

As Máquinas de Wimshurst do Colégio Marista  
Arquidiocesano de São Paulo

The Wimshurst Machines of The Archdiocesan  
Marist College of São Paulo

volume 14 número 27 jun/dez 2020



*Bruno Bianchi Lopes Gonçalves*<sup>1</sup>

bianchibrunno@gmail.com

*Cultura Material:  
objetos, imagens e representações - 1/2*

## Resumo

O Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo conta com um grande número de objetos científicos sendo um deles o assunto principal deste artigo, a Máquina de Wimshurst, uma invenção do britânico James Wimshurst. Discorreremos, neste texto, sobre os exemplares encontrados no acervo do Colégio, notando sua presença também em livros didáticos e catálogos de países como França, Alemanha e Estados Unidos da América. A característica experimental do ensino de física no começo do século XX trouxe a figura dos instrumentos científicos para a sala de aula. Pelo currículo carregado predominantemente de material teórico, os pesquisadores do campo da eletricidade adquiriram na máquina os resultados e o entusiasmo de que precisavam para complementar a metodologia dos seus estudos. A praticidade e a capacidade da máquina de Wimshurst para resolução de problemas antigos ligados a outras máquinas eletrostáticas, como por exemplo a inversão de polaridade, fez com os laboratórios de física se interessassem pela aquisição desse instrumento.

**Palavras-chave:** Ensino intuitivo; Máquina de Wimshurst; Instrumentos de física; Eletroestática.

## Abstract

The School Museum of the Archdiocesan Marist College of São Paulo has a large number of pieces, from catalogs of scientific objects, one of them being the main subject of this article, the Wimshurst Machine, an invention by the British James Wimshurst. In this text, we will discuss the examples found in the collection of the College, noting their presence also in textbooks and catalogs from countries such as France, Germany and the United States of America. The experimental characteristic of teaching physics at the beginning of the 20th century, brought the figure of scientific instruments into the classroom. Through the curriculum loaded predominantly with theoretical material, researchers in the field of electricity acquired the results and enthusiasm they needed to complement the methodology of their studies on the machine. The practicality and ability of the Wimshurst machine to solve old problems connected to other electrostatic machines, such as the polarity inversion, made physics laboratories interested in the acquisition of this instrument.

**Keywords:** Intuitive teaching; Wimshurst machine; Physics instruments; Electrostatic.

<sup>1</sup> Antigamente esse fenômeno era conhecido como o estudo da “eletrologia”.

## Introdução

“A física é a ciência que estuda os fenômenos passageiros em determinados corpos. Esses fenômenos podem mudar o estado dos corpos, mas nunca sua substância” (AZEVEDO, 1927, p. 3). No início do século XX, a física era considerada uma ciência experimental ou indutiva.

O estudo dessa ciência se torna concreto a partir de quatro etapas: observação, hipótese, experimentação e indução. Explicando o método de forma muito sintética, primeiro observa-se determinado fenômeno, depois são criadas as deduções provisórias acerca dos fatos observados. Para verificar essas hipóteses, os fenômenos são reproduzidos de forma artificial usando a experimentação. Por fim, generaliza-se o que se viu nas experimentações, e a hipótese pode ou não se transformar em uma “lei universal”. (AZEVEDO, 1927, p. 4). Mas, para esse método se estabelecer de fato, seria necessária a criação de instrumentos e objetos que representassem os fenômenos naturais. A partir deles, a experimentação e o método indutivo poderiam se concretizar.

Esse método “indutivo” evocado por Azevedo certamente foi influenciado pelo método intuitivo, muito disseminado no Brasil nas duas últimas décadas do século XIX e nas primeiras do XX.

As ideias de Pestalozzi, segundo consta, fundamentaram o Método Intuitivo, cuja característica básica era ofe-

recer 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).

O método descrito pela autora tem como premissa fundamental valorizar os cinco sentidos e a intuição humana, para que o aluno possa entrar em contato com o “real”. Para o ensino de ciências, o jovem deveria interagir de forma direta com os objetos científicos.

Esse método relacionava-se com o ensino das ciências, pois deveria iniciar os alunos menores (do ensino primário) nesse campo de conhecimento, além de utilizar o estudo das “coisas familiares”. Dessa forma, o conhecimento rudimentar das ciências físicas e naturais seria transmitido por processos intuitivos. (BOCCHI, 2013, p. 88). Assim, em toda a primeira metade do século XX, diversos instrumentos foram confeccionados para o ensino de física em seus mais diversos campos do conhecimento, como a acústica, a ótica, a termodinâmica e a eletricidade.

Entre os instrumentos científicos mais emblemáticos do ensino de física estão as máquinas eletrostáticas, que pertenciam ao estudo da eletricidade<sup>1</sup>. O livro didático de física do curso secundário do Brasil de 1927 explica o conceito de eletricidade na época:

A eletricidade é uma energia particular que certos corpos adquirem e pela qual produzem vários fenômenos, como atrações e repulsões, choques no organismo, combinações e decomposições químicas, produção de luz e de calor e etc. suas principais fontes são: o atrito, a influência de um corpo eletrizado, as ações químicas, a indução, etc. (AZEVEDO, 1927, p. 406).

O fenômeno da eletricidade passa por diversas variações, por exemplo, quando é causada por atrito ou encontra-se em estado de repouso, chama-se eletricidade estática. Em determinados corpos como o âmbar e o vidro, a fricção (ou atrito) pode atrair corpos leves, nesse momento esses corpos estão eletrizados. Outra forma de eletrização desenvolve-se através da indução eletrostática: "pode-se eletrizar um corpo se estiver situado próximo de um outro corpo eletrizado" (AZEVEDO, 1927, p. 406 - 407). De modo geral, essa teoria fundamenta toda construção das máquinas eletrostáticas, como as de Ramsden, Nairne, Holtz e principalmente as de Wimshurst, foco deste estudo. Francisco Ribeiro Nobre exemplifica o conceito das máquinas eletrostáticas no começo do século XX,

Dá-se o nome de máquina eléctrica a todo aparelho destinado a produzir electricidade, estabelecendo uma diferença de potencial entre dois condutores. Os condutores em que se deposita a electricidade tomam o

nome de pólos da máquina ou colectores: o que recebe a electricidade positiva chama-se pólo positivo, e o que recebe a electricidade negativa chama-se pólo negativo (...) Os aparelhos, a que se dá particularmente o nome de máquinas eléctricas possuem geralmente um débito muito fraco, insuficiente para manter uma corrente continua; em compensação a electricidade adquire nos pólos uma diferença de potencial considerável, produzindo com facilidade faíscas eléctricas. (NOBRE, 1925, p. 537 - 538).

