas do século XX, duas grandes teorias, a teoria da relatividade e a teoria quântica, ‘sacodem a física’. Essas duas ‘revoluções’ mudaram profundamente a física. A física clássica é apenas uma aproximação na busca de uma explicação do universo, da qual é necessário especificar as formas de aplicação”. (HULIN, 1996, p. 57).

⁶² O autor não cita diretamente quais seriam esses livros didáticos, apenas realiza uma análise generalizante.

(LÓPEZ ARRIAZU, 2000, p. 63/64). A partir de 1913, ano da elaboração do modelo atômico de Bohr, pode-se explicar o fenômeno da eletrização sobre a base do estudo da estrutura atômica da matéria. A partir da segunda década do século existia uma propriedade fundamental da matéria: a carga⁶³.

A questão colocada é: a partir dos anos 1910, o que fizeram os livros didáticos a partir do desenvolvimento desses novos conhecimentos?

Na Argentina, nos primeiros anos de existência desse tipo de conteúdo, nenhum livro didático elabora novas teorias em relação às atualizações da física. Em relação aos compêndios franceses estudados, já no ano de 1913, no *Physica* de Ganot-Maneuvier aparecem descrições sobre a nova teoria atômica⁶⁴.

Assim, inaugura-se a forma que será imposta no futuro para o tratamento de novos dados: explicar os fenômenos que nos ocupam sem reescrevê-los das novas teorias, manter o modo clássico de explicar os fenômenos elétricos e, em paralelo, incorporar capítulos que nos dão conta de novos avanços e experimentos. (LÓPEZ ARRIAZU, 2000, p. 67).

O autor chama atenção para a nova estrutura dessas obras didáticas. O problema da atualização se dá por meio da seguinte ótica, os novos conteúdos não são imediatamente incorporados ao texto – mesmo que tenham sido verificados cientificamente no espaço de produção do conhecimento. Convivem no mesmo texto novas descobertas, aos quais são dedicados capítulos inteiros, ao mesmo tempo que se mantém as formas clássicas de explicar os fenômenos científicos⁶⁵.

⁶³ López Arriazu explica a relação da eletricidade com as novas teorias atômicas, “Qual é a relação das cargas com a fricção? Os átomos são neutros, possuem tanta carga negativa como positiva, tanto elétrons como prótons. Mas os elétrons externos, os mais distantes do núcleo, não são ligados com menos forma, para libertar-se com facilidade. Ao colocar em contato com as substâncias, uma delas pode ceder alguns de seus elétrons com pouco esforço, enquanto a outra os absorve. No caso da barra de borracha friccionada com pedaços de papel, a barra extrairá elétrons com carga negativa, enquanto o papel da que doou elétron ganhará uma carga positiva igual a perdida”. (2000, p. 65/66).

⁶⁴ “É impressionante a rapidez com que os novos descobrimentos chegaram aos livros franceses, uma vez que estamos a dois anos do estabelecimento do átomo de Rutherford e no mesmo ano (1913) em que Bohr demonstra seu modelo atômico (...) Deve ser esclarecido que em livros escritos editados na Argentina correspondentes ao mesmo ano, não há referência a essas novas descobertas”. (LÓPEZ ARRIAZU, 2000, p. 67).

⁶⁵ “No começo da década de 1930, praticamente todos os livros, tanto argentinos como estrangeiros, apresentam explicações do fenômeno da eletricidade através da nova teoria atômica. Apesar dessa incorporação de novas teorias, os livros não são reescritos desde a concepção moderna da física; sendo que continuam coexistindo em um mesmo livro ambas concepções, expostas umas no corpo principal do livros e outras nos capítulos finais”. (LÓPEZ ARRIAZU, 2000, p. 69). É apenas da década de 1970, que os novos livros didáticos são reescritos de acordo com as concepções da física moderna.

O problema da atualização dos conteúdos também pode ser encontrada nos livros didáticos de física brasileiros. Em 1928, Raul Romano, engenheiro-químico, escreveu Tratado de Physica – que foi indicado no programa de 1928 do Colégio Pedro II e será estudado de forma mais aprofundada, e nesse trabalho, continham informações sobre a “nova” física atômica.

No livro didático o autor discorre sobre a física atômica em três “capítulos” pequenos no fim do livro didático, abordando temas como números atômicos e dos isótopos, ideias gerais sobre a teoria da relatividade – citando a matéria⁶⁶.

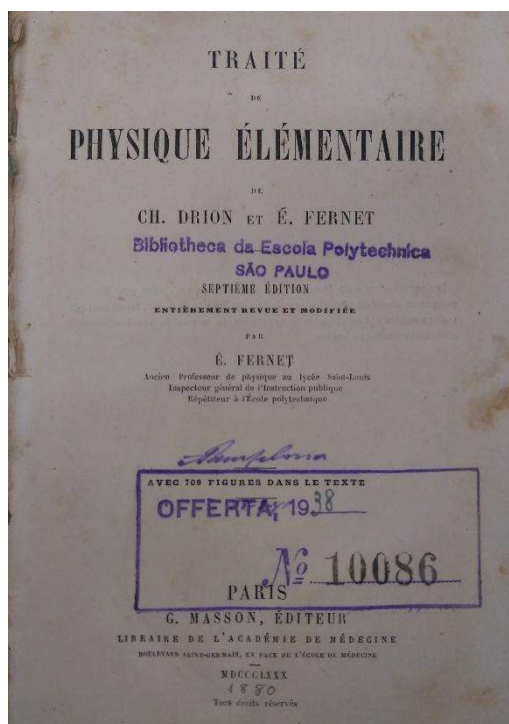
O que se vê é que Raul Romano, parece seguir a estrutura proposta por López Arriazu, ou seja, ao mesmo tempo que mantém conteúdo da física clássica no corpo do texto, direciona capítulos finais do livro para as “atualizações” da física.

Traité de physique élémentaire, de Charles Drion e Emile Fernet

A obra foi recomendada no Programma do Ensino do Gymnasio Nacional no ano de 1892, único ano que esteve prescrita, pois no ano de 1893, apenas a obra de Ganot era indicada. Os dois autores do livro didático trabalhavam em instituições de ensino superior na França, Drion – que também exerceu magistério em escolas secundárias -, trabalhou em Besançon, e Fernet, na Escola Politécnica de Paris, posteriormente atuando como Inspetor Geral do Ensino Secundário de Ciências, na mesma cidade.

⁶⁶ Nesse trecho o autor realiza diversas inferências entre as propriedades principais da matéria e a eletricidade, e mais, mobiliza toda a física moderna em torno da dos fenômenos eletromagnéticos. Segundo Romano, “pronunciando-se a physica moderna pela hypothese de que a materia é de origem electromagnetica, natural é presuppôr que a par da inercia mecânica, exista a inercia electrica”. (1928, p. 310).

Figura 17 – Folha de rosto do livro de Charles Drion e Emile Fernet



Fonte: Traité de Physique Élémentaire. Ch. Drion et É. Fernet. G. Masson Éditeur. Paris, 1880.

Os conteúdos de eletricidade no livro didático são descritos no “Livro III – Eletricidade e magnetismo”, e se divide em oito capítulos diferentes, que constam no quadro 2.

Quadro 2 – Divisão dos conteúdos de eletricidade no Traité de physique élémentaire.

Seção	Conteúdo
Capítulo I	Eletricidade Estática.
Capítulo II	Magnetismo.
Capítulo III	Eletricidade Voltaica.
Capítulo IV	Eletromagnetismo.
Capítulo V	Eletrodinâmica.
Capítulo VI	Magnetização por correntes. Telegrafia elétrica.
Capítulo VII	Correntes termoelétricas.
Capítulo VIII	Correntes de indução.

Fonte: Traité de Physique Élémentaire. Ch. Drion et É. Fernet. G. Masson Éditeur. Paris, 1880.

O livro didático segue uma sistematização encontrada em outros livros didáticos do período, em primeiro lugar são introduzidos conceitos fundamentais

da eletricidade com o estudo da eletricidade estática, seguido por conteúdos sobre magnetismo e eletricidade dinâmica.

O destaque em relação à esses conteúdos fica por conta dos capítulos direcionados ao estudo das correntes elétricas em diferentes perspectivas, pois encontram-se no livro estudos sobre magnetização de correntes, além de correntes termoelétricas e de indução.

O capítulo I, apresenta os princípios da eletricidade estática, lidando com a distinção dos dois tipos de eletricidade, distribuição e desenvolvimento dos conceitos elétricos. No capítulo – e em outros – encontramos referências a “experiências fundamentais” para o estudo da estática. Por fim, podem ser citadas as máquinas eletrostáticas e os princípios e objetos de condensação de eletricidade.

O segundo capítulo aborda os conceitos referentes ao estudo do magnetismo, passando por princípios gerais de funcionamento, ímãs naturais e artificiais, tipos de magnetização, além de destacar uma parte relevante do estudo com magnetismo terrestre.

O capítulo III, é chamado no livro de “eletricidade voltaica”, termo pouco usual para os livros didáticos de física da época – o nome provavelmente foi atribuído ao capítulo em referência ao cientista Alexandre Volta. Em outros livros, os conteúdos apresentados aqui são pertencentes ao estudo da eletricidade dinâmica. A seção estuda basicamente a produção de correntes elétricas por ações químicas, abordando pilhas de diversos tipos – inclusive a de Volta -, noções de intensidade e medição de correntes e usos de baterias de diversos tipos. O capítulo IV, trata do eletromagnetismo, abordando as experiências de Oersted e de Ampère, e focalizando os galvanômetros.

O capítulo V, apresenta estudos sobre a eletrodinâmica e a ação de correntes de diversos tipos, além de abordar condutores estáticos e solenoides. Os temas ligados a magnetização e a telegrafia elétrica são aprofundados no capítulo VI. Os autores apresentam diversas situações de magnetização, antes de introduzir os estudos sobre a telegrafia elétrica, descrevendo vários tipos de telégrafo, como o de Bréguet, de Hughes, e evidentemente, de Morse.

Como evidenciado anteriormente, os últimos capítulos da seção de eletricidade no livro, discorrem sobre as correntes termoelétricas e de indução – mostrando grande interesse dos autores pelo tema, já que o estudo sobre

correntes elétricas é o único que conta com a mobilização de dois capítulos diferentes sobre um conteúdo similar.

O livro foi indicado no Colégio Pedro II, em 1892, mas e quanto às escolas no estado de São Paulo?

Embora nenhum documento oficial aponte para o uso do livro nas escolas do estado de São Paulo, podemos realizar algumas inferências em relação ao que era prescrito nos programas das escolas paulistas e os conteúdos no livro didático de Drion e Fernet. Essa relação será escrita por meio do Programa das Matérias do curso preliminar para as escolas de São Paulo, no ano de 1893.

De acordo com o programa das matérias do curso preliminar, o ensino de eletricidade começa a ser recomendado na segunda série do segundo ano do ensino primário. Eram prescritos o ensino de eletricidade “no vidro” (provavelmente estudos sobre estática), íman e suas propriedades, agulhas magnéticas e bússolas.

Na segunda série do terceiro ano, as prescrições para o ensino de física são semelhantes, ao segundo ano. Estuda-se “electricidade por attrito: corpos bons e maus condutores da eletricidade, experiencias simples para demonstrar os efeitos destes agentes phisicos, íman; experiências de magnetização, bússolas e suas propriedades”. (THOMPSON, PEREIRA e TOLOSA, 1893). No terceiro ano, começam a destacar-se as “experiências simples” utilizando alguns objetos como material didático.

Porém, é no quarto ano que as escolas de curso preliminar devem voltar sua atenção para o estudo da eletricidade nas aulas de física, no quarto ano da primeira série são recomendados os seguintes conteúdos:

Eletricidade (recap. do 3º ano). Poder das pontas. Uma máquina electrica. Electricidade athemospherica. Raios e Para-raios. Agulha magnetizada. Magnetismo terrestre. Bússolas. Processos de magnetisação. Noções sobre pilhas electricas: seus efeitos chimicos. Noções sobre Galvanoplastia, luz electrica, telephono, telegrapho. (THOMPSON, PEREIRA e TOLOSA, 1893).

Praticamente todos os conteúdos prescritos no programa, da segunda série do segundo ano, até o quarto ano, são encontrados no livro didático de Drion e Fernet, como atestamos, mostrando a localização desses conteúdos no livro.

Quadro 3 – Conteúdos em comum no programa das escolas preliminares de 1893 e no *Traité de Physique Élémentaire*

Prescrição para as escolas preliminares	Localização no livro didático
<p><i>2º ano – 2ª série / 3º ano – 2ª série</i>⁶⁷</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eletricidade “no vidro”. - Ímã e suas propriedades. - Agulhas magnéticas. - Bússolas. <p><i>4º ano – 1ª série</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder das pontas. - Uma máquina eléctrica. - Eletricidade athmosphérica. - Raios e Para-raios. - Agulha magnetizada. - Magnetismo terrestre. - Bússolas. - Processos de magnetização. - Noções sobre pilhas eléctricas: seus efeitos químicos. - Noções sobre Galvanoplastia. - Luz eléctrica. - Telephono. - Telegrapho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capítulo I: Distinção de duas electricidades. - Capítulo II: Princípios gerais do magnetismo / Ímãs naturais e artificiais. - Capítulo II: Magnetismo. - Capítulo II: Bússolas de declinação e inclinação. <ul style="list-style-type: none"> - Capítulo I: Propriedade das pontas. - Capítulo I: Máquinas eléctricas. - Sem menção. - Capítulo VI: Para-raios para aparelhos telegráficos. - Capítulo II: Magnetismo. - Capítulo II: Magnetismo terrestre. - Capítulo II: Bússolas de declinação e inclinação. - Capítulo II: Procedimentos de magnetização. - Capítulo III: Fenômenos gerais. Descrição dos tipos de pilha / Produção das correntes por ações químicas. - Capítulo III: Galvanoplastia. - Capítulo VIII: Luz eléctrica. - Sem menção. - Capítulo VI: Telegrafia eléctrica.

Fontes: *Programma das Materias do Curso Premilinar*. São Paulo, 1893. *Traité de Physique Élémentaire*. Ch. Drion et É. Fernet. G. Masson Éditeur. Paris, 1880.

⁶⁷ Muda-se relativamente pouco da nomenclatura na passagem do segundo para o terceiro ano, assim os conteúdos abordados são os mesmos.

Somente três conteúdos descritos no programa das escolas preliminares não são encontrados no livro didático de Charles Drion e Émile Fernet, “eletricidade athenospherica”, “Raios e Para-raios” e “Telephono”. No primeiro e terceiro caso, não aparecem menções sobre esse estudo, já o estudo sobre raios e para-raios parece limitado, pois só encontramos menção ao assunto no capítulo VI, em aplicações relacionadas aos aparelhos telegráficos

O Programma das Materias do Curso Preliminar foi proposto no ano de 1893, por Oscar Thompson – ex-normalista – A. R. Alves Pereira e Maria Tolosa. Como exposto, no segundo e terceiro ano eram expostos os conteúdos de eletricidade, dentro da estruturação para o ensino de física.

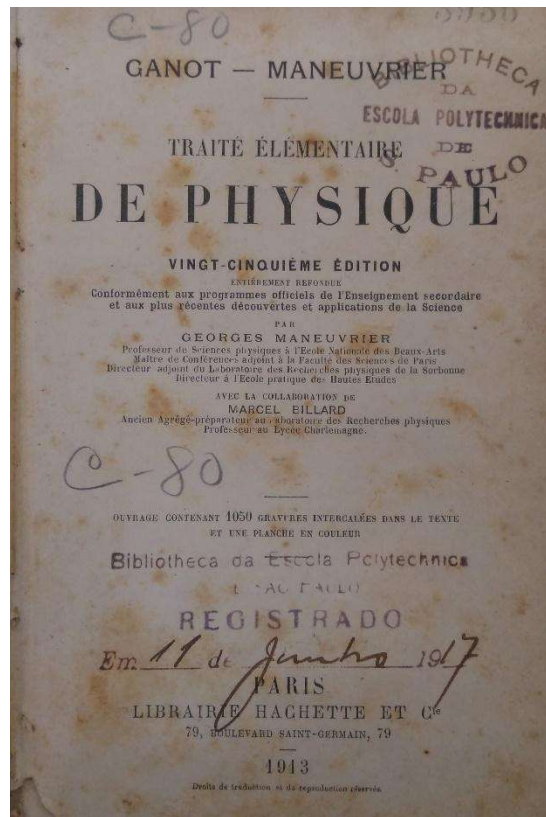
De qualquer maneira, a quantidade de conteúdos em comum nos dois documentos, pode dizer muito sobre a possível utilização desse livro nas escolas paulistas, nesse caso, de ensino preliminar. Porém, atestamos que embora o livro tenha sido recomendado pelo Colégio Pedro II, a vigência de um único ano na recomendação do livro possivelmente tornou sua utilização restrita.

Traité Élémentaire de Physique de Adolphe Ganot

Adolphe Ganot (1804-1887), foi um pesquisador e professor particular de física e matemática na cidade de Paris, escreveu diversas pesquisas que tiveram grande difusão na Europa durante a segunda metade do século XIX, e início do século XX. Sua primeira obra sobre física, o *Traite Elementaire de Physique Experimentale et Appliquee* foi publicada em 1851⁶⁸, e traduzido para diversos idiomas na segunda metade do século, os livros de Ganot, “serviam de referência para a produção de novos livros aqui no Brasil” (TAVARES, 2005, p. 68).

⁶⁸ Nesta pesquisa, utilizaremos a décima quinta edição do *Traité élémentaire de Physique* do ano de 1913, que contou com dezenas de outras edições, e foi totalmente reformulada e redigida foi Georges Maneuvrier, professor foi de ciências físicas na Ecole Nationale des Baux-Arts, além de mestre de conferências adjunto da Faculté des Sciences de Paris e diretor adjunto do Laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

Figura 18 – Folha de rosto do livro de Ganot.



Fonte: *Traité Élémentaire de Physique*. Ganot – Maneuvrier. Librairie Hachette Et Cie. Paris, 1913.

Durante a segunda metade do século XIX, o trabalho tornou-se um padrão a ser seguido em todo o mundo da física: o livro didático de Ganot, contou com diversas edições e traduções, e foi amplamente utilizado no seu período de produção e nas décadas subsequentes⁶⁹.

Ganot, publicou seu tratado de física em 1851, depois de trabalhar duas décadas como professor de ciências na França. Entre os anos de 1851 e 1884, esse autor produziu dezoito edições desse livro, vendendo 204.000 cópias, destacada quantidade para a segunda metade do século XIX. No mesmo período, o “tratado” foi traduzido para treze idiomas diferentes. (SIMON, 2016, p. 400/401).

Durante a segunda metade do século XIX, o livro didático de Ganot tinha um amplo número de leitores, tanto em francês, quanto em outros idiomas, percorrendo os cinco continentes. Nesse período, o “Tratado” de Ganot, conferiu alto prestígio ao seu autor e tradutor, e eles se tornaram padrões no estudo

⁶⁹ Simon, define as obras de Ganot, como os grandes cânones da física, os livros “tiveram um papel significativo e ativo na formação da física do século XIX e, portanto, a análise de sua estrutura e narrativa é particularmente relevante para nos ajudar a caracterizar a física como uma disciplina”. (2016, p. 406).

introdutório de física em todo o mundo (...) os livros venderam um número impressionante de cópias, consistentemente acima da média no mercado de livros didáticos de física. A periodicidade frequente, o alto número de edições e traduções, além da longevidade, traduzem a importância do trabalho de Ganot. (SIMON, 2016, p. 401).

Assim, muito do sucesso do compêndio de Ganot, se deve ao número de edições e traduções da obra, fatores que caracterizaram a obra como uma das mais importantes para o ensino de física na segunda metade do século XIX⁷⁰.

Os livros didáticos de Ganot, tiveram grande importância não só na sala de aula, mas também ajudaram na sistematização de uma educação informal, leitura por leigos no assunto e audiências de ciências, além de práticas de pesquisa, especialmente ligadas aos instrumentos científicos e máquinas industriais e que não apresentam conteúdo ligado aos cálculos. Os compêndios auxiliaram, inclusive, no desenvolvimento de invenções e objetos elétricos, como por exemplo, o dínamo eletromagnético de Gramme, e os medidores comerciais de eletricidade, de Ferranti. (SIMON, 2016, p. 405).

Os livros didáticos de Ganot, foram elaborados como obras para o ensino secundário e para a preparação de exames de ingresso no ensino superior em faculdades de ciências, engenharia e medicina. O Colégio Pedro II, evidentemente passou a adotar a obra por esses motivos. As primeiras menções do livro são do início da década de 1880, porém, é recomendado com certa frequência a partir do programa de 1893 ⁷¹. O compêndio de Ganot, é recomendado nos anos de 1898, até o programa de 1929, onde divide espaço com os livros de Raul Romano e Padua Dias.

O *Traité élémentaire de Physique*, de Ganot, se divide em vários “livros” diferentes, que podem ser agrupados de acordo com as grandes áreas do estudo

⁷⁰ O trabalho de Ganot, passou a ser prescritivo para o acesso ao ensino superior em vários países da Europa, fato que certamente contribuiu para o interesse do Colégio Pedro II em adotar esses livros didáticos para seus programas de ensino. Sobre a prescrição desse livro na Europa, afirma Simon: “Na França, os revisores reconheceram seu status de pioneiro e seu amplo uso entre os alunos do ensino médio e aqueles que se preparavam para cursar o ensino superior em ciências, engenharia e medicina. Na Inglaterra, alguns revisores compararam o progresso da ciência no ensino escolar, com o ritmo de publicação dos livros de Ganot, além de encontrar um padrão de leitura sobre esses livros didáticos nas principais escolas e faculdades que ensinam ciências, em universidades, academias militares e escolas de medicina”. (2016, p. 402).

⁷¹ Depois das prescrições de 1893, alguns programas do Colégio Pedro II, não tem nenhum tipo de recomendação de compêndios para o ensino de física, é o caso do programa de 1912, 1915 e 1926. (VECHIA e LORENZ, 1998). De qualquer maneira, é possível apontarmos que os livros de Ganot, não entraram em desuso no colégio, já que o compêndio *Physica*, é recomendado no programa de 1929.

da eletricidade. No quadro a seguir, apresentamos a disposição dos conteúdos e seções para o ensino da eletricidade na obra de Ganot. A descrição de todos os conteúdos do livro didático podem ser encontradas no Anexo II.

Quadro 4 – Divisão dos “livros” e capítulos de eletricidade no *Traité élémentaire de Physique*

Seção / Livro	Capítulo
Livro VIII - Magnetismo	Capítulo I – Propriedade dos ímãs Capítulo II – Magnetismo terrestre
Livro IX – Correntes elétricas	Capítulo I – Fenômenos gerais da corrente elétrica e de eletrização Capítulo II – Eletrolise Capítulo III – Força eletromotriz. Polarização de eletrodos. Acumuladores. Pilhas impolarizáveis. Pilhas termoelétricas. Capítulo IV – Calor liberado pelas correntes. Resistência elétrica. Capítulo V – Leis de Ohm. Diferenças de potenciais elétricos. Capítulo VI – Correntes derivadas. Medição de resistências e forças eletromotriz Capítulo VII – Eletromagnetismo Capítulo VIII – Medição de intensidade das correntes. Galvanômetros. Amperímetros e voltímetros. Capítulo IX - Magnetização Capítulo X – Indução Capítulo XI – Unidades absolutas eletromagnéticas. Princípio das medidas absolutas. Capítulo XII – Máquinas geradoras de corrente contínua. Motores de corrente contínua. Capítulo XIII – Correntes alternativas Capítulo XIV – Transformadores e bobinas de indução.
Livro X – Fenômenos de equilíbrio e de tensão elétrica.	Capítulo I – Lei de Coulomb. Medição de cargas elétricas. Conservação de eletricidade.

	<p>Capítulo II – Eletrização superficial dos condutores. Distribuição de eletricidade. Tensão elétrica.</p> <p>Capítulo III – Influência eletrostática</p> <p>Capítulo IV – Efeitos da influência elétrica. Telas elétricas. Dielétricos.</p> <p>Capítulo V – Campo elétrico. Linhas de força. Potencial elétrico.</p> <p>Capítulo VI – Máquinas elétricas</p> <p>Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.</p> <p>Capítulo VIII – Medidas eletrostáticas</p> <p>Capítulo IX – Energia eletroestática. Descarga elétrica.</p>
<p>Livro XI – Descarga nos gases. Raios X. Radioatividade. Oscilações elétricas.</p>	<p>Capítulo I – Descarga nos gases. Raios catódicos. Raios X.</p> <p>Capítulo II – Radioatividade</p> <p>Capítulo III – Oscilações elétricas</p>
<p>Livro XII – Aplicações da eletricidade.</p>	<p>Capítulo I – Aplicações da eletrolise. Galvanoplastia. Eletroquímica.</p> <p>Capítulo II – Aplicações do transporte de energia pela corrente elétrica. Iluminação e aquecimento elétrico. Aplicações dos motores elétricos.</p> <p>Capítulo III – Telegrafia.</p> <p>Capítulo IV – Telefone.</p> <p>Capítulo V – Ações fisiológicas das correntes e das descargas elétricas. Aplicações médicas.</p>

Fonte: Traité Élémentaire de Physique. Ganot – Maneuvrier. Librairie Hachette Et Cie. Paris, 1913.

Esse livro didático de Ganot, se desenvolve em cinco “livros diferentes”, o oitavo livro descreve trabalhos sobre magnetismo, o nono, sobre correntes elétricas – o mais extenso do compêndio – o décimo discorre sobre fenômenos de equilíbrio e de tensão elétrica. Por fim, temos o décimo primeiro e décimo segundo livro, que tratam de descargas elétricas, raios X, oscilações elétricas e aplicações da eletricidade.

O oitavo livro, sobre magnetismo, tem apenas dois capítulos e tem como conteúdo as propriedades do ímã e magnetismo terrestre.

O nono livro, que discorre sobre correntes elétricas, é o assunto mais extenso sobre eletricidade na obra de Ganot, tem quatorze capítulos, com conteúdos relativamente diversos, passando pelo estudo dos fenômenos fundamentais das correntes, pilhas elétricas, eletromagnetismo, medidores de intensidade das correntes, além de máquinas geradoras de corrente contínua e correntes alternativas. Por fim, explica-se a função dos transformadores e bobinas de indução.

O livro de número dez, trata dos fenômenos de equilíbrio e de tensão elétrica, trabalhando conceitos de eletrização, influência eletrostática, campo elétrico, máquinas elétricas, energia e medidas eletrostáticas, além de discorrer sobre descarga elétrica e suas problemáticas.

O décimo primeiro livro, explica os conceitos relacionados a descargas elétricas nos gases, raios X, radioatividade e termina com as oscilações elétricas.

O último livro, denominado “Aplicações da eletricidade”, aborda diversas aplicações do cotidiano e na indústria da eletricidade. Estuda-se as aplicações em meios de transporte, em iluminação e “aquecimento elétrico”, além do uso da eletricidade para a elaboração de motores elétricos – fundamentais para o desenvolvimento das indústrias e dos meios de transporte individuais, como os bondes elétricos. Na perspectiva do uso cotidiano, podemos citar a aplicação da eletricidade para a telegrafia e telefonia, conceitos que seriam aprofundados e desenvolvidos nas décadas subsequentes à publicação do livro.

Não restam dúvidas que o livro foi recomendado durante décadas para o estudo de física no Colégio Pedro II. Considerando esses dados, utilizaremos documentos relacionados às escolas paulistas para verificar semelhanças ou diferenças entre o compêndio de física e ao que era proposto no estado de São Paulo.

O Livro Geral de Inventário da Escola Normal de São Paulo, pode nos dizer muito sobre os tipos de prática para o ensino de eletricidade na escola e quais eram os tipos de referenciais teóricos usados durante o ano letivo. Uma comparação entre os objetos científicos presentes no laboratório do colégio e os conteúdos recomendados na obra de Ganot, mostra assuntos condizentes com o que era ensinado na escola e a prescrição do livro didático – levando em conta esses objetos que muitas vezes definiam a prática dentro das laboratórios e das salas de aula, e a atuação do professor.

Quadro 5 – Objetos científicos na Escola Normal no ano de 1895 em um comparativo com a obra de Ganot.

<i>Inventário da Escola Normal – 1895.</i>	<i>Abordagem do tema no Tratado de Física de Ganot.</i>
1. Pedra íman.	Livro VIII – Capítulo I – Propriedade dos ímãs.
1. Barras imantadas.	Livro VIII – Capítulo I – Propriedade dos ímãs.
1. Agulha imantada.	Livro VIII – Capítulo II – Magnetismo terrestre.
1. Agulha de inclinação e declinação.	Livro VIII – Capítulo II – Magnetismo terrestre.
1. Íman de Jamin.	Livro VIII – Capítulo I – Propriedade dos ímãs.
2. Íman ordinários.	Livro VIII – Capítulo I – Propriedade dos ímãs.
1. Bússola marinha.	Livro VIII – Capítulo II – Magnetismo terrestre.
2. Pele de gato.	Livro IX – Capítulo I – Fenômenos gerais da corrente elétrica e de eletrização.
2. Eletróforos.	Livro IX – Capítulo X – Indução.
1. Bastão de vidro / resina / metal e vidro.	Sem menções diretas no livro.
1. Pêndulo elétrico.	Livro IX – Capítulo X – Indução.
2. Balanças de Coulomb.	Livro X – Capítulo I – Lei de Coulomb. Medição de cargas elétricas. Conservação de eletricidade.
1. Máquina de Ramsden.	Livro X - Capítulo VI – Máquinas elétricas.
1. Máquina de Wimshurst.	Livro X - Capítulo VI – Máquinas elétricas.
1. Morteiro elétrico.	Sem menção direta no livro.
1. Esfera oca de metal.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Esfera de metal.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Eletrômetro de Hunley.	Livro IX - Capítulo VII – Eletromagnetismo.

1. Carrilhão elétrico.	Sem menção direta no livro.
1. Aparelho de Volta.	Sem menção direta nos livros.
1. Torniquete elétrico.	Sem menção direta no livro.
1. Condensador.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Excitador com cabo de vidro.	Livro XI – Capítulo III – Oscilações elétricas.
1. Excitador simples.	Livro XI – Capítulo III – Oscilações elétricas.
1. Quadro fulminante.	Sem menção direta no livro.
2. Garrafas de Leyde.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Garrafas de armação móvel.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Bateria com seis jarras.	Livro X - Capítulo VII – Capacidade elétrica. Condensadores.
1. Excitador universal de Henley.	Livro XI – Capítulo III – Oscilações elétricas.
1. Ovo elétrico.	Livro X – Capítulo IX – Energia eletrostática. Descarga elétrica.
1. Garrafa e tubo cintilante.	Sem menção direta nos livros.
2. Prensas para retratos elétricos.	Sem menção direta nos livros.
1. Aparelho para mostrar efeitos das correntes.	Sem menção direta nos livros.
1. Termômetro de Kinnersley.	Sem menção direta nos livros.
1. Fura cartas.	Sem menção direta nos livros.
1. Pistola de Volta.	Sem menção direta nos livros.
1. Elemento da pilha de Wolaston.	Livro IX – Capítulo I – Fenômenos gerais da corrente elétrica e de eletrização. Livro IX – Capítulo III – Pilhas impolarizáveis. Pilhas termoelétricas.
12. Vasos de grés para pilhas de Bunsen.	Sem menção direta no livro.
12. Vasos de barro para pilhas de Bunsen.	Sem menção direta no livro.

3. Pilhas de Leclanché, uma estragada.	Livro IX – Capítulo I – Fenômenos gerais da corrente elétrica e de eletrização. Livro IX – Capítulo III – Pilhas impolarizáveis. Pilhas termoelétricas.
3. Pilhas de bi-ahromato potássio.	Livro IX – Capítulo I – Fenômenos gerais da corrente elétrica e de eletrização. Livro IX – Capítulo III – Pilhas impolarizáveis. Pilhas termoelétricas.
15. Lâmpadas de Edson.	Livro XII – Capítulo II – Iluminação e aquecimento elétrico.
2. Lanternas elétricas.	Livro XII – Capítulo II – Iluminação e aquecimento elétrico.
1. Campainha elétrica.	Sem menção direta no livro.
1. Voltímetro.	Livro IX - Capítulo XIII – Amperímetros e Voltímetros.
1. Tubo para eletrolise.	Livro IX – Capítulo II – Eletrolise.
1. Aplicador para eletrolise nos sais de chumbo.	Livro IX – Capítulo II – Eletrolise.
3. Tubos de Geissler.	Livro XI – Capítulo I – Descarga nos gases. Raios catódicos. Raios X.
2. Aparelhos para galvanoplastia.	Livro XII – Capítulo I – Aplicações da eletrolise. Galvanoplastia. Eletroquímica.
1. Carvão para vela de Jablokoff.	Livro XII – Capítulo II – Iluminação e aquecimento elétrico.
1. Solenoide.	Livro IX - Capítulo VII – Eletromagnetismo.
1. Eletroímã.	Livro IX - Capítulo IX – Magnetização.
1. Galvanômetro.	Livro IX - Capítulo XIII – Medição de intensidade das correntes. Galvanômetros.
1. Bobina de Ruhmkorff.	Livro IX - Capítulo XIV – Transformadores e bobinas de indução.
1. Dínamo elétrico pequeno.	Livro IX - Capítulo XII – Máquinas geradoras de corrente contínua. Motores de corrente contínua.

