

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências e Letras
Campus de Araraquara – SP

ELTON DE OLIVEIRA BARRETO

**INSTRUMENTOS DE ENSINO DE VALOR HISTÓRICO E SEU PAPEL
NO ENSINO SECUNDÁRIO NO BRASIL (1931 – 1961)**

ARARAQUARA – SP.
2014

ELTON DE OLIVEIRA BARRETO

**INSTRUMENTOS DE ENSINO DE VALOR HISTÓRICO E SEU PAPEL
NO ENSINO SECUNDÁRIO NO BRASIL (1931 – 1961)**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras - Unesp/Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Formação de professores, trabalho docente e práticas pedagógicas.

Professora Orientadora: Dra. Maria Cristina de Senzi Zancul.

Bolsa: FAPESP.

ARARAQUARA – SP.

2014

Barreto, Elton de Oliveira

Instrumentos de ensino de valor histórico e seu papel no ensino secundário no Brasil (1931 – 1961) / Elton de Oliveira Barreto – 2014
134 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Letras (Campus de Araraquara)

Orientador: Maria Cristina de Senzi Zancul

1. Física -- Estudo e ensino. 2. Física (Segundo grau).
3. Ciencia -- Aparelhos e instrumentos. I. Título.

ELTON DE OLIVEIRA BARRETO

**INSTRUMENTOS DE ENSINO DE VALOR HISTÓRICO E SEU PAPEL
NO ENSINO SECUNDÁRIO NO BRASIL (1931 – 1961)**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras - Unesp/Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Escolar.

Linha de pesquisa: Formação de professores, trabalho docente e práticas pedagógicas.

Professora Orientadora: Dra. Maria Cristina de Senzi Zancul.

Bolsa: FAPESP.

Data da defesa: 26/09/2014

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Prof(a). Dr(a). Maria Cristina de Senzi Zancul

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Faculdade de Ciências e Letras UNESP/Araraquara.

Membro Titular: Profa. Dra. Rosa Fátima de Souza Chaloba

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Faculdade de Ciências e Letras UNESP/Araraquara.

Membro Titular: Prof. Dr. Marcus Granato

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Local: Universidade Estadual Paulista

Faculdade de Ciências e Letras

UNESP – Campus de Araraquara

Agradecimentos

Nas linhas a seguir demonstro minha gratidão às pessoas que fizeram parte deste trabalho ou que contribuíram, de alguma maneira, para que esta dissertação pudesse ter o resultado alcançado.

À minha avó materna e à minha mãe, por moldarem em mim o ser humano que me tornei, pela educação e carinho empreendidos durante minha existência. À minha esposa e companheira Tamara, que tanto me ajudou neste processo de conquistas e buscas pela formação acadêmica desde a graduação, e que, nestes últimos anos, me apoiou incondicionalmente, fazendo cobranças e incentivos, além de ter me proporcionado uma enorme alegria, ao me dar o meu bem mais precioso. E à Eduarda por fazer os meus dias mais coloridos e divertidos, acordando todos os dias e recebendo um sorriso sincero e um abraço aconchegante, fazendo-me ver o quanto a vida é maravilhosa e o quanto sou privilegiado.

Agradeço também aos vários professores que tive em toda minha vida. Em especial a professora Alessandra Aparecida Viveiro, pelas inúmeras contribuições feitas a este trabalho.

Também agradeço a Alessandra A. Tomás Aquino, Bruna Natália Barbosa, Fernanda Silva de Lima, Alessandra Gangi e Flavia Regina Siabe, que contribuíram no momento inicial do trabalho no laboratório em meio ao pó e à desordem, auxiliando na organização do espaço e no avanço da pesquisa.

Neste trabalho árduo, não posso deixar de mencionar minha orientadora, Maria Cristina pelo carinho, dedicação, paciência, ensinamentos e pelo aprendizado e convívio que tivemos durante os sete últimos anos.

Agradeço também ao professor Marcus Granato, pela acolhida e pelo auxílio dado no início da pesquisa com os instrumentos do laboratório e pelas contribuições dadas para melhoria desta dissertação. À professora Rosa Fátima de Souza, que me aceitou como bolsista durante a graduação, num momento em que eu nem imaginava o que era uma pesquisa, me orientando em atividades de pesquisa e extensão, e também pelas sugestões dadas para esta dissertação.

À FAPESP, pelo apoio financeiro recebido.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

Resumo

A Escola Estadual Bento de Abreu - EEBA, renomada instituição da cidade, foi o primeiro ginásio estadual de Araraquara e um dos primeiros ginásios oficiais do estado de São Paulo, instalado em fevereiro de 1934. Neste trabalho, a partir de um conjunto de instrumentos de valor histórico, pertencentes ao laboratório de Física da EEBA, abordamos aspectos do ensino de Física proposto entre os anos 1931 e 1961. Para o estudo, de natureza qualitativa, foi realizada uma pesquisa documental, tomando-se a legislação de ensino em vigor no período que compreende os primeiros anos de funcionamento da EEBA como ginásio oficial e foram analisados livros didáticos editado/publicados entre os anos de 1931 e 1961. Também foram selecionados cinco instrumentos, de diferentes áreas temáticas, que foram examinados de acordo com procedimentos de museologia. Nossos resultados indicam que os instrumentos antigos encontrados na Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara atendiam ao que era proposto pela legislação da época e observamos que a descrição de um grande número deles aparece nos livros didáticos analisados. Consideramos que o papel que os objetos representaram no ensino de Ciências e de Física no Brasil justifica a organização de acervos e a preservação desses objetos. Acreditamos que por meio do estudo dos instrumentos possamos conhecer melhor o ensino de Ciências e de Física no passado e pensar propostas para o emprego desses instrumentos em outros contextos, enriquecendo o ensino em nossos dias.

Palavras chave: Ensino de Física, Instrumentos Científicos, Ensino Secundário.

Abstract

Bento de Abreu State School - EEBA, renowned institution in the city, was the first official secondary school in Araraquara and one of the first in the state of São Paulo, installed in February 1934. This paper deals with aspects of Physics teaching proposed between 1931 and 1961, starting from the study of ancient instruments that belong to the EEBA Physics Laboratory. For the qualitative study, documentary research was carried out, taking the educational legislation in force between 1931 and 1961 and official textbooks edited / published in this period. Five instruments, of different thematic areas, that were studied according to procedures of museology, were also selected. Our results indicate the ancient objects found in the State School Bento de Abreu de Araraquara heed to what was proposed by the legislation of the time and noticed that the description of a large number of them of them appear in the analyzed textbooks. We consider that the role played by the instruments in science and physics teaching in Brazil justifies the organization of collections and preservation of these objects. We believe that by means of the study of instruments we may broaden the knowledge about science and physics teaching in the past and think of proposals to use these instruments in other contexts, enriching nowadays teaching.

Keywords: Physics Teaching, Scientific Instruments, Secondary Education.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Reformas para educação (Piletti 1987)	25/26
Quadro 2.	Fonte: Bicudo, 1942, p. 137/192	29
Quadro 3	Material existente no laboratório de Física e hoje identificado	57
Quadro 4	Comparação entre o material existente e o que aparece nas fotos	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama do modelo para estudo dos artefatos	19
Figura 2.	Diário oficial, 25 de abril de 1932, p. 7917	32
Figura 3.	Fonte: Brasil, 1932 (p. 7922)	34
Figura 4.	Material de Física para demonstração	40
Figura 5.	Relação de trabalhos (Brasil, 1952, p. 547)	42
Figura 6.	Ata da sessão da Câmara de 12/06/1913	45
Figura 7.	Livro de matrículas – 1931	46
Figura 8.	Livro de matrículas – 1931	47
Figura 9.	Quadro de matrículas	49
Figura 10.	Laboratório de Física da EEBA – 2012	51
Figura 11.	Laboratório de Física? (sem data).	52
Figura 12.	Armário – 2012	52
Figura 13.	Laboratório de Física -2006	54
Figura 14.	Limpeza e higienização dos objetos	54
Figura 15.	Armários do laboratório com os instrumentos organizados	56
Figura 16.	Armários do laboratório com os instrumentos organizados	56
Figura 17.	Ficha de identificação	58
Figura 18.	Armários com instrumentos (sem data)	59
Figura 19.	Armários com instrumentos (sem data)	60
Figura 20.	Armários com instrumentos (sem data)	61
Figura 21.	Garrafas de Leyde sobre o armário	65
Figura 22.	Exemplar remanescente	65
Figura 23.	Galvanômetro de Bourbouze	65
Figura 24.	Galvanômetro hoje	65
Figura 25.	Capas dos livros analisados	67
Figura 26.	Balança – F. Venâncio Filho (1935)	70
Figura 27.	Balança de Roberval	71
Figura 28.	Fonte de vácuo	71
Figura 29.	Fonte de vácuo	71

Figura 30.	Bomba de vácuo	72
Figura 31.	Bomba de vácuo	73
Figura 32.	Bússola - A. Freitas (1936)	73
Figura 33.	Bússola	73
Figura 34.	Barômetro - U. Pereira (1942)	74
Figura 35.	Barômetro	74
Figura 36.	Galvanômetro - U. Pereira (1942)	74
Figura 37.	Galvanômetro	74
Figura 38.	Esferômetro – F. Gomes Filho (1960)	75
Figura 39.	Esferômetro	75
Figura 40.	Tubo de Newton – Francisco Alcântara Gomes Filho (1960)	76
Figura 41.	Tubo de Newton	77
Figura 42.	Martelo de água	77
Figura 43.	Roda de Savart - F. A. Gomes Filho (1957)	78
Figura 44.	Roda de Savart	78
Figura 45.	Psicômetro - F. A. Gomes Filho (1957)	79
Figura 46.	Psicômetro	79
Figura 47.	Lupa – A. Freitas (1960)	80
Figura 48.	Lupa	80
Figura 49.	A. Freitas (1960)	81
Figura 50.	Máquina de Wimshurst	81
Figura 51.	Máquina de Wimshurst	81
Figura 52.	Dinamômetro de Poncelet - Gomes Filho, 1960	83
Figura 53.	Higrômetro de Daniell - Gomes Filho, 1957	84
Figura 54.	Força elástica do vapor	84
Figura 55.	Ação da pressão do vapor sobre o cilindro	85
Figura 56.	Mecanismo de transmissão	85
Figura 57.	Descrição da Câmara Escura	86
Figura 58.	Máquina Fotográfica - Urbano Pereira (1942)	86
Figura 59.	Roda de Barlow	87

SUMÁRIO

Introdução	13
1. As reformas educacionais brasileiras para o ensino secundário entre 1931 e 1961 e as recomendações para o ensino de Física	25
1.1 A reforma Francisco Campos e o ensino das disciplinas científicas e de Física	27
1.2 A lei Orgânica do Ensino secundário: o período de 1942 a 1961 e o ensino de Ciências e de Física	37
2. A Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara, o laboratório de Física e sua coleção de instrumentos antigos	44
2.1 A constituição da escola Bento de Abreu de Araraquara	44
2.2 O laboratório de Física e sua coleção de instrumentos de valor histórico	51
3. Livros didáticos selecionados e sua relação com os instrumentos antigos	66
3.1 Uma visão geral	68
3.2 Propostas de utilização dos instrumentos selecionados nos livros em estudo	82
4. Um estudo dos cinco instrumentos	88
4.1 Dinamômetro de Poncelet	89
4.2 Higrômetro de Daniell	91
4.3 Modelo de Máquina a Vapor	93
4.4 Câmara Escura	95
4.5 Roda de Barlow	97
Considerações Finais	99
Referências	104
Anexos	108

Introdução

Meu interesse pelo tema tratado nesta dissertação surgiu durante o meu curso de graduação em Pedagogia, mais exatamente no terceiro ano, quando iniciei a atividade como Bolsista de Apoio Acadêmico e Extensão, na Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara UNESP, no ano de 2005. Como primeira ação, deveria escolher um grupo de pesquisa e desenvolver atividades que justificassem o recebimento da bolsa.

Mesmo tendo nos primeiros anos do curso de Pedagogia várias matérias instigantes, cujos programas traziam uma gama diversificada de conhecimentos teóricos e ideias, posso dizer que a escolha não foi muito difícil. As preferências manifestadas no meu passado escolar foram reforçadas na universidade, ou seja, meu interesse por questões relacionadas à História já era forte no período anterior ao vestibular e se tornou ainda maior a partir do início da graduação.

No curso de Pedagogia, tive contato com a História da Educação e com aspectos referentes a esse campo de estudos, que permite analisar os processos que ocorrem na educação escolar ao longo dos tempos.

Ao receber a concessão da bolsa a que me referi anteriormente, tinha de indicar um professor que me orientasse nas atividades de pesquisa e extensão e naquele momento, estudávamos a História da Educação no Brasil. Sem hesitar escolhi a professora responsável por aquela disciplina, Rosa Fátima de Souza para encaminhar-me nos primeiros passos da pesquisa. A professora Rosa é líder, juntamente com a professora Vera Teresa Valdemarin, do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Cultura e Instituições Educacionais – GEPCIE, que realiza estudos sobre a história das instituições escolares, das ideias pedagógicas e da cultura material escolar.

Sob a orientação da professora Rosa, passei a desenvolver atividades junto ao Centro Cultural Professor Waldemar Saffioti (CCPWS), localizado na Chácara Sapucaia, uma importante residência da cidade, local repleto de histórias e acontecimentos do município de Araraquara¹.

O trabalho no Centro Cultural incluía a higienização de materiais e a organização de acervos e para poder desempenhá-lo, participei de oficinas e minicursos sobre conservação e acondicionamento de fotografias e jornais.

¹ Waldemar Saffioti (1922-1999) foi um ilustre professor e pesquisador, que trabalhou no Instituto de Química da UNESP de Araraquara e residiu no local que hoje abriga o CCPWS. Uma breve biografia do professor Saffioti está disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40421999000400024&script=sci_arttext

Desenvolvi atividades no CCPWS até o ano de 2007, quando ingressei em um projeto que vinha sendo realizado na Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara, denominado Projeto EEBA: Preservando a memória e a história da Escola Pública Paulista. Um dos trabalhos na escola era voltado para organização de uma coleção de instrumentos antigos para o ensino de Física, e iniciei atividades de iniciação científica junto ao Projeto de Pesquisa “Coleção de instrumentos científicos do laboratório de Física da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara”, financiado pela FAPESP (Processo FAPESP 2007/07198-0), coordenado pela Profª. Dra. Maria Cristina de Senzi Zancul.

Durante o período, participei de ações para a organização do espaço do laboratório, higienização e classificação dos instrumentos, com vistas à elaboração de um inventário. Para obter subsídios para o trabalho, bem como um maior aprofundamento sobre o tema da conservação de materiais históricos, realizei um treinamento oferecido pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins do Rio de Janeiro, MAST e pude aprender procedimentos para manuseio adequado dos instrumentos, seguindo normas e procedimentos específicos para bens desta natureza.

Por meio desse projeto, cerca de 200 objetos, fabricados possivelmente na primeira metade do século XX, foram higienizados, identificados e inventariados (ZANCUL, 2009).

Durante esse projeto de iniciação científica, que teve duração de dois anos, além dos cursos e oficinas mencionados, realizamos atividades de divulgação do acervo, com apresentações de trabalhos sobre o tema em congressos e a realização de exposições dos instrumentos para a comunidade da Faculdade de Ciências e Letras e da EEBA.

No ano de 2012 ingressei na Pós Graduação na mesma instituição da graduação, podendo, assim, dar prosseguimento aos trabalhos que vinham sendo desenvolvidos desde 2007, levantando perguntas, procurando novos rumos e respostas a novas questões e esta dissertação é parte desta busca.

A partir de nossos estudos, algumas perguntas nos instigavam: o que fazem nas escolas os instrumentos antigos para o ensino de Física como os da coleção da Escola Bento de Abreu de Araraquara? Desde quando eles estão na escola? Estes instrumentos foram utilizados? A que propostas de ensino eles estão relacionados? Que papel os instrumentos antigos desempenharam no ensino de Física? Qual a importância da preservação desses objetos?