As máquinas elétricas são, essencialmente, máquinas que produzem uma diferença de potencial entre dois condutores, um que recebe eletricidade positiva e outro que recebe eletricidade negativa. A indução de uma diferença de potencial entre os dois polos é a causa do efeito principal dessas máquinas: produzir eletricidade estática em forma de faísca elétrica.

## A disseminação da Máquina de Wimshurst

A máquina eletrostática de Wimshurst foi uma das mais importantes invenções do campo da eletrostática no ensino de física, era a mais poderosa máquina inventada no século XIX, para a geração de eletricidade estática (TURNER, 1983, p. 192). A máquina foi descrita pela primeira vez em 1883 pelo londri-

<sup>2</sup> “A primeira máquina rotativa de indução”. (GRAY, 1903, p. 77).

<sup>3</sup> “Gerador eletrostático, utilizado para produzir altas tensões”. (THE BAKKEN, 2002).

<sup>4</sup> “A máquina mais estável e neutra das condições ambientais até 1883”. (FEIJÓ, 2008, p. 27).

no James Wimshurst, que, segundo QUEIROZ (2001, p. 1), dedicou seu tempo livre, por toda a vida, 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).

Criada para a realização de experimentos de eletrostática, a máquina se popularizou entre os pesquisadores por sua eficiência e facilidade na utilização, agradando pela rapidez nos resultados, sendo classificada por Marshall (1908), como “uma máquina de estática que pode ser colocada para funcionar sobre quase qualquer condição”.

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](#)<sup>2</sup>, [Car-ré](#)<sup>3</sup> e [Holtz](#)<sup>4</sup>. [...] 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-exitável em qualquer condição atmosférica. A forma da máquina nunca foi substancialmente melhorada além do que Wimshurst conseguiu. (QUEIROZ, 2001, p. 1).

A máquina de Wimshurst se tornou um objeto de demonstração muito popular na década de 1880, e sua estrutura não foi melhorada ou alterada, pois na época “a atenção da pesquisa sobre eletricidade estava voltada para aplicações práticas como iluminação elétrica, motores elétricos, telefonia e telegrafia, com muito da pesquisa básica que se iniciou pela eletrostática.” (QUEIROZ, 2001, p. 1). Em um âmbito científico-laboratorial, a máquina deixou de ser utilizada de acordo com as novas pesquisas, mas, no campo educacional, esses objetos encontraram um vasto campo para se disseminar.

Os estudos da eletrostática pautavam-se, em sua grande maioria, em material teórico, e os pesquisadores precisavam de algo mais palpável e de rápido resultado prático, sendo exatamente esse problema que a máquina resolveu.

Ele {o pesquisador} possivelmente adquiriria ou faria 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).

Em pouco tempo 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 eletroestáticas anteriores, pois elas acabavam por encontrar certos problemas durante os experimentos, sendo a inversão de polaridade o maior deles. Entre outros usos das máquinas de Wimshurst, podemos citar suas aplicações para a medicina e nos laboratórios hospitalares<sup>5</sup>, já que o controle de umidade nesses ambientes – o estado higrométrico do ar – oferece melhores condições para o funcionamento da máquina de Wimshurst<sup>6</sup>. (NOBRE, 1928, p. 543).

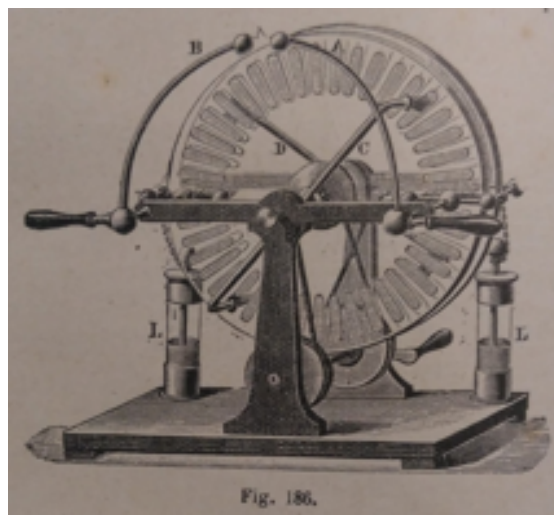
Esse objeto científico também foi utilizado de forma curiosa: no começo dos anos 1900, um relevante físico e experimentalista utilizou a máquina de Wimshurst para dissipar nevoeiros – que podiam atrapalhar diversas atividades consideradas modernas no início do século XX.

Ha 20 anos installou uma machina statica num salão destinado a fumantes, e pondo-a em movimento fazia desaparecer instantaneamente a fumaça dos cachimbos, charutos e cigarros. Da fumaça á neblina ficava indicada a transição. Mr. Lodge aperfeiçoou seus estudos e conseguiu o mesmo resultado sobre os nevoeiros. Ultimamente estabeleceu mr. Lodge, em Liverpool, sobre o telhado do University College, numerosas pontes metallicas, ligadas a uma

machina electro-statica Wimshurst. A electricidade desprendia-se pelas pontas. A neblina espessissima foi dissipada num raio de 70 metros. (DR. OX, 1905, p. 1).

Como constatado em um experimento que durou 20 anos para ser finalizado, o físico Olivier Lodge conseguiu fazer com que uma espessa neblina, em Londres, fosse dissipada utilizando a descarga elétrica de uma máquina de Wimshurst. Esse tipo de experimento evidencia os diversos usos que o objeto podia ter.

**Imagem 1** – A máquina de Wimshurst em Langlebert



**Fonte:** LANGLEBERT, J. Livraria Garnier, 1904.

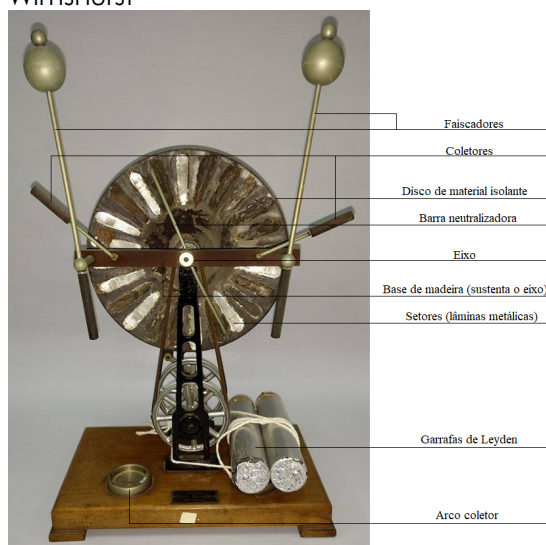
A máquina é formada por dois discos de vidro (ou acrílico, no caso das mais atuais), afixados sobre um fuso ou eixo, muito próximos um do outro, de forma que consigam rodar sem se encostar. Nesses discos, encontram-se uma série de “setores” de metal, espaçados igualmente que, segundo GOMES (2016), adquirem um tipo de carga devido à fricção com dois pentes nas extre-

<sup>5</sup> “Wimshurst machines are used for illuminating vacuum tubes to produce X-rays or give effects of discharge in vacua, taking the place of an induction spark coil in this respect. They are also used for electro-medical treatment, and wireless telegraphic experiments.” (MARSHALL, 1908, p. 10).