1. Receptor de Morse.	Livro XII - Capítulo III – Telegrafia.
1. Manipulador de Morse.	Livro XII - Capítulo III – Telegrafia.
1. Telefone de Bell.	Livro XII - Capítulo III – Telegrafia.
1. Arco voltaico sem carvão.	Livro XII – Capítulo II – Iluminação e aquecimento elétrico.
3. Circuitos móveis para efeitos das correntes.	Sem menção direta nos livros.
1. Eletrômetro de Volta.	Livro IX - Capítulo VII – Eletromagnetismo.
1. Aparelho Bourbouse.	Sem menção direta nos livros.
1. Bobinas para efeitos de indução.	Livro IX - Capítulo XIV – Transformadores e bobinas de indução.
1. Aparelho para as correntes termoelétricas.	Livro IX – Capítulo III – Força eletromotriz. Polarização dos eletrodos. Pilhas impolarizáveis. Pilhas termoelétricas.

Fontes: Livro Geral de Inventário da Escola Normal, 1895. *Traité Élémentaire de Physique*. Ganot – Maneuvrier. Librairie Hachette Et Cie. Paris, 1913.

De acordo com o inventário, o colégio contava até então com 116 objetos – dos mais variados tipos – para o ensino de eletricidade. Uma parte considerável desses objetos pôde ser agrupada nos cinco “livros” do Tratado elementar de física de Ganot.

Utilizando como referencial o “Livro VIII – Magnetismo”, estão contidos na lista 8 objetos que têm relação direta com o conteúdo. São eles, os diferentes tipos de íman, barras de ferro e agulhas imantadas.

O “Livro IX – Correntes elétricas”, conta com o maior número de objetos correspondentes, ao todo, são 24 objetos do total. São descritos objetos como, eletróforos, eletrômetros, diferentes tipos de pilhas, voltímetros, acessórios para estudo da eletrolise, solenoides, eletroímãs, galvanômetros, bobinas de indução e dínamos. Aparentemente, o estudo das correntes elétricas era um dos mais destacado nesse período (1890-1899).

O terceiro livro sobre eletricidade na obra de Ganot, é o décimo, que discorre sobre fenômenos de equilíbrio e tensão elétrica. De todos os objetos que constam no inventário da Escola Normal, 12 fazem parte dessa seção do

Tratado elementar de física, fazem parte do livro, principalmente, os estudos sobre máquinas elétricas, balanças, diversos tipos de condensadores e baterias.

O “Livro XI – Descarga nos gases. Raios X. Radioatividade e oscilações elétricas”, é o livro que contém menos objetos em relação ao inventário da Escola Normal, do total, apenas dois tipos de objetos fazem parte dessa seção: excitadores e tubos de Geissler – ao todo, são seis objetos. Uma possível explicação para a escassez de objetos sobre esse tema na Escola Normal, pode ser relacionada ao desenvolvimento sobre o estudos dos raios x e da radioatividade, temas que seriam estudados com mais profundidade nas primeiras décadas do século XX.

Por fim, o “Livro XII – Aplicações da eletricidade” conta com um número de objetos relevante em relação ao livro didático de Ganot. De todos os 116 objetos para o ensino de eletricidade no inventário, 24 fazem parte dessa seção de estudo, objetos como lâmpadas elétricas, aparelhos de galvanoplastia, objetos para o estudo de telegrafia e telefonia, são correspondentes tanto no inventário da Escola Normal, como no livro de Ganot. Como já vimos no primeiro capítulo dessa pesquisa, a popularização das aplicações da eletricidade para o cotidiano na sociedade paulista, impulsionou o interesse nesse tipo de assunto – sendo evidenciado aqui pelo número de objetos para esses estudos na Escola Normal da Capital.

Destacamos que de um total de 116, objetos encontrados no inventário, aproximadamente 40, não são descritos de forma direta no livro didático de Ganot. Porém, apesar de constar no inventário da escola, muitos desse objetos são acessórios ao ensino da eletricidade – são tipos de objetos que dificilmente podem ser encontrados nos livros didáticos, pois, muitas vezes, são resultados de práticas escolares que extrapolam o previsto nos livros. Objetos como bastões de vidro, resina, metal, morteiro, carrilhão e torniquetes elétricos, garrafas e tubos são exemplos desse tipo de objeto. Não são, necessariamente, descritos no livro, mas fazem parte da práticas e são indispensáveis em um laboratório de eletricidade⁷².

⁷² De 38 objetos sem menção direta no livro didático de Ganot, 24 faziam parte de um conjunto de “Vasos” para o estudo de pilhas de Bunsen. Evidentemente, esse tipo de objeto não seria descrito no Tratado elementar de Física.

Verificamos que de 116 objetos para o ensino de eletricidade que constavam no laboratório da Escola Normal de São Paulo no ano de 1895, 76 objetos podiam ser amparados nos estudos de Ganot.

Está correto dizer que o inventário da Escola Normal não pode indicar toda a abrangência de escolas do estado de São Paulo. Mas como escola de formação de professores, e tendo por condição de trabalho a ideia de “modelar”, é possível indicar que havia relação entre os conhecimentos que circulavam pelo livro de Ganot, com grande quantidade de conhecimentos em circulação e ao que era esperado para a formação em eletricidade para os professores que seriam distribuídos por escolas no estado.

O Tratado elementar de física de Adolphe Ganot, foi usado como principal referencial em diversos livros didáticos no Brasil. Os dois próximos livros analisados nesse capítulo, tiveram como modelo o livro do professor francês. Os autores brasileiros reescreviam ou alteravam teorias, experiências e, principalmente, as ilustrações da obra de Ganot.

Curso Elementar de Physica de Antônio de Padua Dias

Antônio de Padua Dias foi um engenheiro civil, professor de física, álgebra, geometria e trigonometria na Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” do Estado de São Paulo, na cidade de Piracicaba. Posteriormente a escola foi renomeada, sendo chamada de “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo”. Padua Dias foi nomeado como professor catedrático do colégio no ano de 1908 ⁷³, e entre os anos de 1923 a 1927, foi diretor nesse mesmo colégio. (TAVARES, 2005, p. 67). Faleceu em junho de 1935.

⁷³ De acordo com o Correio Paulistano, o professor lecionava no colégio desde o ano de 1903, situação descrita em um ofício da Secretaria da Agricultura do estado: “Ao Sr. director da Escola Agrícola Pratica ‘Luiz de Queiroz’, declarando que fica approvada a substituição do dr. Aristoteles Pereira, na regencia da 2ª e da 3ª cadeira dessa escola, pelos drs. Ricardo Ernesto Ferreira de Carvalho e Antonio de Padua Dias”. (1903, p. 1).

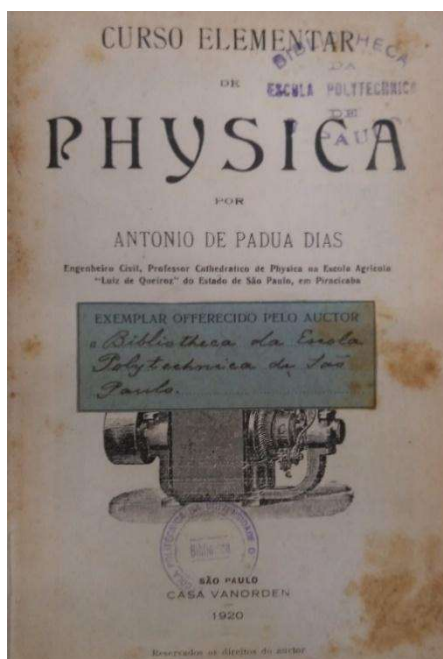
Figura 19 – Padua Dias em reunião da Comissão do Congresso de ensino Agrícola



Fonte: Ilustração Paulista, 1911. BN Digital.

Publicou o “Curso Elementar de Physica” em janeiro de 1920, editado pela Casa Vanorden, de São Paulo. Além da disposição de conteúdos já encontrada em outros livros, chama atenção as últimas páginas do trabalho, onde o autor elabora uma lista de “obras consultadas e figuras reproduzidas com a indicação da origem” (PADUA DIAS, 1920) – iniciativa pouco usual para livros didáticos daquele período. A obra foi recomendada no programa do Colégio Pedro II, no ano de 1929.

Figura 20 – Folha de rosto do Curso Elementar de Physica



Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

O livro didático de Padua Dias, é relativamente mais simples que os dois últimos compêndios analisados – muito porque os livros de Drion e Fernet, e principalmente, de Ganot, serviram como fonte primária para o desenvolvimento de obras de física em português, como é o caso do Curso Elementar de Physica, porém, devemos apontar para sua valorização pelos jornais à época de publicação⁷⁴ que destacam a popularização e venda dos livros, assim como as formas de explicação de seus conteúdos e ilustrações por todo o trabalho.

Porém, a explanação mais contundente sobre a qualidade do livro de Padua Dias é encontrada em uma matéria do Correio Paulistano. De acordo com o jornal,

⁷⁴ No primeiro jornal destacado aqui, são feitas relações entre a qualidade dos conteúdos do livro e suas vendas, “O facto de haver sido rapidamente exgottada a primeira edição desta obra diz bem do seu valor e da sua aceitação franca nos institutos de ensino intermediários e secundários. O methodo de exposição adoptado pelo professor Padua Dias é simples, claro e de facil comprehensão, cumprindo accentuar que o autor imprimiu em seu trabalho uma feição nacional que não existe em outra qualquer das obras desse genero”. (A GAZETA, 1929, p. 2). Em um outro periódico, o trabalho é elogiado por Arnobio Marques, professor do Ginásio de Pernambuco: “O livro – Curso elementar de Physica, escripto pelo dr. Antonio de Padua Dias prestará certamente assignalado serviço aos que aprendem e aos que ensinam Physica elementar. De nítida impressão, fartamente illustrado com boas gravuras, occupa-se dos conhecimentos necessários sem preocupação de linguagem rebuscada nem de exhibição vaidosa de conhecimentos altos (...) Digo sem lisonja – em meu júzo o livro é bom”. (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 1921, p. 3).

Uma das intenções do sr. Antonio de Padua Dias ao escrever este “Curso Elementar de Physica” foi a de se esforçar pela “feição nacional” que reveste o seu trabalho. Nada mais digno de aplausos. A nossa literatura didáctica é pauperrima. Os moços que perlustram as humanidades são obrigados a manusear compendios francezes de Langlebert, das colleções F.T.D. e F. I. C., de M. Chassagni, do Ganot, de Le Noir, de uma infinidade de escriptores da França. (1921, p. 3).

O jornal evidencia as boas intenções de Antonio de Padua Dias, em elaborar um livro de física em língua portuguesa, ao mesmo tempo que critica a falta desse tipo de material no Brasil, já que grande parte das obras, como descrito anteriormente, era uma releitura de obras estrangeiras – principalmente francesas.

A matéria ainda destaca a importância dos conteúdos trazidos por Padua Dias, dando atenção especial à seção de eletricidade, já que a seção “mereceu especial atenção do mestre, espirito pratico de homem moderno, que antevê o papel eminente que o electricista desempenhará no Brasil, paiz novo, cheio de energia e riquezas ainda não exploradas”. (CORREIO PAULISTANO, 1921, p. 3).

A obra se desdobra em três “partes” que discorrem sobre eletricidade: magnetismo, eletricidade estática e eletricidade dinâmica.

O estudo de Padua Dias, não traz novas concepções sobre o ensino do magnetismo. São abordados temas comumente encontrados em outros livros didáticos como natureza dos ímãs, polos, agulhas magnéticas, leis de atração e repulsão, campo e fluxo magnético, além de processos de magnetização e assuntos relacionados ao magnetismo terrestre (meridiano magnético, declinação e inclinação, bússolas e polos magnéticos em relação à linha do Equador). A estrutura de explicação consiste em um tipo de abordagem ampla sobre o conteúdo, seguida de um experimento simples ou complexo com o auxílio de imagens.

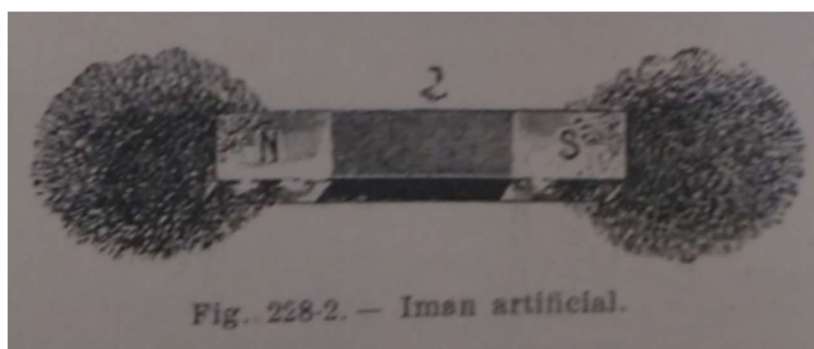
Deu-se o nome de pedra iman a certos especimens de um oxydo de ferro (Fe^2O_4), encontrados na natureza e que possuem a propriedade de attrahir o ferro. Denominou-se magnetismo a causa determinante desta propriedade. (PADUA DIAS, 1920, p. 261).

Nessa explicação, o autor define o que entende pelo conceito de magnetismo, utilizando como auxílio a pedra íman. O experimento é descrito logo após a conceituação do tema.

Nos ímans naturais as propriedades magnéticas manifestam-se em diferentes pontos irregularmente distribuídos na sua superfície. Pode-se, porém, friccionando um íman natural contra uma barra de aço, comunicar a esta as propriedades magnéticas, transformando-a em um íman artificial. (PADUA DIAS, 1920, p. 261).

Essa pequena proposição prática do autor, transforma um ímã natural em um ímã artificial. Depois de realizar essas primeiras abordagens sobre o conteúdo, a proposta de Padua Dias, se torna ainda mais experimental. O estudo sobre polos dos ímãs, ações mútuas dos polos, imantação por influência, sobre as linhas de força e campo magnético, acontecem todos por meio das diferentes experiências com ímãs naturais e, principalmente, artificiais.

Figura 21 – Representação de um ímã artificial



Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

Até mesmo os conteúdos sobre magnetismo terrestre, que contém uma focalização mais abrangente, são representados da mesma forma pelo autor, que em primeiro lugar aborda uma explicação da teoria, seguida por experiências que podem comprovar os dados apresentados – destacam-se aqui, os estudos com bússolas de inclinação e declinação. No capítulo, encontramos também descrições mais aprofundadas sobre determinados objetos, como a Bússola de Gurley (PADUA DIAS, 1920, p. 277).

A eletricidade estática é abordada na sétima parte do livro didático. Essa divisão do estudo de eletricidade estuda os corpos e efeitos de eletrização

quando não estão em movimento. Conteúdos como eletrização por atrito e por influência, noções de potencial elétrico, condensação elétrica, máquinas eletrostáticas, descarga de gases rarefeitos e radioatividade se destacam na explicação de Padua Dias, que divide o estudo sobre eletricidade estática em capítulos diferentes, todos dentro da “sétima parte”.

Quadro 6 – Divisão no estudo da eletricidade estática na obra de Padua Dias.

<i>Capítulo</i>	<i>Conteúdo</i>
Capítulo I	Phenomenos fundamentaes. Distribuição da eletricidade á superficie dos conductores.
Capítulo II	Noções sobre o potencial electrico. Capacidade de um conductor.
Capítulo III	Condensação electrica. Condensadores.
Capítulo IV	Machinas electrostaticas.
Capítulo V	Descarga nos gazes rarefeitos. Raios X.

Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

No início dos estudos sobre eletricidade estática, verificamos uma introdução sobre o estudo da eletricidade. O autor descreve o processo histórico da descoberta e do desenvolvimento do fenômeno, em um segundo momento começam as experiências para demonstração da eletricidade.

Friccionemos uma vara de vidro polido com um panno de lan e approximemol-a de uma bolinha de medula de sabugueiro, suspensa por um fio de seda a um suporte de vidro. Esta pequena bola, assim disposta, constitue um pendulo electrico. Veremos que a bola é attrahida pelo vidro, toca-o e, após este contacto, é vivamente repellida. Si, então, dela approximarmos uma vara de resina, previamente friccionada com um panno de lan, a bola, repellida pelo vidro, será vivamente attrahida pela resina, mas, depois do contacto será também repellida. Evidentemente, a electricidade desenvolvida sobre o vidro é diferente da que se desenvolveu sobre a resina. (PADUA DIAS, 1920, p. 280).

A experiência descrita serve para demonstrar os dois tipos de eletricidade existentes, a vítrea ou positiva, e a resinosa ou negativa. Assim, o autor utiliza a demonstração para afirmar que existem esses dois tipos de eletricidade. Como em toda obra, estão presentes as ilustrações que simulam a experiência. Vale a pena destacarmos que essas demonstrações são sempre acompanhadas de

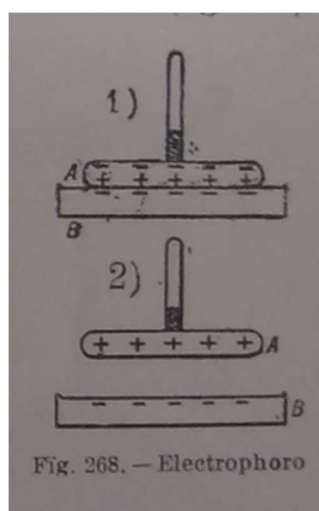
objetos científicos, no caso descrito, podemos observar Padua Dias citando o pêndulo elétrico – o mais simples dos eletroscópios, objetos que servem para reconhecer se um corpo está eletrizado e sua a eletricidade é positiva ou negativa.

O autor exemplifica outras demonstrações que têm como foco os dois tipos de eletricidade como, o desenvolvimento das duas eletricidade por atrito, o campo elétrico, a eletrização por influência, as faíscas elétricas, distribuição da eletricidade pelos condutores, influência da forma do condutor e o poder das pontas.

No capítulo III, da sétima parte, Padua Dias, começa a descrever o fenômeno da condensação e os condensadores elétricos, seguindo a mesma estrutura já descrita em sua obra: inicia-se com uma explicação geral do fenômeno, para depois descrever uma experiência que necessita de objetos científicos, além de usar como aporte as imagens para exemplificação do experimento. Nesse capítulo, são apresentados objetos importantes para o ensino da eletricidade, como a Garrafa de Leyden e as baterias elétricas.

As máquinas eletrostáticas são o conteúdo do capítulo IV do livro. Para se aprofundar nos estudos de algumas máquinas, Padua Dias descreve a mais simples e que cristaliza o objetivo e função das outras, o Eletróforo de Volta.

Figura 22 – Esquema de um Eletróforo



Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

Este aparelho permite obter-se pequenas quantidades de electricidade. Compõe-se simplesmente de um bolo de resina B (fig. 268) e de um disco de madeira A, coberto por uma folha de

estanho e munido de um cabo isolador. Batendo-se com uma pelle de gato a superfície do bolo de resina, esta fica impregnada de electricidade negativa. Applicando-se, então, o disco A sobre a resina, esta actúa por influencia: a face do disco, em contacto, carrega-se de electricidade positiva e, a face posterior, opposta, de electricidade negativa. Tocando-se o disco com o dedo, a electricidade negativa passa para o sólo: levantando-se em seguida o disco pelo cabo isolador, elle se apresentará electrificado positivamente. Approximando-se, então, o dedo, do disco, obtem-se uma pequena fiação electrica. (PADUA DIAS, 1920, p. 295).

O objetivo final da experiência proposta no livro didático é a obtenção de um pequena fiação elétrica, que aparece entre o “bolo de resina” e o disco de madeira. O eletróforo é importante pois é reconhecido como a mais simples e prática de todas as máquinas eletrostáticas. No capítulo, o autor ainda descreve o funcionamento das máquinas de Ramsden e Wimshurst, finalizando com uma explicação sobre os efeitos das descargas elétricas.

O último capítulo da sétima parte, aborda a descarga nos gases rarefeitos e os raios X, de acordo com o autor “a descarga electrica effectúa-se muito mais facilmente através dos gazes rarefeitos do que no ar ordinário, então, apresenta phenomenos luminosos que oferecem particularidades interessantes”. (PADUA DIAS, 1920, p. 301). Para se aprofundar nos estudos sobre o tema, utiliza-se de objetos como os tubos de Geissler, e de Crookes – o mesmo pode ser aplicado nos estudos sobre os raios X⁷⁵.

A 8ª parte do livro didático, sobre eletricidade dinâmica é a seção de maior destaque por Padua Dias, contando com dezoito pequenos capítulos sobre esse ramo da eletricidade. Chama-se “eletricidade estática” o estudo das cargas elétricas (elétrons) quando estão em movimento, de um átomo para outro, buscando um polo de maior potencial, para outro de potencial menor.

Nessa seção do livro didático são apresentadas novas e “modernas” concepções da eletricidade por Padua Dias. São propostos estudos sobre correntes elétricas, pilhas, acumuladores, lâmpadas elétricas, eletromagnetismo, instrumentos de medida, telefones e telégrafos, dínamos, motores e correntes alternativas. Os capítulos são apresentados na seguinte disposição,

⁷⁵ No Curso Elementar de Physica, destacam-se as aplicações dos raios X, principalmente a radioscopia e a radiografia. Fenômenos diretamente relacionados com o desenvolvimento de campos da medicina.

Quadro 7 – Divisão no estudo da eletricidade dinâmica na obra de Padua Dias.

<i>Capítulo</i>	<i>Conteúdo</i>
Capítulo I	Corrente elétrica. Pilhas.
Capítulo II	Phenomenos de electrolyse. Unidades electricas. Rheostatos.
Capítulo III	Constantes de uma pilha. Medida da resistência interior. Associação dos elementos.
Capítulo IV	Accumuladores. Correntes thermo-electricas.
Capítulo V	Correntes derivadas. Transformação da energia electrica em calor e luz.
Capítulo VI	Electromagnetismo. Acção das correntes sobre os imans. Imantação pelas correntes. Electro imans. Aplicações. Acção mutua das correntes.
Capítulo VII	Instrumentos de medida.
Capítulo VIII	Inducção electro-dynamica.
Capítulo IX	Telephone de Bell. Microphone. Telephones modernos.
Capítulo X	Machinas geradoras de corrente continua.
Capítulo XI	Potencia de um dynamo. Dynamos multipolares.
Capítulo XII	Motores de corrente continua.
Capítulo XIII	Correntes alternativas. Alternadores.
Capítulo XIV	Noções sobre as correntes polyphasicas.
Capítulo XV	Acções inductivas das correntes alternadas. Transformadores.
Capítulo XVI	Motores de corrente alternativa, ou alternomotores.
Capítulo XVII	Bobina de Ruhmkorff
Capítulo XVIII	Descargas oscillantes. Correntes de alta frequência. Ondas hertzianas. Principio da telegraphia sem fios.

Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

A estrutura de apresentação dos conteúdos segue o padrão das outras “partes” do livro didático de Padua Dias. O conceito fundamental é apresentado, depois ocorre uma verificação do fenômeno com determinadas experiências que utilizam como aporte ilustrativo os esquemas e imagens sobre o fenômeno elétrico.

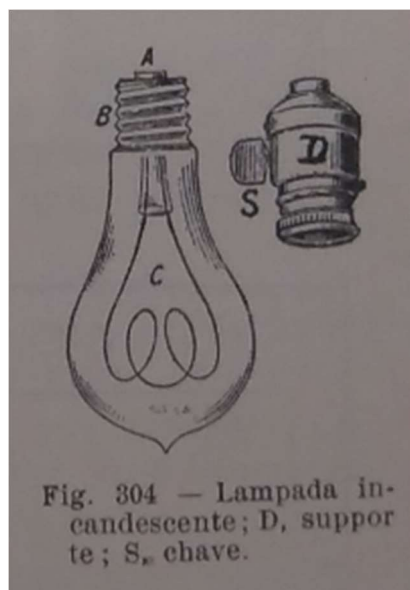
Nos capítulos I e III, são explicados os conceitos e tipos de pilhas elétricas (de Grenet, Leclanché, Daniell, Bunsen e as secas), objeto fundamental diversos tipo de estudo sobre eletricidade dinâmica. No capítulo II, é descrito o conceito e experiências ligadas a eletrolise – fenômeno de decomposição de um líquido pela passagem de uma corrente elétrica, é o tipo de estudo da física e eletricidade intimamente ligado à questões da química. Nessa seção, também são encontradas diversas fórmulas matemáticas e unidades de medida – fato relativamente raro nas explicações do livro didático.

A partir do capítulo V, são apresentadas diversas aplicações da eletricidade à vida cotidiana. A primeira delas, a lâmpada elétrica, é explicada por Padua Dias,

Inventadas quasi ao mesmo tempo por Edison e Swann, ellas compõem-se de um filamento C de carvão, enrolado em anel e encerrado em uma ampola de vidro no interior da qual se fez o vácuo a 1 ou 2 centesimos de milímetro. Este filamento torna-se incandescente á passagem da corrente, sem que a sua combustão seja possível, por falta de oxygenio. As extremidades do filamento ligam-se a dois fios de platina que atravessam o fundo da ampola, terminando um d'elles no contacto A, e, o outros, na rosca metallica B pela qual a lampada se fixa ao seu suporte D. A corrente que alimenta a lampada entra e sahe pelos contactos A e B. (PADUA DIAS, 1920, p. 335).

A estrutura da lâmpada apresentada pelo autor é semelhante às que encontramos em outros exemplares posteriores, porém, a lâmpada descrita funciona de forma rudimentar, utilizando-se de carvão e vidro – aspecto percebido por Padua Dias que adiciona outros tipos de lâmpada em seu estudo, as com filamento metálico e as lâmpadas de arco. Também são descritos nesse capítulo concepções de forno e maçarico elétrico.

Figura 23 – Estrutura de lâmpada incandescente



Fonte: Curso Elementar de Physica. Antônio de Pádua Dias. Casa Vanorden. São Paulo, 1920.

Os conteúdos relacionados ao estudo do eletromagnetismo são encontrados na obra de Padua Dias, no capítulo VI. São discussões, as ações das correntes sobre os ímãs, solenoides, imantação de solenoides, eletroímãs, campainhas elétricas e telégrafos. A explicação acerca dos telégrafos é importante pois uma instalação telegráfica compreende o estudo de diversos temas da eletricidade dinâmica.

O telegrapho electrico é uma applicação dos electro-imans. Uma instalação telegráfica compreende: um gerador de corrente CZ (pilhas, acumuladores); um fio de linha entre as estações que se communicam; um manipulador K, servindo para lançar ou interromper a corrente, e um receptor bm destinado a receber os signaes transmittidos pela estação expedidora. Quando o telegrafista de Santos, acionando o manipulador K, fecha o circuito, uma corrente é lançada na linha que vai á estão de destino, S. Paulo, por exemplo. (PADUA DIAS, 1920, p. 347).

O telégrafo, além de ser essencialmente composto por eletroímãs, utiliza em suas instalações geradores de corrente – que podem ser confeccionados por pilhas e acumuladores. O aparelho se popularizou muito nas últimas décadas do século XIX, e primeiras do XX, sendo um dos primeiros objetos de comunicação à longas distâncias.

No capítulo IX, outro importante objeto para a aplicação da eletricidade é apresentado. O autor descreve o modo de funcionamento e a estrutura do telefone de Bell, dos microfones e dos telefones “modernos”.

Do capítulo X, ao XVIII, Padua Dias discorre sobre diversos tipos de máquinas e motores elétricos. Nessa ordem, o autor descreve as máquinas e motores geradores de corrente contínua (Machina magneto-electrica, Anel Gramme, Machina Gramme, Tambor de Siemens, Dínamo de corrente contínua, Dínamos multipolares, Gerador Tetrapolar, Motor de corrente contínua e Motor de bond electrico), alternadores (monophasico, commutador, alternadores), geradores de correntes polifásicas (Alternador diphasico, Alternador triphasico), transformadores (Em anel, transformador monophasico, triphasico), além de motores de corrente alternativa (motores asynchronos, motor de campo girante, motor de indução, rotor) e Bobinas de Ruhmkorff.

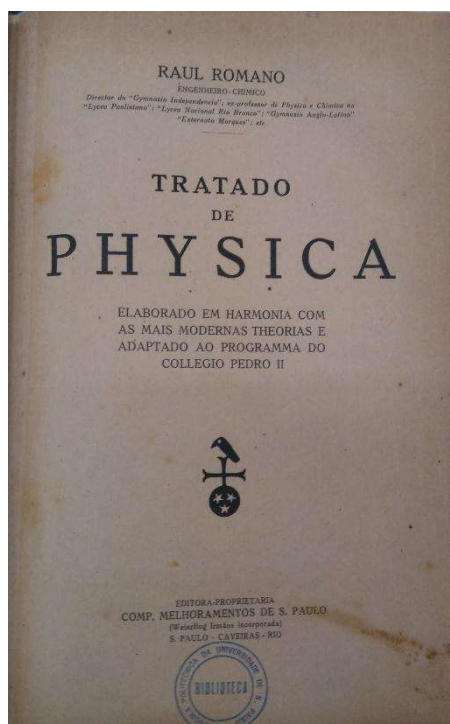
O autor termina a seção de eletricidade do livro didático descrevendo as descargas oscilantes e suas variáveis, descarga em garrafas de Leyden, as ondas elétricas, radio condutor de Branly e a telegrafia sem fios.

O Curso Elementar de Physica, de Antonio de Padua Dias, foi efetivamente muito importante para o ensino de física e eletricidade na década de 1920, sendo inclusive recomendado pelos programa do Colégio Pedro II, como já exposto anteriormente. O caráter nacional desse livro didático foi o que possivelmente elevou a popularidade e circulação do compêndio.

Tratado de Physica de Raul Romano

Raul Romano, foi um professor e engenheiro químico paulista. Atuou na direção do Gymnasio Independencia, foi professor de física e química em diversas escolas como o Lyceu Paulistano, Lyceu Nacional Rio Branco, Gymnasio Anglo-Latino e no Externato Marques. Publicou no ano de 1928, o “Tratado de Physica”, obra que seria recomendada no programa do Colégio Pedro II, um ano depois, em 1929.

Figura 24 – Folha de rosto do Tratado de Physica



Fonte: Tratado de Physica. Raul Romano. Comp. Melhoramentos. São Paulo, 1928.

No prefácio do livro, Romano, justifica o motivo da escrita do livro. De acordo com o autor, “faltavam” bons compêndios de física adaptados aos programas do Colégio Pedro II e exames vestibulares. Sobre as metodologias de escrita, “os cálculos mathematicos foram reduzidos ao indispensavel, recebendo em compensação a parte pratica o maior desenvolvimento possivel”. (ROMANO, 1928).

Já no prefácio, o autor tem cuidado com tornar o trabalho simples e claro, desenvolvendo trabalhos práticos, ao invés, de os tornar muito prolixos e matemáticos, nesse sentido, a intenção de Romano é clara. Por fim, tece uma crítica a falta de materiais das escolas brasileiras.

Sabendo no emtanto, por experiencia propria, quão falho é o nosso aparelhamento escolar a esse respeito, fizemos acompanhar o texto de numerosas gravuras, eschemas e graphicos, que muito contribuem para a boa comprehensão de qualquer assumpto. (ROMANO, 1928).

Ciente dos problemas de estrutura na escola brasileira, o autor tem o cuidado de adicionar muitas gravuras, esquemas e gráficos às suas explicações – uma ideia nada original, porém muito enfatizada por Romano. Ainda no

prefácio, destacam-se os estudos sobre a eletricidade e o calor, pois como são, “pedestaes de toda a industria moderna, mereceram-nos especial carinho, e esforçámo-nos, alem disso, por fazer acompanhar sempre a teoria de grande numero de applicações praticas”. (ROMANO, 1928). Novamente, o discurso do autor demonstra preocupação com as aplicações práticas de seus estudos, dessa vez, citando diretamente o ensino de eletricidade.

No compêndio de Romano, os conteúdos de eletricidade são apresentados no “Livro V – Modalidades de vibração – Electrologia”, que se desdobra em uma “apreciação geral da Electrologia”, com três “partes” principais: produção do fenômeno elétrico, estática elétrica e dinâmica elétrica. Nessa introdução, o autor ainda elabora um breve histórico da electrologia, descrevendo o processo histórico de desenvolvimento das “descobertas” científicas, sempre amparadas por físicos e cientistas já reconhecidos. Porém, da atenção especial a um deles,

Finalmente, nos fins do século 19, Hertz, o grande sábio allemão, descobriu as ondas hertzianas sobre as quaes repousa a maravilhosa conquista da telegraphia sem fios, e toda a sciencia moderna, pois foram os trabalhos de Hertz, que morreu tendo apenas 36 annos de idade, que nos auctorisaram a dizer que a Electricidade é movimento, tal como igualmente o são, o calor, a luz, e o som. (ROMANO, 1928, p. 219).