Na pesquisa que ora apresentamos e com o intuito de avançar em relação a trabalhos anteriores, nos propusemos a realizar um estudo detalhado de um grupo de instrumentos

antigos para o ensino de Física, de diferentes áreas temáticas, a fim de identificar aspectos do ensino dessa disciplina no secundário, especialmente com relação à trabalhos experimentais, entre 1931 e 1961.

A partir dessa ideia, para a realização de nosso trabalho, definimos os seguintes objetivos:

- Selecionar cinco instrumentos antigos, da coleção da EEBA, de diferentes áreas temáticas e estudá-los segundo as seguintes características: material, história, meio e significado (SILVA, 2005);
- Estudar a legislação educacional vigente nos primeiros anos de funcionamento da Escola Bento de Abreu de Araraquara como ginásio oficial;
- Analisar os programas para o ensino de Física nas reformas educacionais dos anos entre 1931 e 1961 e as recomendações para o uso de instrumentos em atividades experimentais;
- Analisar propostas de trabalho experimental para o ensino de Física com utilização dos instrumentos selecionados, em livros didáticos editados no período selecionado;
- Discutir a importância da preservação e do estudo dos instrumentos antigos.

Como forma de organização de nosso trabalho, dividimos esta dissertação em cinco capítulos, além da presente introdução, que inclui os procedimentos metodológicos.

Começamos por um estudo sobre as reformas de ensino entre 1931 e 1961 e o ensino de Física neste período. Destacamos as leis, os decretos e portarias formuladas pelos responsáveis pela educação, com intuito de traçar o percurso desses 30 anos da história, perpassando principalmente o Estado Novo e o período conhecido como Cinquenta anos em Cinco.

Nossa abordagem tem início no ano de 1931, ano da promulgação das leis que ficaram conhecidas como Reforma Francisco Campos, que deram maior ênfase ao ensino secundário e contribuíram para o princípio da democratização do ensino no país. Como marco final de nossa investigação fixamos o ano da publicação da Lei de Diretrizes e Bases para Educação Nacional, ou seja, a Lei nº 4.024, de 1961.

No segundo capítulo abordaremos a história da instituição Escolar Bento de Abreu e sua coleção de seus instrumentos, com referências ao processo de constituição do acervo.

O capítulo três traz uma descrição de propostas de uso de instrumentos em livros didáticos, para os diferentes anos do curso secundário, que foram publicados e possivelmente utilizados no período entre 1931 e 1961. Os cinco instrumentos selecionados para esta dissertação são analisados com detalhes.

No capítulo quatro, apresentamos um estudo de cinco instrumentos escolhidos tomando-se como critério, diferentes áreas da Física. Neste estudo utilizamos a proposta de análise dos objetos sugerida por Bross (1990) e Silva (2005)² em relação à material, história, meio e significado.

No capítulo final apresentamos algumas considerações sobre as questões estudadas.

Procedimentos metodológicos

Nossa investigação, de natureza qualitativa, foi realizada com o uso de recursos da análise documental e da pesquisa bibliográfica. No que se refere ao estudo dos objetos, foram utilizados procedimentos de museologia, conforme será detalhado mais adiante. Os caminhos da pesquisa estão relatados neste tópico.

Recorremos inicialmente a fontes documentais escritas, de forma a conhecer as recomendações oficiais referentes ao período selecionado para estudo.

Assim, com a intenção de investigar a história do ensino de Física nos primeiros anos de funcionamento da EEBA como ginásio oficial, foi realizado um estudo da legislação de ensino que vigorou no período entre 1931 e 1961 e procuramos analisar os planos de ensino e as propostas de trabalho experimental para a disciplina Física no ensino secundário.

Tomamos como referência, dois importantes compêndios que tratam da legislação educacional brasileira no período enquadrado por nosso trabalho, sendo o primeiro deles o livro do autor Joaquim de Campos Bicudo, sob o título *O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação*, que compreende os anos de 1931 a 1941 inclusive. A segunda obra, que se relaciona ao período seguinte - entre 1942 e 1951, foi organizada pelo Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos intitulado *Ensino Secundário no Brasil* e foi publicada em 1952.

Estudamos também, propostas de trabalho em sala de aula, com uso de instrumentos da coleção da Escola Bento de Abreu de Araraquara, que aparecem em livros didáticos publicados entre 1931 e 1961, que como já mencionamos, é o período delimitado para nosso estudo.

² Bross (1990) e Silva (2005) são a mesma pessoa.

Esses livros didáticos foram encontrados no próprio laboratório da EEBA e no acervo da Biblioteca da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – UNESP, e neles foram analisadas as propostas de experimentação e demonstrações com o uso dos instrumentos que farão parte do estudo. Em alguns dos livros, há registro do nome de um professor que atuou na EEBA de meados dos anos 1960 até sua aposentadoria, em 1995, ministrando aulas de Física. Essa informação pode ser um indício de um possível uso desse material em aulas de Física, ao menos como fonte de consulta para o professor.

A seleção dos livros foi feita pela data de edição, supondo que a utilização dos mesmos pelos professores tenha se dado nos anos que se seguiram, pois acreditamos que os livros didáticos, como hoje, constituíam base importante para fundamentar as práticas pedagógicas, de modo especial em um período em que muitos dos professores que lecionavam Física não tinham formação específica nessa disciplina (ZANCUL, 2013). Os livros incluem recomendações para o uso dos instrumentos, com descrições de seu uso e funcionamento e expõem experiências possíveis de serem realizadas.

Vale ressaltar que os mesmos livros didáticos foram utilizados, em outros momentos da pesquisa, como fonte de consulta sobre o nome, a descrição e a função dos instrumentos e, portanto, cumprem um duplo papel neste trabalho como fonte e objeto de pesquisa.

Os livros selecionados para este estudo foram:

1. Iniciação ao estudo dos fenômenos físicos, 3ª série, de Francisco Venâncio Filho, Companhia Editora Nacional (SP), 1935 (não consta a edição);
2. Curso de Física – 3ª série, Iniciação no estudo dos fenômenos físicos, de Aníbal Freitas, 4ª edição, Comp. Melhoramentos de São Paulo, 1936;
3. Física para a 3ª série do curso secundário, de Urbano Pereira, Livraria Acadêmica, Saraiva & Cia – Editores (SP), 1942 (não consta a edição);
4. Física para o primeiro ano colegial, Física para o segundo ano do curso colegial, de Francisco de Alcântara Gomes Filho, 22. edição, Companhia Editora Nacional (SP), 1960, com prefácio de 1953);
5. Física 3º livro – Ciclo colegial, Aníbal Freitas, 11ª edição. Edições Melhoramentos (SP), 1960.

Ao mesmo tempo em que procedíamos à leitura dos textos referidos à análise dos livros didáticos, realizamos uma busca em arquivos públicos, por documentos que pudessem completar as informações de que dispúnhamos sobre a aquisição dos instrumentos antigos que

se encontram na EEBA e em outras escolas. Foram realizadas visitas ao Arquivo Público do Estado de São Paulo, ao Arquivo da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e ao Arquivo Público Histórico Prof. Rodolpho Telarolli além de consultas a documentos presentes na escola Bento de Abreu de Araraquara.

Também foram utilizadas, como documentos, fotografias do laboratório de Física de épocas anteriores que registram a presença de instrumentos que fazem parte do conjunto em estudo. As fotografias, no caso desta pesquisa, contribuíram trazendo informações específicas sobre o acervo de instrumentos em outros períodos, que foram usadas em conjunção com outras fontes (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

A análise documental foi fundamentada no trabalho de Lüdke e André (1986). As autoras citam Phillips (1974, p. 187), que diz que são considerados documentos todos os materiais escritos (como por exemplo, leis e regulamentos, normas, cartas, jornais, revistas, arquivos escolares, diários), “que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano”.

Lüdke e André (1986) esclarecem que a análise documental é um tipo de procedimento pouco explorado não apenas a área da Educação, mas em outras áreas de ação social. Segundo as autoras, esse procedimento,

pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnica, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema (p. 38).

Analisando o conceito de documento, Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) recorrem a Cellard (2008) apontando que “a Escola de Annales ao privilegiar uma abordagem mais globalizante amplia substancialmente o conceito de documento” (p.7), consideram como fonte ou documento tudo aquilo que serve como testemunho do passado. Ou seja, além dos textos escritos, documentos de outra natureza, também podem ser tomados como fonte.

A partir dessa perspectiva, os objetos construídos para fins de ensino também constituem fonte documental, pois representam uma época e um modelo de ensino. Para este estudo selecionamos cinco instrumentos antigos, usando-se como critério diferentes áreas temáticas da Física, quais sejam:

1. Mecânica - Dinamômetro de Poncelet
2. Calor - Higrômetro de Daniel
3. Termodinâmica - Modelo de máquina a vapor
4. Óptica- Câmara escura

5. Eletromagnetismo- Roda de Barlow

Os instrumentos foram analisados, primeiramente, de acordo com seus aspectos materiais e históricos. Para essa abordagem inicial, usamos como referência o modelo de ficha de registro de Granato et al. (2013), para documentação do patrimônio cultural de ciência e tecnologia, que abrange os campos: denominação, materiais, dimensões, descrição e função, fabricante, marcas/inscrições/legendas, ano de fabricação, estado de conservação e localização. Na sequência, utilizamos, também, os estudos sobre artefatos, considerando as proposta de Fleming (1974) e de Pearce (1986), e os modelos de análise museológica sugeridos por Bross (1990) e Silva (2005).

Fleming (1974) apresenta uma proposta de modelo para estudo do artefato que inclui duas ferramentas conceituais, quais sejam: uma classificação das propriedades básicas de um artefato em cinco níveis (História, Material, Construção, Design e Função) e um conjunto de quatro operações para serem colocadas em prática sobre essas propriedades (Identificação, Avaliação, Análise Cultural e Interpretação). A proposta do autor é apresentada no diagrama a seguir (Figura 1).

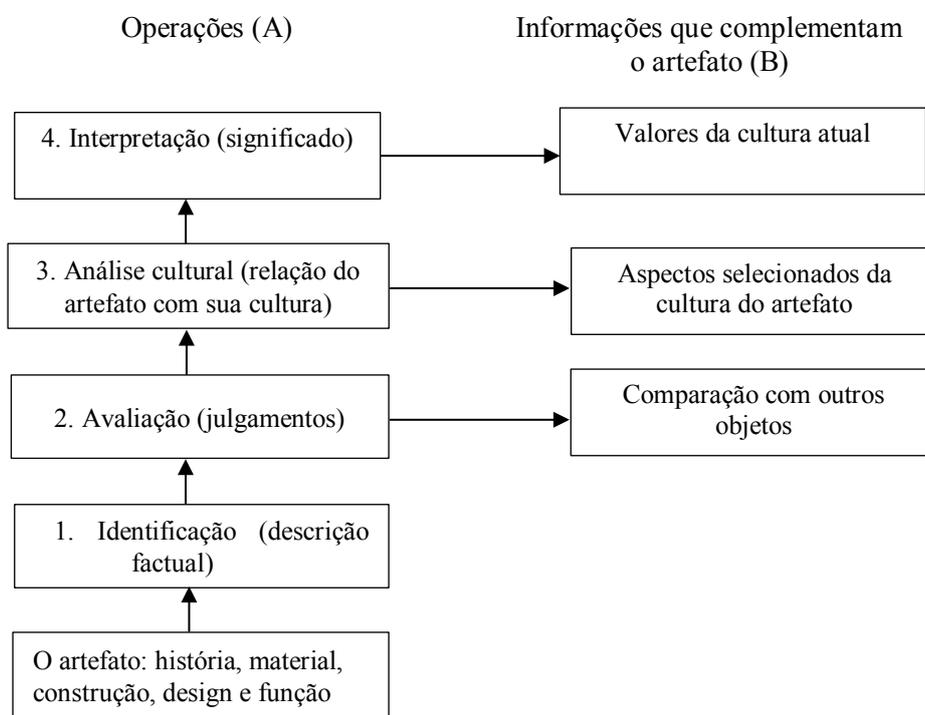


Figura 1 – Diagrama do modelo para estudo dos artefatos (traduzido de Fleming, 1974)

Pearce (1986) faz uma avaliação do modelo de Fleming, que segundo ela, tem influenciado a maior parte dos trabalhos posteriores na área de construção de modelos e

apresenta o que ela chama “outra abordagem para o desenvolvimento de um modelo para o estudo de artefatos, utilizando como base uma perspectiva arqueológica³” (p. 125). A proposta de Pearce (1986) para organizar as propriedades de um objeto para estudo consiste em separá-las em quatro áreas principais: material, história, ambiente e significado. Segundo a autora, *material* inclui a matéria prima de que é feito o objeto, seu design, construção e tecnologia; o item *história* abrange uma descrição detalhada da função e utilização do objeto; *ambiente* envolve todas as relações do objeto com a dimensão espacial; *significado*, que abarca as mensagens emocionais e psicológicas. Para Pearce (1986), “o conjunto de nossa compreensão destas propriedades pode ser descrita como a interpretação” (p. 126).

Bross (1990) propõe uma adaptação inspirada no modelo Pearce (1986), para a análise de instrumentos produzidos para a realização de experimentos no ensino de Física, com a finalidade de explorar os significados e interpretações desses objetos.

A autora desenvolveu uma ficha de cadastro do equipamento, contendo quatro áreas principais: material, história, meio e significado. A área MATERIAL, que compreende o estudo físico do objeto, é dividida em oito campos: denominação, área, descrição, dimensões, funcionamento, técnicas, montagem, qualidade do acabamento. A análise da HISTÓRIA é dividida na história própria do objeto “extraída da história do fabricante, de manufatura e dos materiais utilizados na peça assim como o seu uso em seu próprio tempo e lugar” e na história subsequente, referente ao estabelecimento no qual o objeto é conservado atualmente. A área história tem cinco campos: fabricante, procedência, data (de fabricação), estabelecimento (onde se encontra o equipamento hoje), usuário (professor ou aluno). A análise do MEIO tem três campos: armazenagem (onde o aparelho é conservado atualmente), estado de conservação (bom, regular ou ruim) e local (que tipo de estabelecimento abriga o objeto). A análise do SIGNIFICADO, busca identificar a relação do objeto com o ensino de Física e está dividida em três campos: concepção, resultados (qualitativos ou quantitativos) e forma de abordagem, (BROSS, 1990, p. 38-40).

Segundo Bross (1990)

A soma destas análises – o corpo de conhecimentos adquiridos em cada área – possibilitam a *interpretação do papel do artefato* no meio educacional, e fornecem a base para o início da análise da produção e utilização dos equipamentos em seu próprio tempo e lugar (BROSS, 1990, p. 40, grifos da autora).

³ A tradução do original em inglês é de responsabilidade do autor dessa dissertação.

Utilizando uma adaptação do modelo de Pearce (1986), o modelo sugerido por Bross (1990), Silva (2005) traz uma proposta denominada por ela de análise museológica de equipamentos para o ensino experimental.

O instrumento de análise elaborado por Silva (2005) organiza as propriedades dos objetos nas quatro áreas do modelo de Bross (1990): Material, História, Meio; Significado, e seus campos são bastante semelhantes aos daquele modelo, conforme detalhado a seguir.

Na Análise do Material proposta por Silva (2005), encontram-se incluídos os seguintes itens: denominação, área do conhecimento, descrição, dimensões, funcionamento, técnicas, montagem, qualidade do acabamento e materiais utilizados. A Análise da História, por sua vez, abarca seis campos: fabricante, procedência, data (de fabricação do objeto), aquisição, estabelecimento (onde o equipamento se encontra), usuário. A Análise do Meio compreende a armazenagem, o estado de conservação e o local (a função do espaço em que o objeto está). Por fim, a Análise do Significado é referente à relação do objeto com o ensino de Física e abrange quatro campos, assim denominados: concepção, ênfase matemática, forma de abordagem e referência (Silva, 2005). Como ilustração, a autora apresenta um exemplo da ficha de cadastro, preenchida para o instrumento “Máquina elétrica de Ramsden”.