<sup>6</sup> “As máquinas eletrostáticas são sempre sensíveis à umidade do ar, tendo seu rendimento reduzido ou mesmo deixando de funcionar em condições de alta umidade. A máquina de Wimshurst é uma das menos sensíveis, mas níveis de umidade acima de 80% podem prejudicar, embora dificilmente impedir, seu funcionamento. Por isto, é melhor operar estas máquinas em ambientes com ar condicionado, e sem muitas pessoas por perto da máquina. Algum aquecimento com o uso de um secador de cabelos ou exposição ao Sol pode ajudar a secar a máquina antes da operação, mas se o ar estiver muito úmido o efeito dura pouco”. (QUEIROZ, 2001, p. 1).

midades de uma haste metálica, fixadas na frente de cada disco, são os neutralizadores. A seguir, apresentamos os componentes de um exemplar da máquina encontrada no Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

**Imagem 2** – Componentes da Máquina de Wimshurst



**Fonte:** Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

## Descrições técnicas e funcionamento da Máquina de Wimshurst

Uma característica marcante da máquina de Wimshurst é sua praticidade, já que as dificuldades encontradas para a montagem do instrumento não são tão relevantes. A máquina consiste basicamente em dois discos (ou “pratos” como conhecidos no começo do século XX) que precisam ser confeccionadas de materiais isolantes, os mais usados são: vidro, ebonite e acrílico. Esses discos são fixados em um

eixo central que lhes fornece sustentação e mantém uma aproximação entre os mesmos. O eixo, por sua vez, é preso, na maioria dos casos, entre duas extremidades por uma base de madeira. Para o funcionamento da máquina os discos devem girar em sentidos opostos, e um sistema de mancais e cordas, além de uma alavanca acoplados ao eixo central, propiciam esse movimento (QUEIROZ, 1999, p. 1).

Presos aos discos estão setores (ou lâminas) metálicos de alumínio, estanho ou latão, com bordas arredondas e maiores nas extremidades de cada setor para evitar o desperdício de carga elétrica. Fixadas também no eixo principal da máquina estão as barras neutralizadoras que podem se movimentar.

Nas pontas da máquina, são anexadas duas escovas de cobre ou bronze em cada disco que tocam levemente os setores metálicos, o material dessas escovas varia, podendo ser de níquel-cromo, cobre, fios de prata ou bronze.

Circulando o centro dos discos pela lateral são posicionados os coletores, que são compostos basicamente de uma haste não muito grossa de metal com escovas do mesmo material das citadas anteriormente, elas nunca tocam os discos, apenas se posicionam de forma próxima. Um suporte fixa essas hastes na base da máquina, que tem também como função dar sustentação para os faiscadores: hastes de metal que terminam em círculos também metálicos que causam o fenômeno da faísca ao fim do experimento. Por fim, estão posiciona-

das na base e conectadas aos arcos coletores as garrafas de Leiden que servem como capacitores, ou seja, armazenam cargas positivas e negativas que aumentam o impacto da experiência com a obtenção de maiores faíscas. “As duas garrafas de Leiden são conectadas interna e externamente por uma corrente, uma haste ou lâminas de metal e, nos modelos mais recentes, um interruptor”. (GIRES, 2016, p. 916).

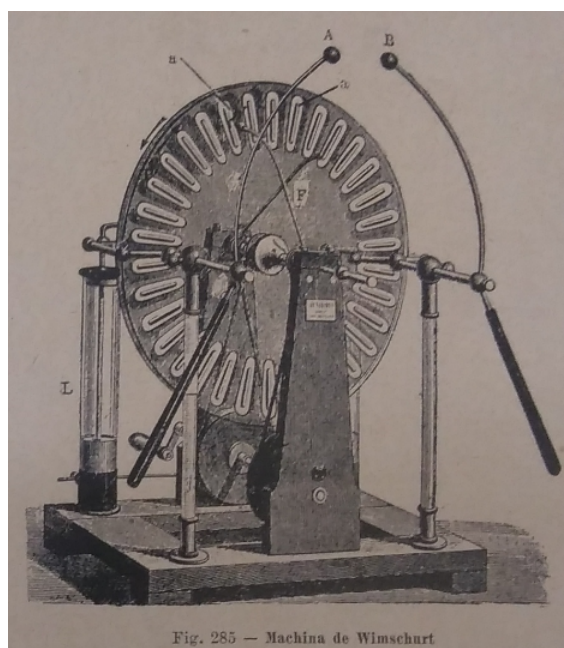
O experimento com a máquina se inicia a partir do momento em que a alavanca é acionada, pois, com os mancais bem posicionados, os dois discos maiores começam a girar em sentidos opostos. O contato das escovas de cobre ou bronze (sustentadas pela barra neutralizadora) com os setores metálicos dos discos acaba por recolher de um lado cargas positivas e de outro negativas:

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 no sentido que vai do pente para a escôva mais próxima; em breve, notam-se penachos de luz e estalidos característicos devidos ao vento elétrico entre os pentes e os discos; então, afastam-se os polos e crepitam numerosas e lindas faíscas cujo comprimento depende da voltagem da máquina; uma faísca de 2 cm. Corresponde a cerca de 60.000 vól-tios. (AZEVEDO, 1927, p. 436).

Como constatado, as cargas são captadas pelos coletores (has-

tes 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. Para a explicação do fenômeno e das descrições técnicas da máquina, podemos citar também o livro didático de Raul Romano.