Esse tipo de destaque sobre um fenômeno elétrico e o cientista que desenvolveu teorias em relação ao mesmo, é pouco usual nos livros didáticos de física. Certamente no fim da década de 1920, Romano, começava a sentir os efeitos da telegrafia sem fio, rádios e “teléfonos” – que baseiam sua estrutura de funcionamento nas ondas hertzianas.

Em relação aos conteúdos apresentados, a obra de Raul Romano, divide-se em doze capítulos diferentes, que são:

Quadro 8 – Divisão do estudo da eletricidade no Tratado de Physica.

<i>Capítulo</i>	<i>Conteúdo</i>
Capítulo I	Os electrons.
Capítulo II	Efeitos das correntes.
Capítulo III	Efeitos physicos das correntes.
Capítulo IV	Electro-magnetismo.
Capítulo V	Efeitos physiologicos das correntes.

Capítulo VI	Indução e machinas de indução.
Capítulo VII	Efeitos das descargas electricas em gazes rarefeitos.
Capítulo VIII	Radioactividade.
Capítulo IX	Electricidade estatica.
Capítulo X	Aplicações industriaes da electricidade.
Capítulo XI	Dos numeros atomicos e dos isótopos.
Capítulo XII	Idéas geraes sobre a teoria da relatividade.

Fonte: Tratado de Physica. Raul Romano. Comp. Melhoramentos. São Paulo, 1928.

No capítulo I, o autor descreve a natureza dos elétrons, introduzindo os primeiros conceitos sobre o estudo da eletricidade. Nos capítulos II, III e V, aborda os diferentes efeitos das correntes elétricas.

A posicionamento dos conteúdos na obra chama atenção, pois eles apresentam uma ordem muito peculiar. Podemos citar, por exemplo, o estudo sobre as correntes elétricas anteceder os conteúdos sobre eletricidade estática – que geralmente é o primeiro conteúdo abordado em outros livros do período. No capítulo VII, VIII e X, são apresentadas as aplicações da eletricidade na vida cotidiana e na indústria. Cabe mencionar ainda, que o compêndio não reserva um capítulo inteiro para tratar de magnetismo, esse conteúdo é estudado em outros capítulos do livro, como no reservado ao “eletromagnetismo” e nos efeitos das correntes.

Porém, a parte do estudo de Raul Romano que mais chama atenção são os capítulos XI e XII, onde são apresentadas teorias e conceitos sobre a relatividade⁷⁶ – conteúdo não apresentado em nenhum outro livro brasileiro da época. O capítulo XI, apresenta a descoberta e descreve os “números atômicos”. O último capítulo da seção sobre eletricidade do livro, trata da eletricidade à nível molecular – muito influenciado pelos estudos de Albert Einstein e Paul Langevin.

De acordo com o cotejamento dos livros didáticos com os inventários, podemos afirmar que o ensino de eletricidade no estado de São Paulo, assumiu

⁷⁶ “O objetivo da theoria da relatividade é procurar obter as leis ou regras, servidas por formulas ou equações, a que possam ser submetidos todos os phenomenos physico-naturaes, independentes do movimento do observador, isto é, referidos a systemas de referencia não dependentes do seu estado de movimento (...) cabe, pois, a Einstein a gloria de estabelecer as leis e coordenar logicamente os resultados de maneira a fazer surgir a theoria da relatividade, estudada hoje universalmente. (ROMANO, 1928, p. 309).

um caráter simplificado, mas que evidenciava a circulação de objetos científicos que eram previstos nos livros didáticos.

Materiais didáticos simples, principalmente para o ensino de eletricidade estática, dinâmica e magnetismo, circularam em diversas escolas do estado, como podemos atestar nos inventários da Escola Normal de São Paulo e nos programas – como por exemplo, para as escolas preliminares da região. A apresentação dos livros didáticos apresentava o ensino de eletricidade em sua completude: muitas vezes influenciados por compêndios estrangeiros, elaboravam um panorama geral sobre todo o estudo da eletricidade, que não necessariamente eram lecionados nas escolas de nível secundário do estado de São Paulo em sua completude.

As teorias, discursos e lições sobre a eletricidade nas revistas escolares

Como mencionado no primeiro capítulo, no início do século XX, as revistas escolares (ou de “ensino”) eram muito populares entre os professores e nas escolas do período. A maioria delas eram diretamente direcionadas aos professores, outras, porém, tentavam alcançar um público maior – destinando-se também as crianças em idade escolar. Algumas dessas revistas chegaram a publicar conteúdos relacionados à eletricidade. Por meio de seus conteúdos, em um primeiro momento, procuramos focalizar quais eram as teorias e discursos impressos e divulgados sobre o fenômeno elétrico nesses editoriais.

É importante apresentar algumas considerações sobre o âmbito de produção dessas revistas, além de suas intenções e objetivos. De uma maneira geral, as revistas do período podiam ser publicadas por meio de dois “grupos” diferentes. Por uma primeira perspectiva, podiam ser publicadas em “lugares de poder, a partir do qual falam vozes que se autorizam a prescrever e impor modelos pedagógicos para um destinatário representado como o seu outro” (CARVALHO, 2018). As revistas seriam publicadas por esferas do governo ou de elites dominantes que teriam a intenção de prescrever e inculcar modelos aos “outros”, nessa perspectiva, trabalhamos com a Revista Escolar. Em uma outra perspectiva, “o impresso é configurado como espaço de comunicação, debate e interlocução entre pares” (CARVALHO, 2018). Algumas revistas são espaços de comunicação entre professorado público do estado de São Paulo, este é o caso

da Revista de Ensino, órgão da Associação Beneficente do Professorado Público de São Paulo⁷⁷.

Essas considerações são importantes, pois definem quem fala e qual o tipo de conteúdo é distribuído por essas revistas e como os diferentes temas são abordados. No nosso caso, como é descrito o ensino de eletricidade. Considerando essas formas de organização das revistas, selecionados dois periódicos diferentes para análise: a Revista de Ensino e a Revista Escolar, ambas direcionadas para a circulação dentro da escola e pelos professores.

A Revista de Ensino feita pelo Órgão da Associação Beneficente dos Professores do estado de São Paulo, como já dissemos, 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 como aula.

Quadro 9 – Conteúdos de eletricidade na Revista de Ensino.

<i>Edição / Ano</i>	<i>Conteúdo</i>
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.

⁷⁷ Para uma maior discussão sobre as formas de organização e mudanças na Revista de Ensino, ver CARVALHO (2018).

Fonte: Revista de Ensino. Orgam da Associação Beneficente do professorado publico de São Paulo. Typ. a vapor Hennies Irmãos. 1904-1907.

Em um intervalo de três anos, as conteúdos de eletricidade vão progredindo conforme as lições são apresentadas na Revista de ensino. O autor começa a discorrer sobre considerações gerais da eletricidade, passando por bons e maus condutores, energia positiva e negativa, magnetismo e eletromagnetismo, eletroímãs e dínamos. Em oito edições diferentes da Revista de Ensino, são abordados temas relacionados à eletricidade, todos eles, traduzidos por Augusto R. Carvalho, de um trabalho do Dr. C. Heinke, naquele período, professor de eletricidade da Escola Politécnica de Munchen. Esse trabalho pode ter sido publicado integralmente, ou então de forma fragmentada por Heinke, fato é que o trabalho foi publicado pela revista, durante três anos.

O trabalho do professor alemão, é apresentado por um diálogo entre ele mesmo e um aluno, curioso em relação à eletricidade. Antes de se aprofundar nos conteúdos, Heinke dá algumas recomendações preliminares ao aluno,

Já vêes então que deves ter primeiro idéas claras dos efeitos da electricidade ou de suas manifestações, para depois, tomando o conjuncto dessas impressões, responder á pergunta – que é electricidade? (...) A natureza não dá saltos. Começarei, por isso, as minhas explicações, fazendo comparação com materias que te sejam conhecidas, para dahi passarmos ás propriedades da electricidade. (CARVALHO, 1904a, p.18).

Antes de mais nada, o trabalho é fundamentalmente focalizado em iniciantes, pois como o próprio autor escreve, primeiro se deve ter ideias claras dos efeitos e das manifestações da eletricidade, para depois tentar entender do que realmente se trata o fenômeno. Assim se apresenta a organização do texto de Heinke, pois toda a estrutura dos textos se baseia em comparações com outros elementos da natureza, como o ar, e principalmente, a água.

Em todo o trabalho a natureza da eletricidade é abordada sendo associada ao movimento e fluxo da água. Por meio de experiências com balões, podemos perceber que a mesma natureza líquida da água é encontrada na eletricidade e todo o trabalho descrito na Revista de Ensino gira em torno dessa ideia – em todas as edições que contam com o escrito de Heinke.

- Em qual dos estados phisicos dos corpos poderíamos colocar a electricidade: no solido, no liquido ou no gazoso?

- Perfeitamente: no líquido. A electricidade compara-se bem com um líquido; e dahi vêm as expressões – correntes electricas, escoamento de electricidade, etc.
- E vamos aproveitar, por isso, essa analogia com a agua: veremos que muita coisa que se dá com agua, dá-se com a electricidade e faremos a passagem do que é conhecido para o desconhecido. Nadaremos para as plagas desconhecidas da electricidade. (CARVALHO, 1904a, p. 19).

O professor questiona em qual os estados físicos poderíamos encontrar a electricidade ao mesmo tempo que responde a pergunta, confirmando que ela pode se comparar com um líquido. As lições insistem que os fenômenos que acontecem na água, também se repetem na electricidade. A efeito de demonstração, é apresentada uma experiência que comprova a relação direta entre os dois.

Utilizando dois balões de borracha, a experiência serve, basicamente, atestar diferenças de pressão e escoamento de líquidos.

Façamos uma pequena experiencia: imagina dois balões ôcos de borracha – A e B – como na figura numero 1, munidos de orifícios que pódem ser fechados por meio de torneiras. Os balões pódem estar cheios de agua, postos em cima de uma mesa e ligados por um tubo – C – também de borracha. Abrindo-se as duas torneiras, estabelecer-se-á igual pressão de agua em ambos os balões: não haverá, então, escoamento de um balão para outro, porque ficará neutralizada a acção da gravidade. Apertando-se um dos balões – A – por exemplo – com a mão, a agua, sob a influencia dessa pressão, escoará para o balão – B. Este augmentará ou ganhará em volume o que o outro perdeu, porque a agua é um fluido incompressivel. Suspendendo-se a pressão, a agua voltará para traz até restabelecer-se o estado primitivo. (CARVALHO, 1904b, p. 117).

A experiência verifica um tipo de lei fundamental para entender a natureza da electricidade (e de outros líquidos), de maneira geral, o atrito dificulta o escoamento de qualquer líquido, é o que acontece e é demonstrado na experiência com o balão.

Os conteúdos apresentados no trabalho pela relação são estritamente técnicos e direcionamos aos professores do estado. A opção da Revista e associação pela estrutura do texto como sendo uma “conversa” entre professor e aluno não é em vão. Esse tipo de “modelo” de aula era uma recomendação comum da época para o estudo de professores.

Produto de práticas inscritas no campo da pedagogia que balizou o processo de institucionalização da escola republicana em São Paulo, a Revista é analisada, nesse texto, como

dispositivos de propagação, implantação e moldagem das práticas de sala de aula, com vistas a uma desejada uniformização dos métodos e dos processos do ensino. (CARVALHO, 2018).

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”⁷⁸ de aula desejado para o período nas seções de “Pedagogia Prática” do periódico. Além disso, a prática de perguntas e respostas é prática corrente sobre o método intuitivo e das lições de coisas.

Por fim, analisaremos as teorias e discursos relacionadas à eletricidade presentes da Revista Escolar, Órgão da Diretoria Geral da Instrução Pública, além das lições apresentadas em duas edições da revista. A estrutura e organização da Revista Escolar, era muito similar a Revista de Ensino, mesmo sendo produzidas em âmbitos diferentes, como explicado anteriormente.

Também foram organizadas pelo governo do estado e utilizadas como meio de divulgação do método intuitivo, “Nota-se que tal publicação era utilizada pelo governo do estado não somente para divulgação do tipo de ensino, mas principalmente, era um meio de comunicação e formação de professores” (MARCHI DA SILVA, 2015, p. 122). O espaço reservado para esses “modelos” de ensino, se encontravam nas “Lições Práticas” da Revista Escolar.

Tal espaço era reservado, como o nome determina, à orientação de planos de ensino que os professores poderiam, ou deveriam utilizar em suas aulas. A seção trazia novos planos de ensino a cada mês, sendo que as matérias poderiam se repetir ou não a cada nova publicação. (MARCHI DA SILVA, 2015, p. 122).

Como postulado, diversas disciplinas faziam parte dessa seção da Revista Escolar, entre elas, atestamos a presença da física. Durante seus anos de publicação, duas edições diferentes trataram o ensino de eletricidade.

Quadro 10 – Conteúdos de eletricidade na Revista Escolar.

<i>Edição / Ano</i>	<i>Conteúdo</i>
N.4 / Ano I / abr. 1925	Raios e pará-raios.
N.33 / Ano III / set. 1927	A electricidade.

⁷⁸ A Revista foi, enquanto publicada, foco de diversos modelos estrangeiros, que de tempos em tempos passavam por remissões e publicaram diversos autores de muitas nacionalidades, entre eles, C. Heinke.

Fonte: Revista Escolar. Orgam da Directoria Geral da Instrucção Publica.
1925-1927.

A Revista Escolar, servia como um tipo de manual para consulta dos professores do estado⁷⁹, e não era diferente com as duas edições que apresentam conteúdos sobre eletricidade.

Os conteúdos apresentados sobre eletricidade podem ter tido, essencialmente, dois tipos de utilidade. Na primeira, formavam os próprios professores, pois por meio dos conteúdos apresentados nas revistas, eles ficavam a par dos mais “modernos” métodos de ensino. Em uma segunda perspectiva podem ter sido usados diretamente em sala de aula. Provavelmente as revistas serviam para as duas possibilidades.

A Revista foi utilizada como meio de divulgação do método intuitivo (lição de coisas) e de seus instrumentos de aplicação. As lições de eletricidade eram apresentadas na seção de “Lições Práticas” da Revista. A estrutura de apresentação dessas lições é sempre similar, como podemos constatar na pesquisa de Marchi da Silva.

Percebe-se que a aula proposta é totalmente baseada no diálogo entre professor e aluno, este inquirido pelo mestre. Tal método era conhecido como método socrático, em que o ensino era baseado em perguntas. Outro ponto de destaque é que a Revista Escolar escolhe apresentar um exemplo ‘prático’ de aula, optando claramente por uma das variedades de procedimentos de lição de coisas ao estilo perguntas e respostas, demarcando essa ação como ‘prática’. Trata-se de um exemplo modelar. (2015, p. 125).

Esse “exemplo modelar” citado pela autora indica também como era apresentado o ensino de eletricidade, o ensino deveria ser baseado em uma conversa entre professor e aluno. A efetivação dessas lições pode ser problematizada, já que essa estrutura de apresentação de conteúdo não deixa espaço algum para quaisquer eventualidades, ou seja, se acontece algo não prescrito nas lições, como o professor deveria reagir? Infelizmente, não localizamos documentos descritivos sobre a ação e aula dos professores. Mas

⁷⁹ Na primeira edição da Revista Escolar, podemos ler, “Certa do apoio das classes letradas e, principalmente, do concurso intellectual do professorado, a REVISTA ESCOLAR espera poder contribuir efficazmente para o aperfeiçoamento do ensino publico paulista. Ella aguarda, pois, com prazer, collaborações de character didactico, informações pedagogicas, instrucções, esclarecimentos, emfim todo e qualquer trabalho que se harmonize com a sua natureza e os seus fins”. (REVISTA ESCOLAR, 1925, p. 1).

afirmar que as aulas ocorriam exatamente como prescritas nas lições das revistas, é, certamente, ingênuo.

As lições sobre electricidade são encontradas na quarta e trigésima terceira edição da Revista Escolar. Transcrevemos aqui as lições contidas nas duas edições.

Quadro 11 – Raios e para-raios na Revista Escolar.

Professor. – Chove. Sei que alguns de vocês ficam com medo do raio. Pois bem; hoje, nossa lição é justamente sobre esse phenomeno da natureza.

Vamos friccionar com este panno de lã este pau de lacre. Agora, que notam vocês?

Alumno. – O pau de lacre attráe os pedaços de papel.

P. – Si fecharmos as janelas e ficarmos ás escuras, vocês verão sair faiscazinhas do lacre.

A. – Será isso a electricidade?

P. – E', sim. E as nuvens, estão todas cheias, carregadas de electricidade, como se costuma dizer.

A. – Que é electricidade?

P. – E' um poderoso agente que muito nos auxilia. Entretanto, até hoje ainda não se chegou a conhecer a natureza da electricidade.

O que vocês devem saber é que há duas especies de electricidade: uma positiva e outra negativa.

Quando dois corpos têm a mesma electricidade – positiva ou negativa – elles se repellem; só se attráem, quando uma é positiva e outra, negativa.

A. – Como apparece a electricidade na terra?

P. – Pelas fricções; pelo attricto constante do ar contra o sólo; pela combustão...

A. – Que é combustão?

P. – E' o arder, o queimar, dos corpos. Uma véla accesa é um corpo em combustão. Pois as nuvens tambem tendo electricidade, positiva e negativa, se attráem; no seu encontro, mais ou menos rápido, produzem o raio, o relampago e o trovão.

A. – E' verdade que há machinas que produzem electricidade?

P. – Há; porém esse estudo não é objecto de nossa lição.

A. – O raio não é o relampago?

P. – E' uma descarga electrica acompanhada de relampagos. Essa descarga electrica vem das nuvens para a terra.

Os relampagos se reduzem a traços em zig-zags de fogo, no céu.

A. – O trovão é o ruído da descarga; mas perigoso é só o raio, não é?

P. – E', sim. Sabem vocês o que o raio póde fazer?

A. – Matar a gente.

A. – Incendiar uma casa.

A. – Fazer buracos no sólo.

A. – Arrebentar as arvores.

P. – Bem. Ainda mais: o raio altera a direcção da bussola, o que é muito perigoso para os navios em alto mar.

Chega a derreter correntes de ferro, e faz ainda uma coisa muitissimo curiosa: escutem bem. O raio póde photographar mais ou menos os objectos que destróe, uma vez que encontre em sua passagem uma superfície propria para estampal-os.

A. – E' verdade que quem morre de raio não ouve o estampido, nem vê a luz?

P. – E' exacto. Porém diga assim: quem morre fulminado pelo raio.

A. – E, para evitarmos o raio, que devemos fazer?

P. – Houve um homem que arranjou um aparelho para impedir os desastres do raio.

A. – Eu sei; esse aparelho é o para-raios, não é?

P. – E' sim. E o homem, sabem quem foi?

A. – Foi Franklin.

P. – Optimo! Benjamin Franklin, um philosopho e estadista norte-americano.

A. – E' verdade que Franklin foi muito amigo de Washington, presidente dos Estados Unidos?

P. – E', sim. Tomou grande parte independencia desse paiz, fez parte da assembleia que redigiu a constituição dos Estados Unidos.

A. – Que grande homem!

P. – E porque não tratarão de imita-lo?

A. – Elle já nasceu grande!

P. – Pelo contrário. Os paes nem puderam cuidar da instrucção d'elle em menino.

A. – Devéras?!

P. – Não seja incredulo... E esse grande homem foi empregado numa fabrica de vélas, depois typographo... Mas, voltemos ao nosso para-raios. Olhem para a casa vizinha. Não vêem, lá em cima, uma haste apontando para o céu?

A. – E' o para-raios?

P. – E'. O para-raios consta de duas partes: a haste e o conductor.

A haste, geralmente com 5 a 10 metros, tem na ponta superior uma parte de platina que melhor resiste á fusão.

O conductor estabelece comunicação entre a haste e o sólo; muitas vezes termina num poço.

A. – Como é que o para-raios preserva do raio?

P. – Provocando a descarga electrica, cuja corrente vae da ponta ao chão.

A. – E dahi não há perigo?

P. – Não. E vocês precisam saber que em ocasiões de tempestade é melhor ficarem ensopados que se enconderem debaixo das arvores. Ainda mais: que a roupa molhada é um bom conductor de electricidade levando-a logo para o chão.

A. – Não há outras espécies de para-raios?

P. – Só conheço mais uma, inventada por um sábio belga – Melsens. Essa se apresenta sob a fórmula duma rede de conductores collocados nos telhados. Em certos pontos erguem-se feixes para o alto, porém a electricidade deve descer também para o sólo. A torre Eiffel e diversos monumentos importantes têm essa especie de para-raios.

Fonte: Revista Escolar. Edição nº4, 1925. Acervo: Arquivo Público do Estado de São Paulo.

Supostamente, a aula deveria começar com uma explanação inicial do professor sobre a natureza, as definições e os efeitos da eletricidade. Durante toda a lição, os alunos sempre questionam e o professor inicia um direcionamento do assunto para a eletricidade atmosférica, que se dá, basicamente, por meio dos raios - descargas elétricas advindas dos céus.

O professor explica o que são os raios e indaga os alunos sobre os efeitos desse tipo de eletricidade em diversas situação da vida cotidiana. De acordo com as – supostas- respostas, os raios poderiam matar, incendiar casas, fazer buracos no solo ou arrebentar árvores inteiras. o discurso utilizado pelo docente aponta para o medo e a insegurança dos alunos, pois feitas essas considerações, ele pode apresentar os efeitos benéficos do para-raios. Depois de uma breve explicação histórica, o professor cita dois tipos de para-raios, o de Franklin e o de Melsens, além de apresentar a estrutura do objeto. O para-raios consta de duas partes: a haste e o condutor, “a haste, geralmente com 5 a 10 metros, tem na ponta superior uma parte de platina que melhor resiste á fusão. O conductor estabelece comunicação entre a haste e o sólo; muitas vezes termina num poço”. (REVISTA ESCOLAR, 1925, p. 28).

A segunda lição sobre eletricidade encontrada na Revista Escolar, foi publicada dois anos depois do modelo de aula sobre o para-raios. Nessa edição, o tema abordado é o fenômeno da eletricidade em aspectos gerais. Em relação a estrutura de apresentação, talvez a maior diferenciação seja que nessa segunda edição, não são previstos os personagens de fala na lição (Professor e Alumno).

Quadro 12 – “A Electricidade” na Revista Escolar.

- Tenho observado, professor, que os empregados da Light, quando trabalham com os fios dos bondes, usam luvas de borracha. Será que assim eles não correm perigo?

- Perfeitamente. Estou vendo que você, Arthur, está com vontade de saber alguma coisa a respeito da electricidade. Pois vamos estudal-a e chegaremos ao ponto que deseja saber, isto é, sobre os corpos bons e máos conductores de electricidade.

- Então, ha corpos que facilitam a boa ou a má conducção da electricidade?

- Exactamente, Paulo.

Em primeiro lugar, é preciso saber que a electricidade é um phenomemo physico poderosissimo, que se manifesta por diversos modos: são os phenomenos electricos.

- Deve sêr muito interessante o estudo da electricidade!

- E' interessante e muito elevado.

Antes de tudo, saibam que a electricidade compreende duas partes: electricidade estatica, que estuda as leis que regem o equilibrio da electricidade, e electricidade dinamica, que estuda as correntes electricas.

- De que maneira a electricidade é produzida?

- Vocês é que me vão responder essa pergunta.

- Eu sei, professor. E' pela luz...

- Vamos por partes: o que é que produz a luz, Moacyr?

- O calor, não é?

- Sim. A electricidade desenvolve-se, por diversas maneiras: pelo calor, como já falámos, pelo attricto, pela pressão, pela reacções chimicas etc.

- E tanto faz sêr desenvolvida pelo calor ou pela pressão, o effeito é sempre o mesmo?

- Não. Os effeitos são differentes. Nos estudos dos magnetes ha a considerar a attracção e a repulsão... Outros effeitos ha, ainda, como por exemplo, phenomenos luminosos, calor, reacções chimicas e outros.

- Seria bom se pudessemos observar alguns desses effeitos, professor.

- Aqui não temos á mão as substancias que nos poderiam auxiliar numa experiencia. Entretanto, poderão experimentar em casa, do seguinte modo: esfregando fortemente um panno de lã nalguma das substancias seguintes: resina, vidro ambar; ficarão ellas carregadas de electricidade, podendo depois attrair outros corpos bem mais leves, como pedacinhos de papel.

- E esses corpos attrahidos, que nome ficam tendo, professor?

- São chamados: corpos electrizados.

- Mas, com certeza, ha aparelhos que provem esses phenomenos...

- Sim. Esses corpos electrizados pelo attricto ou fricção, podem sêr explicados de acordo com o pêndulo electrico.

- De que consta esse aparelho, professor?

- Esperem um pouco; vamos vêr si o encontramos no laboratorio da nossa escola. Eil-o, aqui. Vejam esta barra de vidro assentada num pé de metal e observem como tem o vidro, na sua parte superior, uma vareta de metal recurvada, onde está suspensa por um fio de seda, uma bolinha de miolo de sabugueiro.

- E' verdade... E como é que se faz a experiencia?

- Prestem atenção, que lhes vou explicar.

Aproxima-se da bolinha um corpo electrizado e há nesse momento uma attracção: a bolinha toca no corpo; e volta de novo, dando-se a repulsão.

- O Sr., com certeza, vae chegar, ao ponto em que fala nos corpos bons e máos conductores da electricidade?

- Vamos justamente, a esse ponto. Que entende você por corpo bom conductor de calor, Rubens?

- Deve sêr aquelle que facilita a transmissão da electricidade...

- E máos conductores, são justamente o contrario, não é?

- Perfeitamente. Então, as luvas que os operarios usam quando trabalham com os fios dos bondes, servem para que, José?

- Servem para isolar, porque não deixam passar a electricidade e são, portanto, máos conductores.

- Dê-me alguns exemplos de corpos máos conductores de calor, Plinio.

- A borracha, o vidro, a madeira...

- A resina, a seda, etc.

- Agora, é o Oscar que me vae dar alguns exemplos de corpos bons conductores.

- Eu conheço sómente os metaes...

- Temos tambem o ar húmido, o carvão calcinado e outros mais.

Fonte: Revista Escolar. Edição nº1, 1927. Acervo: Arquivo Público do Estado de São Paulo.

Novamente, a lição transcorre como um diálogo entre o aluno e professor. Nessa edição da Revista, em específico, a lição começa com uma pergunta do aluno, que cria uma relação entre o transporte público do início do século XX, – tão influenciado pelos bondes elétricos e ferrovias – e a eletricidade, usando como exemplo um funcionário da Light, empresa norte-americana que atuou de forma ativa no transporte público paulista nas primeiras décadas do século.

De acordo com a proposta da lição, o professor deve moldar o tema até chegar em conteúdos próprios da eletricidade – como bons e maus condutores, teorias que eventualmente responderiam a pergunta do aluno sobre as luvas de borracha usadas pelo funcionário da Light.

A atividade transcorre com o professor realizando algumas explicações e explicando a natureza, os tipos de eletricidade, como ela é produzida e outros questionamentos similares.

Para eletrizar determinados corpos, o professor descreve uma experiência sobre eletrização, que poderia até mesmo ser realizada na casa de cada um dos alunos. Como um tipo de prova sobre o fenômeno, ele ainda apresenta o pêndulo elétrico – objeto científico para o ensino de eletricidade que testa se um corpo está ou não eletrizado. Posteriormente, propõe uma experiência com o pêndulo – a mais simples possível -, “aproxima-se da bolinha um corpo eletrizado e ha nesse momento uma atracção: a bolinha toca no corpo; e volta de novo, dando-se a repulsão. (REVISTA ESCOLAR, 1927, p. 41). Por fim, o professor retoma o começo da aula quando cita a utilidade das luvas para os operários da Light, ela serve para isolar a eletricidade, portanto, podem ser considerados maus condutores.

Por fim, embora as duas revistas tratassem da eletricidade e da formação de profissionais da educação, cada uma tinha sua especificidade. A começar pelo âmbito de produção. Uma era destinada aos professores por meio de “maiores poderes”, como o governo do estado, a outra consistia na relação “entre pares”, uma revista elaborada por uma associação de professores que disseminada moldes de aula e formas de ensinar não só a eletricidade, mas também outros conteúdos.

Aparentemente, a Revista de Ensino – nas edições que se voltou para o estudo da eletricidade – se preocupava mais com o caráter técnico da eletricidade. O modelo de um respeitado professor alemão foi traduzido e exposto como conteúdo sobre eletricidade, a questão é que o conteúdo parece bem formativo e direcionado aos professores, que se atualizariam nos conteúdos sobre o fenômeno elétrico de acordo com o estudo em alemão. Resumidamente, os textos, tinham como finalidade atualizar os professores de física, ao mesmo tempo, que demonstrava e dava exemplos sobre experiências e aulas de eletricidade.

A Revista Escolar contava com um discurso um pouco mais direto. Nos escritos da revista, eram expostos modelos prontos de aula, baseados em perguntas e respostas, em um diálogo, entre professor e aluno. Os modelos descritos pela revista, podiam ser utilizados pelos professores de forma mais direta em sala de aula. Eram apresentados conteúdos de relevância para a época, como o estudo de para-raios e as aplicações técnicas e “modernas” da eletricidade, como a relação do fenômeno elétrico com o trabalho nas ferrovias.

Além disso, a prática de perguntas e respostas é prática corrente sobre o método intuitivo e das lições de coisas. A proposta nas revistas escolares é quase totalmente baseada nesse tipo de “conversa” entre professor e aluno. Tal método também era conhecido como “socrático”.

Esse tipo de aula, sempre começava a partir do estudo sobre algum objeto – no nosso caso, citamos o ensino sobre para-raios-, que deveria “instigar a curiosidade do aluno, e ao professor, caberia não somente orientar os alunos para a observação do objeto em si, mas principalmente, contextualizá-lo no local onde estava inserido”. (MARCHI DA SILVA, 2015, p. 126).

Marchi da Silva, aponta também, para possíveis funções e participações dos alunos e professores nesse modelo de aula,

Percebe-se que (...) a participação do aluno nesse processo era ativada, em todo momento, inquerindo o professor sobre o objeto, assim como o professor prova os alunos para a observação do objeto e sua utilidade. O aluno, portanto, tinha a “liberdade” de guiar os ensinamentos do professor, a partir de seus interesses individuais sobre o objeto, muito embora o professor seja o gerenciador da atividade. Ao professor, caberia a função não somente de suprir essas necessidades, mas de tentar “guiar” essa curiosidade natural dos alunos, para o que realmente interessava na aula. (MARCHI DA SILVA, 2015, p. 126).

Esse tipo de estrutura pode ser verificada tanto na Revista de Ensino, como na Revista Escolar, para os conteúdos de eletricidade. No primeiro exemplo, o estudo não era estruturado por um objeto em si, mas por uma pergunta “O que é a eletricidade”?, o segundo exemplo segue o modelo apontado pela autora de forma mais fiel, como por exemplo, quando estuda os para-raios.

Capítulo III – O ensino de eletricidade e suas possibilidades práticas: As lições e experimentos científicos para a Eletricidade

Nesse último capítulo da dissertação, são apresentadas inferências e aproximações em relação ao que se apresenta como possibilidade de ensino de eletricidade no fim do século XIX, e nas três primeiras décadas do XX. Foram utilizados documentos de diferentes naturezas para responder a questionamentos sobre o ensino na prática.

Aqui são abordadas as lições, os experimentos, além de um estudo sobre os objetos científicos para o ensino de eletricidade em sua completude – levando em consideração seus aspectos internos (intrínsecos) e externos (extrínsecos), que inclusive, serviram de metodologia para o estudo deles. Para a análise desses objetos, dividimos os conjuntos em três categorias diferentes, a eletricidade estática, dinâmica e o eletromagnetismo/magnetismo. Além dos artefatos, também foram discutidas outras possibilidades em relação ao ensino de eletricidade, em diários de lições (cadernos) de alunos do período, ou em revistas escolares, que propunham ensinamentos ao professorado paulista.

O ensino de física e eletricidade por meio dos objetos e experimentos científicos no ensino secundário

O estudo da física se intensificou no currículo do ensino secundário paulista e brasileiro principalmente da década de 1890. Para esse nível de ensino seriam prescritas durante décadas metodologias que se utilizavam de objetos científicos dos mais diversos tipos e experimentos dentro das escolas de ensino secundário no estado e no país.

Diferente do ensino primário, que lidava basicamente com concepções gerais sobre a física e citações sobre grandes invenções e experimentos, no ensino secundário seriam aprofundados os assuntos no que concerne à

eletricidade, o modo de ensinar e as práticas mudavam de forma marcante, e o ensino se tornava mais operatório, ao menos no plano da demonstração com objetos.

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.

A Lei n.88 de 1892, dispõe sobre o ensino secundário nos Ginásios do Estado em seus Art. 18 e 19. Algumas prescrições podem ser destacadas. O Art. 18 divide os cursos dos ginásios em dois, um científico e outro literário. No curso comum (igual aos dois cursos nos primeiros anos de estudo), é proposto o ensino de “*Physica e chimica experimental*”, no curso científico especifica-se o “Estudo complementar da *physica, chimica e historia natural*” (SÃO PAULO, 1892). Cabe destacar que o ensino de física para o ensino primário não contava com indicações como “estudo experimental”⁸⁰. Esse tipo de metodologia de ensino, experimental e com objetos científicos era prescrita, de forma mais específica, para o ensino secundário.