Nossa ficha de análise dos instrumentos segue o modelo de Silva (2005), contendo os mesmos campos: Material, História, Meio e Significado, além de referências. Na análise do material, incluímos os seguintes itens: área do conhecimento, descrição dimensões, funcionamento, qualidade de acabamento e materiais: Na análise da história, temos três tópicos: fabricante, procedência e usuário e excluimos os itens aquisição, por não termos qualquer referência de quando os objetos chegaram à escola, e estabelecimento, uma vez que todos os nossos objetos pertencem à coleção que se encontra na Escola Bento de Abreu de Araraquara. A análise do meio abrange os mesmos itens da ficha de Silva, quais sejam: armazenagem, estado de conservação e local. É importante ressaltar que a maior parte do acervo analisado é constituída por objetos importados, construídos com materiais de alta qualidade, por fabricantes renomados.

Na análise do significado mantivemos dois campos: ênfase matemática (qualitativa/quantitativa) e forma de abordagem. Quanto às referências, também utilizamos catálogos e livros. O modelo da ficha utilizada está no anexo 1.

A seguir, detalhamos os campos de nossa ficha, que acompanha a proposta de Silva (2005), começando com a análise do material. No item área do conhecimento, identificamos os objetos com as áreas da Física a que pertencem, como por exemplo, Mecânica,

Eletricidade, Magnetismo, etc. Na descrição, procuramos apresentar as principais características do instrumento, cuja imagem também aparece na ficha. No item dimensões, anotamos as medidas de comprimento, largura e altura ou diâmetro, dependendo do tipo de aparelho, e no que se refere ao funcionamento, apresentamos uma breve explicação sobre o uso do objeto, tomando como base os materiais que usamos como referência. Sobre a qualidade do acabamento, usamos os critérios boa, regular e ruim. Em materiais utilizados, discriminamos os principais materiais que constituem a peça, destacando que, no caso dos metais não temos condições de identificar qual o metal específico.

No que tange a análise da história, a ficha por nós utilizada, traz o nome do fabricante, quando identificado por etiqueta na peça e em procedência, o país onde ela foi produzida. No item usuário, procuramos identificar, pelo que observamos nas propostas dos livros analisados, se o instrumento era de uso do professor, do aluno, ou de ambos.

Em relação ao meio, no que se refere à armazenagem, todos os instrumentos por nós analisados se encontram nos armários do laboratório de Física da Escola Bento de Abreu de Araraquara. Quanto ao estado de conservação, elegemos as indicações bom, regular e ruim, observando os desgastes aparentes no objeto, ou seja, buscamos verificar como cada um deles resistiu à ação do tempo e a possíveis usos. No item que especifica o local em que está o objeto, todos eles se encontram no laboratório de Física de uma escola pública de Araraquara.

Quanto ao significado do objeto, relacionamos o instrumento com o ensino de Física e, desse modo, nossa ficha abrange a ênfase matemática, separando-a em quantitativa, quando o aparelho é usado para obtenção de resultados que ressaltam, por exemplo, a comparação de resultados, em análises numéricas e outros aspectos, ou qualitativa, quando se presta para observação de questões conceituais, conforme proposto por Silva (2005). Compreendemos que o significado do artefato pode ir além de seu papel no ensino de Física, pois eles também são testemunhas da história e da memória da escola e de uma proposta de ensino experimental de uma época. No entanto, esses aspectos não foram contemplados nas fichas. Em relação à forma de abordagem, classificamos os instrumentos entre as opções demonstração e experimentação, conforme o que aparece na legislação de 1942 (BRASIL, 1942).

No tópico de referências, colocamos, para cada instrumento, o livro didático que utilizamos em seu detalhamento no capítulo sobre os livros e, em catálogos, quando o fabricante foi identificado, usamos a referência do catálogo desse fabricante, quando não, utilizamos outro catálogo em que o instrumento aparece. Também incluímos, nesse item, pela

sua ligação com o trabalho, o Thesaurus de Acervos científicos em língua portuguesa⁴, com a cópia da página na qual se encontra o instrumento.

Em nossas análises, buscamos interpretar o papel do instrumento no ensino, a partir de um diálogo dos objetos com os programas de Física e com os livros didáticos. Procuramos apreender, a partir desse diálogo, concepções, usos e práticas de demonstração e experimentação científica em épocas passadas.

Ao longo de todo o processo de investigação foram realizadas leituras de autores que ofereceram fundamentos para a elaboração do referencial teórico e para os procedimentos de coleta de informações e análise de dados.

Nesta pesquisa, os procedimentos analíticos foram utilizados desde o início, especialmente em situações que exigiram tomadas de decisão e definições de novas direções seguidas, conforme apontam Lüdke e André (1986).

Bogdan e Biklen (1994) definem a análise de dados como o processo de busca e organização dos diversos materiais obtidos com a finalidade de ampliar a compreensão do pesquisador e permitir que ele apresente o que foi encontrado.

Sobre a análise de dados qualitativos, Lüdke e André (1986) explicam que tal tarefa implica, inicialmente, na “organização de todo o material, dividindo-o em partes, relacionando essas partes e procurando identificar nele tendências e padrões relevantes” que serão reavaliados num momento seguinte, “buscando-se relações e interferências num nível de abstração mais elevado” (p. 45).

As autoras esclarecem também que a análise “está presente em vários estágios da investigação, tornando-se mais sistemática e mais formal após o encerramento da coleta de dados” (p. 45).

Para Bogdan e Biklen (1994)

[...] alguma análise tem de ser realizada durante a recolha de dados. Sem isso, a recolha de dados não tem orientação; se assim não o fizer, os dados que recolher podem não ser suficientemente completos para realizar posteriormente a análise (p. 206).

A análise desenvolvida neste trabalho procurou abordar um campo de pesquisa recente dentro das ciências humanas, pois se trata de algo novo, principalmente pelo fato de

⁴ O Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa é um instrumento, de normalização e controle terminológico, constantemente atualizado, que pode ser utilizado gratuitamente por quem tenha interesse. Disponível em: <http://thesauronline.museum.ul.pt/default.aspx>

os instrumentos científicos constituírem o foco central do estudo. Como apontam Granato e Bezerra (2012, p. 114), a utilização dos acervos científicos e tecnológicos como fontes primárias “é muitas vezes questionada e pouco praticada”, especialmente em nosso país. De acordo com Zancul e Souza (2012, p. 82), “são poucos os estudos, no Brasil, que têm se dedicado à análise da cultura material escolar numa perspectiva histórica, e, ainda mais raros, os que têm se valido desse tipo de fonte”.

1. As reformas educacionais brasileiras para o ensino secundário entre 1931 e 1961 e as recomendações para o ensino de Física

Neste capítulo abordamos as reformas pelas quais passou o ensino secundário brasileiro, no período de 1931 a 1961, buscando destacar as recomendações para o ensino de Física que aparecem nas legislações que vigoraram nestes 30 anos.

As reformas de ensino no Brasil têm sido abordadas por pesquisadores que têm se dedicado a analisar as sucessivas iniciativas governamentais, ao longo do tempo, procurando entender as várias proposições e seu desenvolvimento na prática escolar.

Nosso interesse de estudo são as recomendações para o ensino das disciplinas científicas, especialmente Física, no período que se inicia com a Reforma Francisco Campos, que dispôs sobre a organização do ensino secundário através do decreto 19890, de 18 de abril de 1931 e avança até a Promulgação de nossa primeira lei de Diretrizes e Bases da Educação, em 1961.

Antes de analisar o período focalizado em nosso trabalho, apresentamos uma síntese sobre o panorama geral dos principais objetivos das reformas para a educação secundária, ocorridas em nosso país a partir da proclamação da República, em 1889 até 1961, utilizando o quadro elaborado por Piletti (1987, p. 58/59).

Reforma	Objetivos
1. Benjamin Constant (1890)	Proporcionar à mocidade brasileira a instrução secundária e fundamental, necessária e suficiente, assim para matrícula nos cursos superiores da república, como em geral para o bom desempenho dos deveres do cidadão na vida social (Art. 1º do Decreto nº 1.075 de 22-11-1890).
2. Epiácio Pessoa (1901)	Proporcionar a cultura intelectual necessária para a matrícula nos cursos de ensino superior e para obtenção do grau de bacharel em ciências e letras (Decr. nº 3.914 de 26-1-1901).
3. Rivadávia Correa (1911)	Proporcionar uma cultura geral de caráter essencialmente prático, aplicável a todas as exigências da vida, e difundir o ensino das ciências e das letras, libertando-o da preocupação subalterna de curso preparatório. (Art. 1º do Decr. Nº 8.660, de 5-4-1911).
4. Carlos Maximiliano (1915)	Ministrar aos estudantes sólida instrução fundamental, habilitando-os a prestar, em qualquer academia, rigoroso exame vestibular. (Art. 158 do Decr. nº 11.530, de 18-3-1915).

5. João Luís Alves (1925)	<p>a) Base indispensável para a matrícula nos cursos superiores; Preparo fundamental e geral para a vida. (Exposição de Motivos).</p> <p>b) Fornecer a cultura média geral do país. (Art. 47 do Decr. nº 16782-A, de 13-1-1925).</p>
6. Francisco Campos (1931)	<p>A finalidade exclusiva não há de ser a matrícula nos cursos superiores; o seu fim, pelo contrário, deve ser a formação do homem para todos os grandes setores da atividade nacional, construindo no seu espírito todo um sistema de hábitos, atitudes e comportamentos que o habilitem a viver por si mesmo e a tomar em qualquer situação as decisões mais convenientes e mais seguras. (Exposição de Motivos).</p> <p>- Curso fundamental: formação geral.</p> <p>- Curso complementar: formação propedêutica. (Arts. 2º e 7º do Decr. nº 19.890 de 18-4-1931).</p>
7. Gustavo Capanema (1942)	<p>a) Formar (...) a personalidade integral dos adolescentes.</p> <p>b) Acentuar e elevar a consciência patriótica e a consciência humanística.</p> <p>c) Dar preparação intelectual geral que possa servir de base a estudos mais elevados de formação especial. (Art. 1º do Decreto-lei nº 4.244, de 9-4-1942).</p>
8. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1961)	<p>A educação de grau médio, em prosseguimento à ministrada na escola primária, destina-se à formação do adolescente. (Art. 33 da Lei nº 4.024, de 20-12-1961).</p>

Quadro 1 – Reformas para educação (PILETTI, 1987)

As oito reformas propostas entre 1890 e 1961 apontavam objetivos variados para o ensino secundário. Nas primeiras décadas, esse ensino era marcado pelos exames parcelados e cursos preparatórios, ou seja, era voltado para os estudos superiores; a partir de 1931, com a Reforma Francisco Campos, a ênfase passou a ser a preocupação com a formação do indivíduo.

Para analisar o período aqui considerado, tomamos como referência o corpus elaborado por Joaquim de Campos Bicudo⁵, intitulado O ensino Secundário no Brasil e sua atual legislação, com publicação no ano de 1942, que focaliza os anos entre 1931 e 1941.

Como segunda obra sobre legislação educacional, utilizamos a compilação organizada pelo Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, recebendo o título de Ensino Secundário no Brasil, com data de publicação o ano de 1952, e que aborda o período de 1942 a 1951, aparecendo em nossas citações como Brasil, 1952.

⁵ Joaquim de Campos Bicudo foi Inspetor Federal de Ensino e Presidente da Associação dos Inspectores de Ensino Secundário de São Paulo, esta pequena referência sobre Bicudo, encontra-se na capa desta citada compilação legal.

Ao abordar as Reformas Francisco Campos e Gustavo Capanema, buscamos analisar os aspectos relacionados ao ensino de Física, procurando entender o modo como foi concebido e recomendado pelo poder oficial, destacando dos conteúdos e métodos propostos.

É importante assinalar que o estudo das ciências faz parte do currículo do ensino secundário brasileiro desde o século XIX, no entanto, até meados do século XX as disciplinas literárias predominavam, indicando o destacado papel da cultura humanista na educação secundária do país (ZANCUL e SOUZA, 2012).

De acordo com Souza (2009, p. 73)

O debate sobre a seleção cultural para a educação secundária no Brasil atravessou o século XX e esteve no cerne de inúmeras polêmicas. As disputas em torno do currículo colocaram em questão a legitimidade da cultura humanista predominante em confronto com a educação científica cada vez mais valorizada.

Nesse cenário, analisando os currículos no decorrer do tempo, observamos que mesmo com a predominância dos conteúdos de humanidades, as disciplinas da área de Ciências são consideradas significativas para serem ensinadas pela escola.

Pelo estudo da legislação, percebemos que os conteúdos científicos estão presentes nos currículos do curso secundário nas diferentes épocas, com maior ou menor participação, em todas as séries ou em algumas delas apenas, separados em disciplinas ou apresentados como uma matéria única. O desmembramento em áreas ou o tratamento mais globalizado em diferentes momentos não alterou o estatuto da disciplina (ZANCUL, 2001).

1.1. A Reforma Francisco Campos e o ensino das disciplinas científicas e de Física

A Reforma Francisco Campos foi efetivada por meio de um conjunto de decretos, entre os quais o decreto nº 19.890 de 18 de abril de 1931, que dispunha sobre a organização do ensino secundário.

Uma das principais transformações ocorridas através do referido decreto, foi a adoção de um novo modelo curricular para o ensino secundário, com a sua divisão nos ciclos fundamental e complementar, trazendo uma “diversificação dos estudos” e o abalo “a primazia das humanidades” (SOUZA, 2008, p.163).

De acordo com Dallabrida (2009, p. 185), a referida reforma “estabeleceu oficialmente a modernização do ensino secundário brasileiro”. Para o autor, a reforma

Francisco Campos “marca uma inflexão significativa na história do ensino secundário brasileiro pois ela rompe com estruturas seculares nesse nível de escolarização”.

Romanelli (1983), afirma que a Reforma Francisco Campos deu organicidade ao ensino secundário, dividido em dois ciclos, que passou a ter um currículo seriado, a frequência obrigatória e a exigência de habilitação nos ciclos para o ingresso no ensino superior.

Segundo Dallabrida (2009), esse novo formato colocava o Brasil ao lado dos países ocidentais mais desenvolvidos, que “no mínimo desde fins do século XIX, modernizaram o ensino secundário também pela criação de dois ciclos” (p. 187).

O autor também aponta que

A Reforma Francisco Campos homogeneizou, de forma inédita, a cultura escolar do ensino secundário brasileiro, pois estabeleceu oficialmente procedimentos administrativos e didático pedagógicos para todos os ginásios do território nacional (DALLABRIDA, 2009, p. 188).

A Reforma Francisco Campos, trouxe uma ampliação da área científica no currículo do ensino secundário brasileiro e conseqüentemente valorizou o significado de sua participação no ensino.

No quadro a seguir, apresentamos como era composto o currículo do ensino secundário ao longo dos cinco anos do primeiro ciclo, com a distribuição das disciplinas e o número de aulas semanais para cada uma delas. No quadro não consta a carga horária de Educação Física, pois essa disciplina deveria ser ministrada a turmas divididas por faixas etárias (classes), na forma de exercícios diários. A carga horária das disciplinas da área de Ciências está destacada em negrito (grifo nosso). Com a remodelação do curso, as disciplinas dessa área ganharam um espaço maior (ZANCUL; SOUZA, 2012).

Disciplinas	1ª série	2ª série	3ª série	4ª série	5ª série
Português	4 horas	4 horas	3 horas	3 horas	2 horas
Francês	3 horas	3 horas	2 horas	1 hora	
Inglês	3 horas	3 horas	2 horas	1 hora	
Alemão (facultativo)	3 horas	3 horas	2 horas	1 hora	
Latim				3 horas	3 horas
História da Civilização	2 horas				
Geografia	3 horas	2 horas	2 horas	2 horas	2 horas
Matemática	3 horas				
Ciências Físicas e Naturais	2 horas	2 horas			
Física			2 horas	2 horas	3 horas
Química			2 horas	2 horas	3 horas
História Natural			2 horas	2 horas	3 horas
Desenho	3 horas	3 horas	2 horas	2 horas	2 horas
Música	2 horas	2 horas	1 hora		

Quadro 2 - Fonte: Bicudo, 1942, p. 137/192

Como podemos observar, as disciplinas da área de Ciências estavam presentes em todas as séries do curso secundário, nas duas primeiras, com Ciências Físicas e Naturais, e nas três últimas dividida em Física, Química e História Natural.