**Imagem 3** – Funcionamento da máquina de Wimshurst



**Fonte:** Tratado de Physica. Raul Romano, 1928.

Raul Romano foi um professor e engenheiro químico. Atuou no Ginásio Independência, foi professor de física e química em diversas escolas do estado de São Paulo. Publicou, no ano de 1928, o Tratado de Physica, obra que seria recomendada no programa do Colégio Pedro II, um ano depois, em 1929. Quando aborda os temas sobre eletricidade estática, o autor apresenta um discurso resumido, porém consistente. Enquanto discorre sobre os aspectos técnicos da máquina de Wimshurst,



<sup>7</sup> Todos os objetos científicos estudados nesse artigo fazem parte do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo, destacamos a importância da coleção para o estudo da história do ensino de ciências em São Paulo. Esse museu é 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 das ciências, tal como objetos elaborados para o ensino de física, química e história natural. Alguns instrumentos são materiais escolares criados para servir como aparatos didáticos comprados, outros foram adaptados para a ação escolarizada.

também aborda o funcionamento dela, como podemos perceber nos seus escritos,

Pertence ao typo das machinas "por influencia". Compõe-se (fig. 3) 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 "a", com a forma indicada na fig. 285. Ambos os discos giram entre garfos metalicos providos de pontas viradas contra elles. Destes garfos partem ainda varetas de latão sustentadas por supportes isolados. O compensador F, é uma vareta metallica, cujas extremidades formam um pincel macio de tñenes fios metallicos, que resvalam contra os sectores a, a,... Fazendo girar os discos da machina desenvolve-se immediatamente electricidade que salta entre A e B em forma de faisca ou de effluvio. Os compensadores estão inclinados cerca de 45 graus em relação ás pontas. Estas ultimas, e bem assim as esferas polares a ellas ligadas, podem ser postas em communicação com garrafas de Leyde "L". Esta machina tem a apreciável qualidade de ser auto-excitatada. (ROMANO, 1928, p. 297/298).

As teorias e o sistema de funcionamento da máquina são similares tanto nos manuais e escritos bibliográficos quanto nos livros didáticos. A autoexcitação da máquina por

meio dos setores de metal e o disco de vidro (ou ebonite), utilizando pequenas escovas de cobre ou material similar, influencia a diferença de potencial, fazendo surgir uma faísca entre os dois polos da máquina.

### As máquinas encontradas no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo

Nas duas últimas décadas do século XIX, e nas primeiras no século XX, o ensino das ciências, da física e eletricidade começou a destacar-se no currículo do ensino secundário em São Paulo e em todo o Brasil.

A ideia de substituição de um ensino livresco e enciclopédico por um ensino construtivista e intuitivo ganhava vulto por meio das elites intelectuais do país e dos grandes centros, como São Paulo e Rio de Janeiro. Para a construção desse novo modelo de ensino, seria necessária a aquisição de um conjunto de objetos científicos, que "modernizariam" as escolas, equiparando-as ao Colégio Pedro II, instituição modelo de ensino secundário do país.

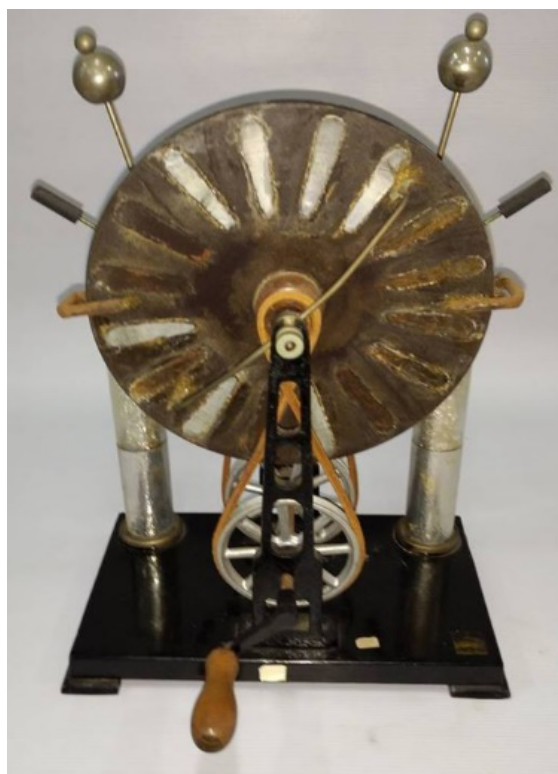
Seguindo por essa linha de pensamento, compreende-se que os alunos que frequentavam os laboratórios do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo contavam com os mais diversos exemplares de objetos para o estudo da física e da química, sendo a Máquina de Wimshurst uma das figuras presentes, com cinco unidades inventariadas no acervo da instituição<sup>7</sup>.

**Imagem 4** – Ficha de identificação – Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



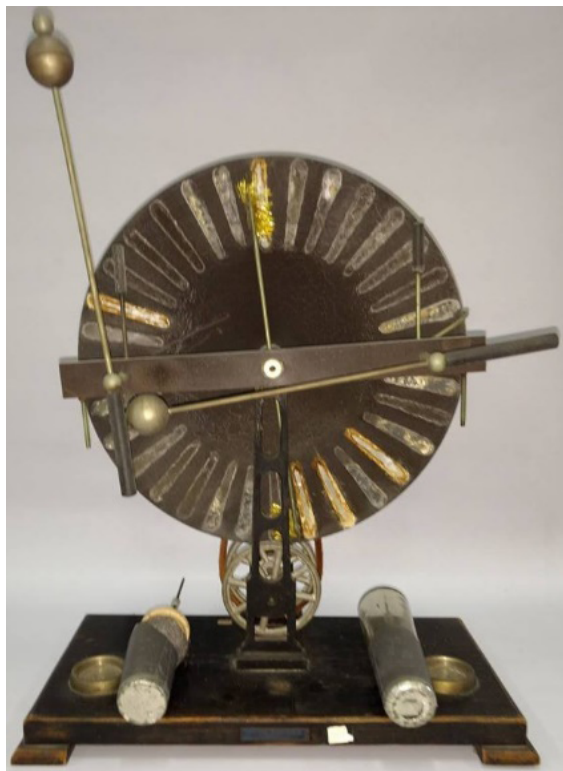
Denominação	Máquina de Wimshurst
Materiais	Madeira, ferro, liga metálica, alumínio, vidro, aço.
Dimensões	47 cm x 41,5 cm x 15 cm
Área <b>Temática</b>	Eletrostática
Fabricante/ Origem	Radiguet & Massiot
Marcas/ Incrições	Etiqueta adesiva de listagem anterior com numeração (292 e 291). Placa fabricante "Radiguet & Massiot Constructers 13 et 15, Boulevard des Filles du Calvaire, PARIS",
<b>Ano de fabricação</b>	[s.d.]
Estado de Conservação	Ruim. Aparelho apresenta partes metálicas faltantes e outras soltas.