Nesse sentido, é relevante também analisarmos as prescrições sobre os espaços para esse tipo de ensino.

Artigo 20. – Estes gymnasios serão providos de laboratorios, gabinetes, colleções de historia natural, bibliotheca e de todo o material necessario para o ensino e os trabalhos praticos dos alumnos. (SÃO PAULO, 1892).

A valorização do espaço para o ensino prático e experimental é encontrado no Art. 20 da Lei n.88 e em diversas outras legislações educacionais do fim do século XIX, começo do XX. Os ginásios – como instituições modelares de ensino secundário – deveriam estar providas de laboratórios, gabinetes e coleções para o ensino das ciências naturais, da física e da eletricidade. Ainda nesse sentido, podemos citar o Art. 9, do Regulamento dos Ginásios do Estado de São Paulo, “O ensino de *Physica e Chimica* terá por base repetidas

⁸⁰ No tocante ao ensino primário, as legislações sempre utilizavam termos diferenciados: “Noções de *physica, chimica e historia natural*, nas suas mais simples *aplicações*, especialmente *á hygiene*” (SÃO PAULO, 1894, grifo nosso). Aprender esse tipo de ensino em suas mais simples aplicações e relacioná-lo com a higiene pública exemplifica o teor generalista e para o uso do cotidiano do jovem, não necessariamente preocupando-se com questões aprofundadas do ensino de física.

experiências em gabinetes e laboratórios, acompanhando a exposição e explicação methodica das respectivas theorias". (SÃO PAULO, 1895). Alinha-se então, as experiências práticas com as teorias da física e da química. Os discursos proferidos na Lei n.88, de 1892, encontram embasamento concreto nos regulamentos dos ginásios, três anos depois.

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 foi moldada por experimentações, fato esse que só se transforma no século XX, com a disseminação dos estudos matemáticos.

Historicamente, o ensino de física contou com duas correntes de pensamento diferentes: uma física tradicional e matemática⁸¹ e uma outra, com o surgimento condicionado à Francis Bacon – chamada de ciência baconiana, que se pautava em estudos experimentais da física⁸².

A “nova” física chamada de baconiana era essencialmente experimental e prática, pois recolhia fatos, experiências providas por artesãos e mesmo por curiosos da época⁸³.

A Física ficou metade naquela ciência matemática e metade nessa outra. Por exemplo, podemos citar a eletricidade, o magnetismo; também a construção de um série de instrumentos de medida que antes eram desconhecidos como, por exemplo, o barômetro e o termômetro. (SCHENBERG, 2001, p. 70).

⁸¹ Hamburger explica o nascimento dessa “física matemática”, de acordo com o autor essa corrente de pensamento se desenvolveu principalmente depois dos estudos de Isaac Newton, pois “cálculos matemáticos cada vez mais complicados foram inventados para permitir explicar e prever em todos os seus detalhes os movimentos dos planetas e de seus satélites, e dos cometas. Nasceu assim uma parte importante da Física, a *Física matemática*, em que os diversos métodos de cálculo são aplicados aos fenômenos naturais para compreendê-los e às vezes até para poder controlá-los. Os métodos conhecidos são utilizados, e também são desenvolvidas ideias novas na própria matemática”. (1992, p. 11).

⁸² Havia na realidade duas correntes diferentes. Uma era a Física, que continuava a tradição, que incluía os campos que já tinham tido um desenvolvimento mais ou menos importante na Antiguidade e na Idade Média. Eram os mais altamente matematizados, por exemplo, no caso da Física, a óptica, um pouco de estática e de hidrostática, formulados na antiguidade (...) A outra corrente, hoje é chamada de ciência baconiana devido a Francis Bacon, um filósofo muito importante e influente naquela época, além de se aventurar na vida política. (SCHENBERG, 2001, p. 69).

⁸³ “Em termos do método da ciência, o que é mais verdadeiro na teoria deve ter uma maior capacidade para a atividade prática, os resultados práticos não são apenas para o benefício da vida, mas também são referências para garantir a verdade. Assim era o pensamento de Bacon. A filosofia de Bacon confere um novo estatuto à nova ciência: trata-se de tomar em mãos o concreto, a fim de pensá-lo por meio de teorias exatas, de modo que a ‘arte’, o trabalho de manipulação das coisas, tornar-se-á um colaborador da ciência”. (WUO, 2003, p. 302).

Assim, determinados campos de estudo da física eram ligados diretamente aos estudos matemáticos, que tinham uma tradição desde a antiguidade, tais como óptica, estática, hidrostática e mecânica (SCHENBERG, 2001, p. 69). Porém, como já exposto, nota-se o surgimento de um outro tipo de física chamada de experimental, que teria como um dos mais relevantes conteúdos a eletricidade. Nesse ínterim, destaca-se o desenvolvimento de objetos e instrumentos científicos, que serviram como base para o estudo da eletricidade experimental.

(...) temos de salientar a importância da descoberta e desenvolvimento dos instrumentos de medida em Física. Foi através dos trabalhos neste ramo da física do século XVII que se desenvolveram o termômetro, o barômetro, o calorímetro e vários instrumentos elétricos. Assim, nessa ciência baconiana se acumulou muita informação de vários ramos da Física, em particular da eletricidade, onde houve, de repente, um grande progresso quando Coulomb descobriu a lei da atração entre as cargas elétricas. (SCHENBERG, 2001, p. 88).

Com a elaboração dos instrumentos de medida na física, essa ciência pôde acumular informações de diversos ramos da física, mas uma continuava se destacando como um campo experimental da disciplina: a eletricidade, nesse caso, com os estudos de Coulomb sobre cargas elétricas. Porém, o estudo sobre eletricidade mudaria radicalmente em meados do século XX, quando a Lei de Coulomb passava a incorporar e aceitar teorias matemáticas em suas explicações.

É possível inferir que os estudos sobre a eletricidade durante o período proposto por essa pesquisa era pautado pelo o que se entendia por “experimentação” já que as prescrições apontam para o estudo de fenômenos em relação ao uso das máquinas e instrumentos, fato que, aparentemente, só mudaria com a introdução do estudo matematizado dos campos elétricos, conteúdo concebido por meio de estudos ligados à matemática e que merece uma outra pesquisa, no sentido de que mostra uma modificação estrutural nos saberes da disciplina em geral e do tema da eletricidade de maneira específica⁸⁴.

⁸⁴ É interessante notar que, no caso da introdução de campos, a matemática necessária já estava desenvolvida. Então, a eletricidade que era um ramo da ciência baconiana, tipicamente não matemática, tornou-se, de repente, um dos ramos mais matemáticos de toda a Física. Hoje a eletricidade e o magnetismo são ramos da Física, dos quais mais se conhece a formulação matemática. (SCHENBERG, 2001, p. 89).

Dessa maneira, torna-se de fundamental importância o estudo sobre os objetos científicos de física para o ensino de eletricidade, em suas diversas ramificações como os aparelhos de medição, máquinas, além de motores, dínamos, entre outros. Por fim, “toda rede de significados, pressuposta e inscrita neles, requer informações complementares e operações cognitivas e analíticas para descortinar os sentidos que encerram” (ZANCUL, 2012, p. 94). O estudo acerca desses objetos científicos se enriquece e deve contar com o cotejamento de outras fontes históricas⁸⁵, como os livros didáticos, regulamentações e documentos de dentro da escola, como os cadernos de lições. O capítulo procura cotejar documentos para apresentar excertos sobre o ensino de eletricidade com os objetos científicos na relação com suas prescrições e exercícios e quais foram as possibilidades de análise das práticas de aula propostas.

O ensino de eletricidade no Diário de Lições

As práticas para o ensino de eletricidade não podem ser descritas com absoluta exatidão, já que os documentos referentes a sala de aula e os planos de ensino geralmente ficavam a cargo do professor que é um sujeito, a princípio, livre para fazer suas adaptações às prescrições e, até mesmo, cometer erros. Mas isso não impede a análise da documentação para discutir as possibilidades apresentadas no campo das práticas, inclusive considerando que os objetos para o ensino da eletricidade possuem uma função operatória clara.

Analisaremos como era o ensino de eletricidade no começo do século XX, por meio do Diário de Lições de Norberto de Almeida, aluno da Escola Normal de São Paulo, que foi uma importante instituição escolar da história do estado. A escola formou durante décadas professores que atuavam nos mais diversos âmbitos do ensino paulista, como as escolas primárias (preliminares e complementares), as instituições de ensino secundário do estado e secretarias governamentais, além da possibilidade de ocupação de cargos legislativos.

⁸⁵ De acordo com Zancul, quando analisa os objetos científicos da Escola Estadual Bento de Abreu (EEBA), os “objetos antigos possuem expressivo valor como artefatos da cultura material da escola e podem ser relacionados a programas e propostas para o ensino de Ciências de uma maneira mais geral, e de Física, em particular, formulados na primeira metade do século XX”. (2012, pg. 84).

Em seu período de funcionamento, a escola passou por diversos problemas e turbulências. A instituição só começou a funcionar em definitivo no ano de 1880, por meio da Lei nº130, que reforma o ensino no estado. De acordo com a norma, o número de disciplinas é expandido. O ensino de física e eletricidade surge na quinta cadeira da escola, e eram previstos o ensino de “francez, noções de physica e chimica” (SÃO PAULO, 1880). O primeiro professor do colégio foi o Dr. Paulo Bourroul, responsável direto pela organização e montagem do Laboratório de Física e Química da Escola Normal.

Já na década de 1890, o diretor do colégio de 1893 a 1897, reforma todo o laboratório que física e química que se encontrava em “mau estado”. De acordo com esse mesmo diretor, ao final da contagem o laboratório contava com 254 objetos para o ensino de física, dos quais 98, estavam diretamente ligados ao ensino de eletricidade. (SÃO PAULO, 1894).

A carga horária para o ensino de física e química na Escola Normal, era definitivamente menor do que as disciplinas literárias ou “clássicas”. No ano de 1912, verificamos duas leis que atestam esse fato. De acordo com a Lei n. 1311, Art. 4, o ensino de física e química só seriam ministrados no 3º ano, em três horas/aula semanais, carga horária reduzida se levarmos em consideração os estudos de português, francês ou matemática (SÃO PAULO, 1912a). A Lei n. 1341, que reforma as Escolas Normaes Secundarias, segue a mesma tendência. De acordo com a carga horária da Escola Normal no ano de 1912, o ensino de física e química era destinado apenas ao terceiro ano letivo da Escola Normal. A quantidade de aulas semanais, por sessão (masculina e feminina) seriam quatro horas/aula. Ao todo, o ensino de física e química tinham oito horas semanais. (SÃO PAULO, 1912b).

Para realizarmos uma aproximação ao que acontecia nas salas de aula física e nos laboratórios da Escola Normal, utilizaremos o Diário de Lições mencionado. Esse “Diário” é um tipo de caderno que foi usado por Almeida em suas anotações durante as aulas na Escola Normal, quando estava no terceiro ano – em que estavam prescritos os conteúdos de eletricidade⁸⁶. De acordo com

⁸⁶ Os Diários de Lições de Norberto de Almeida no terceiro e quarto está disponível no Acervo da Escola Caetano de Campos (AHECC). CRE Mario Covas – EFAPE. Nessa pesquisa, utilizaremos apenas o livro do terceiro ano, datado de 1902, pois é o único que apresenta conteúdos sobre eletricidade.

as anotações de Almeida, as aulas de física aconteciam as terças e quintas feiras, além de sábado, ao meio dia. (ALMEIDA, 1902). O autor registra os conteúdos de eletricidade abordados, além do dia que foram ministrados.

Quadro 13 – Conteúdos de eletricidade no Diário de Lições de Norberto de Almeida.

<i>Data</i>	<i>Conteúdo</i>
21 de outubro de 1902.	Electrophoro e machinas dynamicas.
23 de outubro de 1902.	Condensadores electricos. Baterias electricas. Efeitos electrostaticos.
01 de novembro de 1902.	Pilhas electricas.
04 de novembro de 1902.	Experiencia do bonde electrico. Luz electrica.
06 de novembro de 1902.	Processos de magnetismo.
08 de novembro de 1902.	Íman.

Fonte: Diário de Lições. Norberto de Almeida, 1902. Acervo da Escola Caetano de Campos (AHECC). CRE Mario Covas – EFAPE.

As anotações de Norberto de Almeida apresentam de forma cronológica quais foram os conteúdos de eletricidade estudados na Escola Normal de São Paulo no começo do século XX. As primeiras lições dizem respeito ao eletróforo e as máquinas de eletricidade dinâmica,

O electrophoro é a mais simples das machinas electricas: consiste em um disco circular de resina, com resina, sobre o qual se fricciona um outro disco de madeira coberto de estanho produzindo ahí electricidade. O 2º disco tem cabo de vidro que serve para isolar a electricidade. A pelle de gato friccionando a resina decompõe-se a electricidade neutra que existe ficando a pelle de gato com electricidade positiva e a resina com electricidade negativa. (ALMEIDA, 1902, p. 704).

Depois de uma breve explicação sobre no que consiste a estrutura do objeto, é apresentado um experimento para a demonstração da função principal do aparelho. Aqui, não existem anotações específicas, e sim gerais sobre como funciona a experiência, seguindo os passos descritos, assim, friccionando a “pele de gato” contra o vidro, a pele fica com eletricidade negativa, enquanto o vidro atrai toda a positiva.

No Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, podemos encontrar três exemplares diferentes do objeto. O objeto servia, essencialmente, para a produção de pequenas descargas em experiências de

eletrostática. A simplicidade em relação à estrutura do objeto nos leva a acreditar que o artefato, muito provavelmente, era manuseado por alunos e não só pelo professor como os objetos científicos mais complexos.

Figura 25 – Eletróforo



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*, 2019.

O mesmo funcionamento do objeto descrito por Almeida, pode ser encontrado no livro didático de Francisco Ribeiro Nobre, “carrega-se o bôlo de resina d’electricidade negativa batendo-o com uma pele de gato bêm seca; depois coloca-se sôbre a resina o prato metálico que se electriza por influênci da resina, desenvolvendo electricidade positiva e negativa nas faces” (1931, p. 538).

Ainda no dia 21 de outubro, o normalista apresenta um outro artefato para o estudo da electricidade estática,

Machina de Ramsden. Nesta machina ha duas columnas horizontaes presas a uma mais fina que fixa na extremidade das duas. É assentada sobre 4 pés de vidro. O disco de vidro é movido por uma força qualquer (muscular tambem). O vidro passa por almofadas feitas de marfim e cabelo de cavallo e que são duas, uma collocada superiormente e outra inferiormente. O disco de vidro passa pelas almofadas e por (~~dentro de uma ferradura~~) entre os dentes de um arco em forma de ferradura. O que fica electrizado é tão somente a corôa. Os pentes colocados entre as almofadas servem para chamar a electricidade que se escôa facilmente pelas pontas. Dahi a applicação de para-raio. (ALMEIDA, 1902, p. 705/706).

Até esse momento das anotações, o autor explica a estrutura da máquina, mas logo anota inferências sobre teorias da eletricidade que podem ser explicadas pela máquina,

Todos os corpos tem electricidade. Esta electricidade é positiva ou negativa, se diz neutra quando a positiva está reunida a negativa. Uma vez que se decompõe a electricidade, há corpos que attrahem electricidade positiva e outros a negativa. Mas isto em relação com os corpos attritados. O vidro passando pelas almofadas, como se prepara na machina Ramsden, decompõe-se a electricidade neutra que tem: a almofada fica com a electricidade negativa que vai para a terra, reservatório comum, e o vidro fica com a electricidade positiva, que não se espalha porque o vidro é isolante. O vidro passando pelos dentes da machina, a electricidade positiva que o vidro tem attrahe a negativa pelos pentes e fica o vidro neutro. Ao passo que a electricidade positiva dos pentes é repelida e vai fazer a carga na machina. A electricidade esta sempre na parte externa. Quando a electricidade é em grande quantidade penetra fracção de milimetro. (ALMEIDA, 1902, p. 707/708).

Com essa explicação, Almeida demonstra que o funcionamento da máquina de Ramsden pode confirmar – e demonstrar – a, já estabelecida, teoria da eletricidade positiva e negativa. Assim, afirmamos que as máquinas elétricas e os outros objetos científicos podiam servir como balizadores das teorias elétricas, além de servir para a demonstração aos alunos da Escola Normal e de outras instituições do período. A seguir, um exemplar da máquina encontrado no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

Figura 26 – Máquina de Ramsden



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*, 2019.

Comparando a descrição de Norberto de Almeida, com o livro de Francisco R. Nobre, encontramos, novamente, descrições parecidas sobre o funcionamento da máquina⁸⁷.

No dia 23 de outubro de 1902, os assuntos abordados nas aulas foram condensadores elétricos, baterias e efeitos eletrostáticos. As anotações começam com explicações sobre a estrutura e funcionamento das “Botelhas” de Leyde.

A botelha de Leyde é uma garrafa coberta exteriormente com estanho e tendo dentro substancias metallicas. Na botelha de Leyde, a electricidade não se accumula nem no estanho, nem nas substancias metallicas no interior da garrafa. É tambem o caso em que a electricidade ocupa o interior do copo, garrafa,

⁸⁷ “O funcionamento e a teoria desta máquina são facéis de compreender. Com efeito, quando se põe o disco em movimento, este electriza-se positivamente pelo atrito e as almofadas electrizam-se negativamente; mas a electricidade das almofadas escôa-se para a terra, ao passo que a electricidade do disco conserva-se fixa e decompõe por influência o fluido neutro dos condutores: repele a electricidade positiva, e atrái a electricidade negativa, que se escôa pelas pontas e se projecta sobre o vidro neutralizando-o na região que se encontra em presença dos pentes”. (NOBRE, 1931, p. 539).

ou a parte concava da vasilha de vidro. A positiva fica no interior e a negativa no exterior. (ALMEIDA, 1902, p. 720).

As garrafas de Leyde, eram notadamente os mais divulgados e práticos condensadores elétricos da época, e é desse tipo de condensador que surgiram as primeiras baterias elétricas.

Baterias electricas são botelhas de Leyde, em numero de 1,2,3 etc ou 10, reunidas unidas exteriormente pela caixa em que são colocados e interiormente por uma armação metálica denominada arvore, para produzir efeitos poderosos. Para descarregar os condensadores usa-se de excitador. (ALMEIDA, 1902, p. 721).

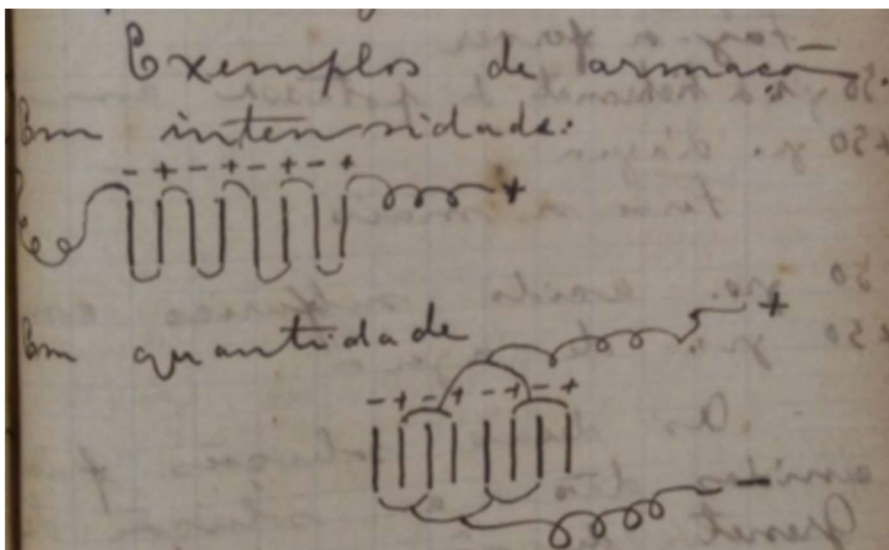
As baterias se popularizariam muito, se tornando um tipo de condensador mais útil e poderoso do que as garrafas de Leyden. Porém, sua primeira estrutura provêm das “botelhas”. Na mesma aula, algumas explicações são feitas sobre os efeitos da eletricidade estática, mecânicos, físicos e fisiológicos.

Em 1 de novembro de 1902, os conteúdos sobre eletricidade dinâmica são introduzidos, com o estudo das pilhas elétricas.

Todas as pilhas tem dois elementos; um atacado pela solução chimica outro não atacado. Podem-se armar as pilhas em intensidade ou em quantidade. Para armar em intensidade unem-se os polos contrarios. Para armar em quantidade unem-se os polos eguaes. (ALMEIDA, 1902, p. 781).

As anotações de Almeida, apresentam as primeiras considerações sobre os “elementos” das pilhas e explica seu tipo de “armação”. Depois dessa explicação, o autor demonstra os exemplos de armação em desenhos,

Figura 27 – Exemplos de armação de pilhas elétricas



Fonte: Diário de Lições. Norberto de Almeida, 1902. Acervo da Escola Caetano de Campos (AHECC). CRE Mario Covas – EFAPE.

A ilustração de Almeida, apresenta duas formas diferentes de armação, com intensidade e com quantidade. Basicamente o que difere uma da outra é a posição dos polos das pilhas elétricas. Depois da exemplificação com o desenho, o autor ainda descreve os tipos de pilhas voltaicas, de Bunsen, Grenet e Leclanché. Por fim, Norberto de Almeida, anota como prepara uma solução de Grenet, onde descreve o passo a passo de como se adquire a solução desejada.

Faz-se ferver
50 grs. De bichromato de potassio com 450 gr. d'agua
Ferve-se mais
50 grs. acido sulfurico com 450 grs. de agua. (ALMEIDA, 1902, p. 782).

De acordo com as anotações, as duas soluções frias e reunidas compõem a solução de Grenet, de cor vermelha e transparente. Nessa seção sobre as pilhas, aparentemente os alunos deveriam utilizar outros meios de anotação, como desenhos e fórmulas. A maneira com que a solução de Grenet foi escrita nos leva a acreditar que a experiência realmente aconteceu e foi registrada pelos alunos normalistas.

Figura 28 – Pilha de Grenet



Fontes: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*, 2019. NOBRE, Francisco R. *Tratado de Física Elementar*, 1931.

A pilha de Grenet é constituída por um vaso com ácido sulfúrico diluído e bicromato de potássio, com duas placas de carbono, imersas e espalhadas por uma placa de zinco amalgamado, a pilha gera uma energia de cerca de 2 Volts. (BRAGHINI, TOMASIELLO, PIÑAS, 2019).

No livro didático de Francisco R. Nobre, encontramos referencias parecidas em relação à solução dos líquidos para a obtenção do efeito desejado com a pilha no diário de Norberto de Almeida, “o líquido é uma solução apenas com 5 por cento de bicromato de potássio e 10 por cento d’ácido sulfúrico. O pólo positivo está no carvão, e o pólo negativo no zinco”. (NOBRE, 1931, p. 578).

Em relação às aplicações práticas da eletricidade e ao cotidiano dos primeiros anos do século XX, foram trabalhados dois conteúdos nas aulas de física: bondes elétricos e luz elétrica.

Experiencia do bonde electrico. Nos trilhos vai a eletricidade negativa, e no fio ou trilho aéreo a positiva. Os trilhos são unidos para a propagação da electricidade, por fios de cobre cobertos de estanho. As duas electricidades fazem mover o dynamo junto ás rodas do bonde. A electricidade, para efeito de força e calor, é produzida em intensidade e para a galvanoplastia, em quantidade. (ALMEIDA, 1902, p. 785).

Essa experiência simples e a presença de eletricidade negativa e positiva, fazia com que pequenos bondes elétricos elaborados para esse fim, pudessem se mover. Infelizmente, Norberto de Almeida apenas cita que estudou “Luz electrica”, sem se aprofundar no assunto ou anotar detalhes das explicações.

Os dois últimos dias de aula que citam o ensino da eletricidade no Diário de Lições de Norberto de Almeida, 06/11/1902 e 08/11/1902, discorrem sobre o processos de magnetismo e as diferentes propriedades dos ímãs.

Conta-se que um sujeito achou, em Magnesia uma pedra, e limpando-a com o auxilio de um canivete, percebeu que ella attrahia a lamina de aço do dito instrumento cortante. Dahi veio a descoberta do iman, que se dá o nome de magnete por ser descoberto em Magnesia. O iman, não é mais que o ambar o electro dos gregos, o oxydo salino dos chimicos. Deve-se ao estudo da pedra iman, ou dos magnetes artificiais (que o homem descobriu ser o aço a substancia mais conveniente), a descoberta do telegrapho, do telephono, etc. (ALMEIDA, 1902, p. 807).

Nessa explicação, podemos constatar que foi abordada em sala de aula a história do íman e do magnetismo, além de atribuir grande valor aos ímãs ou magnetes, já que por meio desses aconteceu a descoberta do “telegrapho e

telephono". Depois de uma contextualização histórica, as anotações começam a conter um caráter mais prático e experimental, quando o normalista começa a descrever as atividades com agulhas magnéticas.

Faz-se a agulha de aço se magnetisar por um de diversos processos. A agulha nunca fica na posição horizontal, a ponta abaixada mostra o polo levantar do logar. A agulha não coincide exatamente com o eixo da terra. O ângulo que ella forma com o paralelo é inclinação. O ângulo que forma com o meridiano geográfico do logar é declinação. Jamê os lembrou de reunir diversos imans em feixe, magnetisando-os em separado, 5, 10, 15, 20 lâminas de aço reunindo-as depois. O iman é muito mais forte: Chama-se de iman de Jansen os feixes magnéticos. (ALMEIDA, 1902, p. 802).

Além das explicações sobre os “diversos processos” de magnetização da agulha, atestamos também alguma aproximação com teorias da geografia e a existência das bússolas. Por fim, atribui-se o nome de algum experimento ou teoria ao cientista físico que desenvolveu a ideia. Na aula do dia 08 de novembro de 1902, algumas anotações apontam para a “criação” de ímãs.

Como se faz o iman.

1º Processo – simples toque, com um polo só. Faz-se escorregar até a extremidade de uma barra um só polo, o Norte, no mesmo sentido, o lado friccionado da barra é o polo Sul, o outro, o Norte.

2º Processo – Toque separado em 2 polos. Põe-se dois imans a distancia, polos contrários, sobre elle, a barra a magnetisar, e meio para o extremo com dois imans faz-se toque simultaneamente.

3º Processo – Toque duplo – com dous imans um contra outro mas separado por uma substancia neutra, faz-se o toque de um e outro lado.

4º Processo – Espiral de cobre, envolvido em fio de seda, isolante, de 800ms de comprimento. Fazendo-se passar a electricidade pelo fio, um pedaço de ferro que ocupa o centro das (...) torna-se magnete. Temporario, enquanto passa a electricidade.

5º Processo – Toma-a uma barra de aço, suspende-se por um fio ou eixo, isolada da terra, orientada segundo Norte e Sul de um outro iman. No fim de certo tempo a barra de aço é um iman, terá ganho a influencia da terra, que é um grande iman.

De fato, no estudo sobre a eletricidade alguns conteúdos tornam-se mais populares do que outros. A facilidade que as experiências com os ímãs e o magnetismo proporcionam fazem com que o estudo e possibilidades sobre esse tema sejam muito amplas. Como exemplificado, para a elaboração de um íman pelo menos cinco processos diferentes podem ser experimentados.

Considerando a sequência didática dos estudos, podemos perceber que o ensino de eletricidade foi ministrado em, aproximadamente, 20 dias. Os conteúdos podem ser divididos em três grandes campos da eletricidade, em primeiro lugar estuda-se a eletricidade estática (Eletróforo, máquinas elétricas, condensadores e efeitos eletrostáticos), seguido dos estudos sobre dinâmica (baterias elétricas, pilhas elétricas, bondes e luz elétrica) e, por fim, o magnetismo (processos de magnetismo e íman). A sequência parece respeitar as mesmas divisões encontradas nos livros didáticos do período, sem um sentido “evolutivo”, mas previsível.

Analisando as lições registradas por Norberto de Almeida podemos realizar algumas inferências sobre o ensino de eletricidade nos primeiros anos do século XX, em São Paulo.

Em primeiro lugar, podemos afirmar que existe uma relação substancial entre o ensino do conteúdo e os objetos científicos. Em todas as explicações e demonstrações descritas no Diário de Lições, estão presentes diversos aparelhos para o ensino de eletricidade. Mesmo quando Almeida, apresenta fórmulas ou desenhos de esquemas de montagem, o objeto é peça central no ensino.

Historicamente, o estudo sobre os objetos começa a ganhar destaque na segunda metade do século XVIII, de acordo com os padrões de uma “filosofia demonstrativa”, os objetos e aparelhos científicos se tornavam mais necessários do que nunca. A cultura material se tornou objeto de admiração e “passou a fazer parte dos métodos destinados a disseminar e reproduzir usos científicos e práticos entre a população comum”. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 26).

Entendeu-se que para a observação e o experimento, os objetos científicos deviam se fixar nas escolas, com uma presença significativa de instrumentos, aparelhos e máquinas.

Guijarro Mora, apontando para os sentimentos trazidos pelo “maquinário” de ciências nas escolas da Espanha, escreve,

Não devemos negligenciar outros efeitos indiretos, nesse caso os relacionados ao poder da maquinaria de gerar emoções, de entreter e se divertir. As manifestações valorizavam tanto a instrução quanto o entretenimento que forneciam (...) posteriormente, esses artefatos simples passaram para os centros educacionais do século XIX, quando o seu uso foi multiplicado, consolidando uma maneira particular de disseminar

a ciência. Esses objetos foram transformados e oferecidos como brinquedos, mas também estavam nos armários dos estabelecimentos de ensino. (2018, p. 29).

As afirmações do autor são importantes para evidenciarmos o caráter central do objeto científico para o ensino das ciências, da física e da eletricidade. A difusão desses objetos, desde a segunda metade do século XVIII, até as primeiras décadas do XX, demonstram a importância que esses objetos obtiveram nesse período.

Como postulado por Guijarro Mora, desenvolveu-se uma nova forma de disseminar a ciência, os objetos serviram não apenas como conteúdo para o ensino em instituições escolares, mas também como brinquedo, sendo oferecido ao grande público.

No final da década de 1920, outro tipo de documento foi fundamental para a estruturação do ensino nas escolas normais do estado. Eram as chamadas *Bases para organização e execução dos programas das Escolas Normais*, que se tratava de um documento distribuído em diversas escolas normais do estado e descrevia a organização dos programas desses colégios, no nosso caso, analisamos as prescrições para eletricidade no documento que descreve os conteúdos de física e química. Por meio dessas bases, eram prescritos os seguintes conteúdos para o ensino de eletricidade,

Quadro 14 – Conteúdos de eletricidade nas bases para os programas das Escolas Normais em 1928.

Seção	Conteúdo
Magnetismo	Phenomenos geraes. Magnetismo terrestre. Bussolas. Processos de magnetização. Feixes magnéticos.
Electricidade estatica.	Indução. Electroscopios. Potencial electrico. Força electro-motriz. Maquinas electricas. Experiencias interessantes. Capacidade electrica. Condensação.

	Garrafa de Leyde. Baterias. Efeitos das descargas electricas.
Electricidade dynamica.	Correntes electricas. Pilhas usuaes. Efeitos chimicos. Noções de galvanização. Acção das correntes sobre os imans e vice-versa. Solenoides. Electro-imans. Campainhas electricas. Medicação das grandezas electricas. Galvanometros. Inducção; suas leis. Bobina de Rhumkorff. Transformadores. Raios X. Radio-actividade. Radiographia. Correntes de alta frequencia. Principio da maquina de Gramme. Correntes alternativas. Telegrapho e telefone. Telegrapho sem fio e radio-telephonia. Tracção e illuminação electrica.

Fonte: Bases para organização e execução dos programas. Arquivo Público do Estado de São Paulo. Conjunto C06984.

Assim, o ensino em todas as Escolas Normais do estado deveriam seguir essa estruturação com três divisões diferentes para o ensino de eletricidade, o magnetismo, a eletricidade estática e a dinâmica. A maioria dos conteúdos mantinha-se na grade curricular e estão apresentados em parte pelo Diários de Lições de Norberto de Almeida no início do século XX.

Em relação aos conteúdos sobre magnetismo e ímãs magnéticos, todas as lições propostas pelas bases já constavam no caderno de Almeida. Assim como as os conteúdos de eletricidade estática, vemos o tema sendo estudado na Escola Normal da Capital no início do século.

Os conteúdos de maior diferenciação no tocante aos dois documentos fazem parte da seção de eletricidade dinâmica. De fato, todos os conteúdos e as proposições para o ensino da eletricidade dinâmica eram, de certa maneira, mais flexíveis, pois toda nova inserção de conteúdo era acrescentado à esse campo

de estudo da eletricidade. Com as lições sobre magnetismo e eletricidade estática mais consolidadas, era atribuída ao ensino da eletricidade dinâmica as renovações e últimas tecnologias da época. Assim, entre os conteúdos que constam nas Bases, que não foram abordados por Almeida, em 1902, estão, campanhas elétricas, bobinas e transformadores, raios-x, radioatividade, radiografia, telégrafo sem fio e radiotelegrafia.