Tomando como foco de análise a Exposição dos Motivos da reforma em questão, é possível notar um ganho da relevância das disciplinas científicas no currículo. O texto diz que fora possível, “graças ao aumento na duração do curso, dar a devida importância ao estudo das ciências físicas e naturais, sendo o conhecimento dos métodos e dos processos mentais que elas implicam cada vez mais úteis e necessários” (BICUDO, 1942, p. 642).

Além do ciclo fundamental de cinco anos, de caráter obrigatório para todos os estudantes, o secundário tinha um segundo ciclo, denominado de complementar, com duração de dois anos e que era obrigatório para matrícula em certos cursos de ensino superior. Esse ciclo, além de disciplinas comuns, apresentava uma subdivisão em áreas, que deveriam ser escolhidas de acordo com o curso superior pleiteado.

No currículo ciclo complementar, havia uma quantidade grande de matérias da área científica (Física, Química e História Natural) para os aspirantes aos cursos de Medicina, Farmácia, Odontologia, Engenharia e Arquitetura e um número menor para os candidatos ao curso de Direito (BICUDO, 1942).

Com a Reforma Francisco Campos e o aumento da participação do estudo das Ciências nos currículos, as atividades experimentais passaram a ser enfatizadas. No caso de

Física, a apresentação do programa de 1931 diz que “o ensino da Física deve atender ao duplo objetivo de ministrar aos alunos o conhecimento científico dos fenômenos físicos e de iniciá-los na prática do método experimental [...]” BICUDO, 1942, p. 167).

Essa prática consistia, sobretudo, de demonstrações realizadas pelo professor, com a observação dos alunos. Segundo o texto, o enunciado de qualquer relação causal ou propriedade, deveria ser precedido da experiência “que revele os fatos de que dependa”. Assim, as demonstrações deveriam ser “numerosas e variadas, ao mesmo tempo simples e convincentes; além disso, previamente descritas em linhas gerais, depois de realizadas”. Além disso, os resultados e as conseqüências deveriam ser detalhadamente discutidos.

O texto ressalta que, no entanto, “para que o ensino se torne verdadeiramente proveitoso e fecundo” a participação dos alunos no processo era indispensável, “auxiliando o professor nas demonstrações experimentais, ou com ele analisando e discutindo as observações feitas” (BICUDO, 1942, p. 167). Parece já haver aqui indícios das ideias de ensino da Escola Nova.

Observando o programa de Física para as três séries, é possível destacar algumas recomendações de experimentos com uso de equipamentos e a referência a instrumentos. Para a terceira série, por exemplo, temos: experiências com bomba de vácuo; experiências demonstrativas da dilatação dos gases; observação com microscópio e luneta e referências aos seguintes instrumentos: aerômetros, manômetros, bússola, galvanômetro, acumulador. Para a quarta série, o programa se refere a medidas de tempo e da massa; e a equipamentos como balança, bomba de vácuo, máquinas simples, máquinas hidráulicas e máquinas térmicas. Para a 5ª série, aparecem o fonógrafo, os espelhos, as lentes, os prismas, o espectroscópio e suas aplicações, os ímãs, as bússolas e os acumuladores, o telégrafo e o telefone (BICUDO, 1942, p. 169-171). A maioria dos objetos mencionados é encontrada na coleção da Escola Bento de Abreu de Araraquara e, pelas informações de que dispomos, vários deles existem em outras escolas criadas na mesma época.

A reforma instituiu também a fiscalização do ensino secundário em todo o território nacional, por meio do serviço de inspeção aos estabelecimentos de ensino secundário, pelo Ministério da Educação e Saúde Pública (DALLABRIDA, 2009).

A inspeção do ensino secundário está estabelecida no decreto nº 19.890 de 18 de abril de 1931, no Título II, cujos capítulos tratam da equiparação dos estabelecimentos, do serviço de inspeção, dos inspetores, do registro dos professores e de disposições gerais e transitórias. De acordo com os Art. 44 e 45 I, poderiam ser equiparados oficialmente os

estabelecimentos mantidos pelos governos estadual ou municipal, assim como aqueles mantidos por associações ou particulares, desde que observassem determinadas condições, entre as quais “dispor de instalações, de edifícios e de material didático que preencham os requisitos mínimos prescritos pelo Departamento Nacional de Ensino” (BICUDO, 1942, p. 16).

No ano de 1932, através da Portaria de 15 de abril, o Ministro da Educação e Saúde Pública aprovou as normas e os critérios para classificação para os estabelecimentos de ensino secundário. Deveriam ser verificadas as condições do prédio da escola, das suas instalações e de seus materiais didáticos, com atribuição de notas de zero a dez para cada elemento. A ficha de classificação está reproduzida na figura 2, a seguir.

2. FICHA DE CLASSIFICAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DO ENSINO

Superintendência do Ensino Secundário

Ficha de Classificação

..... Estado
(nome do estabelecimento)

Localidade Rua N°.....

Data da inspeção de 193....

Regime

(inter°, extert° ou semi-intert° (masc., fem. ou mixto)

Outros cursos mantidos no estabelecimento

(prim. compl. com. etc.)

Mantido p.....

(Gov. estadual, municipalidade, associação ou particular)

Dados relativos ao local:

Sistema de esgôto

Sistema de abastecimento d'água

Dispõe de rede elétrica?

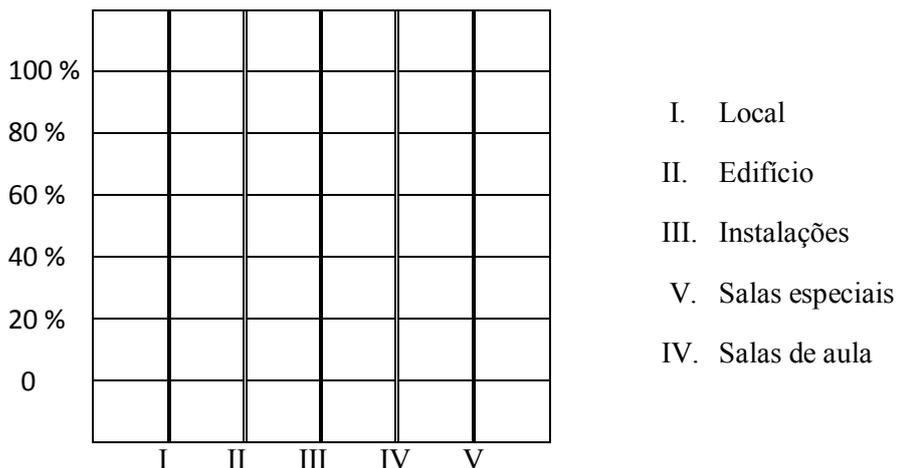
Dispõe de canalização de gaz?

Meios de transporte disponíveis

População da cidade ou localidade Hab. (19.....)

Numero total de estab. de ens. secundário fiscalizados na localidade.....

Gráfico resumindo os resultados obtidos na cinco divisões principais:



Classificação: Categoria.....Pontos.....

.....

.....

A comissão

.....
O Superintendente

Figura 2 – Diário oficial, 25 de abril de 1932, p.7917

Um dos pontos a ser avaliado dizia respeito diretamente ao edifício que abrigava a escola, devendo possuir salas especiais - conforme indicava o item V da ficha de avaliação. Sobre o item salas especiais e material didático, o relatório da inspeção deveria observar, os seguintes aspectos:

Para as salas de desenho, geografia, ciências físicas e naturais, física, química e história natural a descrição será feita segundo critério análogo ao da descrição das salas de aula comuns, dando-se ainda a relação das instalações e do material didático respectivo. (BRASIL, 1932, p. 7924)

As instalações e materiais dos laboratórios constavam de uma relação anexa. A sala de Ciências Físicas e Naturais deveria ter mesa de laboratório, pia com torneira, instalação de gás, gerador de corrente elétrica, aquário e terrário e quadros murais variados. Entre os materiais, aparelhos como balanças, higrômetros, barômetros e aerômetros, bússola, imãs, bobinas, motor elétrico e vários outros. Além disso, aparece uma relação de vidraria e suplementos como rolhas, pinças, papel filtro, etc. e uma lista de reagentes. Também fazem parte da relação modelos anatômicos do coração, olho, ouvido e laringe.

Com relação ao laboratório de Física, as instalações compreendiam pia com torneira, instalação de gás, gerador de corrente e epidiascópio, com dispositivo para projeção de experiências. A relação de materiais é extensa e compreende as diferentes áreas da Física e está reproduzida na figura 3, a seguir.

6) Material:

Balança analítica, sensível a 1 mg., com caixa de pesos — Balança hidrostática — Palmer — Picnômetros — Picnômetros com termómetro — Aparelho para demonstração das leis da queda dos corpos — Aparelhos para demonstração da composição de forças — Plano inclinado — Alavancas — Giroscópio — Regulador de Watt — Dinamómetros — Pendulo reversível — Metronomo — Cronómetro para fração de segundo — Pequena transmissão com rodas dentadas, polias, parafusos sem fim — Modelo de ventilador — Nivel de bolha.

a) Aparelho universal para demonstração das leis da hidrostática, ou:

b) Aparelho para verificação do principio da pressão exercida sobre os líquidos — Aparelho de Pascal — Vasos comunicantes — Torniquete hidráulico — Tubo em U para líquidos de densidades diferentes.

Arcometros de peso constante — Alcometro — Tubos capilares — Barometro de mercurio — Barometro aneróide — Aparelho para verificação das leis dos gases — Modelos de sifão — Hemisferios de Magdebourg — Baroscópio — Máquina pneumática — Manometro — Modelo de bomba aspirante — Modelo de bomba premente — Aparelho para estudo das vibrações longitudinais e transversais — Cilindro para estudo da ressonância — Harmonica química — Sereia de Seebeck e Savart — Diapasão cronográfico — Sonometro de cordas — Placas vibrantes — Tubos sonoros — Fotometro — Espelhos planos de angulo variavel — Espelhos côncavos e convexos — Espelhos esféricos, cônicos e cilíndricos — Caleidostópio — Cilindro estroboscópico — Cuba para experiencias de refração e reflexão — Prisma de reflexão total — Jogo de lentes esféricas, côncavas e convexas — Banco ótico — Pequeno espectroscópio — Tubos de Geissler — Substancias fosforescentes — Disco de Newton — Lupa — Microscópio, modelo pequeno, com dispositivo para polarização — Pinça de turmalinas — Aparelho de Nörrenberg — Máquina fotografica — Aparelho para demonstração da dilatação dos líquidos — Aparelhos para demonstração da dilatação dos solidos — Aparelhos para dilatação dos gases sob volume constante — Termómetros com escala abaixo de 0°C. e acima de 100°C. — Pírometro de demonstração — Marmita de Papin — Aparelhos para determinação dos pontos 0° e 100°C. — Calorimetro de demonstração — Crioforo de acido sulfurico — Aparelho para medida de tensão de vapor — Modelo de máquina a vapor — Cuba de Leslie — Bolometro — Higrometros — Pluviometro — Termometro de maxima e minima — Imans (barra, agulha e ferradura) — Agulhas estaticas — Bussola — Bússola de inclinação e declinação — Bastões de *flint-glass* — Bastões de ebonita — Eletroscópio de folha de ouro — Balança de Coulomb — Pendulo elétrico — Torniquete elétrico — Condensador de discos — Garrafa de Leyde — Máquina eletro-estática — Pilha de Volta — Pilha seca — Pilha de bicromato — Pilha de Daniell — Acumulador de Planté — Acumulador Edison — Voltmetro de volume — Voltmetro de peso — Bussola de tangentes — Galvanometro — Galvanometro de Lippmann — Amperimetro de demonstração — Voltmetro de demonstração — Ponte de resistencia — Caixa de resistencias aferidas — Aparelho de galvanoplastia — Electroman — Iman girante — Solenoides — Campainha elétrica — Roda de Barlow — Aparelho para explicação do principio das máquinas magneto-elétricas — Motores elétricos de laboratorio (de corrente continua e alternativa) — Modelo de dinamó — Modelo de alternador — Bobina de indução — Bobina de Ruhmkorff — Transformador de demonstração — Microfone — Receptor radio-telefonico de valvula — Telefone de demonstração — Arco voltaico — Lampadas incandescentes — Lampadas luminiscentes — Tubo de Braun para raios catódicos — Espintariscopeo — Fios e acessórios para ligações elétricas — Suporte universal para experiencias de física.

Figura 3 - Fonte: Brasil, 1932 (p. 7922)

Um grande número de objetos que fazem parte dessa lista está presente no laboratório de Física da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara, como a balança sensível com caixa de pesos, a balança hidrostática, o giroscópio, dinamômetros, o aparelho de Pascal, vasos comunicantes, aerômetros, barômetro de mercúrio, barômetro aneróide, máquina pneumática, modelo de bomba aspirante, espelhos planos, côncavo e convexo, caleidoscópio, prisma, jogo de lentes, marmita de Papin, bússola, garrafa de Leyde, pilhas, galvanômetros, roda de Barlow, bobina de Ruhmkorff, entre outros.

Na relação podemos destacar os cinco instrumentos que serão analisados detalhadamente neste trabalho: dinamômetros (que inclui o dinamômetro de Poncelet); higrômetros (entre os quais o de Daniell); o modelo de máquina a vapor; a máquina fotográfica e a roda de Barlow.

Em 1934, o Decreto nº 24.439, de 21 de junho, entre outras questões e providências, dispôs sobre os serviços de fiscalização das instituições de ensino secundário. De acordo com o Art. 14, ficaria a cargo da Superintendência do Ensino Secundário a fiscalização dos estabelecimentos desse ensino que “vierem a recorrer aos quais tenham sido concedidos, para os efeitos do reconhecimento oficial dos certificados por eles expedidos, as prerrogativas da inspeção preliminar ou permanente” (BICUDO, 1942, p. 63). O parágrafo 1º desse artigo, aponta que para a concessão das prerrogativas do reconhecimento oficial dos estabelecimentos de ensino secundário e também na fiscalização destes, deveriam ser observadas as disposições do decreto nº 21.241, de 4 de abril de 1932, sendo que as atribuições do então Departamento Nacional de Ensino seriam agora exercidas pela Superintendência do Ensino Secundário (BICUDO, 1942).

O Decreto nº 24.734 de 14 de julho de 1934, alterou a denominação do serviço de fiscalização do ensino secundário que passou a ser Inspeção Geral do Ensino Secundário e aprovou os regulamentos dessa inspeção.

Em 16 de julho 1934, foi promulgada a Constituição de 1934, da qual destacamos o Título V, Capítulo II que versa sobre a Educação e a Cultura, que dava competência aos Estados de organizar e manter sistemas educativos nos territórios respectivos, respeitadas as diretrizes estabelecidas pela União, que seria responsável, entre outras coisas, por fixar o plano nacional da educação, coordenar e fiscalizar sua execução em todo o território nacional. À União caberia, também, determinar as condições de reconhecimento oficial dos estabelecimentos de ensino secundário e complementar, exercendo sobre eles a necessária fiscalização (BRASIL, 1934).

Em 1937 através da lei nº 378 de 13 de janeiro, que fixou um novo nome para o Ministério, passando de Ministério da Educação e Saúde Pública para Ministério da Educação e Saúde. O Art. 4º da referida lei, dividia o território nacional em oito regiões e, de acordo com o Art. 8º, os órgãos da administração geral estavam subdivididos em um Departamento Nacional de Educação e um Departamento Nacional de Saúde. O Departamento Nacional da Educação, por sua vez, era composto por um gabinete do diretor geral, de um serviço de expediente e de oito divisões, cada uma a cargo de um diretor, entre as quais a Divisão de Ensino Secundário (BICUDO, 1942).

Em 1939, por meio da Portaria 142, Gustavo Capanema aprovou as instruções do Departamento Nacional de Educação, concernentes ao regime didático e escolar dos estabelecimentos de ensino secundário, oficiais ou particulares, que funcionassem sob regime de inspeção federal. Entre as questões tratadas na referida Portaria, estão a seriação, os programas, os livros escolares, os exames de admissão, a matrícula, as arguições e trabalhos práticos, as provas parciais, os exames de segunda época. No tocante às provas escritas parciais, para as disciplinas Ciências Físicas e Naturais e Física, são mencionadas a resolução de problemas e a descrição de demonstrações ou experiências (BICUDO, 1942), o que nos leva a supor que, de alguma maneira, os alunos deveriam ter contato com atividades experimentais durante o curso secundário.