**Imagem 5** – Ficha de identificação – Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Denominação	Máquina de Wimshurst
Materiais	Madeira, peças metálicas e correia de couro
Dimensões	21 cm x 17 cm x 14 cm
Área <b>Temática</b>	Eletrostática
Fabricante/ Origem	Otto Bender
Marcas/ Incrições	Peça foi repintada e placa de identificação do fabricante está parcialmente encoberta.
<b>Ano de fabricação</b>	1900
Estado de Conservação	Regular. Aparelho apresenta partes metálicas faltantes e outras soltas.

**Imagem 6** – Ficha de identificação – Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Denominação	Máquina de Wimshurst
Materiais	Alumínio, ferro, couro, madeira, cortiça, palha de aço e vidro.
Dimensões	52 cm x 37 cm x 27 cm
Área Temática	Eletrostática
Fabricante/ Origem	Bender São Paulo
Marcas/ Incrições	Etiquetas adesivas de listagens anteriores com numeração (293 e 83). Na base há uma placa com a denominação do fabricante (Otto Bender).
Ano de fabricação	[s.d.]
Estado de Conservação	Ruim. A máquina apresenta vários pontos de oxidação. O disco com cobertura em alumínio está descascando e oxidado com partes faltantes. As bobinas confeccionadas em vidro estão quebradas e soltas da base. Há desgaste de todo o maquinário comprometendo seu uso.

**Imagem 7** – Ficha de identificação – Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Denominação	Máquina de Wimshurst
Materiais	Madeira, ferro, liga metálica, alumínio, aço, vidro.
Dimensões	37 cm x 28 cm x 17 cm
Área Temática	Eletrostática
Fabricante/ Origem	Bender São Paulo
Marcas/ Incrições	Etiquetas adesivas de listagens anterior (292 e 291). Na base há uma placa com a denominação do fabricante. (OTTO BENDER SÃO PAULO)
Ano de fabricação	[s.d.]
Estado de Conservação	Ruim. Aparelho apresenta partes metálicas faltantes e outras soltas. Muitas partes com desgaste e oxidação. Os tubos de vidro estão soltos e quebrados.

**Imagem 8** – Ficha de identificação – Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo



Denominação	Máquina de Wimshurst
Materiais	Alumínio, ferro, madeira e vidro.
Dimensões	80 cm x 72 cm x 43 cm
Área <b>Temática</b>	Eletrostática
Fabricante/ Origem	[s.e.]
Marcas/ Inscrições	Etiquetas adesivas de listagens anteriores com numeração (83)
<b>Ano de fabricação</b>	[s.d.]
Estado de Conservação	Regular. A máquina apresenta marcas de oxidação no disco. Duas das quatro Garrafas de Leyden encontram-se quebradas. Peças metálicas desgastadas e faltando,

Todo o trabalho de organização, inventariação e catalogação da coleção foi realizado pelo Núcleo de Estudos da Escola e seus Objetos (NEO), 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, desse total, encon-

tramos as cinco máquinas citadas. Sobre os fabricantes, conseguimos notar apenas dois exemplos: a Otto Bender de São Paulo e a Radiguet & Massiot, Francesa.

A Indústria e Comércio Bender Ltda. (Otto Bender SP) foi uma empresa localizada no bairro da Santa Ifigênia, em São Paulo. Essa empresa tem um papel importante na construção de instrumentos científicos no estado de São Paulo. Nas primeiras décadas do século XX, comercializavam instrumentos para escolas através de encomendas. A partir dos anos 1950, com a colaboração de professores e padres, são confeccionados os “conjuntos Bender” para o ensino de física por meio da realização de experiências. Os conjuntos nascem da contestação aos *métodos antiquados* que o ensino de física tomava por parte do professorado paulista: a contestação mais incisiva foi a do professor padre Aloysio Vienken. Sobre esses conjuntos, FILHO constata:

Do lado comercial, a empresa “Firma Otto Bender” de São Paulo, inicia, nos anos 60, a produção de material experimental para laboratórios de Ciências e Física (...) Os equipamentos e dispositivos eram acomodados em “caixas”, permitindo a montagem de um número considerável de experimentos relativos aos grandes temas da Física. Os conjuntos Bender se compunham de Mecânica (duas caixas); Hidrostática (uma caixa); Termologia (duas caixas); Ótica (duas caixas) e Eletricidade (duas caixas). (2000, p. 24).

A partir dos anos 1960, a “Firma Otto Bender” começa a renovar seus métodos, usando esses conjuntos Bender como disseminadores de experiências científicas em São Paulo, contestando o ensino puramente matemático da física.

A Radiguet & Massiot foi uma empresa que liderou o mercado e a produção de produtos científicos manufaturados na França. Segundo Dellmann, a empresa foi criada (com este nome) no ano, ou após o ano de 1889, não se sabendo ao certo a data exata.

Sabe-se, que, após o cientista parisiense François Marie Alfred Molteni abandonar sua empresa depois de um acidente ocorrido com um de seus produtos, matando 126 pessoas, acaba por deixar a empresa denominada, Radiguet & Massiot (2012). Antes de tal ocorrido, um de seus criadores, Arthur-Honoré Radiguet, já estava inserido no mundo dos objetos científicos:

Em 1880, Arthur-Honoré Radiguet (1850-1905) ampliou sua atividade para aparelhos de divulgação científica que trabalham com vapor ou eletricidade e fotografia. O sucesso de sua produção excede suas expectativas, ele estende sua atividade à eletricidade desenvolvendo a primeira bateria constante usando resíduos de zinco. Com o uso da eletricidade ligada à fins médicos se espalhando, ele começou a se interessar por raios-X. (GUERIN, 2011).

Como dito, após o sucesso inesperado de suas atividades, Arthur-Honoré junta-se a seu genro Georges Jules Massiot, e fundem-se à empresa de Molteni, criando assim a Radiguet & Massiot.

Ainda segundo Guerin (2011), Radiguet morreu aos 55 devido à realização recorrente de radiografias, o que não abalou o sucesso da empresa, a qual continuou desempenhando papel pioneiro em radiologia, quando, por exemplo, durante a Primeira Guerra Mundial, foi primeira a equipar caminhões com instalações radiográficas. Em 1960, a empresa junta-se à outra corporação, assim, a Radiguet & Massiot, torna-se a primeira subsidiária da empresa Philips.

## Os catálogos e os fabricantes estrangeiros das Máquinas Eletrostáticas de Wimshurst

O levantamento das fontes primárias encontradas no colégio – os objetos científicos, livros didáticos e catálogos da época - apontam para uma relevante circulação das máquinas de Wimshurst nas primeiras décadas do século XX. Esse fato é resultante de um crescente interesse pelo estudo de física e notadamente pela área de eletricidade. Também resulta de um momento importante no ensino brasileiro e mundial: o estabelecimento do método intuitivo.