Na última parte do documento, constam algumas indicações sobre o ensino da física nas Escolas Normais do estado,

Nota: - O ensino da physica será o mais pratico possivel. Toda a parte theorica derivará da pratica e não deverá, portanto, ser dada antes dela, - as leis, os principios e os porquês apparecerão no decorrer das experiencias. (DIRECTORIA GERAL DA INSTRUÇÃO PUBLICA, 1928, p. 17).

Mais uma vez, reafirma-se a posição sobre a “prática” relacionada à observação feita a partir de demonstração, chamada de apresentação de experiências. Devem ser balizadoras do ensino de física e eletricidade, a parte teórica, derivando da prática.

O ensino de eletricidade por meio dos objetos científicos: a seleção do conjunto de artefatos

Todos os objetos científicos estudados nessa dissertação fazem parte do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano do estado de São Paulo, destacamos a importância da coleção para o estudo da história do ensino de ciências no estado de São Paulo. No nosso caso justificamos a escolha, pois de todos os conteúdos relacionados a física, os objetos para o ensino de eletricidade são os que marcam presença massiva na coleção.

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 guarda uma coleção, composta por diversos objetos vinculados ao ensino de ciência, tal como objetos elaborados para o ensino de física, química e história natural. Alguns instrumentos são materiais escolares criados para servir como aparatos didáticos, outros foram adaptados para a ação escolarizada.

A coleção é composta por diversos materiais didáticos, de caráter científico, contabilizando 824 objetos voltados para o ensino de física, adquiridos

entre a segunda metade do século XIX, e o anos 1970. Pela observação dos objetos em exposição, podemos perceber o registro de casas estrangeiras e empresas brasileiras.

O inventário da coleção possibilitou identificar diferentes clivagens temporais, sua origem no final do século XIX, a incrementação deste acervo com expressivas aquisições entre as décadas de 1930 e 1940, e os acréscimos feitos até os anos de 1970. Percebem-se múltiplas práticas escolares relacionadas ao ensino de ciências ao longo do tempo, registradas em sua materialidade e graças à sua característica transnacional. (PIÑAS e TOMASIELLO PEDRO, 2019, p. 3702).

Todo o trabalho de organização, inventariação e catalogação da coleção foi feita pelo Núcleo de Estudos da Escola e seus Objetos (NEO)⁸⁸, entre os anos de 2015 e 2017. De um total de 824 objetos para o ensino de física no colégio, 316 fazem parte dos conteúdos de eletricidade, evidenciando, no caso deste colégio ao menos, a sua importância para o ensino de física no fim do século XIX, e como do século XX. A quantidade de objetos para o ensino de eletricidade é maior do que qualquer outra área do conhecimento da física.

Para esta pesquisa foram escolhidos três objetos de cada um dos três maiores campos do ensino de eletricidade no recorte temporal da pesquisa. São eles, a eletricidade estática, a eletricidade dinâmica e o eletromagnetismo (magnetismo). Então, como já evidenciado, esses objetos são analisados com duas ferramentas diferentes, uma relacionada às informações intrínsecas dos objetos – muitas delas estudadas pela base do *Pergamum* sobre o Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo – e outra tem relação direta com as informações extrínsecas sobre o objeto, foram extraídas principalmente de documentos escritos sobre o ensino de eletricidade no período proposto pela pesquisa, livros didáticos e catálogos de fabricantes.

⁸⁸ “Os pesquisadores do Núcleo de Estudo Escola e seus Objetos (NEO), acompanharam, em primeiro lugar, os estudos feitos por outras equipes científicas que trabalharam tanto com materiais científicos, quanto nos inventários de materiais didáticos científicos. São trabalhos desenvolvidos no exterior, principalmente na França (Institut National de Recherche Pédagogique (INRP) e do Service d’histoire de l’éducation – SHE e a Association de Sauvegarde et d’Études des Instruments Scientifiques et Techniques de l’Enseignement – (ASEISTE); Portugal (Projeto: Educação e Patrimônio Cultural: Escolas, Objetos e Práticas); Espanha (Sociedade Espanhol para o Estudo do Patrimônio Histórico-Educativo – SEPHE, o Centro Internacional de Cultura Escolar – CEINCE, e o Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa – CEME). (TOMASIELLO PEDRO, 2019, p.3478). Posteriormente, o grupo aprofundou o estudo sobre inventariação e catalogação, finalizando o trabalho com os instrumentos de física no fim do ano de 2017.

Com a seleção de três “campos” de conhecimento da eletricidade – eletricidade estática, eletricidade dinâmica e eletromagnetismo (magnetismo), foi elaborado um panorama geral sobre a estrutura desses objetos e realizar inferências cotejando os próprios artefatos com documentos que prescreviam sua utilização.

A eletricidade estática

Podemos definir a eletricidade estática, como o campo da eletricidade que estuda a energia que certos corpos adquirem (em estado de repouso) e que podem produzir muitos fenômenos, tal 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).

Foram analisados três objetos para o ensino de eletricidade estática, um eletroscópio de folhas de ouro – objeto utilizado para verificar a presença de eletricidade em determinado corpo -, a garrafa de Leyde – um dos mais conhecidos objetos para o ensino de condensação elétrica – e a Máquina de Wimshurst – uma das mais famosas e utilizadas máquinas eletrostáticas para o ensino de estática no fim do século XIX, e primeiras décadas do século XX. Destacamos ainda, que todos os objetos selecionados aparecem constantemente nas documentações sobre o ensino no período e também são encontrados nos livros didáticos e revistas escolares.

Em primeiro lugar, partimos para as informações intrínsecas, apresentando a ficha de informações do eletroscópio de folhas de ouro, objeto integrante do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano.

Quadro 15 – Ficha de informações: Eletroscópio de folhas⁸⁹

DENOMINAÇÃO: Eletroscópio de folhas / Electroscópio de folhas de ouro



MATERIAL		
ÁREA DO CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	<p>É constituído por um vaso de vidro, no interior do qual existem duas finas folhas metálicas, comumente de ouro, presas a um bastão metálico, suspenso na vertical. Este bastão faz a ligação com o exterior do vaso, terminando habitualmente numa esfera condutora (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia).</p> <p>O vidro apresenta manchas de sujidade e fungos. Alumínio com pequenos pontos de oxidação. Latão apresenta riscos e perda da douração.</p>	
DIMENSÕES	Altura: 14 cm. Circunferência: 27 cm.	
FUNCIONAMENTO	<p>Quando se aproxima um corpo eletrizado negativamente da esfera exterior, os elétrons livres presentes na esfera são repelidos para as folhas metálicas no interior, provocando a repulsão mútua entre elas, uma vez que ambas ficam eletrizadas negativamente; se se aproximar um corpo eletrizado positivamente, os elétrons livres das folhas são atraídos para a esfera exterior e, de novo, as folhas se repelem, por ficarem eletrizadas positivamente. Se o eletroscópio for carregado, por condução, com uma carga de sinal conhecido (por exemplo, tocando-se na esfera exterior com um bastão carregado), pode ser usado para detectar o tipo de carga existente num dado corpo: se a carga</p>	

⁸⁹ Podemos encontrar a montagem da estrutura de funcionamento e experiências com o objeto em AMORIM (2017).

	desconhecida for do mesmo tipo da existente no eletroscópio, ao aproximar-se o corpo da esfera exterior tal provocará um afastamento ainda maior das folhas metálicas; se, pelo contrário, a carga desconhecida for de tipo contrário ao da existente no eletroscópio, tal provocará uma aproximação das folhas. (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia).		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
	<input type="checkbox"/>	Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
	<input type="checkbox"/>	Peças avulsas	
	<input type="checkbox"/>	Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO	<input type="checkbox"/>	Alta	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média	
	<input type="checkbox"/>	Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Vidro, latão, alumínio e plástico.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não consta.		DATA s. d. ⁹⁰
PROCEDÊNCIA	Não identificado.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
	<input type="checkbox"/>	Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
	<input type="checkbox"/>	Mesa	
	<input type="checkbox"/>	Estante	
	<input type="checkbox"/>	Abandonado	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom	

⁹⁰ Sem dados. Não consta nenhum tipo de informação no objeto ou no sistema do Pergamum Museu.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO		Regular
		Ruim
SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO		Dependente
	X	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X	Qualitativo
		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
	X	Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	MAX KOHL, A. G. CHEMNITZ. Physical Apparatus. Price list No. 50, V. III. Adorfer Strasse, 20. Germany, 1909. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

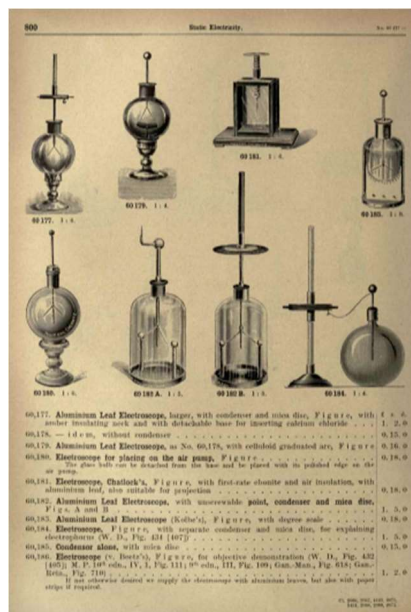


Figura 2

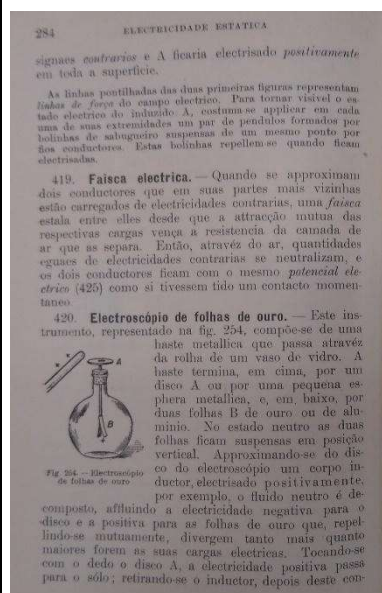
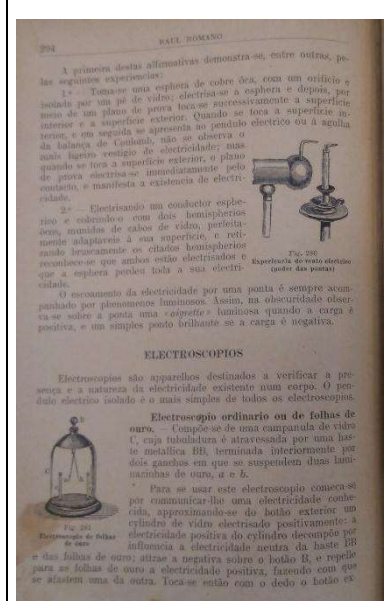


Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu.

No livro didático de Padua Dias (1920), esse material está registrado na lição sobre o eletroscópio de folhas da seguinte forma,

Este instrumento, representado na fig. 254, compõe-se de uma haste metálica que passa através da rolha de um vaso de vidro. A haste termina, em cima, por um disco A ou por uma pequena esfera metálica, e, em baixo, por duas folhas B de ouro ou de alumínio. No estado neutro as duas folhas ficam suspensas em posição vertical. Approximando-se do disco do electroscópio um corpo inductor, electrizado positivamente, por exemplo, o fluido neutro é decomposto, afluindo a electricidade negativa para o disco e a positiva para as folhas de ouro que, repelindo-se mutuamente, divergem tanto mais quanto maiores forem as suas cargas electricas. Tocando-se com o dedo o disco A, a electricidade positiva passa para o sólo; retirando-se o inductor, depois deste contacto, o electroscópio ficará carregado negativamente. Si, então, um corpo electrizado que se aproxima do electroscópio, augmentar a divergencia das folhas, isto demonstra que esse corpo estará electrizado negativamente; si, ao contrario, a divergencia diminuir, o corpo estará electrizado positivamente. Pode-se também, carregar o electroscópio, positiva ou negativamente, por contacto com um conductor electrizado, o qual lhe transfere uma parte de sua carga electrica. (PADUA DIAS, 1920, p. 285).

A estrutura de funcionamento do eletroscópio de folhas é simples, porém, pode ser considerada muito funcional. Por meio de um vaso de vidro, uma haste metálica, folhas de alumínio (ou ouro, como montado no início do século XX) e um condutor, pode-se verificar se um corpo está ou não eletrizado, além de realizar e verificar transferências de carga.

O segundo objeto científico analisado na seção de eletroestática é a garrafa de Leyde, um dos primeiros condensadores elétricos e elemento fundamental para a criação das primeiras baterias elétricas.

Quadro 16 – Ficha de informações: Garrafa de Leyden⁹¹

DENOMINAÇÃO: Garrafa de Leyden / Garrafa de Leyde / Jarra de Leyde



MATERIAL		
ÁREA DO CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO		<p>A garrafa de Leyden é um dispositivo para armazenar energia elétrica, inventado quase em simultâneo por Pieter Van Musschenbroek (1692-1761), professor de filosofia natural em Leyden, 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.</p> <p>Apresenta ranhuras na parte metálica e no vidro. Estrutura bem conservada.</p>
DIMENSÕES		Altura: 24 cm. Largura: 7 cm. Profundidade: 7 cm.
FUNCIONAMENTO		Utilizada para armazenar carga elétrica, sendo o antecessor dos atuais condensadores (Thesaurus de acervos científicos em Língua Portuguesa). É um condensador fechado no qual as armaduras são folhas de estanho separados por uma dielétrico de vidro.
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	X	Industrial
		Artesanal
MONTAGEM	X	Equipamento pronto

⁹¹ O funcionamento e as experiências relacionadas a garrafa de Leyden, são demonstradas em LINCOLN (2014).

		Peças avulsas	
		Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO		Alta	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média	
		Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Latão, vidro.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não consta.	DATA	1900
PROCEDÊNCIA	Não identificado.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
		Aluno	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
		Mesa	
		Estante	
		Abandonado	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom	
		Regular	
		Ruim	
SIGNIFICADO			
CONCEPÇÃO		Dependente	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Independente	
ÊNFASE MATEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	Qualitativo	
		Quantitativo	
FORMA DE ABORDAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Demonstração/Observação	

		Verificação
X		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

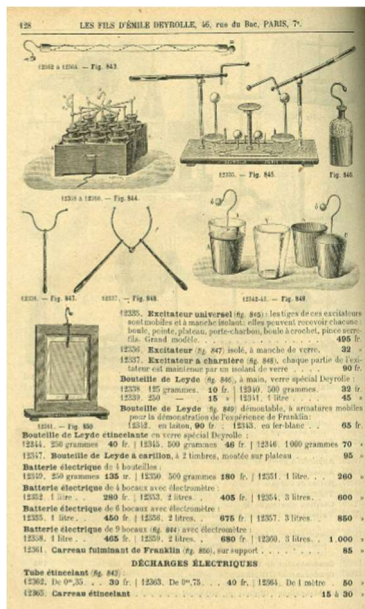
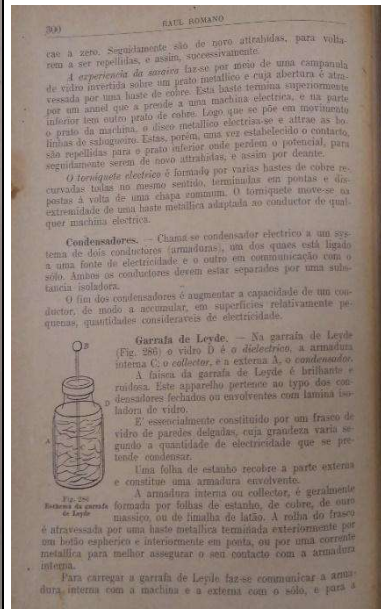


Figura 2



Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu.

Como evidenciado, a garrafa foi desenvolvida na Universidade de Leyden para conservar grandes quantias de eletricidade, assim, quantidades significativas de eletricidade podem ser condensadas na garrafa. Essa invenção possibilitou a invenção de grandes condensadores elétricos⁹², que são usados em experimentos de todos os setores da física e eletrotécnica. (GAMOW, 1963,

⁹² "Chama-se condensador eléctrico a um systema de dois conductores (armaduras), um dos quaes está ligado a uma fonte de electricidade e o outro em comunicação com o sólo. Ambos os conductores devem estar separados por uma substancia isoladora. O fim dos condensadores é augmentar a capacidade de um conductor, de modo a accumular, em superficies relativamente pequenas, quantidades consideraveis de electricidade". (ROMANO, 1928, p. 300).

p 141). A aparição desse tipo de instrumento é evidente nos livros didáticos, como podemos atestar no compêndio de Raul Romano.

A faisca da garrafa de Leyde é brilhante e ruidosa. Este aparelho pertence ao typo dos condensadores fechados ou envolventes com lamina isoladora de vidro. E' 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 envolvente. 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 metallica terminada exterimente por um botão espherico e interiormente em ponta, ou por uma corrente metallica para melhor assegurar o seu contacto com a armadura interna. Para carregar a garrafa de Leyde faz-se communicar a armadura interna com a machina e a externa com o sólo, e para a descarregar baste fazer communicar as duas armaduras entre si com o auxilio de um excitador. (ROMANO, 1928, p. 301).

A explicação do autor sobre as garrafas de Leyden, se preocupam, excepcionalmente, com a estrutura do objeto, pois grande parte da escrita é direcionada para a montagem do objeto. No fim de sua explicação, Romano escreve em poucas linhas a experiência com o objeto.

Por fim, apresentamos o último objeto analisado em suas informações intrínsecas e extrínsecas, que foi certamente, uma das mais famosas e vulgarizadas máquinas para a demonstração e ensino de eletrostática no século XIX, e nas primeiras décadas do XX, a máquina eletrostática de Wimshurst.

Quadro 17 – Ficha de informações: Máquina de Wimshurst

DENOMINAÇÃO: Máquina de Wimshurst / Máquina eletrostática de Wimshurst



MATERIAL	
ÁREA DO CONHECIMENTO	x Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	<p>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 algo 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.</p> <p>A máquina apresenta vários pontos de oxidação. O disco com cobertura em alumínio está descascando e oxidado. As hastes estão soltas da base. Há desgaste de partes do maquinário.</p>
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,

	<p>acabam por recolher de um lado cargas positivas e de outro negativas:</p> <p>“Com setores de estanho, a máquina de Wimshurt põe-se a trabalhar sem excitação alheia: basta reunir os polos até se tocarem e mover os discos <i>no sentido que vai do pente para a escôva mais próxima</i>; 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 <i>cêrca</i> de 60.000 <i>vóltios</i>”. (AZEVEDO, 1927, p.436).</p>		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
	<input type="checkbox"/>	Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
	<input type="checkbox"/>	Peças avulsas	
	<input type="checkbox"/>	Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO	<input type="checkbox"/>	Alta	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média	
	<input type="checkbox"/>	Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Alumínio, ferro, couro, plástico, ebonite e cortiça.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Bender São Paulo.	DATA	s. d.
PROCEDÊNCIA	São Paulo, Brasil.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
	<input type="checkbox"/>	Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
	<input type="checkbox"/>	Mesa	
	<input type="checkbox"/>	Estante	
	<input type="checkbox"/>	Abandonado	

ESTADO DE CONSERVAÇÃO		Bom
		Regular
	X	Ruim
SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO		Dependente
	X	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X	Qualitativo
		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

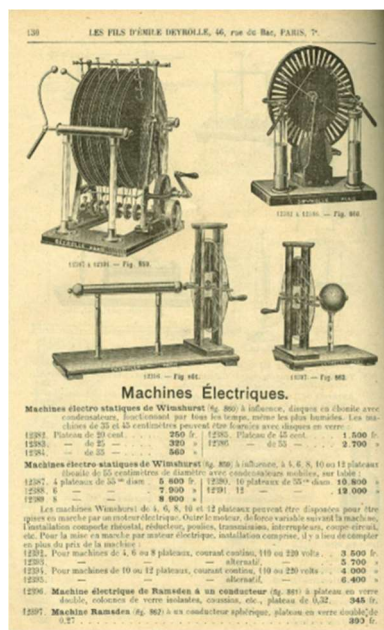


Figura 2



Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*.

Essa máquina foi uma das mais importantes invenções do campo da eletrostática no ensino de física e era a mais poderosa máquina inventada no século XIX, para a geração de eletricidade estática. Foi uma invenção do engenheiro inglês James Wimshurst (1832-1903), produzida em 1880. 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 (diferencial na época).

Por volta de 1880 ele (James Wimshurst) se interessou por máquinas elétricas de influência, e construiu várias dos tipos então conhecidos como as de Nicholson, Carré e Holtz. A seguir ele desenvolveu uma máquina múltipla do mesmo tipo, com 12 discos girando entre 24 placas retangulares, e com uma pequena máquina de fricção para partida. Pouco tempo depois, ele inventou o que ele chamou de "máquina duplex", mas que ficou geralmente conhecida como a máquina de Wimshurst. Esta máquina superou todos os geradores então conhecidos de eletricidade estática, e era auto excitável em qualquer condição atmosférica. A forma da máquina nunca foi substancialmente melhorada além do que Wimshurst conseguiu. (QUEIROZ, 2001).

Os estudos da eletroestática, pautavam-se em sua grande maioria, em material teórico, e os pesquisadores precisavam de algo mais palpável e de rápido resultado para não acontecer a perda do entusiasmo, e é exatamente esse problema que a máquina resolveu.

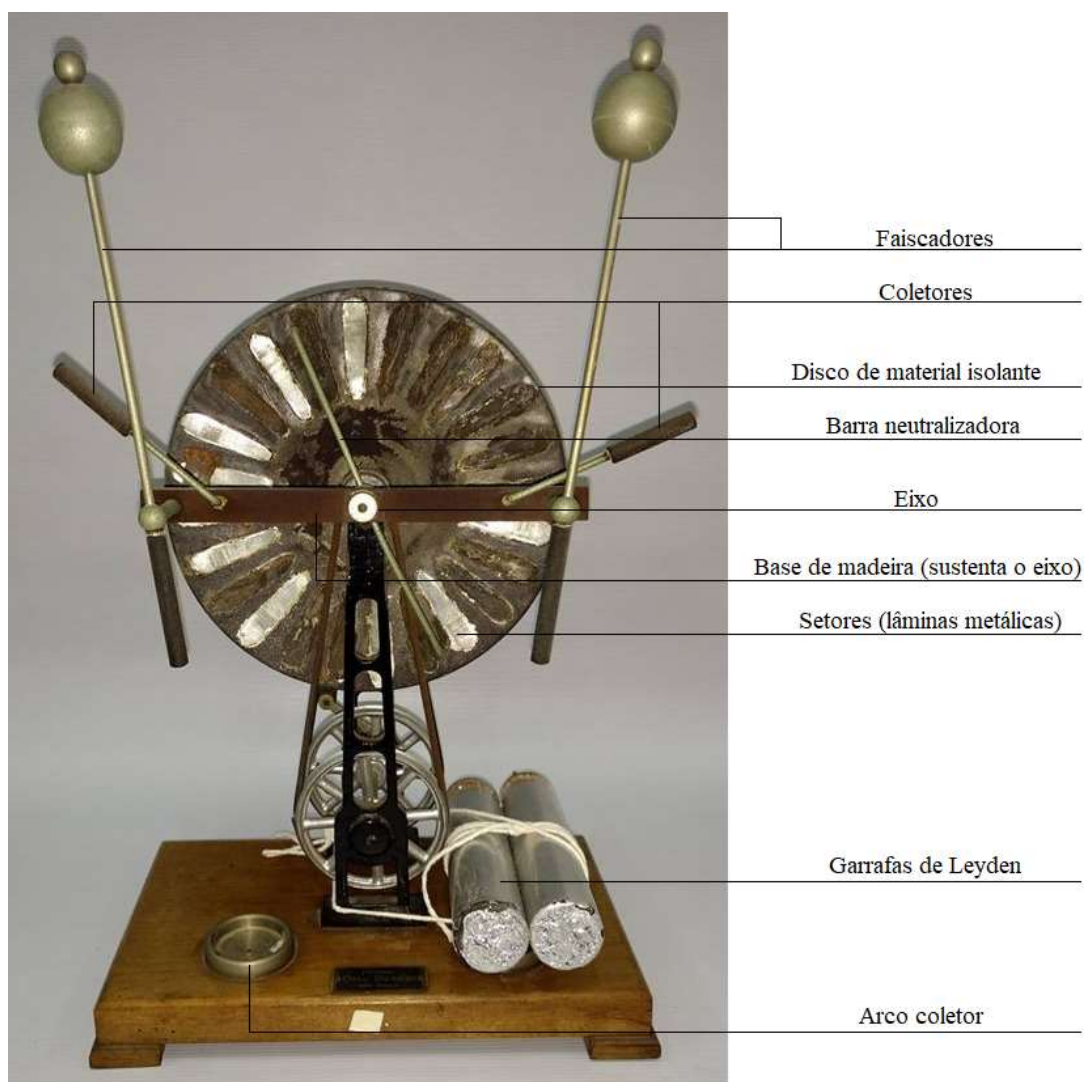
Ele (o pesquisador) possivelmente adquiria ou fazia alguma máquina de fricção antiquada, que nunca funcionaria corretamente e levaria sua paciência a exaustão. A eletricidade estática é algo fascinante quando estudado experimentalmente, e se um amador conseguir produzir no início de sua pesquisa grandes faíscas, levando poucos choques, ele ficará contente e será motivado a continuar seus estudos. (MARSHALL, 1908, p. 03).

Rapidamente o objeto se popularizou, e passou a ser peça presente na maioria dos laboratórios de física. A máquina de Wimshurst, rapidamente encontrou um lugar na maioria das escolas e faculdades, e até mesmo modelos de brinquedos foram feitos (TURNER, 1983, p. 192). Tomou lugar das máquinas de eletroestática anteriores, pois elas acabavam por encontrar certos problemas

durante os experimentos, sendo a inversão de polaridade, o maior deles. 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 segundo GOMES (2016, p. 12/13), adquirem um tipo de carga devido à fricção com dois pentes nas extremidades de uma haste metálica, fixadas na frente de cada disco, são os neutralizadores.

As cargas são captadas pelos coletores (hastes de metal com escovas nas pontas), impulsionadas pelos capacitores (Garrafas de Leiden) e induzidas até a ponta das barras de descarga (faiscadores), causando o fenômeno da faísca entre uma barra e outra.

Figura 29 – Componentes da Máquina Eletrostática de Wimshurst



Fonte: Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

Esse objeto científico podia ser encontrado em absolutamente todo tipo de material didático sobre eletricidade e em diversos laboratórios da época. Para a análise das informações externas ao objeto, vejamos as lições sobre a máquina presente em dois livros didáticos.

Na obra de Padua Dias (1920), a máquina é estudada em 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 as garrafas de Leyden. No segundo momento da explicação, o autor descreve o processo de funcionamento da máquina, conforme já exemplificado acima. Por fim, apresenta um pequeno quadro com as “distancias explosivas” da máquina.

O seguinte quadro indica para as diferentes distancias explosivas, ou comprimentos da fásca electrica, a diferença de potencial, em volts, que approximadamente deve haver entre os pólos da machina, suppondo-se que a descarga dá-se entre duas esferas metallicas da 1 cm de raio.

Comprimento em cm.	Diferença de potencial
0,1.....	4500v
1.....	25000v
5.....	45000v
10.....	55000v

(PADUA DIAS, 1920, 299).

A demonstração desses números em um livro didático pode apontar para duas intenções diferentes. A primeira mostra o potencial que a máquina tem para servir em diversas experiências, se bem manuseada. Mas, também, parece ter uma função adversativa, pois o autor, certamente, tentou demonstrar os possíveis perigos de utilização da máquina.

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 extremidades formam um pincel macio de tênues fios metallicos, que resvalam contra os sectores. Fazendo girar os discos de machina desenvolve-se immediatamente electricidade que salta em forma de fásca ou de effluvio. Os compensadores estão inclinados cerca de 45

graus em relação ás pontas. Estas últimas, e bem assim as espheras polares a elas ligadas, podem ser postas em comunicação com garrafas de Leyde. 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 distância suas explicações da elucidação mais completa de Padua Dias.

A eletricidade dinâmica

A eletricidade estática (ou eletrodinâmica)⁹³ 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 elétricos com os seus componentes, como as pilhas elétricas, acumuladores, motores, geradores, entre outros.

Para exemplificação e estudo desse tipo de eletricidade, são estudados três objetos usados para experimentações em eletrodinâmica. Um exemplo de pilha, a 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.

Evidenciando as informações intrínsecas ao primeiro objeto sobre eletricidade dinâmica estudado, apresentamos a ficha de informações da Pilha de Grenet.

⁹³ De acordo com um livro didático no início do século XX, eletrodinâmica era considerada “o conjuncto dos phenomenos produzidos pela electricidade em movimento, bem assim as diversas applicações que dela derivam. Desde a celebre experiencia de Galvani, em 1790, com a rã mutilada e suspensa por um arco composto de uma lamina de cobre e outra de zinco permittindo-lhe observar os movimentos do animal, que, vários physicos tentaram uma serie de experiencias para descobrir a causa da electricidade em movimento (...) Volta, tambem celebre physico italiano, attribuiu esses movimentos á electricidade desenvolvida pelo simples contacto dos dois metaes diferentes, - que formavam o condutor. Ficou, porém, provado e estabelecido, de uma vez para sempre, que a causa productora da – electricidade em movimento ou da – electro-dinamica – é a acção chimica. (CARDOZO, 1911, p. 129/130).

Quadro 18 – Ficha de informações: Pilha de Grenet

DENOMINAÇÃO: Pilha de Grenet / Pilha de dicromato de potássio



MATERIAL		
ÁREA DO CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	<p>A pilha de Grenet é constituída de um vaso de vidro conteúdo ácido dissulfúrico diluído (acido excitador) e bicromato de potássio (liquido 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 séc. XIX para usos domésticos e laboratoriais (nomeadamente pelo inventor americano Thomas A. Edison (1847-1931)).</p> <p>Marcas de sujidade na parte de madeira. Pequenas ranhuras e sujidade no vidro. Marcas esbranquiçadas no carbono de retorta.</p>	
DIMENSÕES	<p>Altura: 22 cm. Largura: 10 cm. Diâmetro: 10 cm.</p>	
FUNCIONAMENTO	<p>A pilha de Grenet à semelhança da pilha de Volta, destina-se a converter a energia química, gerada por uma reação química, em energias elétrica. É constituída por uma garrafa de vidro no interior da qual se encontram duas lâminas de carvão, que constituem o eletrodo positivo, e uma lâmina de zinco, central, que constitui o eletrodo negativo. (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia).</p>	
	X	Industrial

TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO		Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
		Peças avulsas	
		Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO		Alta	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média	
		Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Vidro, ferro, madeira, latão, metal, carbono de retorta e zinco amalgamada.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não identificado.		DATA s. d.
PROCEDÊNCIA	Não consta.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
		Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
		Mesa	
		Estante	
		Abandonado	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom	
		Regular	
		Ruim	
SIGNIFICADO			
CONCEPÇÃO		Dependente	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Independente	
ÊNFASE MATEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	Qualitativo	

		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	L. E. KNOTT APPARATUS CO. Physics Laboratory Equipment. Harcourt Street. Boston, 1907-8. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

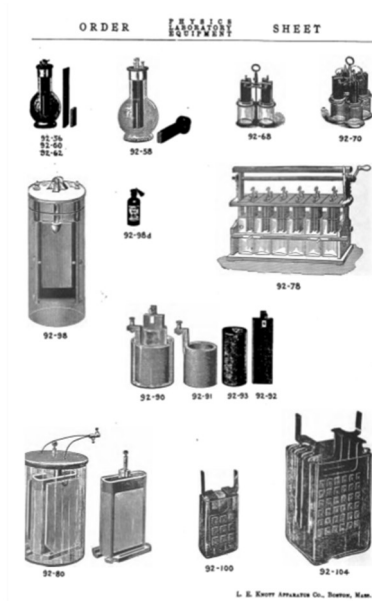


Figura 2

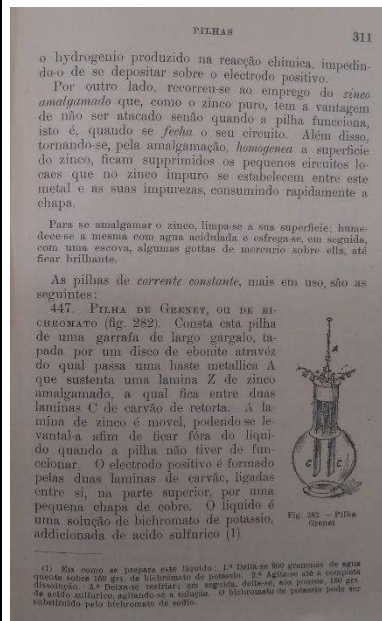
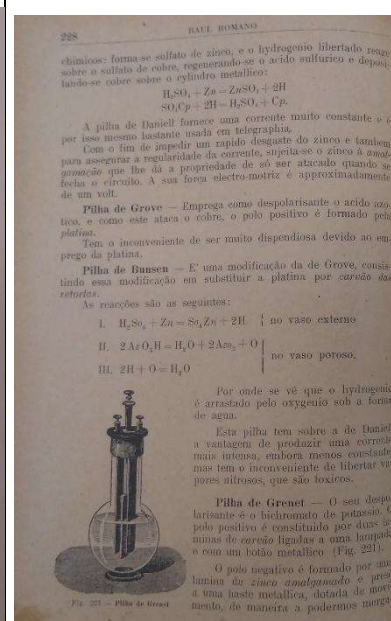


Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu.