1.2. A Lei Orgânica do ensino secundário: o período de 1942 a 1961 e o ensino de Ciências e de Física

Entre 1942 e 1946, com Gustavo Capanema à frente do Ministério da Educação e Saúde, foram implementadas diversas reformas – as Leis Orgânicas do Ensino, que, segundo Shiroma et. al. (2002), “flexibilizaram e ampliaram as Reformas Francisco Campos” (p. 26).

A Lei Orgânica do Ensino Secundário foi promulgada em 9 de abril de 1942, por meio do Decreto-lei nº 4.244. Com essa lei, o curso secundário permanecia dividido em dois ciclos, o primeiro com o nome de ciclo ginásial e duração de quatro anos, seguido pelo segundo ciclo, com três anos de duração, que abrangia os cursos clássico e o científico.

Sobre os estabelecimentos de ensino que poderiam oferecer o curso secundário, o Art. 71 da Lei Orgânica aponta:

Além dos estabelecimentos de ensino secundário federais, mantidos sob a responsabilidade direta da União, haverá no país duas outras modalidades de estabelecimentos de ensino secundário: os equiparados e os reconhecidos.

§ 1º Estabelecimentos de ensino secundário, equiparados serão os mantidos pelos Estados ou pelo Distrito Federal, e que hajam sido autorizados pelo Governo Federal.

§ 2º Estabelecimentos de ensino secundário reconhecidos serão os mantidos pelos Municípios ou por pessoa natural ou pessoa jurídica de direito privado, e que hajam sido autorizados pelo Governo Federal. (BRASIL, 1942)

Na Exposição de Motivos da Lei Orgânica, quanto à concepção do ensino secundário, afirma-se que “A reforma atribui ao ensino secundário a sua finalidade fundamental, que é a formação da personalidade adolescente” (BRASIL, 1942).

No que se refere ao item “Estudo das Ciências”, tema de nosso interesse nessa dissertação, o texto aponta que no curso ginásial, assim como a matemática, ciências naturais seria estudada de “modo elementar” e nos cursos clássico e científico, de maneira mais aprofundada. Além disso, matemática, física, química e biologia teriam “maior desenvolvimento e profundidade” no curso científico do que no clássico (BRASIL, 1942).

Na exposição de motivos há um posicionamento claro em defesa de um ensino ativo para as disciplinas científicas, baseado nos princípios de Dewey, com a participação dos alunos em observações e atividades. No entanto, como observa Bross (1990, p. 68), “em relação ao ensino de Ciências, há um claro retrocesso em relação à reforma anterior”, tendo em vista o que está proposto para a formação científica dos alunos.

No ciclo ginásial, a área de Ciências era contemplada com a disciplina Ciências Naturais, que estava presente na terceira e quarta séries. Os programas dessa disciplina foram expedidos pela Portaria nº 170, de 11/7/1942 e publicados no D. O. de 16/07/1942. Nesses programas, os conteúdos de Física aparecem na 4ª série, na qual são abordados também conteúdos de Química e de Biologia. As quatro unidades que tratam de Física são: A energia mecânica (movimento e forças); Som e luz; Calor; Eletricidade e Magnetismo. Vale destacar, que em todos os itens, aparece referência ao estudo experimental (do equilíbrio das forças e das relações entre as forças e os movimentos; do som; do calor; da eletricidade e do magnetismo) (BRASIL, 1952).

No ciclo clássico e científico as disciplinas científicas eram Física, Química e Biologia, sendo que no ano de 1946, Biologia foi substituída por História Natural. Física deveria ser ministrada em todas as séries do curso científico e nas segunda e terceira séries do curso clássico.

Por meio da Portaria nº 170, de 13/03/1943, foram expedidos os programas de Física para esses dois cursos. Os conteúdos dos dois programas eram basicamente os mesmos, com distribuição diferente nos diferentes anos de cada curso, abrangendo, uma introdução sobre medidas físicas, a Estática, a Óptica Geométrica, a Energia Térmica, a Energia Cinética, a Energia Elétrica, a Física Ondulatória, os Campos de Força e a Física Corpuscular.

Nesses programas, que não estavam acompanhados de instruções metodológicas, ao lado do detalhamento dos conteúdos em unidades, vemos referência a diversos instrumentos como, por exemplo, máquinas simples, espelhos planos e esféricos, lentes, prismas, lupa, máquina fotográfica, máquinas térmicas, condensadores e motores elétricos, que encontramos entre os objetos antigos do laboratório de Física da Escola Bento de Abreu. Esses instrumentos e outros aparecem também nos livros didáticos publicados no período de vigência da lei.

Sobre os programas Souza (2008, p. 185) aponta que

Em todos os programas das disciplinas expedidos entre 1942 e 1946, observam-se orientações metodológicas congruentes com o pensamento pedagógico renovador. Encarecem as instruções para que os professores empreguem os processos ativos, adotem o sistema de projetos, deem prioridade à compreensão mais do que à memorização, que utilizem técnicas de ensino variadas e interessantes, que invistam em exercícios práticos, utilizando laboratórios e realizando experimentações.

Em 16 de agosto de 1949, a Portaria nº 375 expedia instruções para a execução da lei orgânica em relação à equiparação ou reconhecimento dos estabelecimentos de ensino secundário, tanto para os ginásios (capítulo I) como para os colégios (capítulo II). Para os colégios, um dos requisitos apontados no Art. 12, era o de que os estabelecimentos tivessem duas salas para laboratórios, cada uma delas com uma área mínima de 40 m², com instalações apropriadas e pelo menos 50% do material de Física, Química e História Natural que faziam parte da relação que estava anexa à Portaria (BRASIL, 1952, p. 60).

Para a sala de Ciências, nos ginásios, seriam avaliados as instalações e material didático de demonstração e experimentação, além dos reagentes, com pontuações para cada item. As instalações, para Ciências, compreendiam: sala de anfiteatro, dispositivo para escurecer a sala, mesa de laboratório, de tamanho especificado, instalação elétrica adequada, epidiascópio, mesa para microscópio, capela, quadro negro e quadros murais. Da relação de materiais de demonstração constam 87 itens, muitos dos quais são instrumentos que se encontram no laboratório de Física da EEBA, como por exemplo: balanças, máquina pneumática, diapasão, barômetro, bobina de Ruhmkorff, bússolas, campainha elétrica, dinamômetros, pequena máquina a vapor, câmara escura (esses três últimos fazem parte de nossa análise), além de muitos outros (BRASIL, 1952).

Também estão nessa relação de materiais de demonstração: esqueleto humano desmontável, modelo de olho e de ouvido desmontável, ave empalhada, ofídio, crustáceo, vermes, moluscos, etc. Entre os materiais de experimentação, estão: suportes, bicos de Bunsen, pinças, vidraria, colheres. No que se refere aos reagentes, diversas substâncias químicas, como ácidos, sulfatos e outros (BRASIL, 1952).

No caso dos colégios, a Portaria estabelecia que deveriam haver dois laboratórios, um para Física e Química e outro para História Natural e trazia instruções para cada um desses ambientes. O laboratório de Física e Química deveria ocupar, sempre que possível, duas salas, uma para demonstração e outra para laboratório. A nota a ser atribuída dependeria tanto das instalações quanto do material didático (materiais de demonstração, experimentação e reagentes), que seriam pontuados de acordo com a construção, estado de conservação e quantidade. Havia recomendações para o tamanho das mesas, para os materiais de revestimento, número de lugares e outros pontos. (BRASIL, 1952).

A relação de materiais de experimentação compreende diversos itens, como suportes, tripés, bicos de Bunsen, telas, vidraria variada, pinças, funis, rolhas, escovas, papel filtro,

balanças e entre os reagentes, estão diferentes ácidos, nitratos, fenol, sacarose e muitos outros.

A relação de material de demonstração está reproduzida na figura 4 a seguir:

<i>Física (350)</i>	
Réguas diversas	4
Paquímetro	4
Palmer	4
Esferômetro	4
Cronômetro para fração de segundo	5
Aparelho para demonstrar as leis do pêndulo	20
Balança analítica sensível a 1mg, com caixa de pesos	30
Aparelho com dispositivo de rotação	5
Acessórios para demonstração de força centrífuga	5
Jôgo de cilindros para demonstração do princípio de Arquimedes	5
Tubo de Mariotte	8
Higrômetro de condensação	4
Aparelho para estudo das vibrações longitudinais e transversais	8
Placas vibrantes	4
Tubos sonoros para estudo das leis do som	4
Aparelho de Ingenhousz	10
Calorímetro de demonstração	8
Endosmômetro	6
Estôjo com estalagnômetros	4
Lâmpadas incandescentes	8
Lâmpadas luminiscentes	3
Discos de Hartel	20
Banco ótico, com acessórios	40
Luneta de binóculo	10
Pinças de turmalinas	6
Jôgo de nicóis com dispositivo para medir os ângulos do analisador	10
Lâmina de quartzo para estudo da polarização rotatória	8
Lâmpadas de sódio para luz monocromática	5
Eletroscópio universal e acessórios para experiência de eletrostática	10
Garrafa ou jarro de Leyde, com o excitador	5
Galvanômetro sensível ao miliampére	20
Roda de Barlow	4
Iman gigante	4
Coleção de solenóides	5
Motores de corrente contínua ou alternativa	9
Transformador de demonstração	7
Pequeno dínamo	7
Modelo alternador	7
+ Bobina de indução (Ruhmkorff)	7
Caixa de resistências	6
Resistências variáveis	6
Tubos de Braunn para raios catódicos	6

Figura 4 – Material de Física para demonstração

Fonte: Bicudo, 1942

Na relação, podemos observar diferentes instrumentos que fazem parte da coleção de objetos da Escola Bento de Abreu de Araraquara, como esferômetro, garrafa de Leyde, bobina de indução, caixa de resistências, galvanômetro, disco de Hartel e vários outros, além do higrômetro de condensação e da Roda de Barlow, que fazem parte de nosso estudo mais detalhado.

Diante do que consta nos programas para as disciplinas científicas do curso secundário e das determinações para equiparação ou reconhecimento dos estabelecimentos de ensino secundário, é possível supor que as escolas se equipassem com espaços de laboratórios e materiais para a realização de atividades de demonstração e experimentação, o que explica a existência de instrumentos na Escola Bento de Abreu de Araraquara e em outras escolas do Brasil onde são encontrados objetos semelhantes, dos mesmos fabricantes, a maior parte fabricada na Alemanha e na França. Segundo Bross (1990, p. 69), o início do século XX foi o período em que se registrou “o maior número de importações de materiais de laboratório para as escolas brasileiras”.

Em 1946 foi promulgada a nova Constituição, que segundo Shiroma et al. (2002, p. 29) “defendia a liberdade e educação dos brasileiros, garantida como “direito de todos e os poderes públicos foram obrigados a garantir, na forma da lei a educação em todos os níveis juntamente com a iniciativa privada”. Foi nomeada uma comissão de especialistas, tendo como presidente Lourenço Filho, que tinha como objetivo propor uma reforma da educação brasileira, que só foi concretizada em 1961, após um longo processo, quando da promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (SHIROMA et al., 2002).

No ano de 1951, a Portaria nº. 966 introduziu modificações nos programas de diversas disciplinas do ensino secundário, com o estabelecimento de um “programa mínimo”, com o que se pretendia “[...] eliminar dos programas atualmente em vigor os excessos aludidos, reduzindo a prolixidade dos conhecimentos alinhados na estruturação das diversas disciplinas” (BRASIL, 1952, p. 515).

No programa de Ciências, as modificações foram muito pequenas em relação ao programa de 1942, com os mesmos conteúdos (ZANCUL; SOUZA, 2012). Em relação ao programa de Física, houve algumas alterações pouco significativas na ordenação dos conteúdos ao longo das séries. Para o curso científico, por exemplo, a distribuição ficou: 1ª série – Mecânica, Gravitação e Hidrostática; 2ª série – Acústica e Calor; 3ª série – Óptica, Eletricidade e Magnetismo, além de Física Moderna.

Em 14 de dezembro de 1951 foram aprovados os planos de desenvolvimento dos programas mínimos de diversas disciplinas, entre as quais Física e Química, da área de Ciências, bem como as considerações preliminares e as instruções metodológicas para a execução dos programas mínimos dessas disciplinas (BRASIL, 1952).

No que se refere à Física, o programa é apresentado por série e tem seus itens detalhados. No final do programa do curso científico, o texto diz que sempre que o curso comportasse a presença dos alunos no gabinete de física “em horas extracurriculares” deveria ser propiciado a eles o uso de aparelhos e a execução de vários trabalhos que aparecem relacionados e estão reproduzidos na figura 5 a seguir (BRASIL, 1952, p. 546-547).

- 1.ª Série*
- a) prática com o Vernier retilíneo e curvilíneo;
 - b) prática com o paquímetro, palmer, parafuso micrométrico e esferômetro;
 - c) medidas de comprimento e espessuras;
 - d) medidas de áreas por pesagens;
 - e) medidas de volumes de sólidos;
 - f) medida de ângulos;
 - g) medida da capacidade de um vaso por pesagem;
 - h) densidade de sólidos e líquidos;
 - i) práticas com a prensa hidráulica;
 - j) práticas com o barômetro;
- 2.ª Série*
- a) determinação da altura de um som;
 - b) medidas de temperaturas;
 - c) verificação dos pontos fixos de um termômetro;
 - d) determinação do calor específico de um sólido;
 - e) estabelecimento do gráfico de uma fusão;
 - f) medida do estado higrométrico do ar;
- 3.ª Série*
- a) Determinação da distância focal de um espelho esférico côncavo;
 - b) determinação de um índice de refração;
 - c) distância focal de uma lente;
 - d) revelação e impressão fotográfica;
 - e) prática com o microscópio;
 - f) prática com o espectroscópio;
 - g) comparação de intensidades luminosas;
 - h) prática com a bússola;
 - i) montagem e associação de pilhas;
 - j) medida de uma resistência elétrica.

Figura 5 – Relação de trabalhos (BRASIL, 1952, p. 547)

Como podemos observar, há indicações de práticas com uso de diferentes instrumentos, como o esferômetro, o barômetro, o termômetro, o higrômetro, a bússola,

objetos que fazem parte da coleção de objetos da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara.

Em 6 de fevereiro de 1952, a Portaria nº 92 modificou dois artigos da Portaria 966, um deles sobre o número de horas semanais para a execução dos programas das disciplinas, entre as quais, da área científica, constam Ciências Naturais, no ginásial, e Física e Química no colegial. Para o ginásial, houve o acréscimo de uma aula de Ciências na terceira série do curso e para Física, o curso clássico sem grego ganhou uma aula a mais, na terceira série. No curso clássico com grego e no científico, a carga horária permaneceu a mesma.

Quanto aos programas de Física, é possível acreditar que eles permaneceram os mesmos na promulgação da Lei 4024, de 1961, pois vários livros didáticos do final dos anos 1950 seguem esse mesmo programa (ZANCUL; SOUZA, 2012), entre os quais Gomes Filho e Freitas, ambos com data de 1960, que foram analisados nesta dissertação.

Para finalizar esta análise da legislação entre 1931 e 1961, com foco nas propostas para o ensino de Ciências e de Física, observamos que no decorrer desses trinta anos, as proposições curriculares oficiais recomendaram a utilização das atividades experimentais como parte do ensino destas disciplinas.

Essas recomendações, ao lado do que encontramos nos livros didáticos do período e da existência de laboratórios e de materiais antigos que servem para demonstrações e realização de experimentos, em várias escolas que ministraram o ensino secundário, revelam que as atividades experimentais foram consideradas importantes ao longo desse tempo. Embora se possa discutir qual a perspectiva de experimentação contida tanto nos programas como nos livros, é inegável a existência de uma ideia de ensino experimental (ZANCUL, 2014).

2. A Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara e o laboratório de Física e sua coleção de instrumentos antigos

2.1. A constituição da escola Bento de Abreu de Araraquara

No período que antecedeu a fundação da Escola Bento de Abreu, ou seja, entre o final do século XIX e início do XX, foram comuns as iniciativas estrangeiras de criação de escolas secundárias, fato que se deve principalmente à falta de iniciativa do poder público em criar escolas neste nível de ensino. Shimizu (1990, p. 10) destaca que, em Araraquara, na primeira década do período republicano,

[...] era oferecida às famílias abastadas, instrução de nível primário e secundário, através das escolas particulares, enquanto que para aqueles que só ficavam com a instrução elementar, pela combinação de motivos classistas e sexistas, havia escolas primárias e públicas.