No fim do século XIX, aumentam-se as críticas ao ensino tradi-

cional, e em teorias baseadas na memorização são alvos de diversos questionamentos. Em detrimento a todo esse panorama, surge o ensino intuitivo criado por J. H. Pestalozzi (1746-1827), esse modelo pretendia unir o sentido de educação e intuição, assim o aluno deveria entrar em contato “real” com o seu objeto de estudo e não se tornar um sujeito completamente passivo no processo de conhecimento. Sob esse mesmo modelo, Bontempi Jr. pondera:

O ensino intuitivo foi instituído como método para ensinar os saberes elementares, de modo que as crianças travassem contato direto com os objetos oferecidos à percepção (...) os espaços foram delimitados conforme a natureza das atividades; a escola passou a dispor de mobiliário e materiais para as 'lições de coisas'. (BONTEMPI, JR, 2014).

Os instrumentos de ciências também passaram por processo semelhante. Para o ensino de ciências físicas e naturais, diversos instrumentos foram adquiridos por escolas no estado de São Paulo, muitos vindos do exterior, tais como os equipamentos de física Deyrolle (SOUZA, 2007).

Esse novo método de ensino nas instituições escolares acaba por impulsionar a aquisição de instrumentos científicos. Tal ação torna-se notória ao analisar o número de catálogos de venda de instrumentos de *physique* presentes no acervo do memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

Na sala de análise do Núcleo de Estudos dos Objetos (NEO), foram localizados seis catálogos que contêm informações referentes à compra e venda de instrumentos científicos de física e química na primeira metade do século XX:

Título	Fabricante	País	Ano
Physique Générale Experimentale	Les Fils D'Émile Deyrolle	França	1928
Physique Générale Experimentale	Les Fils D'Émile Deyrolle	França	1936
Catálogo General ilustrado	Koehler & Volckmar	Alemanha	1928
Appareils de Physique No.50	Max Kohl A. G.	Alemanha	-
Appareils de Physique No.100	Max Kohl A. G.	Alemanha	1926
Appareils de Physique No.150	Max Kohl A. G.	Alemanha	-

**Fonte:** Acervo Histórico do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

Não por coincidência, os únicos catálogos achados no colégio apontam para uma aquisição dos instrumentos científicos apenas por dois países: França e Alemanha. Com a vinda da corte portuguesa ao Brasil no começo do século XIX, políticas ligadas ao ensino começam a ser implementadas já na constituição de 1824. A principal medida nesse momento é a aproximação com os modelos europeus e principalmente franceses de ensino (MARTINS, 2015).

O Colégio Dom Pedro II, primeiro estabelecimento do ensino

<sup>8</sup> Os catálogos dos fabricantes norte-americanos foram extraídos do site [archive.org](https://archive.org), que conta com diversas coleções de universidades estrangeiras, além de um acervo específico de catálogos de diversos tipos.

<sup>9</sup> Disponível em: <https://archive.org/details/SchoolFurnitureAndSupplies>. Acesso em: 27/01/2021.

<sup>10</sup> Disponível em: <https://archive.org/details/AdamsMorganCo.CCA54264>. Acesso em: 27/01/2021.

<sup>11</sup> Disponível em: <https://archive.org/details/PhysicalInstrumentsApparatusAndSupplies>. Acesso em: 27/01/2021.

secundário no Brasil e muito importante no desenvolvimento dos estudos das ciências, contava com uma grande quantidade de livros didáticos provenientes da França. De 1850 até 1929 pelo menos dez programas de ensino do colégio contavam com uma grande quantidade de livros didáticos franceses. Esses dados exaltam o predomínio francês na estrutura do ensino básico no Brasil (MARTINS, 2015). Assim, exaltamos a relação entre o número de catálogos franceses no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo e a influência desses “modelos” de ensino para o Brasil, no período destacado.

Outro foco importante de circulação desses objetos científicos e de seus catálogos provém dos Estados Unidos da América. A aproximação desse país com a modernização e industrialização presentes em diversas sociedades ocidentais no fim do século XIX e nas duas primeiras décadas do século XX podia ser sentida com força no país norte-americano.

Podemos citar ao menos três fabricantes norte-americanos das máquinas de Wimshurst, que aumentavam a circulação desses objetos científicos no período descrito anteriormente<sup>8</sup>.

Destacamos que as três empresas fornecedoras de objetos científicos se encontram na costa leste dos Estados Unidos, próximas a regiões de grande desenvolvimento industrial nas últimas décadas do século XX. Dois fabricantes encontram-se no estado de Chicago (Union School Furniture Company e a Chicago Apparatus Company) e um em Nova Jersey (The Experimenter's Supply House). Os três catálogos encontrados vendiam exemplares da máquina de Wimshurst.

Os três documentos reiteram as características físicas e de composição dos objetos científicos em um tipo de discursividade voltada à valorização dos componentes de cada um dos objetos, ou seja, diretamente voltada para a comercialização.

Quadro 2 – Relação de catálogos norte-americanos

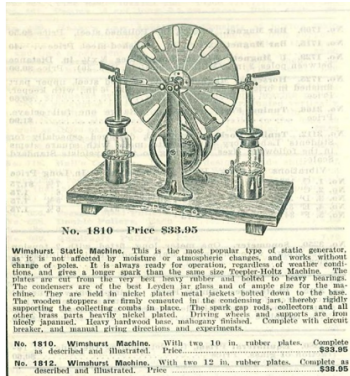
Título	Fabricante	Localidade	Ano
School Furniture and Supplies. Catalog No. M-29 <sup>9</sup> .	Union School Furnishing Co.	Chicago, Illinois.	1893.
The Experimenter's Supply House <sup>10</sup> .	Adams-Morgan Co.	Upper Montclair, N. J.	1915.
Physical Instruments Apparatus and Supplies. Catalog n°42. <sup>11</sup>	Chicago Apparatus Company.	Chicago, Illinois.	1931.

**Fonte:** Catalog Collection. Internet Archive.

**Figura 9** – Máquina de Wimshurst no School Furniture



Fonte: Internet Archive (archive.org).



No. 1810 - Price \$33.95

Wimshurst Static Machine. This is the most popular type of static generator, as it is not affected by moisture or atmospheric changes, and works without change of poles. It is always ready for operation, regardless of weather conditions, and gives a longer spark than the same size Toppler-Holtz Machine. The plates are cut from the very best heavy rubber and bolted to heavy bearings. The condensers are of the best London jar glass and of ample size for the machine. They are held in nickel plated metal jackets bolted down to the base-rings. The wooden supports are firmly mounted in the condenser jars, thereby rigidly supporting the collecting combs in place. The spark gap case, condenser and all other brass parts heavily nickel plated. Driving wheel and supports are iron slidy finished. Heavy hardwood base, mahogany finished. Complete with circuit breaker, and manual giving directions and experiments.