Assim como a pilha de Volta, a de Grenet foi desenvolvida basicamente com o intuito de converter a energia química – gerada por reações químicas – em energia elétrica. 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 aparição no livro de Padua Dias.

A estrutura da pilha de Grenet pode ser encontrada em diversos livros didáticos do período, entre eles, no livro de Antônio de Padua Dias,

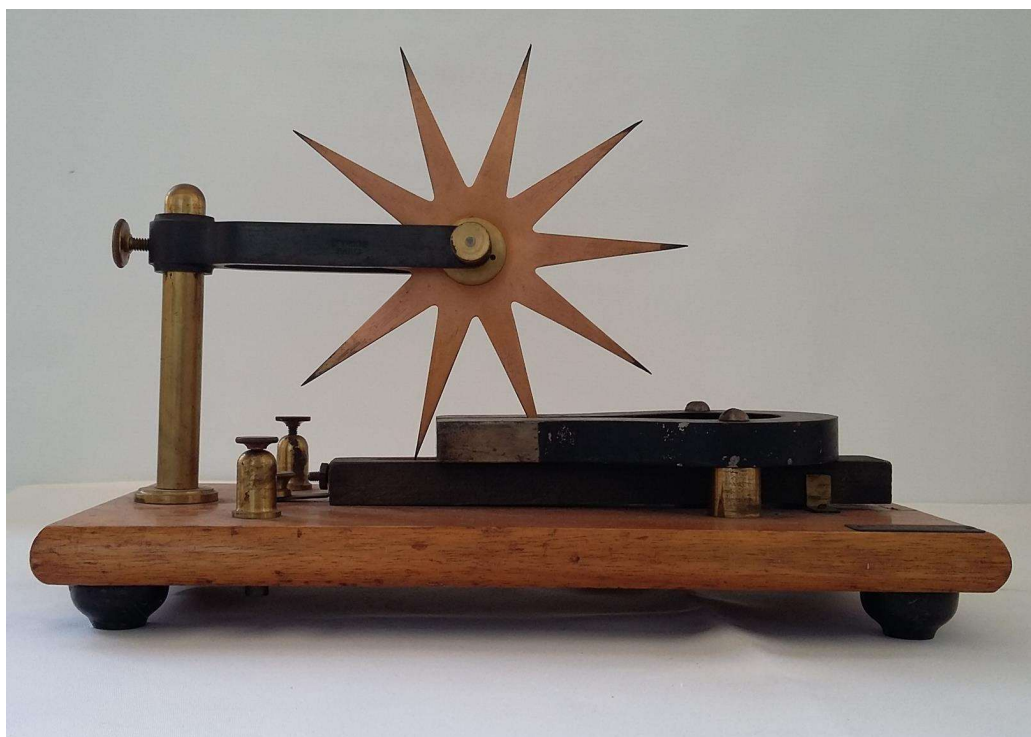
Consta de uma pilha de uma garrafa de largo gargalo, tapada por um disco de ebonite através do qual passa uma haste metálica A que sustenta uma lamina Z de zinco amalgamado, a qual fica entre duas laminas C de carvão de retorta. A lamina de zinco é movel, podendo-se levantar-a afim de ficar fóra do liquido 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 sulfurico; 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).

Cabe destacarmos que o autor não faz nenhuma referência a possibilidades de experimentação com a pilha, apresentando a estrutura e preocupando-se com a solução química do objeto⁹⁴.

O segundo objeto analisado para o ensino de eletricidade dinâmica, é a Roda de Barlow, aparelho destinado a transformação de energia elétrica em energia mecânica.

⁹⁴ Padua Dias, ainda descreve como preparar a solução de bichromato de potássio, adicionada ao ácido sulfúrico, “1º Deita-se 900 grammas de agua quente sobre 160 grs. de bichromato de potassio. 2.º Agita-se até a completa dissolução. 3º Deixa-se resfriar; em seguida, deita-se, aos poucos, 160 grs. de acido sulfurico, agitando-se a solução. O bichromato de potássio pode ser substituído pelo bichromato de sódio”. (PADUA DIAS, 1920, p. 311).

DENOMINAÇÃO: Roda de Barlow



MATERIAL		
ÁREA DO CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	<p>A roda de Barlow, inventada pelo físico e matemático inglês Peter Barlow (1776-1862), foi um dos primeiros motores elétricos a ser construído, com o objetivo de transformar energia elétrica em energia mecânica. Utilizada para demonstrar a transformação de energia elétrica em energia mecânica (Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa). Os seus componentes fundamentais são uma roda dentada de sobre e um magnete, com a forma aproximada de uma ferradura.</p> <p>Magnete com forma de ferradura está com marcas de ferrugem. Roda dentada em latão está com suas pontas escurecidas. Partes em latão estão desgastadas. Base em madeira possui marcas de sujidade e escurecimento. Resquícios de cola proveniente de etiquetas adesivas.</p>	
DIMENSÕES	<p>Altura: 22 cm. Largura: 32 cm. Profundidade: 17 cm.</p>	
FUNCIONAMENTO	<p>A corrente elétrica, contínua, é conduzida até ao eixo da roda pelo suporte metálico da própria roda; a corrente passa através dos dentes da roda para um contacto de mercúrio, depositado num recipiente escavado na base de madeira da roda, entre os polos do</p>	

⁹⁵ Vídeo com a montagem e demonstração sobre a roda de Barlow, em VIDA EM SILÍCIO (2019).

	<p>magnete (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia).</p> <p>Uma fita metálica mergulha no mercúrio e assegura a condução da corrente para fora do contato líquido. A interação entre a corrente na roda, radial, e o campo magnético horizontal produzido pelo magnete dá origem ao aparecimento de uma força tangencial sobre a roda, que a mantém em rotação. Note-se que uma roda perfeitamente circular, não dentada, funcionaria exatamente do mesmo modo (Catálogo do Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Da Physica à Engenharia - https://www.isel.pt/media/uploads/tinymce/ColecaodeFisica_vsited2.pdf).</p>		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
	<input type="checkbox"/>	Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
	<input type="checkbox"/>	Peças avulsas	
	<input type="checkbox"/>	Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta	
	<input type="checkbox"/>	Média	
	<input type="checkbox"/>	Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Latão, madeira, ferro e metal.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Les Fils D' Émile Deyrolle	DATA	s. d.
PROCEDÊNCIA	Paris, França.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
	<input type="checkbox"/>	Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
	<input type="checkbox"/>	Mesa	
	<input type="checkbox"/>	Estante	
	<input type="checkbox"/>	Abandonado	

ESTADO DE CONSERVAÇÃO	X	Bom
		Regular
		Ruim
SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO		Dependente
	X	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X	Qualitativo
		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2).

Figura 1

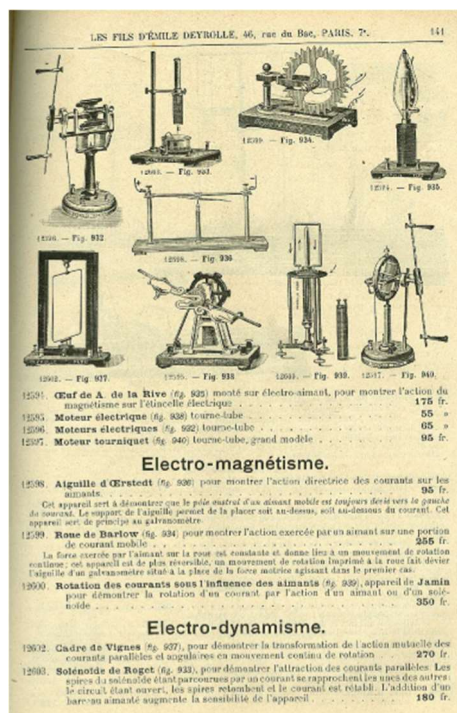


Figura 2



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*.

Como descrito nas informações de funcionamento do aparelho, esse objeto tem como fim transformar energia elétrica em energia mecânica, fazendo girar um tipo de “roda dentada”. O aparelho consiste na elevação dessa roda dentada sobre um ímã com diversos formatos – o mais comum no início do século XIX, era similar a uma ferradura – por fim, os “dentes” da roda passam por uma solução de mercúrio que auxilia na manutenção do movimento da roda. A roda de Barlow foi inventada pelo físico e matemático inglês, Peter Barlow (1776-1862). O aparelho foi um dos primeiros motores elétricos.

O objeto faz parte da seção de eletricidade dinâmica do Curso Elementar de Physica, de Padua Dias, livro onde é explicada sua estrutura de funcionamento e efeitos do artefato.

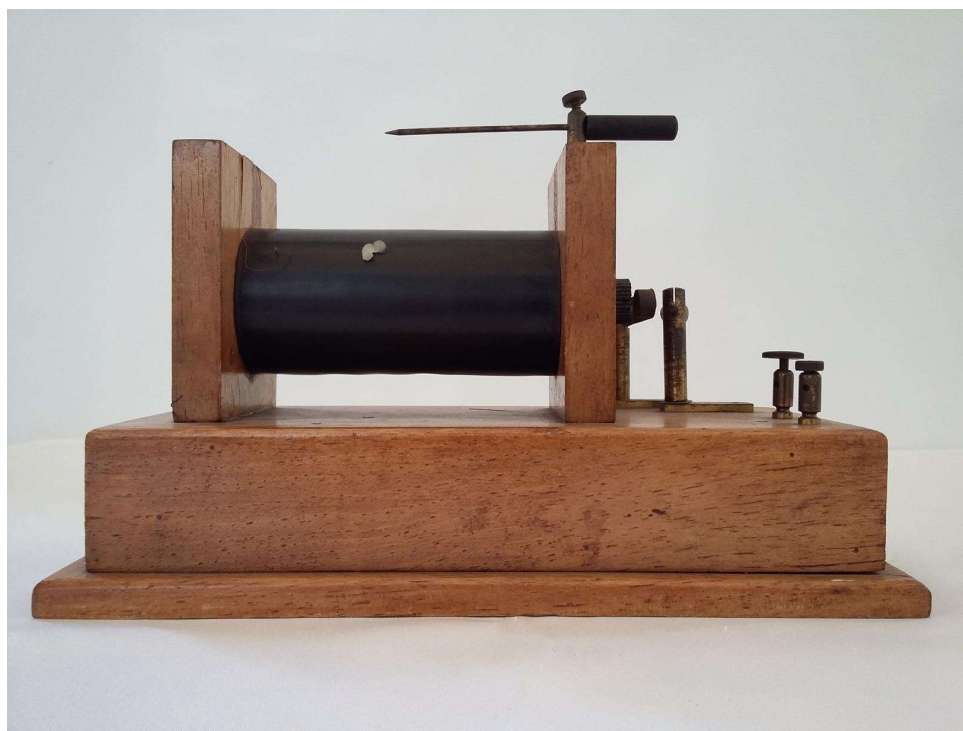
A repulsão de uma corrente pelo campo magnético de um ímã pode ser, também, observada no aparelho muito simples, denominado roda de Barlow. É uma roda dentada, de latão, cujos dentes tocam no mercúrio de uma cuba alongada, disposta entre os ramos de um forte ímã. A corrente de uma pilha passa, por intermédio do mercúrio, para um dos raios da roda, percorrendo-o de baixo para cima até o eixo que está em comunicação com o fio de retorno. O raio é repellido, pondo a roda em movimento: um outro raio vem ocupar a posição do primeiro, sendo igualmente repellido, e assim sucessivamente. A roda põe-se, em consequência, a girar continuamente. Invertendo-se o sentido da corrente, a roda girará em sentido contrário. (PADUA DIAS, 1920, p. 350/351).

Além de demonstrar o sistema de funcionamento do objeto científico, o autor também cita a teoria que rege a construção desse tipo de aparelho, a repulsão de uma corrente pelo campo magnético de um ímã.

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

Quadro 20 – Ficha de informações: Bobina de Ruhmkorff ⁹⁶

DENOMINAÇÃO: Bobina de Ruhmkorff



MATERIAL		
ÁREA DE CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO		<p>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).</p> <p>O objeto no acervo apresenta sujidade. Madeira contém pequenas perdas das camadas, com rachadura na parte superior. Furo na bobina na parte superior. Na parte inferior da bobina nota-se a presença de uma fita adesiva transparente unindo a camada de revestimento já bem desgastada. Ausência de um dos eletrodos. Marcas possivelmente de adesivo ou verniz na madeira.</p>
DIMENSÕES		Altura: 15 cm. Largura: 12 cm. Diâmetro: 24 cm.

⁹⁶ A montagem desse objeto científico e demonstração de seus efeitos pode ser encontrado no MANUAL DO MAKER (2019).

FUNCIONAMENTO	<p>Bobina de indução desenvolvida e construída por Ruhmkorff. Por indução eletromagnética, transforma correntes elétricas de baixa tensão, como a das pilhas, em correntes de tensão muito elevada (Thesaurus de acervos científicos de Língua Portuguesa).</p> <p>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</i> à <i>Engenharia</i> - https://www.isel.pt/media/uploads/tinymce/ColecaodeFisica_vsited2.pdf).</p>		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
		Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
		Peças avulsas	
		Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO		Alta	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média	
		Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Madeira, baquelite, ferro, latão e fio.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não identificado.	DATA	s. d.
PROCEDÊNCIA	Não consta.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
		Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
		Mesa	
		Estante	

		Abandonado
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	X	Bom
		Regular
		Ruim
SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO		Dependente
	X	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X	Qualitativo
		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

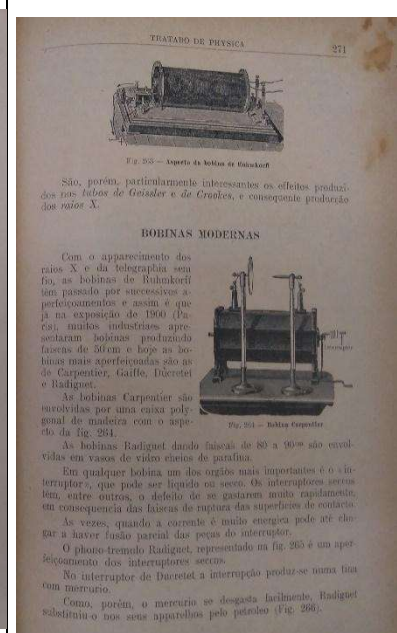
Figura 1



Figura 2



Figura 3



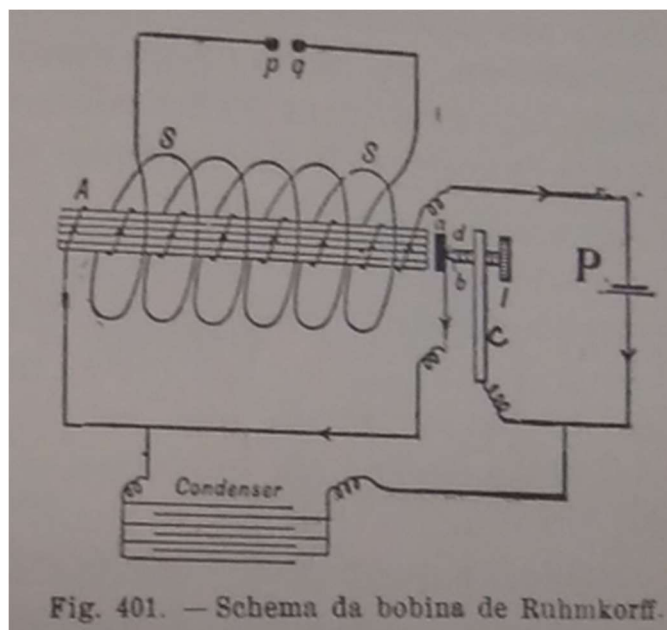
Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*.

Esse tipo de bobina começou a ser construída em 1851, por Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803-1877), mecânico alemão. Esse tipo de aparelho, rapidamente, passou a ter bastante aplicação nos laboratórios, porque são de simples construção, fácil manuseio e robustas. Pode ser considerada um antecessor dos atuais transformadores elétricos, foi utilizada também para auxiliar a 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 primária 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 também determina a produção de correntes induzidas na bobina.

Figura 30 – Esquema da Bobina de Ruhmkorff



Fonte: Curso Elementar de Physica. Padua Dias, 1920.

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

A bobina primária A é constituída por um fio grosso de cobre, isolado, e enrolado em duas ou tres camadas em torno de um núcleo cylindrico de ferro macio que, para evitar as correntes de Focault, é constituído por um feixe de fijos 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 bornes 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. Parafraseando 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 sobre o 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 tres 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 gomma-laca. Para evitar as correntes de Foucault, o nucleo de ferro macio é constituido 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 produção 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 então 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.

Magnetismo e eletromagnetismo

O magnetismo estuda os dois tipos de ímãs encontrados no planeta terra, e suas causas, como o desenvolvimento do estudo sobre os campos magnéticos e suas conexões com os campos elétricos. Os ímãs 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, p. 188).

Porém, geralmente, seu estudo 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, p. 28).

Os primeiros investigadores dos fenômenos elétricos e magnéticos certamente sentiram a profunda relação entre eles, porém, não conseguiram determiná-la. Nesse primeiro momento “as cargas elétricas não influíam de modo algum sobre os ímãs; estes também não exerciam influência alguma sobre as cargas elétricas”. (GAMOW, 1963, p. 149). A “ponte” entre a eletricidade e o

magnetismo foi descoberta por Hans Christian Oersted, físico dinamarquês em uma processo já descrito no capítulo I.

Para o estudo das informações intrínsecas e extrínsecas aos objetos para o estudo de magnetismo e eletromagnetismo, continuaremos a utilizar as mesmas fontes, a base de dados do Pergamum sobre o Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano, os catálogos e os livros didáticos do período. Foram selecionados três objetos. Para o ensino de magnetismo, a agulha magnética, para o estudo sobre eletromagnetismo citamos componentes do telégrafo, além de estudar a estrutura e funcionamento das campainhas elétricas.

Analisando as informações intrínsecas ao primeiro objeto, apresentamos a ficha de informações da agulha magnética.

Quadro 21 – 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).
DIMENSÕES	Altura: 29 cm.

	Largura: 11 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.		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
		Artesanal	
MONTAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamento pronto	
		Peças avulsas	
		Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO		Alta	
		Média	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Latão e ferro.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não identificado.		DATA s. d.
PROCEDÊNCIA	Não consta.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
		Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
		Mesa	
		Estante	
		Abandonado	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom	
		Regular	
		Ruim	

SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO	X	Dependente
		Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X	Qualitativo
		Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X	Demonstração/Observação
		Verificação
		Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS:	PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

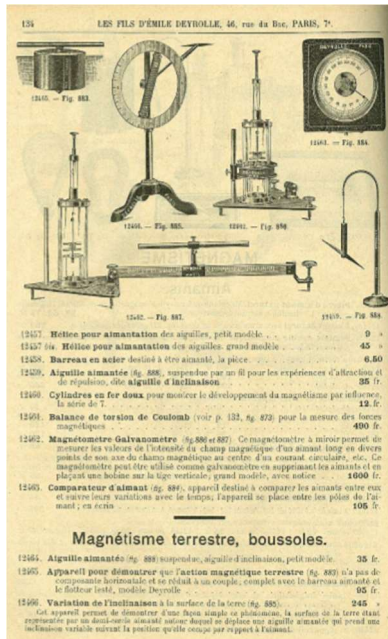


Figura 2

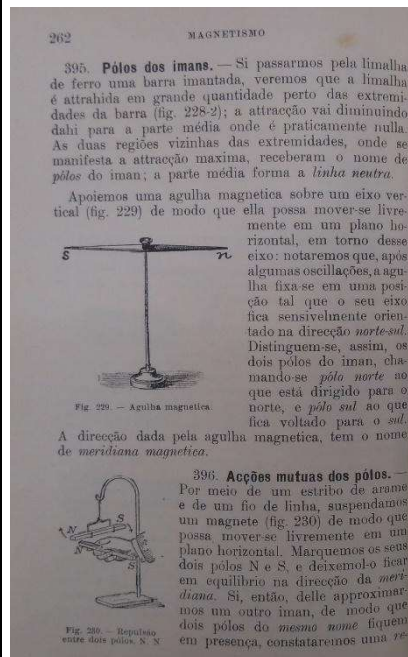
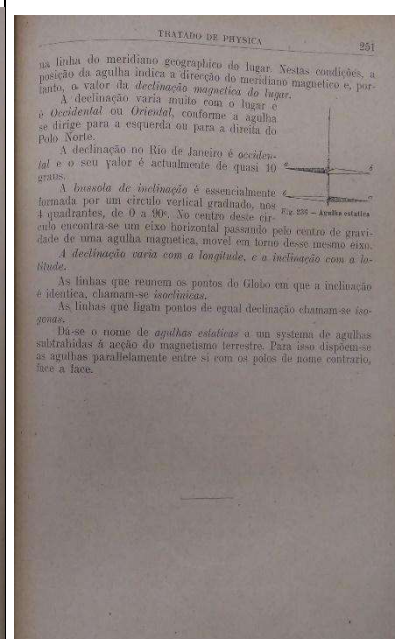


Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Pergamum Museu.

A agulha magnética consiste em um objeto muito simples e fácil de ser projetado, e 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. Novamente, podemos encontrar citações sobre o objeto no livro de Antônio de Padua Dias, recomendado no Colégio Pedro II, no fim da década de 1920.

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

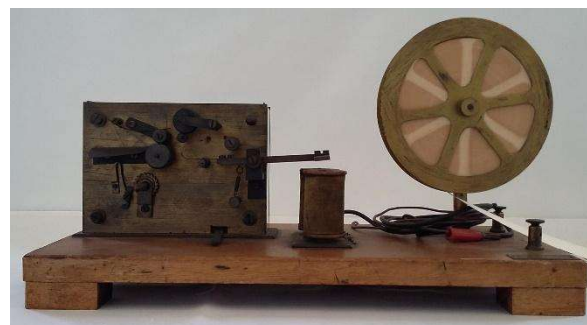
Os imans artificiaes ou magnetes são os unicos que se empregam no estudo e nas applicações do magnetismo, por serem mais commodos e poderem adquirir as mais fortes imantações. Dá-se-lhes, geralmente, a forma de uma barra cylindrica ou prismatica, ou ainda, a de um losango alongado, tomando, neste caso, 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 também as variações de inclinação e declinação de diversos pontos geográficos.

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 22 – Ficha de informações: Telégrafo

DENOMINAÇÃO: Manipulador do telégrafo Morse (Id. 449080) / Receptor do telégrafo Morse (Id. 449083)



MATERIAL

ÁREA DO CONHECIMENTO	X	Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	<p>449080: Escurecimento e ranhuras no latão. Pequenos pontos de oxidação. Sujidade na madeira. Na base inferior do aparelho, encontram-se as inscrições "046".</p> <p>449083: Escurecimento e ranhuras no latão. Pequenos pontos de oxidação. Sujidade na madeira. A chave foi adaptada para uso com um pequeno arame.</p>	
DIMENSÕES	<p>449080: Altura: 10 cm. Largura: 21 cm. Profundidade: 12 cm.</p> <p>449083: Altura: 20 cm. Largura: 36 cm. Profundidade: 18 cm.</p>	
FUNIONAMENTO	<p>449080: A peça é um dos dispositivos que compõe o aparato completo do telegrafo Morse, que consiste em aparelhos de transmissão e recepção. Enviar mensagens telegráficas de acordo com o código Morse, consistindo de linhas longas e linhas curtas, por uma sucessão de correntes mais ou menos prolongadas (ASEISTE). Telégrafo utilizado para demonstrar as comunicações a longas distâncias e em situações em que há necessidade de recorrer ao Código de Morse (Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa).</p> <p>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</p>	

	ou menos prolongadas. Converte-os em mensagens telegráficas de acordo com o código Morse, consistindo de linhas longas e linhas curtas. Grava estas mensagens em papel e em tinta (ASEISTE). Telégrafo utilizado para demonstrar as comunicações a longas distâncias e em situações em que há necessidade de recorrer ao Código de Morse (Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa). Ao todo o acervo possui 2 receptores. O visor das engrenagens é em vidro transparente possibilitando a observação do funcionamento da recepção dos pulsos.			
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial		
	<input type="checkbox"/>	Artesanal		
MONTAGEM	<input type="checkbox"/>	Equipamento pronto		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Peças avulsas		
	<input type="checkbox"/>	Material de baixo custo		
QUALIDADE DO ACABAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta		
	<input type="checkbox"/>	Média		
	<input type="checkbox"/>	Baixa		
MATERIAIS UTILIZADOS	Latão, vidro, ferro, papel, madeira, cobre.			
HISTÓRIA				
FABRICANTE	449080: Não identificado.		DATA	1928
	449083: Les Fils D' Émile Deyrolle.			
PROCEDÊNCIA	449080: Não consta.			
	449083: Paris, França.			
AQUISIÇÃO	Adquirido aproximadamente em 1928.			
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.			
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor		
	<input type="checkbox"/>	Aluno		
MEIO				
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine		
	<input type="checkbox"/>	Mesa		
	<input type="checkbox"/>	Estante		
	<input type="checkbox"/>	Abandonado		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom		

ESTADO DE CONSERVAÇÃO	Regular
	Ruim
SIGNIFICADO	
CONCEPÇÃO	X Dependente
	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	X Qualitativo
	Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	X Demonstração/Observação
	Verificação
	Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO: LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928. (Figura 1).
	LIVROS: PADUA DIAS, Antonio de. Curso Elementar de Physica. Casa Vanorden. São Paulo, 1920. (Figura 2). ROMANO, RAUL. Tratado de Physica. Comp. Melhoramentos de S. Paulo. São Paulo, 1928. (Figura 3).

Figura 1

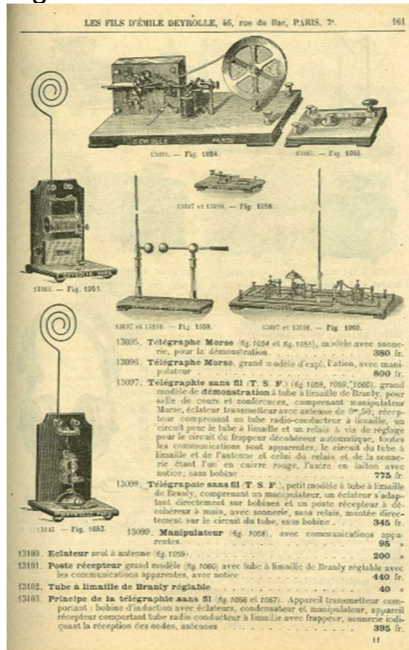


Figura 2

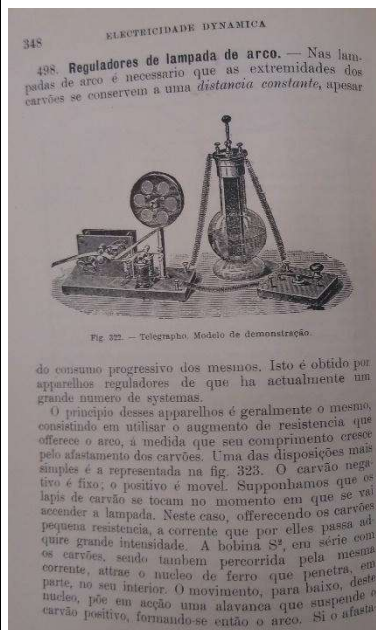
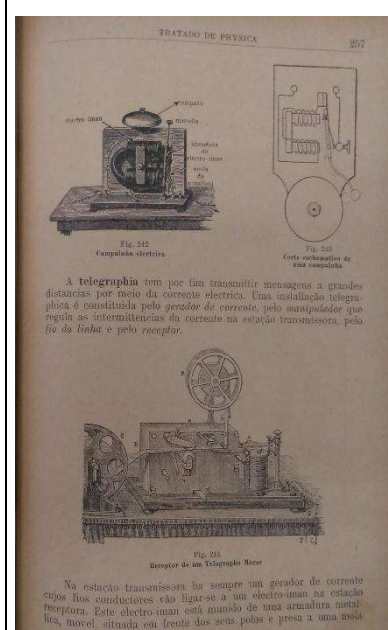


Figura 3



Fonte: BRAGHINI, Katya M Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. *Pergamum Museu*.

Os dois objetos apresentados no quadro 22, compõem a estrutura principal do Telégrafo de Morse, aparelho que consiste na transmissão e recepção de mensagens codificadas – no caso, o aparelho descrito utiliza-se do código de Morse -, que são geradas pela sucessão de correntes mais ou menos prolongadas. As mensagens geralmente eram gravadas em papel e em tinta.

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 distâncias 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).

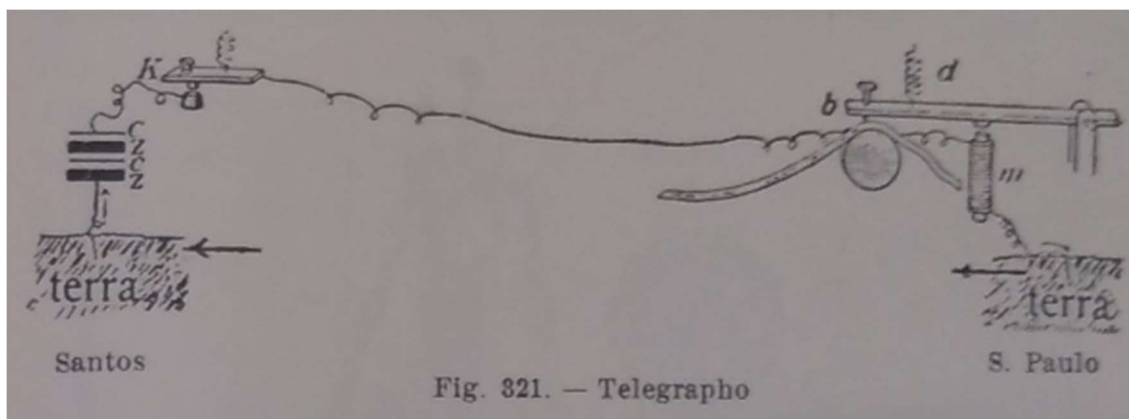
O autor, evidentemente, explica para que serve a telegrafia e quais os componentes de um telégrafo. Porém, antes dessa explicação, nos chama atenção uma parcela do texto em que Romano, descreve a aplicação dos electroímãs.

O electro-iman tem larga applicação tanto nas campainhas electricas como na telegraphia electrica, e durante a Grande Guerra foi empregado pelo aliados para extrahir projecteis dos feridos, visto as balas allemãs serem magnéticas, em virtude do seu revestimento metallico de ferro-nickel. Serviam tambem para extrahir os estilhaços de granadas, de ferro fundido. E' necessario empregar para esse fim electro-imens muito fortes, conseguindo-se, porém, por seu intermédio, evitar graves operações cirurgicas. (ROMANO, 1928, p. 256).

Como afirmado por Raul Romano, o mesmo objeto utilizado como parte fundamental da estrutura de um telégrafo e de campainhas elétricas, podia ser utilizado para retirar balas e estilhaços de soldados feridos na Primeira Guerra Mundial.

O segundo livro didático que contém informações sobre o telégrafo é mais técnico. Antônio de Padua Dias, apresenta o objeto e seus componentes em poucas linhas, para depois partir para uma exemplo “prático” do funcionamento do aparelho.

Figura 31 – Funcionamento do Telégrafo



Fonte: Tratado de Physica. Raul Romano, 1928.

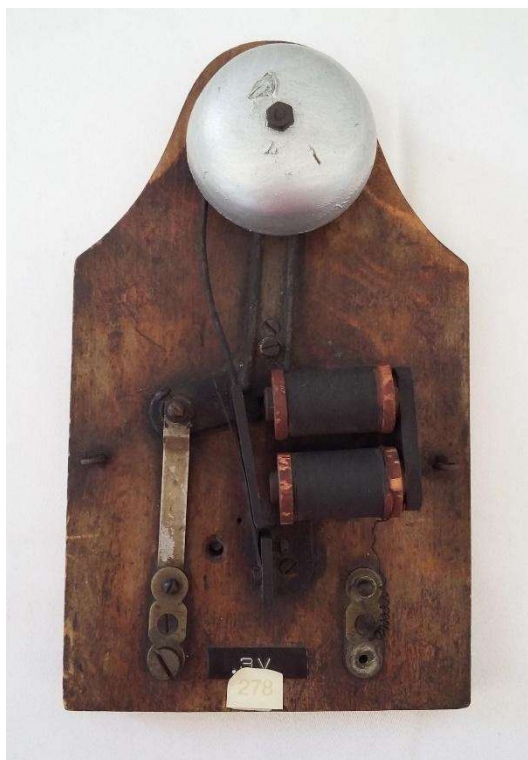
Quando o telegraphista de Santos, accionando o manipulador *K*, fecha o circuito, uma corrente é lançada na linha de vai á estação de destino, S. Paulo, por exemplo. Ahi, a corrente passa pelo electro-iman *m* do qual volta pela terra para o pólo negativo do gerador, em Santos. Enquanto o manipulador conserva o circuito fechado, a armadura *b* é attrahida pelo electro-iman; logo que o circuito é aberto, a armadura é levantada pela acção 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. Como o alfabeto telegraphico compõe-se de uma combinação de pontos e traços, pode o telegraphista, acionando o manipulador em Santos, expedir uma mensagem que é registrada no aparelho receptor de S. Paulo. Evidentemente, cada estação tem um manipulador e um receptor. O fio da linha é de ferro galvanizado, tendo geralmente 4 mm de diametro, o que corresponde a uma resistencia de 10 ohms, approximadamente, por kilometro. A corrente volta pela terra cuja resistencia pode ser considerada nulla; dispensa-se, assim, o fio de retorno. (ROMANO, 1928, p. 347).