Em Araraquara, no final do século XIX, foram criadas algumas escolas particulares, entre as quais o “Colégio Ipiranga”, em 1870, dirigido por suíços, a “Escola Giuseppe Garibaldi”, em 1891, de origem italiana e frequentada por italianos e brasileiros e o “Colégio Franco Brasileiro”, em 1894, escola feminina que ministrava tanto ensino primário quanto secundário (SHIMIZU, 1990).

Em todo o Estado de São Paulo, era comum a presença de escolas privadas para o ensino secundário, pois “[...] até 1930, o Estado manteve apenas três ginásios oficiais – o Ginásio de São Paulo instalado em 1894 e os Ginásios de Campinas e de Ribeirão Preto, instalados respectivamente em 1896 e 1906” (SOUZA, 2014).

No início do século XX, nos anos 1930, aconteceu a primeira onda de expansão do ensino secundário paulista, sendo que até 1940 foram criados 27 ginásios oficiais, entre os quais o Ginásio Estadual de Araraquara, em 1932. Esse ginásio tem sua origem em 1911, quando a Câmara Municipal da cidade decidiu construir um prédio para abrigar um estabelecimento de ensino secundário. No ano de 1913, com a conclusão do prédio, sua administração foi entregue aos irmãos Lane de São Paulo, que o denominaram de Araraquara College, cujo modelo era o sistema de ensino da Escola Americana. Inaugurado em fevereiro de 1914, o ginásio oferecia o curso primário e secundário (SOUZA, 2014). A Ata da Câmara Municipal de 12 de julho de 1913, que aprova a concessão do espaço aos irmãos Lane, está reproduzida na figura 6, a seguir.

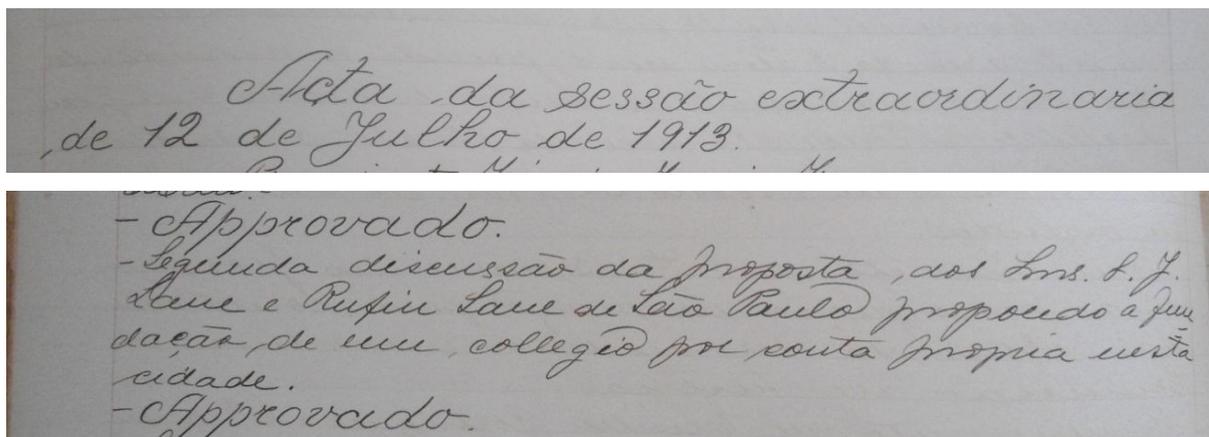


Figura 6 – Ata da sessão da Câmara de 12/06/1913

Fonte: Arquivo Público Histórico Prof. Rodolpho Telarolli

A parceria municipal com os irmãos Lane durou até o ano de 1920, quando estes deixaram a direção do colégio e uma comissão de Araraquara procurou o Mackenzie College na capital do Estado, com a finalidade de negociar a reabertura do ginásio. De acordo com o solicitado pelo diretor do Mackenzie College, o município deveria responsabilizar-se em criar uma associação que mantivesse financeiramente os custos do ginásio (SOUZA, 2014).

Com o sucesso do acordo, o ginásio passou a ser conhecido como “Escola Mackenzie de Araraquara”, de orientação protestante, oferecendo instrução primária e secundária, e ensino comercial (SHIMIZU, 1990). Segundo Souza (2014, p. 69), era “uma escola moderna e avançada para os padrões da época”. A autora ressalta que “as escolas norte-americanas de confissão protestante tiveram uma importância considerável na renovação da educação no Brasil, na transição do século XIX para o XX”.

Em 1926, a escola enfrentou novas modificações de nome e de orientação educacional, passando a ser denominada “Ginásio Municipal Mackenzie de Araraquara”, pois com o aumento de encargos para efetivar a equiparação junto ao colégio Pedro II do Rio de Janeiro, a Associação da Escola transferiu a manutenção do estabelecimento para o poder público municipal. Com isso, a Prefeitura se tornava responsável pelo pagamento dos custos.

A seguir, nas figuras 7 e 8, temos a cópia do livro de matrículas, do Ginásio Municipal Mackenzie, do ano de 1931, com o nome dos 57 alunos inscritos naquele ano, fato que demonstra o início da mudança do cenário educacional para o município.

Gymnasio M. Mackenzie de Araquara - Matricula de 1931

Matrícula	Nome	Idades		Estado	Materia	Filiação	Oficial de paz	Fórmula do pai	Residência	Inscrição
		1931	1930							
1	Edmundo Lampeiro	23	6	MG Brasil	Brasil	José A. Lampeiro	Brasil	comum	R. Curuçá 41 Araquara	23-1-1931
2	José Maurício Filho					José Maurício				19-1-1931
3	Spencerino Sobral	6	1	1917		Carneiro Sobral				31-1-1931
4	Luísio Gravina									2-2-1931
5	Paulista, José Gravina									2-2-1931
6	Luiz, Roberto Luiz de Sá	10	4	1917		Roberto Luiz de Sá				4-3-1931
7	Marcelo, Roberto Sobral	24	2	1915		Carlos Sobral				14-3-1931
8	Roberto Guilherme Sobral	24	10	1919		Carlos Sobral				14-3-1931
9	Accacio Borges	10	8	1918		Jorge Borges				14-3-1931
10	Jerônimo Borges Jr.	16	11	1915		Jorge Borges				17-2-1931
11	Roberto, Eliseu	8	4	1918		Eliseu Borges				17-2-1931
12	Ed. Foucaquier	19	5	1914		Marcelo Foucaquier				20-2-1931
13	Renato Fering	1	11	1918		Luiz Fering				21-2-1931
14	Ren. Fering	16	10	1920		Luiz Fering				21-2-1931
15	José Lino Belmonte	23	3	1917		Francisco Belmonte				25-2-1931
16	Roberto Epice	11	8	1917		Angélica Epice				23-2-1931
17	Roberto Epice	2	5	1916		"				23-2-1931
18	Renato Barbosa	17	10	1911		Leandro Barbosa				25-2-1931
19	Carlos Gomes Comares	8	6	1918		Manoel G. Comares				27-2-1931
20	Luizina dos Anjos Comares	9	7	1917		"				27-2-1931
21	Virginia Gomes Comares	10	4	1919		"				27-2-1931
22	Walter Leubardt	3	4	1917		Officinas Loo Leubardt				28-2-1931
23	Luísio Ramos Souto	18	6	1916		José Ramos Souto				28-2-1931
24	Michel Thaddad	15	6	1916		José Thaddad				2-3-1931
25	Wilson Cavale	2	2			Wilson Cavale				2-3-1931
26	Rita Sobral	11	4			José Sobral				2-3-1931
27	Luís de Cabral	11	4			Luís de Cabral				2-3-1931
28	Luís Sobral	11	4			Luís Sobral				2-3-1931

Figura 7 – Livro de matrículas – 1931. Fonte: Arquivo EEBA

Nº	Nome	Sexo	Idade	Data de Matrícula
29	out. V. Albi. Zappia	7º	30	2. 3. - 1931
30	Roberto de Aguiar	7º	30	2. 3. - 1931
31	Alto de Aguiar	7º	31	2. 3. - 1931
32	Waldemar R. Monteiro	7º	32	2. 3. - 1931
33	Celio Faria	7º	33	2. 3. - 1931
34	Ed.	7º	34	2. 3. - 1931
35	Chico (Moraes)	4º	35	2. 3. - 1931
36	Gasilda Costa	4º	36	2. 3. - 1931
37	Luiz Monte	4º	37	2. 3. - 1931
38	Alcides Flor	4º	38	2. 3. - 1931
39	Edna Leitor	4º	39	2. 3. - 1931
40	Alvaro de Aguiar	3º	40	2. 3. - 1931
41	Leoberto Fontana	3º	41	2. 3. - 1931
42	Israelite Barbosa	3º	42	2. 3. - 1931
43	Luiz de Aguiar	3º	43	2. 3. - 1931
44	João de Aguiar	3º	44	2. 3. - 1931
45	Luiz de Aguiar	3º	45	2. 3. - 1931
46	Luiz de Aguiar	3º	46	2. 3. - 1931
47	Luiz de Aguiar	3º	47	2. 3. - 1931
48	Luiz de Aguiar	3º	48	2. 3. - 1931
49	Luiz de Aguiar	3º	49	2. 3. - 1931
50	Luiz de Aguiar	3º	50	2. 3. - 1931
51	Luiz de Aguiar	3º	51	2. 3. - 1931
52	Luiz de Aguiar	3º	52	2. 3. - 1931
53	Luiz de Aguiar	3º	53	2. 3. - 1931
54	Luiz de Aguiar	3º	54	2. 3. - 1931
55	Luiz de Aguiar	3º	55	2. 3. - 1931
56	Luiz de Aguiar	3º	56	2. 3. - 1931
57	Luiz de Aguiar	3º	57	2. 3. - 1931

Figura 8 – Livro de matrículas – 1931. Fonte: Arquivo EEBA

Com a Reforma do Ensino Secundário instituída por Francisco Campos, em 1932, houve uma série de modificações na estrutura do ensino secundário no Brasil que as escolas deveriam atender para serem reconhecidas ou equiparadas e a sociedade de Araraquara demandava a oficialização do Ginásio Mackenzie da cidade (SOUZA, 2014). Em 1932 foi criado oficialmente o Ginásio Estadual de Araraquara, através do decreto nº 5.408 de 04 de março (Anexo 2), instalado definitivamente em 1934 (PEREZ, 2006)

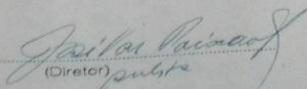
No ano de 1943 foi criado o Curso Colegial e o então ginásio passou a chamar-se “Colégio Estadual de Araraquara”, através do Decreto 13.543 (Anexo 3), ofertando os cursos clássico e científico (PEREZ, 2006). Naquele ano, eram mantidos os cursos ginásial, com 8 classes e colegial com 6 classes (SHIMIZU, 1990).

A seguir, na Figura 9, apresentamos uma cópia do quadro de matrículas do Colégio Estadual para o ano de 1944, encontrada nos arquivos da escola, que registra 342 alunos matriculados no primeiro ciclo e 89 no segundo ciclo, englobando o clássico e o científico. Podemos notar o pequeno número de alunos matriculados nos cursos clássico e científico, respectivamente com 11 e 78 alunos, e uma predominância da presença de alunos do sexo masculino no curso científico, que tinha apenas 7 mulheres.

COLÉGIO ESTADUAL
 AQUARA Estado de São Paulo
QUADRO GERAL DE MATRÍCULAS

Em 14 de Março de 1944
 1º semestre

	1.º Ciclo			2.º Ciclo						Outros cursos mantidos					
				C. Clássico			C. Científico								
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total
1.a SÉRIE	49	41	90	1	1	2	38	2	40	x	x	x	x	x	x
2.a SÉRIE	48	35	83	1	6	7	17	4	21	x	x	x	x	x	x
3.a SÉRIE	60	39	99	-	2	2	16	1	17	x	x	x	x	x	x
4.a SÉRIE	40	30	70	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x	x	x	x
TOTAL	197	145	342	2	9	11	71	7	78	x	x	x	x	x	x
1.a SÉRIE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.a SÉRIE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.a SÉRIE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.a SÉRIE	x	x	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x	x	x	x
TOTAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x


 (Diretor)

(Inspetor)

Mod. 4-244-10 - Impões Lias 38984-3-44

Figura 9 – Quadro de matrículas. Fonte: Arquivo EEBA

No ano de 1950, foi criado o Curso Normal e a escola passou a se chamar Colégio Estadual e Escola Normal de Araraquara (PEREZ, 2006). Naquele mesmo ano por meio da lei nº 619 (de 04 de janeiro de 1950) foi criado o Curso Primário, anexo à escola.

O ano de 1950 também marcou a história desta instituição de ensino, pois foi nesta data que

“(…) recebeu o nome do patrono “Bento de Abreu” em homenagem ao político Bento de Abreu Sampaio Vidal que atuara significativamente em prol do desenvolvimento do ensino secundário em Araraquara durante a Primeira República, especialmente nos primórdios desse estabelecimento de ensino, isto é, na criação do Araraquara College e na manutenção da Escola Mackenzie de Araraquara e do Ginásio Municipal de Araraquara” (SOUZA, 2014, p. 93).

Em 1954, foi acrescentado o curso de aperfeiçoamento e a escola passou a ser denominada Instituto de Educação Bento de Abreu, oferecendo os cursos: secundário, normal e primário, além de cursos específicos para área escolar como administradores e especialistas em educação primária (SOUZA, 2014).

Devido ao aumento da demanda, em 1959 a escola passou a ocupar um novo edifício, construído especialmente para ela, situado na zona central da cidade, o que garantia sua posição estratégica de acessibilidade e visibilidade social. Mesmo tendo ao longo dos anos sofrido mudanças de nomenclatura e instrução, e tendo o prédio escolar passado por algumas reformas, a sua estrutura original foi mantida.

Desde 1996 a Escola passou a se chamar Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara, e assim passou a oferecer o ensino médio e fundamental.

Na maior parte do tempo de funcionamento a escola atendeu ao nível de ensino correspondente ao atual Ensino Médio e conta com 27 salas de aula, anfiteatro, biblioteca, laboratório de informática, além de laboratórios de Física, de Química e de Biologia, todos equipados com materiais para a realização de atividades das disciplinas correspondentes.

2.2. O laboratório de Física e sua coleção de instrumentos de valor histórico

O laboratório de Física da EEBA fica localizado no piso inferior do prédio de dois andares, no final de um corredor, no qual se encontram também os laboratórios de Química e de Biologia. Possui uma área de aproximadamente 50 m², com 5 mesas retangulares, que comportam até 8 alunos e tem armários revestidos em fórmica, que ocupam toda a parede ao fundo da sala. Na frente, uma lousa em ardósia verde cobre quase toda a extensão da parede e, na frente da lousa, uma bancada em granito possui duas cubas em aço inoxidável.

Na figura 10, a seguir, temos uma imagem do laboratório tal como se encontra atualmente.



Figura 10 – Laboratório de Física da EEBA – 2012
Fonte: Arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

Como podemos observar, o espaço guarda semelhanças com o laboratório o que aparece em uma imagem sem data, mas posterior a 1959, encontrada nos arquivos da escola (Figura 11), sem qualquer anotação no verso. O armário que aparece no canto, entre a lousa e a janela, até pouco tempo, encontrava-se no laboratório de Física (Figura 12).



Figura 11 - Laboratório de Física? (sem data). Fonte: Arquivo EEBA



Figura 12 – Armário – 2012.
Fonte: Arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

O laboratório possui uma grande quantidade e uma variedade de materiais didáticos que cobrem todas as áreas da Física do Ensino Médio, e foram recebidos ou comprados pela escola ao longo dos anos. Entre eles, encontra-se uma coleção com cerca de 200 objetos antigos, que hoje encontra-se higienizada, organizada e inventariada, em um processo de trabalho iniciado em 2007 (ZANCUL, 2009).