No. 1810. Wimshurst Machine. With two 10 in. rubber plates. Complete as described and illustrated. Price \$33.95

No. 1812. Wimshurst Machine. With two 12 in. rubber plates. Complete as described and illustrated. Price \$38.95

**Fonte:** School Furniture and Supplies. Internet Archive.

No School Furniture, assim como descrito nos outros catálogos estadunidenses, podemos perceber uma discursividade próxima ao que encontramos na descrição de venda do objeto,

Este é o tipo mais popular de gerador estático, pois não é afetado pelas mudanças de umidade ou atmosféricas e funciona sem troca de polos. A máquina está sempre pronta para operação, independentemente das condições climáticas, e produz uma faísca mais longa que a máquina de Toppler-Holtz, do mesmo tamanho. As placas são confeccionadas com borracha de melhor qualidade, pesada e aparafusadas a rolamentos. Os condensadores são de vidro de alta qualidade para a garrafa de Leyden e de amplo tamanho para a máquina. Eles são revestidos de metal niquelado aparafusadas na base. As rolhas de madeira são firmemente cimentadas nos frascos de condensação, apoiando rigidamente os pentes coletores no lugar. As hastes, cole-

tores e todas as outras peças de latão são revestidas com níquel. As rodas motrizes e os suportes são bem fabricados em ferro. Base de madeira pesada, acabamento em mogno. Completo com disjuntor, manual com instruções e experimentos. (UNION SCHOOL FURNISHING, 1893, p. 94).

A descrição desses catálogos demonstra uma atenção especial aos detalhes e confecção dos objetos científicos, procurando trabalhar com materiais selecionados. Como acessórios, também eram comercializados disjuntores e manuais com instruções e experimentos. A pré-fabricação desses objetos e a disseminação de modelos descritos nos manuais são dois dos focos de estudo do espanhol Víctor Guijarro Mora (2018), quando leva em consideração a utilidade, prós e contras da aquisição desse tipo de objeto.

Nos catálogos também constam máquinas de Wimshurst diversificadas em funcionalidade e, principalmente, em tamanho. No School Furniture, dois modelos são comercializados: a máquina de N. 1810, que vende o objeto científico com duas placas de borracha de 10 polegadas – o preço anunciado seria de \$33,95 dólares –, e a máquina de N. 1812, que vende o gerador eletrostático similar, mas com 12 polegadas, custando \$38,95 dólares.

Os dois catálogos contam com uma valorização exacerbada em relação aos materiais de composição e componentes dos objetos científicos. Como podemos perce-

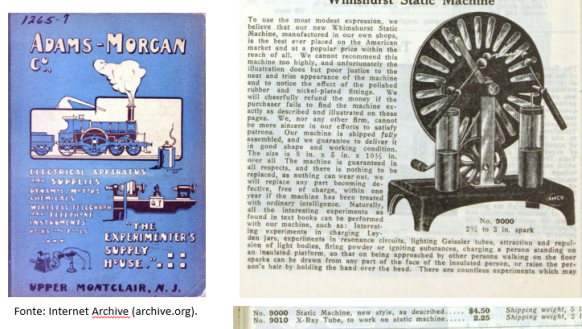


ber nessa passagem do Experiment-er's Supply House.

Para usar a expressão mais modesta, acreditamos que nossa nova máquina estática de Wimshurst, fabricada em nossas próprias lojas, é a melhor já colocada no mercado americano a um preço popular, ao alcance de todos. Infelizmente, a ilustração faz pouca justiça à aparência elegante da máquina e não podemos observar o efeito dos acessórios de borracha polida e niquelada. Devolveremos o dinheiro alegremente se o comprador não encontrar a máquina exatamente como descrito e ilustrado nestas páginas (...) substituiremos qualquer peça com defeito, gratuitamente, dentro de um ano se a máquina tiver sido tratada com inteligência. (Experimenter's Supply House, 1915, p. 124).

Além de reiterar que essa máquina é a “melhor já colocada no mercado americano”, o catálogo disponibiliza dois modelos de máquina de Wimshurst. Uma máquina com “novo estilo”, mas com disposição similar as outras (No. 9000), e outra acompanhada por um tubo de Raio-X para trabalhar com a máquina (No. 9010). (ADAMS MORGAN CO., 1915, p. 125).

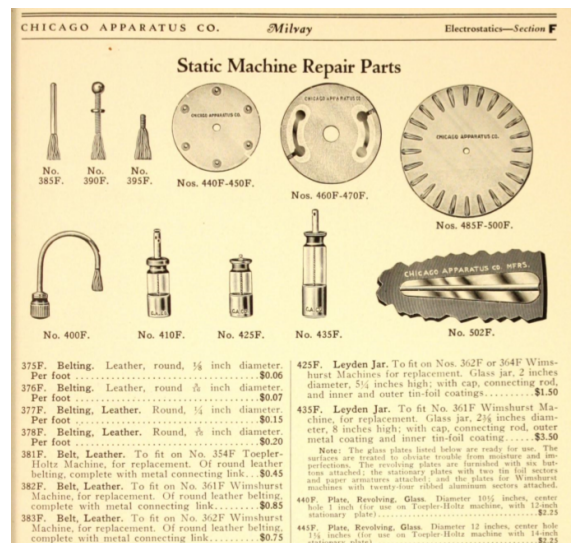
**Figura 10** – Máquina de Wimshurst no The Experimenter's Supply House



**Fonte:** Adams-Morgan Company. Internet Archive.

No catálogo Milvay, da Chicago Apparatus Company, também encontramos dois exemplares da máquina de Wimshurst, um modelo grande (Large) e um pequeno (Small). A primeira seria comercializada por um preço de \$35,00, e a segunda, \$22,00 dólares. (1931, p. 163 - 164). Mas, nesse terceiro catálogo, chama a atenção uma listagem de peças de reposição para a máquina eletrostática que também eram vendidas pelo mesmo fornecedor.

**Figura 11** – Peças de reposição para a Máquina de Wimshurst



**Fonte:** Chicago Apparatus Company. Internet Archive.

Como podemos observar, a fabricante Chicago Apparatus Company, além de vender as máquinas de Wimshurst, também comercializavam objetos de reposição para a máquina eletrostática. Na figura 11, constata-se diversos coletores (as escovas, preferencialmente de cobre), os discos com setores, diversos tipos de "pratos" de várias medidas diferentes e garrafas de Leyden.