A explicação é extensa, mas nos ajuda a perceber como era entendido o manuseio desse objeto nas primeiras décadas do século XX. De acordo com as explicações, podemos perceber que o autor demonstra os efeitos do aparelho ao mesmo tempo que define sua disposição e estrutura.

Finalmente, apresentamos o último objeto selecionado para o estudo do eletromagnetismo, que foi muito vulgarizado nas primeiras décadas do século XX, a campainha elétrica.

Quadro 23 – Ficha de informações: Campainha elétrica

DENOMINAÇÃO: Campainha elétrica



MATERIAL	
ÁREA DE CONHECIMENTO	x Eletricidade e Magnetismo
DESCRIÇÃO	Ela encontra-se em bom estado de conservação. Apresenta marcas de sujidade. Podemos perceber oxidação na estrutura do ferro. Há desgaste no badalo de ferro. Há uma etiqueta informando a voltagem da campainha (3V). No verso da peça há anotações a lápis registrando os seguintes números: 18-10 c/m 88.
DIMENSÕES	Altura: 16 cm. Largura: 18 cm. Profundidade: 7 cm.
FUNCIONAMENTO	Utilizada para demonstrar o funcionamento de uma campainha baseada no uso dos eletroímãs. Ao ligar a chave do circuito, a corrente elétrica que é fornecida pela pilha passa pelo fio metálico e chega até a chapa de metal. A campainha é metal. Inicialmente a campainha está faceando a chapa metálica de modo a permitir que a corrente elétrica passe por ela e chegue ao eletroímã. É criada uma corrente que chega ao eletroímã. A corrente ao chegar ao eletroímã, cria um campo magnético. Esse, por sua vez, atrai a chapa metálica para baixo. Nesse momento, a chapa metálica desencosta da campainha e o circuito é interrompido. Com o circuito interrompido, não há mais corrente no eletroímã. Ao voltar à posição inicial, a chapa metálica bate contra a campainha e provoca um som. O circuito é novamente fechado fazendo com que a

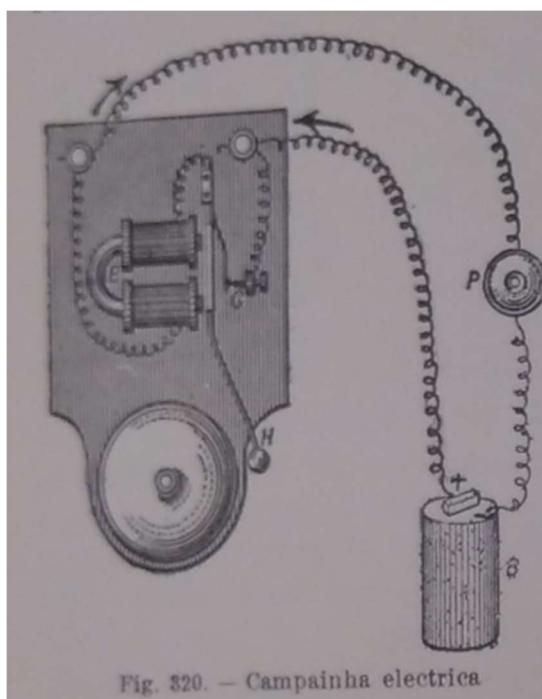
	campanha fique em funcionamento até que a chave de acionamento seja desligada.		
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial	
		Artesanal	
MONTAGEM		Equipamento pronto	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Peças avulsas	
		Material de baixo custo	
QUALIDADE DO ACABAMENTO		Alta	
		Média	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Baixa	
MATERIAIS UTILIZADOS	Madeira, ferro, cobre e latão.		
HISTÓRIA			
FABRICANTE	Não identificado.		DATA s. d.
PROCEDÊNCIA	Não consta.		
AQUISIÇÃO	s. d.		
ESTABELECIMENTO	Colégio Marista Arquidiocesano. São Paulo.		
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluno	
MEIO			
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine	
		Mesa	
		Estante	
		Abandonado	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Bom	
		Regular	
		Ruim	
SIGNIFICADO			
CONCEPÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	Dependente	

baseava no uso de eletroímãs. O funcionamento do objeto é descrito nesse mesmo campo, presente no Quadro 23.

Diversas revistas e livros didáticos do período exemplificavam formas de estudar ou montar esse tipo de aparelho, muito disseminado como uma “novidade” no começo do século XX⁹⁷. Nos livros didáticos, encontramos menções nos dois livros brasileiros analisados nessa pesquisa. Porém, analisaremos apenas o conteúdo proposto em apenas um dos compêndios⁹⁸.

No Curso Elementar de Physica, de Padua Dias, o autor apresenta uma ilustração com a disposição e estrutura do objeto, enquanto descreve suas funções.

Figura 32 – Funcionamento da Campainha elétrica



Fonte: Curso Elementar de Physica. Padua Dias, 1920.

Enquanto apresenta a ilustração no texto corrido, descreve a estrutura desse aparelho,

Este aparelho compõe-se de um electro-íman e, em frente de cujos pólos encontra-se uma armadura sustentada por uma mola. Esta armadura prolonga-se, na parte inferior, por uma haste metálica que termina por um martelo H; além disto, ella é,

⁹⁷ Como já demonstramos em suas aparições em revistas de ampla divulgação. A Revista “O Echos” (1916), por exemplo, ensina a elaborar um tipo de campainha de forma manual na seção “Recreativa e Prática”.

⁹⁸ O conteúdo encontrado nos livros didáticos sobre “campainhas elétricas” é similar em todos os exemplares.

ainda, munida de uma pequena mola que se apoia levemente contra a ponta do parafuso C. O aparelho assim constituído é intercalado n'um circuito contendo uma pilha B e um interruptor P, vulgarmente chamado de botão da campainha. O fio conductor está interrompido sob este botão, que, sendo empurrado, produz o contacto das duas pontas, fechando o circuito. (PADUA DIAS, 1920, p. 345/346).

Depois da estrutura da campainha, o autor ainda demonstra o funcionamento do artefato.

Eis como funciona o aparelho. Calcando-se o botão, a corrente da pilha é lançada no circuito. Passando pelo parafuso C e pela mola, ella percorre as duas bobinas do electro-iman, d'onde volta á pilha. A' passagem da corrente, o electro-iman, magnetisando-se, attrae vivamente a armadura, o que produz uma pancada do martelo H sobre o tympano que lhe fica em frente. Este movimento da armadura interrompe o contacto em C, e, portanto, a passagem da corrente: a armadura, deixando de ser attrahida, volta atraz pela acção da mola que a sustenta. O contacto em C é de novo restabelecido, repetindo-se os mesmo phenomenos. A campainha vibrará enquanto se estiver a pressão sobre o botão. (PADUA DIAS, 1920, p. 346).

Assim, enquanto o botão da campainha é pressionado, o circuito é fechado, fazendo com que a corrente movimente a ponta do parafuso e, consequentemente, o “martelo” – que em contato com a peça de metal (tympano) ocasiona o som da campainha.

Possibilidades e inferências em relação ao uso dos objetos científicos em sala de aula

O estudo acerca dos objetos científicos para o ensino de física e eletricidade entre o século XIX, e nas primeiras décadas do XX, não pode, nem deve se esgotar apenas nas informações contidas nos próprios objetos didáticos e nos documentos de referência nacionais.

Os “modelos” e utilização desses objetos, foram importados de diversos países europeus, e posteriormente, dos Estados Unidos – além de conversar com experiências e escritos de alguns países na América do Sul. Assim, aproximações sobre as práticas que se utilizavam dos objetos científicos em relação à outros países ocidentais do período, não é somente desejável, como pode evidenciar como esse estudo era implementado em outros lugares, antes

de ser importado e reproduzido para o Brasil e o estado de São Paulo – já que esse tipo de documentação, em âmbito nacional, que evidencia as próprias práticas para o ensino de ciências em sala de aula são de difícil localização e muitas vezes já foram descartadas ou perdidas.

Podemos citar, por exemplo, a explicação de Guijarro Mora, acerca da organização das salas de aula para o ensino de ciências na Espanha, em meados de 1860, no período, “a disposição da sala com o professor em posição elevada, favorecia a lição e a intervenção exclusiva do professor na preparação das demonstrações” (2018, p. 153). Esse tipo de modelo foi replicado por várias escolas do período, tanto na Espanha, como em outros países – e o Brasil. De acordo com o autor, o professor assumia uma função central em todas as atividades demonstrativas. Em relação aos discentes, não precisavam de conhecimento prévio e preciso,

A própria experiência toma seu lugar. Assim, isso representa o elemento central da demonstração, é constituído em um meio que nos permite conhecer as propriedades do mundo e também é um instrumento ideal para o ensino. Enquanto o professor ou demonstrador fala, demonstra-se que a experiência transfere os fenômenos que foram previamente anunciados para a ordem observacional. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 158).

Dessa forma, essa associação entre a teoria exposta nos materiais didáticos e a demonstração em sala de aula que confere à experiência científica um status de “prova”, no caso dessa pesquisa, de verificação do fenômeno elétrico, oferecendo coerência e solidez no discurso teórico.

Esse tipo de uso dos objetos científicos e essa estrutura de aula, parecem corresponder às expectativas de ensino e ao discurso do período na Espanha, e provavelmente, em outros países como o Brasil. Porém, do tipo de ensino desejado ao tipo de ensino instituído existem diversas variáveis e Guijarro Mora nos alerta sobre alguns percalços em relação às atividades propostas por professores com demonstrações nas últimas décadas do século XIX. Em certos casos,

A demonstração faz parte de um contexto no qual as verdades dogmáticas são reproduzidas. Não é a verdadeira experimentação. O professor estabelece uma lei e menciona a experiência que supostamente a confirma, o que poderia ser entendido como uma verificação dela. No entanto, a experiência específica não é realizada, sendo substituída por uma descrição do material utilizado pelo pesquisador. Os dispositivos são transferidos para a turma, para que os alunos observem e

anotem suas características. O ensino adquire, assim, um caráter enciclopédico e memorístico. (2018, p. 158).

O estudo com os objetos científicos e suas possíveis formas de utilização, deve se desprender de romantizações acerca das aulas em que os artefatos assumiam a posição de materiais didáticos. Muitas vezes, as experimentações, não tinham como fim o verdadeiro “experimento”⁹⁹ do aluno. A atitude do professor com o objeto, podia inclusive, tornar a aula enciclopédica – como, por exemplo, nas atividades em que os alunos apenas anotavam características dos aparelhos.

Em uma outra perspectiva – igualmente negativa – os professores podiam tornar-se profissionais dedicados a replicar um tipo de conhecimento existente, estabelecido e permanente. Sem questionar a “verdade” exposta pelo pesquisador de referência.

Eles podiam imitar o cientista expondo os fenômenos que podiam ser identificados na natureza, como quando são expostos (...) o atrito de duas barras de resina ou a atração de pequenos pedaços de papel. Ambas estão relacionadas à existência da eletricidade. Como os professores usam dispositivos semelhantes aos originais, uma imagem de autenticidade é transmitida imitando a descoberta feita no passado. É, portanto, de acordo com os autores de uma reconstrução histórica, onde os elementos controversos e incertos são eliminados. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 158).

Reproduzindo exatamente o mesmo experimento sem se questionar ou utilizar novas metodologias e manuseando dispositivos semelhantes aos tradicionais, o professor gerava uma imagem de autenticidade e verdade absoluta – eliminando “elementos” controversos e incertos.

Um outro problema relacionado com o uso dos objetos científicos em sala de aula nesse período, tem a ver com a transmissão do conhecimento tácito.

Era necessário levar em consideração que os dispositivos variavam muito de um para outro, mas todos exigiam um período de uso e familiarização que não era resolvido simplesmente pela leitura e compreensão das instruções (apesar das mensagens publicitárias dos fabricantes que insistiam na sua simplicidade). (BRENNI *apud* GUIJARRO MORA, 2018, p. 160).

⁹⁹ Guijarro Mora expõe no que consiste o “experimento” para o Dicionário da Academia Real de Língua Espanhola, que significa “realizar operações destinadas a descobrir, verificar, ou demonstrar certos fenômenos ou princípios científicos”. (2018, p. 156).

Como exposto, o uso de determinados objetos científicos de alta complexidade não eram compostos de simples experiências, mas necessitavam de um período de leitura e compreensão das instruções dos manuais – processo que podia ser relativamente demorado.

Aproximando essas informações da realidade no ensino de eletricidade paulista, voltamos a se basear no Diário de Lições de Norberto de Almeida, aluno normalista da Escola Normal Caetano de Campos, no ano de 1902. Considerando que os conteúdos de eletricidade eram estudados em um intervalo de, aproximadamente, 15 dias (ALMEIDA, 1902), é evidente que não seriam cabíveis estudos de máquinas de alta complexidade e preleções alongadas acerca da “leitura e compressão das instruções dos manuais”. Por fim, citamos ainda, que todos os instrumentos para o ensino de eletricidade no Diário de Lições eram relativamente simples¹⁰⁰. Além do tempo hábil, era necessário levar em conta as “habilidades do demonstrador, fato que contrasta com a retórica simplista do setor industrial”. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 161).

Porém, outras perspectivas relativamente “progressistas” também podem ser encontradas no trabalho de Guijarro Mora, que discorre sobre o processo de “desmantelamento” dos objetos pré-fabricados. Nos processos de aprendizado e familiarização com os artefatos, os professores reinterpretaram e ampliaram os propósitos originais dos objetos contidos nos manuais de instrução ou então em catálogo dos fabricantes. (2018, p. 13).

No Brasil, os objetos científicos eram comprados de grandes empresas estrangeiras que vendiam esse tipo de artefato internacionalmente, a questão é que esse tipo de aquisição já vinha preparada com aprendizados já estabelecidos: as experiências eram descritas nos manuais e os objetos chegavam até as escolas pré-fabricados, ou seja, nos artefatos mais complexos, o maior trabalho seria montar algumas peças, nos mais simples, nem isso.

Assim, a ação educativa em relação aos objetos começou a ganhar outras características, uma delas “derivou do conhecimento pessoal associado ao trabalho de familiarização com a composição e operação dos dispositivos” (GUIJARRO MORA, 2018, p. 164).

¹⁰⁰ Os objetos citados eram, “Electropho e machinas dynamicas, condensadores electricos, baterias electricas, efeitos electrostaticos, pilhas electricas, bonde electrico, luz electrica, processos de magnetismo e íman”. (ALMEIDA, 1902).

Portanto, foi possível distinguir três realidades no processo de aprendizagem. Um consistia na reprodução do princípio científico descrito no manual, outra na descrição do dispositivo (explícito e formal), mas outro muito diferente era o domínio da operação real do dispositivo. A identificação dessa última dimensão, juntamente com seu valor pedagógico, levou a uma maneira diferente de ensinar o conteúdo científico. Para assimilar esse conhecimento, o aluno teve que participar da fabricação dos objetos e das soluções para os problemas colocados. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 164).

Nas duas primeiras realidades descritas pelo autor, os alunos deviam reproduzir o princípio científico descrito no manual do artefato e na outra deveria descrever o dispositivo em sua materialidade. Nenhuma das duas opções fazia com que o aluno tivesse domínio sobre a experiência e operação real do objeto. Problemas que são resolvidos na terceira realidade apresentada por Guijarro Mora.

A terceira realidade em relação ao estudo dos objetos, criou uma nova metodologia para o ensino de física e da eletricidade. Para assimilar os conhecimentos propostos no estudo dos objetos científicos, não bastava mais observar à máquina ou reescrever os manuais. Nessa terceira perspectiva, os alunos participavam na “fabricação dos objetos e das soluções para os problemas colocados”, o ensino passava de uma metodologia enciclopédica, para um outro tipo, mais ativa e prática.

De acordo com o pesquisador, esse foi um ponto de transformação definitivo entre a educação e a indústria dos objetos científicos. A partir desse momento, o professor tinha que pensar ativamente no design e estrutura de todos os objetos que fazem parte da sua aula. Nesse sentido, “os professores tiveram que se apropriar das iniciativas que afetaram os princípios de aprendizagem, até então nas mãos do governo”. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 164).

Essas evidências encontradas na obra de Guijarro Mora, parecem conversar diretamente com a realidade das escolas secundárias brasileiras no fim do século XIX, e nas primeiras décadas do XX. Um exemplo contundente é o Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. De um total de 316, objetos científicos para o ensino de eletricidade no Museu Escolar do colégio,

aproximadamente, 48, não tem nenhum tipo de menção ao fabricante¹⁰¹. Assim, podemos considerar duas perspectivas.

Na primeira, as inscrições desapareceram ou foram removidas dos artefatos, em uma outra perspectiva, os objetos foram confeccionados no próprio colégio, por professores e alunos. Uma pista que nos leva a acreditar que a segunda opção é mais crível, se baseia na própria materialidade do objeto científico. Explicamos, os objetos pré-fabricados (usando a terminologia de Guijarro Mora) contam com uma qualidade maior, tanto no próprio material predominante na peça (madeira, metal, vidro), como nos acabamentos. Já os objetos sem identificação no Museu Escolar, são, evidentemente, confeccionados de forma rudimentar e sem nenhum tipo de acabamento, pois, de acordo com nossas inferências, esse objeto não precisava ter uma boa aparência - já que não era comercializado - mas ser usual e prático na demonstração dos fenômenos elétricos.

Entre os objetos possivelmente confeccionados na própria instituição escolar podemos citar, amplificadores elétricos de audiodfrequência, aparelhos para experimentos de eletrostática, campainha elétrica, esferas de Coulomb e garrafas de Leyden¹⁰². Apresentaremos três objetos científicos, com uma ilustração do artefato, juntamente com informações contidas nas fichas de catalogação presentes na base de dados do *Pergamum Museu*, para exemplificar os artefatos nessa condição.

¹⁰¹ Esses dados foram recolhidos da plataforma *Pergamum Museu*, que mantém todas as informações de inventariação e catalogação dos objetos científicos do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. Pode ser acessado de forma livre e gratuita em, <https://biblioteca.grupomarista.org.br/pergamum/biblioteca/index.php?id=memorial>.

¹⁰² Um número maior de objetos pode ter sido elaborado no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, porém, optamos por apresentar os objetos que constam na ficha de catalogação e que pertencem a essa “categoria” com mais assertividade.

Figura 33 –Campainha elétrica elaborada no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Fonte: BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. São Paulo, 2019.

Na base de dados, encontramos informações breves, mas assertivas em relação à natureza do artefato, “existem mais campainhas no acervo, na parte de acústica, porém, esta peça foi relacionada ao antigo professor do ensino de eletricidade” (BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P. e PIÑAS, Raquel Q., 2019). Obviamente, sua natureza baseada no uso de eletroímãs pode ser rapidamente relacionada ao ensino de eletricidade e ao professor de física. A estrutura e a própria qualidade das peças utilizadas para a montagem demonstram que esse objeto, foi, de fato, idealizado no colégio.

Figura 34 –Esfera oca de Coulomb elaborada no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Fonte: BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. São Paulo, 2019.

Esse objeto era utilizado para demonstrar que as cargas elétricas se distribuem de forma uniforme na superfície externa do condutor. Para a descrição desse objeto científico, a descrição da base de dados do *Pergamum* é maior,

Aparentemente a peça origina-se da junção de dois diferentes equipamentos de laboratório, a esfera de alumínio e tubo de ensaio de vidro da marca pirex. A hipótese é reforçada pelas marcas de adesivo na junção das duas partes e na presença de adesivo do tipo durepox. Exemplo do que se define como canibalismo. Material didático elaborado pelo professor utilizando peças sobressalentes de outros objetos. A parte de vidro apresenta a inscrição PYREX nº 9820. (BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P. e PIÑAS, Raquel Q., 2019).

O objeto científico, foi, evidentemente, elaborado dentro do colégio por um dos professores de física, pois nenhum tipo de empresa comercializaria esse tipo de objeto com peças “conectadas” por adesivos e confeccionadas com baixo acabamento. A base de dados ainda classifica o objeto como um tipo de “canibalismo tecnológico”.

Por fim, o último objeto científico apresentado nessa pesquisa é um exemplar de amplificador elétrico de audiofrequência,

Figura 35 –Amplificador elétrico de audiofrequência elaborado no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Fonte: BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. São Paulo, 2019.

Na base da dados, encontramos informações esclarecedoras sobre a origem do aparelho,

O aparato provavelmente foi construído por professor e/ou alunos. Cada componente apresenta um fabricante diferente, e partes reaproveitadas de outras peças. Características que foram observadas nas válvulas e transformadores. A ausência de refino nos acabamentos, observada especialmente na parte de baixo da peça, indicam uma montagem artesanal e experimental. (BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P. e PIÑAS, Raquel Q., 2019).

Como constatado, o aparelho apresenta montagem “artesanal e experimental”, fato que fica evidenciado de acordo o reaproveitamento de outras peças e componentes de diferentes fabricantes.

Com a apresentação dessas informações, evidenciamos que em determinado momento, o professor (ou professores) do Colégio Marista

Arquidiocesano de São Paulo, passaram a se utilizar de outras metodologias, como por exemplo, a montagem dos objetos científicos em detrimento às peças pré-fabricadas.

Utilizando a obra de Guijarro Mora e os objetos científicos, tentamos exemplificar as imensas possibilidades do estudo de eletricidade. Mesmo com disposições legais para educação, com materiais didáticos como livros e revistas escolares ou então com os manuais que acompanhavam objetos novos, o ensino de eletricidade (e da física em um âmbito geral) se caracterizada como fluído e flexível. Infinitas possibilidades podem ser analisadas, comparadas e cotejadas, e, nesse terceiro capítulo apresentamos algumas delas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Homens como Paula Souza, Paulo Edgício, Bueno de Andrade, Gabriel Prestes, Cesário Motta Jr., Alfredo Pujol, Antônio Dino da Costa Bueno, Benjamin Constant e Antônio Caetano de Campos, foram essenciais para o desenvolvimento do ensino de ciências em solo paulista. A eletricidade também aparece como um elemento “modernizador” de toda a sociedade brasileira e paulistana. A educação passou a atualizar os seus conteúdos não só para o ensino de física e eletricidade, mas todas as disciplinas científicas. Por meio de diversas reformas de ensino no estado, passaram ao debate sobre o que deveriam ser os “novos conteúdos científicos”. A eletricidade, passou a ser um dos conteúdos mais requisitados e ganhou destaque nesse contexto de mudanças.

Mas como já é constatado, os estudos científicos ocupavam uma posição subalterna em relação ao chamado “ensino das verdades clássicas”,

Os estudos científicos ocupavam, nesse período, uma posição secundária em relação aos estudos literários, em número de horas-aula semanais, em cada ano e no conjunto dos anos de estudo, o que é possível observar nas distribuições das matérias a partir das diferentes reformas. (ZANCUL, 2001, p. 49).

De fato, em relação a carga horária de aulas nas escolas, o ensino científico, nesse período, contou com uma carga menor de tempo, se comparado às humanidades. Porém, analisando por uma outra perspectiva, podemos afirmar que o ensino das ciências, de forma paulatina, começou a ser ampliado já no começo do século XX, sendo também resultado direto dos movimentos paulistas de reforma de ensino da década de 1890, que pregavam um ensino mais “científico” em São Paulo, impulsionados pelas “maravilhas” do mundo moderno, dentre elas, a eletricidade. Isto é, é importante afirmar que os primeiros movimentos e influências para a disseminação do ensino científico no estado, surgiram já nos anos 1890, ainda no século XIX. Como maior exemplo desse fato, podemos citar os relatórios de Gabriel Prestes, diretor da Escola Normal de São Paulo, de 1893 a 1896. Nos escritos, evidencia-se a posição do diretor em relação à importância do ensino de eletricidade – e de seus usos estruturais – para a escola.

A partir da década de 1890, as prescrições e os programas para o ensino de física, dificilmente citavam alguma subdivisão da disciplina, assim inferências

diretas sobre prescrições que tratam diretamente do ensino de eletricidade são escassas – ou inexistentes. Assim, foram analisadas as recomendações da física, que mesmo de que maneira mais ampla, também se referem a eletricidade. As reformas educacionais a partir dos anos 1880, já levavam em consideração as ciências e, principalmente, o método intuitivo.

Algumas leis e reformas de ensino na década de 1890, no estado de São Paulo foram importantes para a estruturação do ensino de ciências no currículo da escola paulista. Reformas como a da Escola Normal da Praça (n.27 de 12/02/1890), a Reforma da Instrução Pública de São Paulo (n.88 de 09/09/1892) e a Aprovação do regulamento dos Ginásios oficiais do estado (n. 293 de 22/05/1895), não alteravam a estrutura das aulas – as aulas científicas continuavam contando com um número semanal menor -, mas começavam a entender o valor que o ensino científico teria para o desenvolvimento do Brasil, como uma “nação”.

No fim do século XIX, o estudo e as curiosidades sobre os fenômenos elétricos se destacaram em outros meios de comunicação não necessariamente “escolares”. Encontramos representações da eletricidade em diversos tipos de revistas, algumas de ampla comercialização, outras destinadas ao ensino nas próprias instituições escolares.

Pudemos perceber que muitas tecnologias do período que envolviam a eletricidade, encontravam-se disseminadas pela cidade. A comercialização dos brinquedos elétricos, objetos domésticos como escovas elétricas, estojos magnéticos e palmilhas elétricas ajudaram a criar uma idealização e um nicho de consumo em relação aos objetos elétricos.

Em outro tipo de revista, também constatamos matérias sobre a construção e disseminação de objetos elétricos interessantes, em seções chamadas de “eletricidade prática e recreativa”.

O interesse acerca desse tipo de tema, também é evidenciado em revistas escolares, que em um aspecto geral, discorriam sobre as inovações da eletricidade e os novos métodos utilizados por professores estrangeiros. Esse tipo de editorial apresentava “modelos” de aula, a ser utilizados pelos professores do estado de São Paulo.

Os livros didáticos do período selecionado para pesquisa são elaborados tendo em vista sua função instrumental, pois tinham como foco principal colocar

em prática métodos de aprendizagem, propondo exercícios e atividades que visavam favorecer a aquisição de competências, a apropriação de métodos de análise e resolução de problemas. Os conteúdos relacionados à eletricidade, geralmente trazem consigo os exercícios e práticas no desenvolver da escrita dos compêndios.

Os livros didáticos de física apresentados nessa dissertação podem ser entendidos de forma mais eficaz, se levarmos em consideração o conceito de “vulgata” desenvolvido por Chervel. As seções de eletricidade nos livros didáticos geralmente contém conteúdos parecidos, com pequenas variáveis de um para outro, os mais “completos” – ou que pelo menos são mais detalhados – são os livros estrangeiros. Já os compêndios produzidos e escritos em solo brasileiro sempre partem de livros de física clássicos, como os de Adolphe Ganot, Langlebert, entre outros. O compêndios de fora do Brasil, “ainda eram referência e nesse período os autores brasileiros acabam seguindo seu padrão de ensino”. (NICIOLI JUNIOR E MATTOS, 2008, p. 296).

Em meio às mudanças ou continuidades de conteúdo, podemos afirmar que os livros didáticos eram estruturados, em relação à eletricidade, a partir de três sequências de conteúdos: a eletricidade estática, eletricidade dinâmica e eletromagnetismo / magnetismo.

Os quatro livros didáticos estudados na pesquisa foram recomendados por programas do Colégio Pedro II, entre os anos de 1891 e 1928. Não foram encontrados documentos de referência sobre quais compêndios de física eram utilizados nas escolas de nível secundário paulistas, assim optamos por selecionar as obras do Colégio Pedro II, por ser uma instituição modelar no período e a “lógica exigia, portanto, a adoção ou emulação desses programas pelos colégios provinciais ou particulares”. (VECHIA e LORENZ, 1998, p. vii). Com essa escolha, inferimos que os livros didáticos recomendados para o Colégio Pedro II, podiam ser escolhidos nas escolas do estado de São Paulo. Os quatro livros são o *Traité de Physique élémentaire*, de Ch. Drion e É. Fernet, o *Traité élémentaire de Physique*, de Adolphe Ganot, o *Curso elementar de Physica*, de Antônio de Padua Dias e o *Tratado de Physica*, de Raul Romano.

Apontamos para duas possibilidades acerca do uso dessas obras nas escolas secundárias de São Paulo. A perspectiva mais previsível é que os livros tenham sido utilizados pelos alunos em sala de aula enquanto acompanhavam

as explicações e demonstrações dos professores. Uma segunda possibilidade é a construção de planos de ensino e programas escolares, que poderiam levar em consideração, principalmente, os livros didáticos estrangeiros – que serviam como um tipo de referência.

Muitos livros didáticos entre o fim do século XIX, e as primeiras décadas do século XX, contavam com uma estrutura detectada por Wagner Wuolff (2003). Os livros contam com um elevado número de figuras, recurso que se torna fundamental para a explicação de teorias e funcionamento dos objetos científicos, artefatos que acabam por reger todo o ensino de eletricidade e a discursividade dos livros didáticos. Todas as explicações contidas nos livros, apontam para esse fim: discorrer sobre o objeto científico.

As obras enfatizam os tratamentos descritivos e explicativos de diversos aparelhos e instrumentos para o ensino de eletricidade, característica que aponta “expressão de uma maior aproximação da ciência com as necessidades da sociedade, com o objetivo de valorizar o conhecimento científico voltado às aplicações tecnológicas”. (WUOLFF, 2003, p. 317).

Assim, para o período proposto por essa dissertação, os livros didáticos se voltam para o estudo das “aplicações tecnológicas”, em um momento de expansão da industrialização por diversos países do ocidente e da disseminação de “modernos” modos de vivência nas cidades. Os livros deixam de discutir aspectos e debates históricos, centrando-se no presente e futuro: as aplicações tecnológicas.

Na escrita do texto em si, diversas obras utilizam a estrutura proposta pelo compêndio de Francisco R. Nobre, a obra começa com uma explicação inicial sobre o conteúdo proposto, depois a manipulação, verificação e estudo sobre o objeto científico torna-se o foco do estudo, que conta com um elevado número de ilustrações que potencializam o estudo sobre o tema e o objeto propriamente dito. Algumas ilustrações elaboradas diretamente para os livros didáticos, outras “migravam” de uma obra para outra, características apontada por Tavares (2005).

Porém, em casos específicos, algumas obras se diferenciavam das outras. Por meio do estudo do texto de López Arriazu, podemos perceber a existência de uma “atualização” dos conteúdos de física, e principalmente, da eletricidade no início do século XX. Com a introdução sobre os estudos da física

moderna – ou de forma mais específica, da física atômica – os estudos sobre a eletricidade tiveram mudanças relevantes em sua estrutura, que não foram acompanhadas pelos livros didáticos do período.

Nesse estudo, levamos em consideração os ensinamentos e o discurso sobre eletricidade de um outro tipo impresso do período, as revistas escolares. As revistas escolares tinham como focalização principal a formação e desenvolvimento de metodologias por parte dos professores. Foram um importante meio de disseminação das novas técnicas científicas. Na Revista de Ensino, eram transpostos modelos de estudo da Alemanha, a forma com que as aulas eram narradas mostram que a intenção era justamente fazer com o que o professor se atualizasse com os novos conteúdos sobre o fenômeno elétrico, tendo exemplos práticos de como lecionar determinados temas com os alunos. Já a Revista Escolar, tinha um discurso “modelar”. O editorial apresentava “lições” ao modelo das lições de coisas e pelo ensino intuitivo. O ensino deveria ser baseado em um tipo de diálogo entre aluno e professor. Essas revistas auxiliaram as aulas de diversos professores seja com a apresentação do conteúdo explicitado por essas revistas no dia a dia, seja utilizando-a para se atualizar nos conteúdos ou elaborar planejamento para o ensino de eletricidade.

Em relação às possibilidades práticas para o ensino de eletricidade, podemos afirmar que às práticas com objetos científicos ocorriam, principalmente, no nível secundário de ensino. Metodologias que lidavam com o “ensino experimental e com objetos científicos”, era prescrita para o ensino secundário, como descrito na Reforma da Instrução Pública do estado de São Paulo, no começo da década de 1890. (SÃO PAULO, 1892).

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. As escolas deveriam contar com equipados laboratórios para o ensino da física e química.

Ao menos na Escola Normal da Capital, o estudo da eletricidade era estruturado de acordo com uma sequência mais ou menos exata de conteúdos. Os primeiros temas trabalhados relacionavam-se à eletricidade estática como o estudo de eletróforos, máquinas elétricas, condensadores, baterias elétricas e efeitos eletrostáticos. (ALMEIDA, 1902).