Conforme expusemos anteriormente, o Ginásio Estadual Bento de Abreu foi criado em 1932 e a existência de laboratórios para as disciplinas Ciências, Física, Química e História Natural era uma exigência para o seu reconhecimento, assim como a presença de materiais para a realização de aulas práticas. Como a origem da escola remonta a épocas anteriores, é possível que alguns dos materiais já fizessem parte do acervo das instituições que deram origem à escola. De todo modo, não temos informações precisas sobre quando houve a aquisição dos instrumentos, mas pela observação do que temos hoje e pelos estudos que realizamos para organizar a coleção de objetos, podemos levantar alguns indícios.

O percurso de constituição da coleção de objetos de valor histórico da EEBA teve início com o projeto “Coleção de Instrumentos Científicos do laboratório de Física da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara”, financiado pela FAPESP (Processo 2007/07198-0), coordenado pela professora Dra. Maria Cristina de Senzi Zancul. O objetivo do trabalho era organizar e estudar a coleção de instrumentos da escola, de forma a contribuir para preservação da memória da instituição escolar e para avanços nos campos de estudo da cultura material escolar e da história do ensino de Ciências e de Física em nosso país.

A seguir, relatamos, de forma resumida, o processo de organização do acervo.

No ano de 2006, os instrumentos foram encontrados dentro do laboratório, em situação precária, amontoados em armários e cobertos de poeira. A figura 13, a seguir, ilustra a situação do interior dos armários na sala principal do laboratório e dá uma ideia da situação em que se encontrava a maior parte dos objetos.



Figura 13 – Laboratório de Física -2006
Fonte: arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

O trabalho foi composto por várias etapas, desde a localização dos objetos nos armários, passando pela limpeza, higienização das peças e a tomada de medidas, finalizando com a elaboração de fichas de identificação para cada um dos objetos (ZANCUL, 2009).

Na Figura 14, a seguir, participantes do projeto anteriormente referido trabalhando com as peças.



Figura 14 – Limpeza e higienização dos objetos.
Fonte: Arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

Observamos que grande parte desses objetos foi importada da Alemanha e da França e muitos são similares a instrumentos encontrados em outras escolas e instituições brasileiras como a Escola Otoniel Mota em Ribeirão Preto e o Museu Dinâmico de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora e em acervos de outros, como mostram os trabalhos de Malaquias (2004) Sanchez (2002) e da ASEISTE (2011).

Com o apoio do Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST, que nos proporcionou um treinamento para tratamento dos objetos e elaboração das fichas, trabalhamos na organização do material, ao mesmo tempo em que o laboratório passava por melhorias, com substituição das prateleiras e portas dos armários, troca da iluminação, assim como colocação de cortinas e instalação de um sistema de alarme interno.

Nas figuras 15 e 16 a seguir, apresentamos uma visão dos objetos higienizados e organizados dentro dos armários do laboratório de Física, nos dias de hoje.



Figura 15 – Armários do laboratório com os instrumentos organizados – 2013.
Fonte: arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul



Figura 16 – Armários do laboratório com os instrumentos organizados – 2013.
 Fonte: arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

No quadro 3, a seguir, temos a relação dos equipamentos presentes atualmente no laboratório de Física da instituição. Cabe mencionar que existem ainda alguns instrumentos sem identificação seja pela ausência de partes que dificultam sua composição ou pela falta de outras fontes onde se encontrem instrumentos semelhantes aos que estão no EEBA.

Instrumentos	Instrumentos
Aparelho de Haldat	Espelho Plano (moldura em madeira)
Aparelho de Pascal	Fonte de Circulação
Aparelho de Silberman	Fonte de Vácuo
Aparelho de Regnault	Fotômetro de Bunsen
Aparelho para demonstração da Força Centrífuga	Garrafa de Leyde
Aparelho para a dem. da queda dos corpos	Giroscópio
Arco Voltaico	Hemisfério Metálico Oco
Areômetro de Nicholson	Higrômetro de Daniell
Balança	Higrômetro de Saussure (de cabelo)
Balança de Braços Iguais	Lupa
Balança de Roberval	Manômetro
Balança Decimal de Quintenz	Manômetro de Mercúrio
Balança Hidrostática	Máquina a Vapor
Balança Tríplice Escala	Máquina de Wimshurst

Banho Maria	Máquina Pneumática
Barômetro	Modelo de Máquina a Vapor
Baroscópio	Motor de dois tempos
Bico de Bunsen	Panela de Pressão ou Marmitta de Papin
Bobina de Indução (Ruhmkorff)	Pêndulo Eletrostático
Bomba Aspirante	Pêndulo para Agulha Magnética
Bomba de Vácuo	Pilha de Leclanché
Bomba de Incêndio (Bomba de Nollet)	Pirômetro de Quadrante
Bússola	Planetário
Caixa de Lentes	Prato de Aepinus
Caixa de Pesos	Prato de Balança
Caixa de Resistência (reostato de pino)	Prensa hidráulica com cuba
Caleidoscópio	Prisma Óptico
Câmara Escura	Psicrômetro
Campainha com Campânula	Quadro de Resistências
Condutor Esférico	Roda de Água (Roda de Ar)
Condutor Oval	Roda de Barlow
Diapasão	Rodas Dentadas de Savart
Diapasão com base cubica em madeira	Suporte de Pêndulo Eletrostático
Dinamômetro de Poncelet	Suporte para Agulha Magnética
Disco de Hartl	Telegráfo (Emissor)
Esferômetro	Termômetro Metálico
Espectroscópio	Torniquete Hidráulico (Segner)
Espelho Ardente Côncavo	Tripé
Espelho Ardente Convexo	Tubo de Bourdon (manômetro)
Espelho Côncavo (Construído por alunos)	Tubo de Newton
Espelho Côncavo (moldura de madeira)	Tubo de Vácuo
Espelho Convexo (moldura de madeira)	Vasos Comunicantes
Espelho Plano (moldura em metal)	Voltâmetro
Espelhos Convexos (moldura em metal)	Zootrópio

Quadro 3 – Material existente no laboratório de Física e hoje identificado

Para cada um dos objetos foi elaborada uma ficha de identificação, com as seguintes informações: nome do instrumento; número de inventário; área temática; dimensões; fabricante/origem; inscrições; materiais; marcas; ano de fabricação; estado de conservação; uso; referência; responsável (ZANCUL, 2014).

A seguir, na figura 17, temos um exemplo de ficha de identificação da Máquina Pneumática.

Nome	Máquina Pneumática	
Número de inventário	2007/128	
Área temática	Mecânica	
Dimensões	50,2 cm x 36 cm x 100,5 cm (retangular)	
Materiais	Madeira, vidro e ferro.	
Fabricante/Origem	Deyrolle - Paris	
Inscrições	Les Fis Deyrolle 46, Rue Duvac – Paris	
Marcas	Madeira danificada, oxidação, mancha de tinta.	
Ano de fabricação		
Estado de conservação	Bom	
Uso	Aparelho utilizado para fazer vácuo em recipiente fechado.	
Referência	Gomes Filho, F.A. Física: 1 ano colegial . Ed. Nacional, 1960.	
Responsável	Beatriz e Flávia Roselaine	20/05/2009 13/04/2010



Figura 17 – Ficha de identificação – Arquivo pessoal M. Cristina de S. Zancul

As informações para o preenchimento das fichas foram obtidas em fontes documentais, como livros didáticos da época, catálogo dos fabricantes e em materiais sobre outros acervos.

Tais informações, comparadas com outros elementos, podem nos ajudar a compreender aspectos relevantes sobre o ensino de Ciências e de Física no passado e a pensar estratégias para esse ensino no presente e no futuro (ZANCUL; BARRETO, 2014).

Para Bross (1990), o estudo dos instrumentos, que ela chama de “restos físicos”, se torna especialmente interessante, uma vez que “[...] a documentação escrita sobre a utilização desses equipamentos é muito pobre”. Assim, ela complementa, “o material se converte, muitas vezes, no único documento físico-histórico do processo de ensino, tendo, portanto, valor inestimável” (BROSS, 1990, p. 33).

Vários dos instrumentos que se encontram hoje no laboratório aparecem em duas imagens encontradas nos arquivos da escola, infelizmente sem data.

Na figura 18, podemos ver alguns dos instrumentos antigos, dentro dos armários e sobre eles, além de alguns outros objetos maiores, nas paredes e no chão. Em uma anotação, manuscrita, atrás da fotografia, aparece “Laboratório de Física”. É possível notar que o

armário que aparece à esquerda da figura é muito semelhante ao armário que aparece nas Figuras 11 e 12 dessa dissertação.

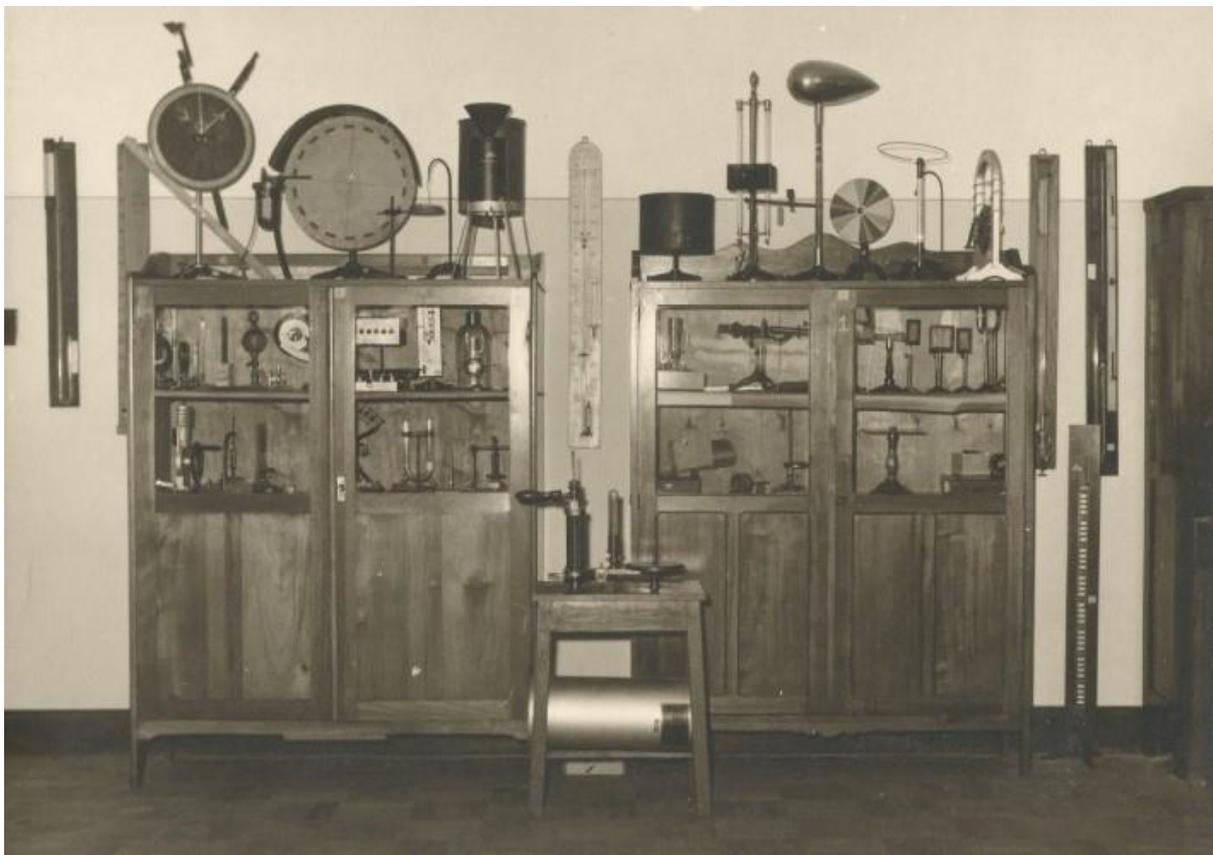


Figura 18 – Armários com instrumentos (sem data) – Fonte: Arquivo EEBA

Podemos identificar claramente alguns instrumentos que encontramos na coleção hoje, como a máquina pneumática, que aparece à frente dos dois armários na figura 18, o disco de Hartl, o aparelho de Silbermann e a marmita de Papin, entre os instrumentos sobre o armário da esquerda; o Zootrópio, o condutor oval e o psicrômetro, além de outros objetos, sobre o armário da direita. Dentro do armário à esquerda podem ser visualizados: um barômetro aneróide, um Galvanômetro de Bourbouze, dois manômetros (tubos de Bourdon), o esferômetro, a campânula com campainha. Já, dentro do armário à direita, identificamos com nitidez primas, espelhos, um espectroscópio, rodas de Savart. Nas paredes, identificamos alguns barômetros. Além dos citados, observamos objetos, como o disco de Newton, os hemisférios de Magdeburgo e placa de ressonância, que não foram localizados entre os objetos encontrados em 2006/2207 e portanto não fazem parte da coleção atual.

Na figura 19, que parece ser uma continuidade em relação à anterior, os dois primeiros armários contêm objetos de Física, enquanto que os outros abrigam um esqueleto e

distintos materiais como aparentemente um insetário, um quadro com borboletas e alguns vidros provavelmente com reagentes. No verso, com a mesma caligrafia da foto anterior, está escrito “Laboratório de Biologia”, porém, podemos supor que se tratasse de uma sala de Ciências, que de acordo com a legislação que vigorou até 1961, abrigava materiais das três disciplinas, Física, Química e Biologia.



Figura 19 – Armários com instrumentos (sem data) – Fonte: Arquivo EEBA

Sobre os armários, vemos à esquerda duas garradas de Leyde, um torniquete hidráulico segundo Segner e um condutor esférico; no da direita uma máquina eletrostática.

Em outra fotografia, cujo papel e coloração indicam que deve ser da mesma época que as anteriores aqui apresentadas, vemos um outro ângulo, talvez, da mesma sala (Figura 19). No verso dessa foto lemos “Laboratório de Física”, grafado com a mesma letra que aparece nas figuras 18 e 19.

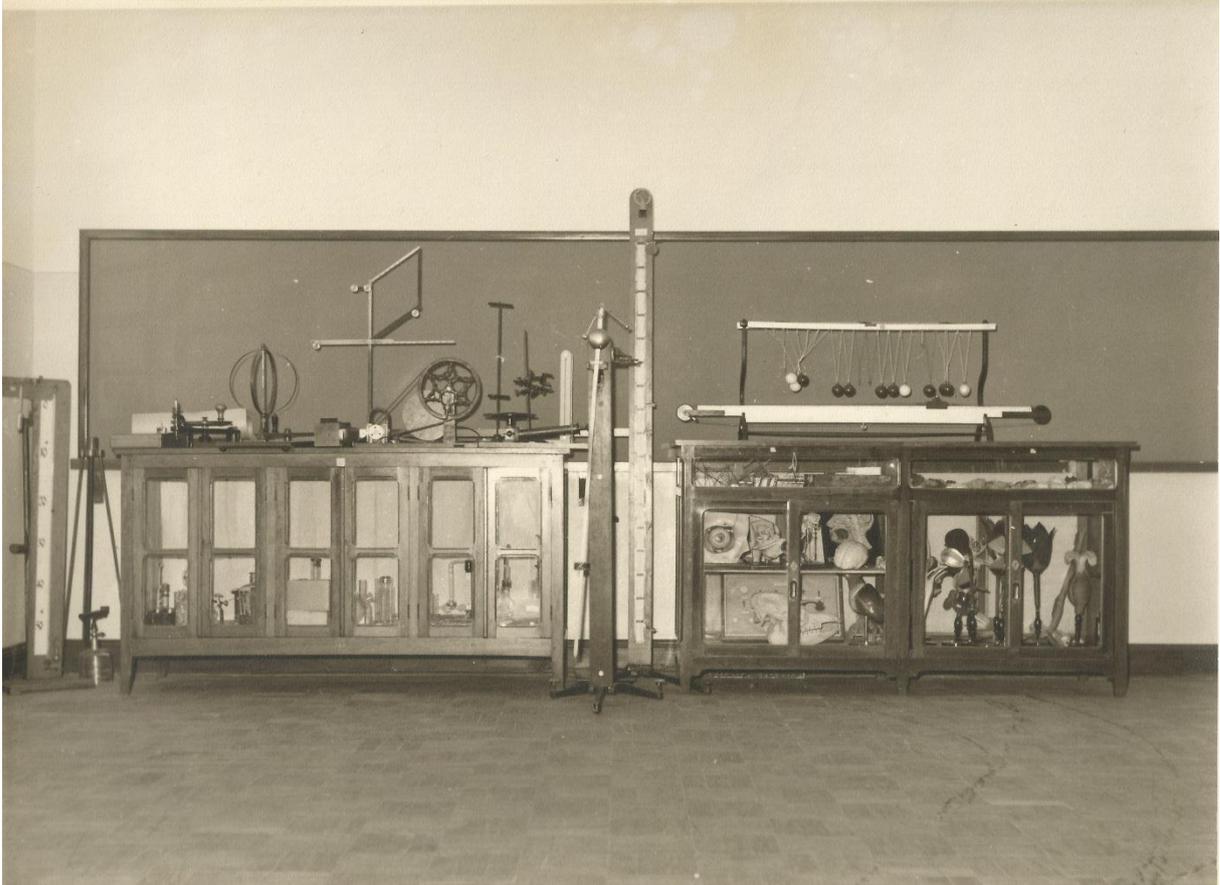


Figura 20 – Armários com instrumentos (sem data) – Fonte: Arquivo EEBA

Aqui encontramos objetos de Física, no interior do armário à esquerda e sobre os dois armários e objetos de Biologia no interior do armário à direita. Entre os instrumentos de Física, sobre o armário à esquerda, identificamos o aparelho para demonstração dos efeitos da força centrífuga, o aparelho para demonstração de composição de forças. Dentro desse armário, com algum esforço, reconhecemos um baroscópio, uma bomba aspirante e o higrômetro de Daniell. Entre os armários, sobre o piso vemos um aparelho para demonstrar as leis de queda dos corpos (máquina de Atwood), sobre o armário da direita, um aparelho para o estudo das vibrações, que não se encontra hoje entre os instrumentos da coleção.