A quantidade de catálogos estrangeiros que citam a máquina de Wimshurst demonstra a valorização e circulação desses objetos científicos não só no Brasil, mas principalmente nos países ocidentais nas últimas décadas do século XIX e primeiras três décadas do XX.

## Considerações Finais

A máquina eletrostática de Wimshurst foi uma das mais importantes invenções do campo da eletrostática no ensino de física, era a mais poderosa máquina inventada no século XIX para a geração de eletricidade estática (TURNER, 1983, p. 192). A característica experimental do ensino de física, no começo do século XX, trouxe a figura dos instrumentos científicos para a sala de aula. Pelo currículo carregado predominantemente de material teórico, os pesquisadores do campo da eletricidade adquiriram na máquina os resultados e o entusiasmo de que precisavam para complementar a metodologia dos seus estudos. A praticidade e a capacidade da máquina de Wimshurst para resolu-

ção de problemas antigos ligados a outras máquinas eletrostáticas, por exemplo a inversão de polaridade, fez com os laboratórios de física se interessassem pela aquisição desse instrumento.

A montagem dessas máquinas era, muitas vezes, artesanal, já que a facilidade de construção desses instrumentos era considerável, e os materiais comumente utilizados eram madeira, acrílico, metais, cobre e estanho. Esses materiais podiam ser encontrados com certa facilidade, apenas a construção do próprio aparelho requeria um conhecimento e estudo mais refinado, para que assim atingisse o resultado esperado. Portanto, se a máquina fosse montada da forma correta, dificilmente o experimento seria decepcionante em seu momento final.

Toda essa circulação de instrumentos, e de maneira mais específica das máquinas de Wimshurst, revela-se na quantidade desses objetos encontrados no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

Os exemplares encontrados na instituição, nos permitiu observar o espaço que a máquina adquiriu nos laboratórios. Devido ao tempo (mais de cem anos de idade, baseado no único exemplar que continha data de fabricação "1900"), tais instrumentos mostravam diversos pontos de oxidação e desgaste, peças quebradas, soltas, e algumas faltantes, o que obviamente não muda o valor histórico de cada uma delas.

A figura da máquina de Wimshurst também se fez presente em catálogos e livros de física encontrados na instituição, os quais

<sup>12</sup> O site do banco de dados se encontra no endereço eletrônico: <http://www.pergamum.pucpr.br/redepergamum/index.php>

foram utilizados tanto para essa pesquisa quanto para a adição das informações citadas acima, feita pelos membros do grupo NEO (Núcleo de Estudos dos Objetos) na plataforma *Pergamum*<sup>12</sup>, que, com sua capacidade de inventariação e armazenamento de informações, foi fundamental para este trabalho.

A intenção dessa pesquisa foi a de justamente reconhecer o valor histórico e patrimonial das peças observadas, no sentido de mostrar a importância desse tipo de instrumento científico para o ensino das ciências na educação brasileira. Através do estudo de um único objeto, descobrem-se diversos elementos presentes na educação em determinado tempo histórico, como fica evidenciado neste estudo sobre a Máquina de Wimshurst.

## Referências bibliográficas

ADAMS, Morgan Company. **The experimenter's Supply House**. Upper Montclair, N. J.: USA. p. 124-125, 1915.

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

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

BONTEMPI JR, Bruno. **Aspectos Históricos da Escola em São Paulo**. Revista do Arquivo Municipal, p. 30 v.205: São Paulo, 2014.

CHICAGO, Apparatus Company. **Physical Instruments Apparatus and Supplies**. Catalog nº42: Chicago, USA. 1931.

CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12, 2015, Paranavaí. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física**. Pr: Educere, 2015. 14 p. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234\\_8366.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2018.

DELLMANN, Sarah. **Radiguet & Massiot, lantern and slide dealer**. 2012. Disponível em: <<https://slides.uni-trier.de/organisation/index.php?id=1001420>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

DR. OX. **Curiosidades científicas**. Jornal do Recife. Pernambuco, Anno XLVIII, N. 193, ago./1905.

FEIJÓ JUNIOR, Luiz Alberto. **A história do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática**. 2008. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view-file/4122/3123>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

GIRES, Francis. **Encycloédie des instruments de l'enseignement de la physique du XVIII au milieu du XX siècle**. Vol. 2. ASEISTE, 2016.

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. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Naturais, Universidade de Brasília: Planaltina, 2016. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16511/1/2016\\_RogérioVianaGomes\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16511/1/2016_RogérioVianaGomes_tcc.pdf)>. Acesso em: 30 jun. 2018.

GUERIN, Patrice. **RADIGUET & MASSIOT, sucessores de MOLteni**. 2011. Disponível em: <<http://diaprojection.unblog.fr/2011/02/15/radiguet-massiot-successeur-de-molteni/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

LANGLEBERT, J. **Physica**. Livraria Garnier: Rio de Janeiro, 1904.

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: 04/07/18.

MARTINS, Valéria Rosa. **O ensino de física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação de mestrado pela Universidade São Paulo: São Paulo, 2015.

NUNES, Leandro Nery et al. **LEVANDO A MÁQUINA DE WIMSHURST PARA A SALA DE AULA**. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**: Rio de Janeiro: Snef, 2005. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0202-1.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

QUEIROZ, Antônio Carlos M. de. **A Máquina de Wimshurst**. 1999. Disponível em: <<http://www.coe.ufrj.br/~acmq/wimport.html>> Acesso em: 04/07/18.

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

ROCHA, Lucileni Nichelatti. **As diversas possibilidades da aprendizagem no ensino de ciências**. 2014. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Programa de Desenvolvimento Educacional, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_ufrpr\\_cien\\_pdp\\_lucileni\\_nichelatti\\_rocha.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_ufrpr_cien_pdp_lucileni_nichelatti_rocha.pdf)>. Acesso em: 04 jul. 2018.

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.

SOUZA, Rosa Fátima de. **História da cultura material escolar: um balanço inicial**. In: Marcus Levy Bencostta. *Culturas escolares, saberes e práticas educativas: itinerários históricos*. pp. 163-189. Cortez: São Paulo, 2007.

THE BAKKEN A LIBRARY AND MUSEUM OF ELECTRICITY IN LIFE (Minneapolis, USA). **Carré Electrostatic Generator**. 2002. Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20021209232213/http://www.thebakken.org/artifacts/Carre.htm>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

UNION, School Furnishing Company. **School Furniture and Supplies**. Catalog  
No. M-29: Chicago, USA. 1893.

Recebido em: 14/jul/2020  
Aceito em: 15/dez/2020