Depois eram abordados os conteúdos relacionados à eletricidade dinâmica, que como já exposto anteriormente, discorria sobre os efeitos da eletricidade em movimento. Por fim, eram analisados os efeitos e causas dos processos de magnetização e eletromagnetismo. (ALMEIDA, 1902).

Seja em qualquer uma das seções do ensino de eletricidade, existe uma relação substancial entre o ensino do conteúdo e os objetos científicos. Todas as explicações e demonstrações descritas no Diário de Lições, utilizam-se, principalmente, de objetos científicos. De acordo com os estudos de Almeida (1902), o objeto é peça central no ensino de eletricidade.

Para Víctor Guijarro Mora, pesquisador espanhol, os objetos científicos podem causar um conjunto de sentimentos em quem se relaciona com a máquina. Nesse contato, são geradas emoções, entretenimento e diversão, além, é claro, do fim instrutivo dos objetos. O interesse pelos objetos científicos era tanto, que também eram comercializados como brinquedos, além de fazer parte dos acervos das escolas de nível secundário. (TURNER, 1983). A difusão dos objetos científicos, desde a metade do século XVIII, até as primeiras décadas do XX, demonstram a sua importância.

Nessa dissertação, elaboramos um panorama geral sobre a estrutura dos objetos, realizando inferências cotejando os próprios artefatos com documentos que prescreviam sua utilização, levando em consideração à divisão entre eletricidade estática, eletricidade dinâmica e eletromagnetismo/magnetismo.

Seguindo modelos de estudiosos da museologia, podemos perceber e destacar diversas características de um conjunto de objetos selecionados para o estudo sobre o ensino de eletricidade: o eletroscópio de folhas, a garrafa de Leyden, a Máquina de Wimshurst, a pilha de Grenet, a roda de Barlow, a bobina de Ruhmkorff, a agulha magnética, um modelo de telégrafo e a campainha elétrica. As possibilidades de inferências sobre os objetos científicos são grandes, mas podemos perceber diversas características do ensino de eletricidade no período.

Em primeiro lugar, devemos levar em consideração que a experiência científica valida a teoria exposta nos materiais didáticos, a experimentação confere um status de “prova”, ou seja, de verificação do fenômeno elétrico utilizando-se, evidentemente, do objeto científico, oferecendo coerência e solidez no discurso e nas prescrições teóricas.

Além da sua utilização para verificação de teorias, os objetos científicos se tornaram o próprio conteúdo de ensino. Aplicações da eletricidade para a vida em sociedade, nas cidades e nas indústrias eram estudadas nas escolas por meio dos objetos científicos: a própria estrutura e materialidade do objeto passou a ser definidora do que deveria, ou não, ser ensinado aos alunos das escolas secundárias.

Afirmar a importância do estudo sobre a estrutura dos objetos científicos e das demonstrações experimentais, não devem mascarar as dificuldades que eram encontradas no ensino secundário entre o fim do século XIX, e primeiras décadas do XX. Em determinadas situações, as experimentações podiam não ter como fim o “experimento” do aluno sobre o objeto científico e o fenômeno elétrico, é o caso, principalmente, 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 anotem características dos aparelhos. Um outro tipo de trabalho dos professores, parece ter sido a replicação de conhecimentos existentes, não desenvolvendo outro tipo de ressignificação do conteúdo para os alunos secundaristas, levando a cabo a ideia de ensino modelar.

Provavelmente um número relevante de questões e problemas fez com que algumas escolas e professores da época utilizassem novos métodos de ensino. Como, por exemplo, a fabricação de objetos científicos dentro das instituições escolares. Assim, os alunos podiam observar a estrutura de funcionamento do objeto desde sua concepção até a demonstração do efeito elétrico. Por outro lado, a instituição escolar poderia economizar capital financeiro, deixando de encomendar de casas tradicionais de venda de objetos científicos.

De acordo com os estudos de Guijarro Mora, podemos apontar o trabalho e atuação do professor espanhol Tomás Escriche, como fundamental, pois representava uma parte dos professores que questionava os procedimentos educacionais e o que ele chama de “sistema político-industrial”. O instrumento pedagógico deveria ser alterado com as seguintes reformulações de concepção,

Deve ter leis e condições próprias, e não ser uma mera reprodução em série das criações dos cientistas. Imitando materiais usados por aqueles que fizeram descobertas no passado, a ciência não seria aprendida. Na nova pedagogia, não

se pretendia fazer história, mas voltar-se para a epistemologia. Para isso, ele fala sobre a importância de usar instrumentos simples, baratos, acessíveis e fáceis de usar, além de incorporar as próprias recriações da física sem dispositivos pré-fabricados. (2018, p. 235/236).

Como exposto, uma nova epistemologia passaria a ser aplicada por diversos grupos de professores na Espanha, do século XIX. Os objetos pré-fabricados começaram a perder espaço, ao mesmo tempo que as novas metodologias apontavam para a elaboração de objetos para o estudo das ciências nos próprios institutos de ensino. Entender um pouco melhor essas afirmações, pode nos levar a entender a crescente falta de interesse e o descaso com os objetos científicos nas escolas paulistas a partir da década de 1940.

Ainda citando Guijarro Mora, entendemos que o estudo dos objetos científicos em relação às práticas educacionais são divididos nos três “significados” explicados pelo autor,

No primeiro, o demonstrativo-fenomenal, entende-se que o bom funcionamento do mecanismo oferece um teste ocular de um princípio inquestionável. No segundo, o pedagogo analítico, o objeto – um modelo simples e acessível – deve servir para entender os princípios básicos dos fenômenos. No terceiro, o significado construtivista, o objeto deve contribuir para a assimilação das habilidades experimentais e heurísticas do aluno e, portanto, não devem consistir em entidades pré-fabricadas, mas sim em materiais simples submetidos aos processos de reconstrução previstos nos exercícios em sala de aula. (2018, p. 236).

Em um primeiro momento, os estudos sobre o objeto serviam como um “teste ocular”, ou seja, por meio da demonstração com o objeto científico, verifica-se um fenômeno inquestionável. Depois, um objeto “simples e acessível”, deve servir simplesmente para entender os princípios básicos dos fenômenos. No terceiro momento, quando o professor adquire uma metodologia “construtivista”, os objetos pré-fabricados são deixados de lado, e a habilidade fundamental entre os alunos – e fator que move o ensino – é a experimentação¹⁰³.

¹⁰³ Diante dessas reformulações, visando manter uma posição hegemônica em relação a comercialização de objetos científicos, os fabricantes desenvolveram novos dispositivos e objetos de diferentes naturezas, “de peças simples intercambiáveis, a conjuntos temáticos para a realização de experiências e dispositivos simples em recortes de papel ou papelão”. (GUIJARRO MORA, 2018, p. 236).

A intenção, com todas essas inferências, é mostrar que o ensino das ciências, da física e da eletricidade não podem se esgotar em uma única pesquisa. As possibilidades de estudo em relação às coleções e aos objetos científicos são abrangentes. O estudo de diferentes realidades e situações na história do ensino científico, pode apontar de que forma o ensino das ciências se desenvolveu, estruturou-se e foi disseminado por todo o país, tal como tentamos realizar com o ensino de eletricidade no estado de São Paulo.

FONTES

Leis e Decretos

SÃO PAULO (Estado). Decreto N. 27, de 12 de março de 1890. Reforma a Escola Normal e converte em Escolas Modelos as Escolas anexas.

SÃO PAULO (Estado). Decreto N. 293, de 22 de maio de 1895. Approva o Regulamento dos Gymnasios 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 (Estado). Lei N. 169, de 7 de agosto de 1893. Addila diversas disposições á lei n.88 de 8 de setembro de 1892.

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

SÃO PAULO (Estado). Lei N. 930, de 13 de agosto de 1904. Modifica varias disposições das leis em vigor sobre a instrução publica do Estado.

SOULIER, A. Aplicações da Electricidade. Livraria Garnier. Rio de Janeiro, 19?.

Livros didáticos

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

CARDOZO, Arthur R. Resumo de Physica Geral. Duprat & C. São Paulo, 1911.

DRION, Charles. FERNET, Émile. Traité de Physique Élémentaire. Septième Édition. G. Masson, Éditeur. Paris, 1880.

FTD. Primeiras Noções de Sciencias Physicas e Naturaes. Livraria Paulo de Azevedo & Cia. São Paulo, 1923.

GANOT, Adolphe. MANEUVRIER, Georges. Traité Élémentaire de Physique. Vingt-cinquième édition. Librairie Hachette et cie. Paris, 1913.

GOUVEIA, Nerval de. Lições de Physica. Francisco Alves & Cia. Rio de Janeiro, 1902.

LANGLEBERT, J. Physica. Livraria Garnier. Rio de Janeiro, 1904.

MAIA, L. P. M. Ótica e Eletricidade. Editora Nacionalista. Rio de Janeiro, 1960.

MENEZES, F. X. Oliveira de. Noções de Physica Elementar. 3ª edição. Francisco Alves & Cia. São Paulo, 1912.

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

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

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

Relatórios, Ofícios e Programas escolares

ANNUARIO, do Ensino do Estado de São Paulo. Typ. Augusto Siqueira & C. São Paulo, 1907-1908.

BARBOSA, Ruy. SPINDOLA, Thomaz do Bomfim. VIANNA, Ulysses Machado Pereira. Reforma do Ensino Secundario e Superior. Parecer e Projecto. Typographia Nacional. Rio de Janeiro, 1882.

DIRECTORIA DA ESCOLA NORMAL DE S. PAULO. Ofício da Escola Normal. Novembro, 1885.

DIRECTORIA DA ESCOLA NORMAL DE S. PAULO. Ofício da Escola Normal. Nº 105. Março, 1889.

DIRECTORIA GERAL DA INSTRUÇÃO PUBLICA. Escolas Normaes. Bases para organização e execução dos programas. 1928.

SÃO PAULO, Relatório da escola normal apresentado ao Dr. A. Pujol por Gabriel Prestes. Typographia do diário oficial. São Paulo, 1896.

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

SEMINÁRIO EPISCOPAL. 1906. Publicação Commemorativa do 1º Quinquagenario da fundação do Seminario Episcopal de S. Paulo. São Paulo.

THOMPSON, Oscar. PEREIRA, A. R. Alves. TOLOSA, B. Maria. Programma das Materias do Curso Preliminar. São Paulo, 1893.

Jornais e Periódicos

Almanach O estado de S. Paulo: Para o anno de 1896. São Paulo, Brasil.

A CONSTITUINTE. Luz *electrica*. Anno I, n. 126, p. 3, jan./1880. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=709646&PagFis=86&Pesq=eletricidade>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

A GAZETA. Anno XXIV, nº 7143, p. 2. São Paulo, nov./ 1929.

A VERDADE. O Rev. Padre Landell de Moura. Anno I, N. 10, p. 4, fev./1903. Typographia da Livraria Moderna. Santa Catarina, Brasil.

CARVALHO, Augusto R. Electricidade – Suas idéas fundamentaes e sua applicação technica *in* Revista Beneficente do Professorado Público, Anno III, nº1. Typographia do Diario Official. São Paulo, abr./1904.

CARVALHO, Bulhões. Hygiene publica, serviço sanitario em S. Paulo. Instituto electro therapico do dr. Edmundo Xavier. *O Commercio de São Paulo*. São Paulo, Anno VI, nº1461, março/1898.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Livros e folhetos. Anno 97, Nº 240, p. 3. Recife, set./ 1921. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=029033_10&pesq=%22Padua%20Dias%22&pasta=ano%20192>. Acesso em: 16/12/2019.

ECHO PHONOGRAPHICO. Anno III, Nº 22. São Paulo, jan./ 1904.

ECHO PHONOGRAPHICO. Anno III, Nº 35. São Paulo, jan./ 1905.

EGYDIO, Paulo. Da concepção geral da sciencia e do methodo. Revista do Brazil. Anno I, n. VIII, p. 200, fev./1898. Typographia a Vapor Carlos Gerke &

Cia. São Paulo, Brasil. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=819611&pesq=ensino%20das%20sciencias&pasta=ano%20189>>. Acesso em: 13/08/2019.

EGYDIO, Paulo. Estudos de direito. Correio Paulistano. Anno XL, n. 11.169, p. 1, jan./1894. São Paulo, Brasil. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=819611&pesq=ensino%20das%20sciencias&pasta=ano%20189>>. Acesso em: 21/11/2019.

FIRCUZ, Aflos di. Quem teria descoberto a Radiotelephonia?. Diario Nacional. Anno I, n. 311, p. 4, jul./1928. São Paulo, Brasil. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=213829&PagFis=2873&Pesq=Padre%20Landell>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

FURET, Jean-Baptiste *et al.* Guia das Escolas para uso nas casas dos Pequenos Irmãos de Maria: documento do 2º Capítulo Geral do Instituto Marista. UMBRASIL. Brasília, 2009.

IHERING, H. von. Museu do Estado. Revista do Museu Paulista. Vol. 1, p. 22/23. Typ. A Vop. de Hennies Irmãos. São Paulo, 1895. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=145254&PagFis=23&Pesq=ensino%20das%20sciencias>>. Acesso em: 13/08/2019.

ILLUSTRAÇÃO PAULISTA. Anno I, n. 22. São Paulo, jun./1911. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=186848&pesq=%22Pa dua%20Dias%22&pasta=ano%20191>>. Acesso em: 16/12/2019.

MARTINS, Gaspar da Silveira. 8- Do Correio do Povo, de Porto Alegre. Almanak Litterario e Estatistico do Rio Grande do Sul. 15º Anno, p. 32. Editores Pintos & C. Rio Grande do Sul, 1903.

OURIQUE, José Jacques da Costa e BASTIDE, H. *Telegrapho electromagnetico*. A Aurora Paulista. Anno I, n. 30, mar./1852. São Paulo, Brasil. Disponível em:
<<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=818283&pesq=eletricidade&pasta=ano%20185>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

CORREIO PAULISTANO. Academia de *Electricidade*. N. 18.199, p. 2, mar./1914. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_06&pesq=dr.%20Kantellar>. Acesso em: 25 ago. 2018.

CORREIO PAULISTANO. Bibliographia. Nº 20.668, p. 3. jan./ 1921. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_07&PagFis=3951&Pesq=%22Padua%20Dias%22>. Acesso em: 17/12/2019.

CORREIO PAULISTANO. Congresso do Estado. Senado. N. 10.696, p. 1, mai./1892. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_05&pesq=Paulo%20Egydio&pasta=ano%20189>. Acesso em: 20/10/2019.

CORREIO PAULISTANO. Escola Polytechnica de S. Paulo. Anno XXXVI, n. 10.099, p.2, mai./1890. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_05&PagFis=362&Pesq=Paulo%20Egydio%20de%20Oliveira%20Carvalho>. Acesso em: 13/08/2019.

CORREIO PAULISTANO. Leis Provinciaes. Anno XXIX, n. 8046, p.2, jun./1883. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_04&pesq=aristides%20franco%20de%20meirelles>. Acesso em: 15/04/2019.

CORREIO PAULISTANO. Luz *electrica*. Anno XXVI, n. 6654, p. 2, jan./1879. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_03&pesq=elettricidade&pasta=ano%20187>. Acesso em: 25 ago. 2018.

CORREIO PAULISTANO. Lyceu Culto A's letras. Anno XXXIV, n. 9317, p. 3, set./1887. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_04&pesq=Frei%20Germano%20de%20Annecy&pasta=ano%20188>. Acesso em: 21/08/2019.

CORREIO PAULISTANO. Notas. N. 14.404, p. 1, set./1903. São Paulo, Brasil. Disponível em:

<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_06&PagFis=703&Pesq=%22Padua%20Dias%22>. Acesso em: 16/12/2019.

CORREIO PAULISTANO. Novo *aparelho telegraphico*. Anno XXI, n. 543, p. 2, nov./1874. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_03&pesq=eletricidade&pasta=ano%20187>. Acesso em: 24 ago. 2018.

ROCHA, J. Electricidade pratica e recreativa. Campainhas electricas. Anno XV, nº IV, São Paulo, jul./1916.

_____. Electricidade pratica e recreativa. Motor electrico magnetico. Anno XV, nº I, São Paulo, out./1916.

DIARIO DE SÃO PAULO. Um *chimico inglez*. Anno X, n. 2639, p. 3, ago./1874. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=709557&PagFis=10389&Pesq=eletricidade>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

DIARIO DE SÃO PAULO. Spiritus, qui vadit, redit? Aut non?. Anno VII, n. 1875, p. 2, jan./1872. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=709557&pesq=eletricidade&pasta=ano%20186>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

O COMMERCIO DE SÃO PAULO. O ensino *technico* na *Allemanha*. Anno XVI, n. 1181, p. 2, out./1909. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=227900&pesq=ensino%20de%20electricidade>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

Revistas Escolares

CARVALHO, Augusto R. Electricidade. Revista de Ensino – Orgam da Associação Beneficente do professorado publico de São Paulo. N. 2, Anno III, jun.1904a. Typographia do “Diario Official”, São Paulo.

_____, Augusto R. Electricidade. Revista de Ensino – Orgam da Associação Beneficente do professorado publico de São Paulo. N. 3, Anno III, jun.1904b. Typographia do “Diario Official”, São Paulo.

REVISTA ESCOLAR. A Revista Escolar. Anno I, nº 1, São Paulo, jan./1925.

REVISTA ESCOLAR. Physica – Raio e Para-Raios. Anno I, nº 4, São Paulo, abr./1925.

REVISTA ESCOLAR. Physica – A electricidade. Anno III, nº 33, São Paulo, set./1927.

Catálogos

CHICAGO, Apparatus Company. Physical Instruments Apparatus and Supplies. Catalog nº42. Chicago. USA, 1931.

LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE. Physique générale expérimentale. Juin 1928. Rue du Bac. Paris, 1928.

L. E. KNOTT APPARATUS CO. Physics Laboratory Equipment. Harcourt Street. Boston, 1907-8.

MAX KOHL, A. G. CHEMNITZ. Physical Apparatus. Price list No. 50, V. III. Adorfer Strasse, 20. Germany, 1909

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Maria Aparecida Reis de. Ciências naturais para as escolas públicas primárias paulistas (1890-1920). Dissertação de Mestrado. PUC-SP. São Paulo, 2002.

AISENSTEIN, Ângela. Las ciencias exactas y naturales en la escuela. Una mirada desde el curriculum (1870-1983). In: El color de lo incoloro. Miradas para pensar la enseñanza de las ciencias. GVIRTZ S. (Dir.). Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires, 2000.

AMORIM, Alex. Como fazer um eletroscópio de folhas. 2017. (7m15s). Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=DmcNo7Gbs3k>>. Acesso em: 19/01/2020.

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

BARBUY, Heloisa. A exposição universal de 1889 em Paris. Edições Loyola. São Paulo, 1999.

BELHOSTE, Bruno. Das ciências instituídas às ciências ensinadas, ou como levar em conta a atividade didática na história das ciências *in* Revista Brasileira de História da Educação, v.11, n. 3 (27), p. 47-61, set./dez. 2011.

BITTENCOURT, C. M. F. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, M. A. T.; RANZI, S. M. F. (Org.). História das disciplinas escolares no Brasil. Bragança Paulista: Editora da Universidade São Francisco, 2003, p. 9-38.

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. PUC-SP. São Paulo, 2013.

BONTEMPI JR, Bruno. Aspectos Históricos da Escola em São Paulo. Revista do Arquivo Municipal, p. 30 v.205, São Paulo, 2014.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto. Tradução Comentada de Artigos de Stephen Gray (1666-1736) e Reprodução de Experimentos Históricos com Materiais

Acessíveis - subsídios para o ensino de eletricidade. Tese de doutorado. UNESP. São Paulo, 2011.

BRAGA, Marco. GUERRA, Andreia. REIS, Jose Cláudio. Breve História da ciência moderna. Vol.4: A belle-époque da ciência (séc. XIX). Zahar. Rio de Janeiro, 2007.

BRAGHINI, Katya M. Z., TOMASIELLO, Ricardo P., PIÑAS, Raquel Q. Base de dados de objetos científicos. Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, *Pergamum Museu*. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.grupomarista.org.br/pergamum/biblioteca/index.php?id=memorial>>. Acessado em: 16/01/2020.

_____. Museo Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo: Planejamento e organização do inventário de materiais científicos: um informe parcial *in* González, S., Meda, J. Montilla, X. y Pomante, L. (Eds.). *La práctica Educativa, Historia, Memoria y Patrimonio*. Salamanca: FahrenHouse, 2018.

BUISSON, F. Nouveau Dictionnaire de Pédagogie et d'instruction primaire. Librairie Hachette et Cia. Paris, 1911.

CABRAL, Maria Aparecida da Silva. O Curso de Bacharelado em Ciências e Letras do Primeiro Gymnasio da Capital, em São Paulo: Um estudo sobre o currículo da Escola Secundária (1894-1913). Tese de doutorado em Educação: História, Política, Sociedade. PUC-SP. São Paulo, 2008.

CARVALHO, Cristiano. A História da indução eletromagnética contada em livros didáticos de física. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

CARVALHO, Marta M. C. Da pedagogia como arte de ensinar à pedagogia científica: a Revista de Ensino e a difusão de modelos pedagógicos estrangeiros (1902-1918) *In* Imprensa Pedagógica na Ibero-América. Orgs. Ana Clara Bortoleto Nary, José Gondra. 1. Ed. Alameda. São Paulo, 2018.

CHERVEL, André. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. Teoria e Educação, Porto Alegre, v. 2, p. 177-229, 1990.

_____, André. COMPÈRE, Marie-Madeleine. As humanidades no ensino. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 149-170, jul./dez. 1999.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

_____, Alain. O historiador e o livro escolar. História da Educação, Pelotas, v. 11, p. 5-24, abr. 2002.

CÔRREA, R. L. T. O livro escolar como fonte de pesquisa em história da educação. Cadernos do CEDES, Campinas: Unicamp, v. 52, p. 11-24, 2000.

CROPANI, Ottaviano de Fiore Di. O mundo da eletricidade. Pau-Brasil. São Paulo, 1987.

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.

DIAS, Valéria Silva. MARTINS, Roberto de Andrade. Michael Faraday: O caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. Ciência & Educação, v.10, n. 3, p. 517-530. São Paulo, 2004.

ELIAS, Trabulse (Org.) La ciencia en el siglo XIX. Edição digital: epublibre (EPL). México, 2016.

FOLMER-JOHNSON, Tore Nils Olof. Eletricidade. Livraria Nobel S. São Paulo, 1963.

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

GOODSON, I. F. A construção Social do Currículo. EDUCA, Lisboa. 1997.

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. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16511/1/2016_RogérioVianaGomes_tcc.pdf>. Acesso em: 19/01/2020.

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

HAMBURGER, Ernst W. *O que é física*. 4ª edição. Editora Brasiliense. São Paulo, 1992.

HULIN, Nicole. *Constitution de la physique moderne et nouvelle conception de l'enseignement de la discipline*. In: *Les sciences au lycée*. Librairie Vuibert. Paris, 1996.

KAREPOVS, Dainis. São Paulo. *A imperial Cidade e a Assembléia Legislativa Provincial*. Assembléia Legislativa, Divisão de Acervo Histórico. 2 ed. São Paulo, 2006.

LINCOLN, James. *The Physics of the LEIDEN JAR*. AAPT Films, 2014. (4m22s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=e2EWeOVCO5o>>. Acesso em: 19/01/2020.

LÓPEZ ARRIAZU, Francisco. *Los libros de texto y el problema de la actualización de los contenidos disciplinares: el concepto de electrización*. In: *El color de lo incoloro. Miradas para pensar la enseñanza de las ciencias*. GVIRTZ S. (Dir.). Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires, 2000.

LORENZ, Karl. *Ciência, Educação e Livros Didáticos do Século XIX: Os compêndios das Ciências Naturais do Colégio de Pedro II*. *Novas Investigações*, volume 2. EDUFU. Uberlândia, 2010.

LORENZO, Helena Carvalho de. *Eletricidade e modernização em São Paulo na década de 1920*. In: COSTA, Wilma Peres da. LORENZO, Helena Carvalho de. (orgs.). *A década de 1920 e as origens do Brasil moderno*. UNESP. São Paulo, 1997.

MANUAL DO MAKER. Tutorial como fazer bobina de Ruhmkorff | Hacer bobina de Ruhmkorff. 2019. (19m21s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dhKAmXPHbTs>>. Acesso em: 21/01/2020.

MARCHI DA SILVA, Camila. Museus Escolares no Estado de São Paulo (1879 – 1942). Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.

MARSHALL, Alfred W. The Wimshurst Machine: How to make and use it. 2 ed. New York: Spon & Chamberlain, 1908, 157 p. (46323). Disponível em: <<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uiug.30112046522634;view=2up;seq=4;skin=mobile>>. Acesso em: 19/01/20.

MARTINS, Valéria Rosa. O ensino da física moderna nos livros didáticos do início do século XX. Dissertação de Mestrado. USP. São Paulo, 2015.

MELONI, Reginaldo Alberto. Saberes em Ciências Naturais: o ensino de Física e Química no Colégio Culto à Ciência de Campinas – 1873/1910. Tese de doutorado. UNICAMP. Campinas, SP, 2010.

MILEAF, Harry. Eletricidade 3. Livraria Martins Fontes. São Paulo, 1982.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. A vida cotidiana no Brasil moderno. Centro da memória da eletricidade no Brasil. Rio de Janeiro, 2001.

MUNAKATA, Kazumi. Produzindo livros didáticos e paradidáticos. 1997. 223 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1997.

NADAI, Elza. O Ginásio do Estado em São Paulo: uma preocupação republicana (1889-1896). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Volta 100 years later or the state of art of Volta's battery in physics textbooks at the end of the 19^o century. Acta Scientiarum. Universidade Estadual de Maringá. Paraná, Brasil. 1999.

NICIOLI, R. B. Jr. MATTOS, C. R. A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de física no Brasil (1801-1930). *Investigações em Ensino de Ciências*. V13(3), pp.275-298. 2008.

OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. *Trajetória da Astronomia na legislação educacional e nos livros didáticos da instrução primária do oitocentos brasileiro*. Tese de doutoramento. USP. São Paulo, 2017.

PEARCE, Susan. Thinking About Things – Approaches to the Study of Artefacts. *Museums Journal*, vol. 85, nº4, p. 198-201. March, 1986.

PIÑAS, Raquel Quirino. TOMASIELLO PEDRO, Ricardo. Resultados finais do projeto Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (Fase 1): Planejamento e organização do inventário dos instrumentos científicos. *Anais eletrônicos do X Congresso Brasileiro de História da Educação*. Universidade Federal do Pará. Belém, 2019.

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

ROCHA, Ana Paula de Sousa Gonçalves. Herbert Spencer. *Da Divergência ao Evolucionismo: Uma Educação para a Modernidade*. Estudos Anglo-Portugueses. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2000.

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.

SALMERON, Roberto A. *Introdução à eletricidade e ao magnetismo*. 4ª edição. São Paulo, 1958.

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

SILVA, João Luiz Máximo da. *O impacto do gás e da eletricidade na casa paulistana (1870-1930)*. Estudos de cultura material no espaço doméstico. Dissertação de Mestrado. USP. São Paulo, 2002.

SIMON, Josep. Writing the Discipline: Ganot's Textbook Science and the "Invention" of Physics. *Historical Studies in the Natural Sciences*, v. 46, n. 3, pg. 392-427. Regents of the University of California, 2016.

SOULIER, A. *Aplicações da Electricidade*. Livraria Garnier. Rio de Janeiro, 19?.

SOUZA, Rosa Fátima de. As escolas públicas paulistas na primeira república: subsídios para a história comparada da escola primária no Brasil. In: ARAÚJO, José Carlos Souza. SOUZA, Rosa Fátima de. PINTO, Rubia-Mar Nunes (orgs.). *Escola Primária na Primeira República (1889-1930): subsídios para uma história comparada*. Araraquara – São Paulo: Junqueira&Marin, 2012, pp. 23-77.

SOUZA, Rosa Fátima de. *Templos de Civilização. Um Estudo sobre a Implantação dos Grupos Escolares no Estado de São Paulo (1890-1910)*. Universidade de São Paulo. FEUSP. São Paulo, 1996.

TAVARES, Luciano de Abreu. *A imagem impressa e ciência: Ilustrações em livros didáticos de física (séculos XIX e XX)*. Dissertação de mestrado. PUC-SP. São Paulo, 2005.

TOMASIELLO PEDRO, Ricardo. *O inventário da coleção de física do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo: o sistema Pergamum e seu uso como ferramenta para gerenciamento de dados de um acervo escolar científico*. Anais eletrônicos do X Congresso Brasileiro de História da Educação. Universidade Federal do Pará. Belém, 2019.

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

VECHIA, Ariclê. LORENZ, Karl Michael. *Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850 – 1951*. Ed. do Autor. Curitiba, 1998.

VIDA EM SILÍCIO. *Roda de Barlow – Feira de Ciências – Eletricidade*. 2019. (13m00s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y_1WRTJerS0>. Acesso em: 21/01/2020.

WUO, W. O ensino de física na perspectiva do livro didático. In: OLIVEIRA, M. A. T.; RANZI, S. M. F. (Org.). *História das disciplinas escolares no Brasil*. Bragança Paulista: Editora da Universidade São Francisco, 2003. P. 299-338.

ZANCUL, Maria Cristina de Senzi. A ciência que se ensina: fragmentação, ritualismo e descontinuidade nas práticas de Ciências para as séries finais do ensino fundamental. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2001.

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.

ANEXO I - Ficha de cadastro contida em Da Silva (2005)

DENOMINAÇÃO: Máquina elétrica de Ramsden		Nº: 20
		
MATERIAL		
ÁREA DO CONHECIMENTO		Mecânica dos Sólidos
		Mecânica dos Fluidos
		Ondulatória e Acústica
		Termodinâmica
		Óptica
	X	Eletricidade e Magnetismo
		Física Moderna
		Outra (especifique):
DESCRIÇÃO	<p>Esta máquina compõe-se de um disco de vidro circular móvel em torno de um eixo horizontal munido de uma manivela e apertado, segundo um diâmetro vertical, entre dois pares de almofadas de lã que servem para friccionar o vidro no seu movimento. O prato de vidro passa entre dois condutores tubulares de latão munidos de pontas (pentes) que ficam voltadas para o vidro. Os pentes estão fixados a tubos condutores maiores sustentados por pés de vidro. Os tubos estão ligados entre si por um apenso de onde se retira a eletricidade. Uma corrente metálica estabelece a comunicação entre as almofadas e a terra.</p>	
DIMENSÕES	<p>Altura total: 90 cm. Mesa: 85 x 65 cm. Diâmetro do disco de vidro: 60 cm. Espessura do disco de vidro 5 mm.</p>	
FUNIONAMENTO	<p>Explicação detalhada encontra-se em Nobre (1927) e Branly (1904). Ver arquivos dos textos em Referências.</p>	
TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO	X	Industrial
		Artesanal
MONTAGEM	X	Equipamento pronto
		Peças avulsas

		Material de baixo custo
QUALIDADE DO ACABAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta
	<input type="checkbox"/>	Média
	<input type="checkbox"/>	Baixa
MATERIAIS UTILIZADOS	Madeira, vidro, lã, latão.	
HISTÓRIA		
FABRICANTE	Les Fils D'Emile Deyrolle	DATA 1907
PROCEDÊNCIA	Paris, França	
AQUISIÇÃO	Aproximadamente 1910	
ESTABELECIMENTO	Colégio Seigné, Porto Alegre, RS	
USUÁRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	Professor
	<input type="checkbox"/>	Aluno
MEIO		
ARMAZENAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Vitrine
	<input type="checkbox"/>	Mesa
	<input type="checkbox"/>	Estante
	<input type="checkbox"/>	Abandonado
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<input type="checkbox"/>	Bom
	<input checked="" type="checkbox"/>	Regular
	<input type="checkbox"/>	Ruim
LOCAL	<input checked="" type="checkbox"/>	Laboratório
	<input type="checkbox"/>	Museu
	<input type="checkbox"/>	Centro de Ciências
	<input type="checkbox"/>	Outro (especifique):
SIGNIFICADO		
CONCEPÇÃO	<input type="checkbox"/>	Dependente
	<input checked="" type="checkbox"/>	Independente
ÊNFASE MATEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	Qualitativo
	<input type="checkbox"/>	Quantitativo
FORMA DE ABORDAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	Demonstração/Observação
	<input type="checkbox"/>	Verificação
	<input type="checkbox"/>	Investigação
REFERÊNCIAS	CATÁLOGO:	Les Fils d'Émile Deyrolle, 1907 "Catalogue méthodique : Physique : instruments de précision, matériel de laboratoire: Cabinets de Physique et de Chimie", Paris, p.90 (Figura 1).
	LIVROS:	BRANDY, Edouard. Curso Elementar de Physica. Rio de Janeiro: Francisco Alves, ~1904. p.421-423 (Figura 2). NOBRE, Francisco Ribeiro. Tratado de Física Elementar. Porto: Livraria Chardron, 1927, p.538-540 (Figura 3).