Muitos dos objetos que aparecem nas três fotografias compõem a relação de materiais de Ciências e de Física, que eram considerados pelas legislações de 1931 e 1942 como parte da avaliação dos estabelecimentos de ensino secundário para sua equiparação ou reconhecimento, como já mencionado anteriormente.

No Quadro 4, trazemos uma relação dos instrumentos presentes hoje na EEBA e identificamos aqueles que aparecem listados como recomendações para as escolas em cada

um dos momentos (1931 e 1942). Na coluna à direita, assinalamos os que identificamos nas imagens analisadas.

Instrumentos que estão hoje na escola	1931	1942	em fotos
Aparelho de Haldat	X		
Aparelho de Pascal	X		
Aparelho de Silberman			X
Aparelho de Regnault			
Aparelho para demonstração da comp. de forças	X		X
Aparelho para demonstração da força centrífuga		X	X
Aparelho para dem. da queda dos corpos	X		X
Arco Voltáico	X		
Areômetro de Nicholson	X		
Balança	X	X	
Balança de Braços Iguais	X		
Balança de Roberval	X		
Balança Decimal	X		
Balança Hidrostática	X		
Balança Trílice Escala			
Banho Maria	X		
Barômetro aneroide	X		X
Barômetro de mercúrio	X		X
Baroscópio	X		X
Bobina de Indução (Ruhmkorff)	X	X	
Bomba Aspirante	X		
Bomba de Incêndio (Bomba de Nollet)	X		
Bússola	X		
Caixa de Lentes	X		
Caixa de Pesos	X		
Caixa de Resistência (reostato de pino)	X	X	
Caleidoscópio	X		
Câmara Escura	X		
Campainha com Campânula	X		X
Condutor Esférico			X
Condutor Oval			X
Diapasão			
Diapasão com base cubica em madeira			X
Dinamômetro de Poncelet	X		
Disco de Hartl		X	X

Eletroscópio	X	X	
Esferômetro		X	X
Espectroscópio	X		X
Espelho Ardente Côncavo			
Espelho Ardente Convexo			
Espelho Côncavo (moldura em madeira)	X		
Espelho Plano (moldura em madeira)	X		
Espelho Convexo (moldura em madeira)	X		
Espelho Plano (moldura em metal)	X		X
Espelho Convexo (moldura em metal)	X		X
Espelho Côncavo (moldura em metal)	X		X
Fonte de Vácuo			
Fotômetro de Bunsen	X		X
Galvanômetro	X	X	X
Garrafa de Leyde	X	X	X
Giroscópio	X		
Hemisfério Metálico Oco	X		
Higrômetro de Daniell	X	X	X
Higrômetro de Saussure (de cabelo)	X		
Lupa	X		
Manômetro	X		
Manômetro de Mercúrio	X		
Máquina de Wimshurst (máquina eletrostática)	X		X
Máquina Pneumática	X		X
Microfone de demonstração	X		
Modelo de Máquina a Vapor	X		
Motor de dois tempos			
Nível de Bolha	X		
Panela de Pressão ou Marmitta de Papin	X		X
Pêndulo Eletrostático	X		X
Pilha Seca	X		
Pirômetro de Quadrante	X		
Planetário			
Prato de Aepinus			
Prisma Óptico	X		X
Psicrômetro	X		X
Quadro de Resistência	X		
Roda de Água (Roda de Ar)			
Roda de Barlow	X	X	

Rodas Dentadas de Savart (Sereia de Savart)	X		X
Suporte para Agulha Magnética	X		
Telefone para demonstração	X		
Telégrafo (Emissor)			
Termômetro Metálico	X		
Torniquete Hidráulico (Segner)			X
Tubo de Bourdon (manômetro)	X		
Tubo de Newton			
Tubo de Vácuo			
Vasos Comunicantes	X		X
Voltâmetro	X		
Zootrópio (Cilindro estroboscópio)	X		X

Quadro 4 – Comparação entre o material existente e o que aparece nas fotos
Fonte: Construção do autor

Observando a relação de instrumentos no Quadro 4, identificamos um grande número de objetos presentes na coleção da EEBA que corresponde ao que era recomendado pela legislação de 1931 como material para o laboratório de Física. Já, com relação a 1942, a relação de instrumentos recomendados é bem menor e, portanto a correspondência também é menor. Verificamos, ainda, que muitos dos instrumentos que estão na escola hoje e aparecem em uma das duas listagens das legislações, estão nas fotografias antigas. Vale destacar que, dos objetos observados nas fotos, que aparecem mencionado na legislação de 1931, não foram encontrados na escola os hemisférios de Magdeburgo, assim como o Disco de Newton. O aparelho para estudo das vibrações longitudinais e transversais e as placas vibrantes que são relacionados nos dois momentos, em 1931 e 1942, também não se encontram hoje entre os objetos da coleção.

Como exemplos de objetos pertencentes ao laboratório de Física da Escola Bento de Abreu de Araraquara, mencionados nas duas legislações e que foram visualizados nas fotografias antigas, temos uma Garrafa de Leyde e um Galvanômetro. Nas Figuras 21, 22, 23 e 24, a seguir, mostramos a imagem destes dois instrumentos no passado, em detalhe da foto, e nos dias de hoje.

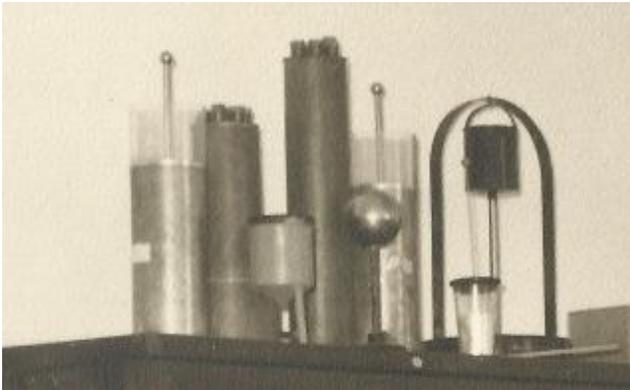


Figura 21 – Garrafas de Leyde sobre o armário
Fonte: Arquivo EEBA



Figura 22 - Exemplar remanescente
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

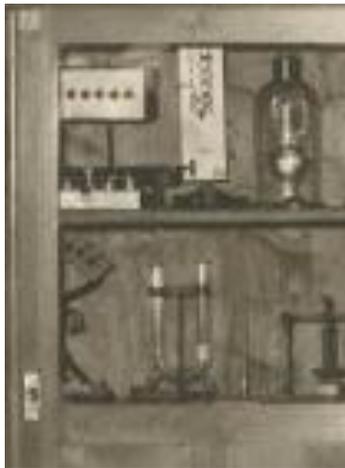


Figura 23 – Galvanômetro de Bourbouze
no canto inferior esquerdo do armário
Fonte: Arquivo EEBA



Figura 24 – Galvanômetro hoje
Fonte: Arquivo M. Cristina S. Zancul

Grande parte desses instrumentos aparece em representações de livros didáticos publicados no período abordado em nossa pesquisa. No próximo capítulo discutiremos sobre os instrumentos nos livros didáticos selecionados para o estudo.

3. Livros didáticos selecionados e sua relação com os instrumentos antigos

Os livros didáticos destinados ao curso secundário, que foram utilizados neste estudo, apresentam os conteúdos a serem ensinados em determinada série do ensino secundário. Os livros antigos, assim como os atuais, representam um recurso e um apoio aos professores com relação ao trabalho em sala de aula.

Concernente ao período de estudo nesta dissertação, observamos que o Decreto Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938, estabeleceu condições de produção, importação e utilização de livros didáticos. Ficou instituída, a Comissão Nacional do Livro Didático, que, entre outras atribuições, deveria examinar os livros que fossem apresentados, emitindo julgamento a favor ou contra a autorização de seu uso.

Vale mencionar que, de acordo com o Decreto Lei nº 1.006, os professores das escolas secundárias podiam escolher os livros a serem utilizados em suas aulas, conforme o Art. 5º

Os poderes públicos não poderão determinar a obrigatoriedade de adoção de um só livro ou de certos e determinados livros para cada grau ou ramo de ensino, nem estabelecer preferências entre os livros didáticos de uso autorizado, sendo livre aos diretores, nas escolas pré-primárias e primárias, e aos professores, nas escolas normais, profissionais e secundárias, a escolha de livros para o uso dos alunos, uma vez que constem da relação oficial das obras de uso autorizado [...] (BICUDO, 1942, p. 116).

Os seis livros de Física analisados foram publicados no Brasil, nos anos 1935, 1936, 1942, 1957 e 1960 e neles são apresentadas descrições de instrumentos e de seus usos em experimentos e demonstrações. Alguns dos livros trazem ilustrações e explicações específicas para seu manuseio e, como já mencionamos, haviam sido utilizados como fonte de consulta, em momentos anteriores a esta pesquisa. Abaixo relacionamos os seis volumes selecionados.

1. VENÂNCIO FILHO, Francisco (1935). Física: Iniciação ao estudo dos fenômenos físicos (de acordo com o programa oficial). 3ª série. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
2. FREITAS, Aníbal (1936). Curso de Física – 3ª série. Iniciação no estudo dos fenômenos físicos. 4 ed. São Paulo, Comp. Melhoramentos de São Paulo.
3. PEREIRA, Urbano (1942). Física para a 3ª série do curso secundário. São Paulo: Livraria Acadêmica, Saraiva & Cia – Editores.
4. GOMES FILHO, Francisco de Alcântara (1960, com prefácio de 1953). Física para o primeiro ano colegial. São Paulo. Companhia Editora Nacional.

5. GOMES FILHO, Francisco de Alcântara (1957). Física para o segundo ano do curso colegial. São Paulo. Companhia Editora Nacional.

6. FREITAS, Aníbal (1960). Física 3º livro – Ciclo colegial. São Paulo, Edições Melhoramentos.

Para ilustrar, apresentamos a seguir, as imagens das capas de cada um dos livros (figura 25).



Figura 25 – Capas dos livros analisados

Vale assinalar que os três primeiros são destinados à terceira série do curso secundário, que de acordo com a legislação de 1931, era o primeiro ano em que a disciplina Física era ministrada no curso secundário, uma vez que nos dois anos iniciais a disciplina da área científica era denominada Ciências Físicas e Naturais. Julgamos relevante mencionar que o livro de Francisco Venâncio Filho, de 1935, é dedicado a Anísio Teixeira.

Cada um dos três outros livros analisados se refere a um dos três anos do curso colegial, lembrando que a Lei Orgânica de 1942 estabeleceu a divisão do curso secundário em ginásial e colegial. Conforme mencionamos no item Procedimentos Metodológicos, alguns dos livros foram localizados no próprio laboratório da EEBA e entre eles há exemplares com o registro do nome de um professor que lecionou Física no passado. Os outros livros fazem parte do acervo da Biblioteca da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara UNESP.

3.1. Uma visão geral

Ao analisarmos os livros, de uma maneira geral, podemos afirmar eles estão em consonância com as legislações vigentes nas épocas em que foram publicados e possivelmente utilizados em escolas secundárias brasileiras.

Em alguns desses exemplares, aparece, na capa ou internamente, uma referência ao programa determinado pela legislação. O livro de Francisco Venâncio Filho (1935) traz, em sua capa, abaixo do título, a informação “de acordo com o programa oficial”. No entanto, no prefácio, o autor ressalta que o livro “não obedeceu literalmente ao programa oficial, embora seguindo a ordem geralmente aceita” (p. 16).

No livro de Aníbal Freitas (1936), lemos, em seu prefácio, “no presente volume seguimos a ordem adotada no programa oficial [...]”; já no volume para a 3ª série, de Urbano Pereira (1942), o autor esclarece, no prefácio, que procurou “preencher integralmente as disposições oficiais que regem o assunto, não só quanto aos programas como também às instruções que o acompanham, completando-os”. Os livros de Francisco Alcântara Gomes Filho (1957 e 1960) trazem impresso, em suas contracapas, que eles estão de acordo com os novos programas, conforme portarias n. 966, de 02/10/51 e 1045, de 14/12/51 e têm um número de registro na Comissão Nacional do Livro Didático. Já o livro de Aníbal Freitas, de 1960, informa, na contracapa, que está de acordo com os programas oficiais e, na capa está impresso “Uso autorizado pelo Ministério de Educação e Cultura” e o número de registro.

Sobre a realização de experimentos com uso de instrumentos, o tema de nosso interesse, o livro de Francisco Venâncio Filho (1935) traz uma especificidade em relação aos demais, pois apresenta, no final, uma seção denominada **Laboratórios**, com uma lista de itens que devem compor um laboratório de ciência experimental. Neste tópico, o autor aponta que a composição de um laboratório não é tarefa fácil pela quantidade de aparelhos que aparecem nos catálogos e por serem eles dispendiosos e argumenta que é possível utilizar-se de materiais de uso cotidiano e fáceis de adquirir. O autor faz uma crítica aos requisitos oficiais, apontado que estes, “ao em vez de se fixarem em aparelhos às vezes decorativos, simples ornamentos de luxo a armários mais ou menos fechados, para apresentação a visitantes de cerimônia, deveriam indicar as experiências a serem realizadas e expostas claramente aos alunos”. (VENÂNCIO FILHO, 1935, p. 213).

Em seguida, considerando que existe uma quantidade mínima de aparelhos a serem adquiridos, o autor apresenta uma lista com a seguinte divisão: 1. Aparelhos de medidas gerais, das diferentes áreas da Física (balanças, termômetros, dinamômetros, entre outros); 2. Aparelhos e peças diversas, também das diferentes áreas (fios, cubas de vidro, disco de Newton, espelhos, lentes, etc.). Acrescenta, ainda, uma caixa de ferramentas e “uma ou duas caixas Kosmos (mecânica-calor-acústica, ótica e eletricidade)”, que possibilitariam executar, “com a colaboração necessária e utilíssima do trabalho manual dos alunos todas as experiências indispensáveis à nítida compreensão dessa Introdução à Física” (VENÂNCIO FILHO, 1935, p. 214).

Ao compararmos a descrição do autor com os instrumentos encontrados na Escola Bento de Abreu, observamos que muitos deles estão em ótimo estado de conservação, o que pode indicar pouca utilização em aulas. Por outro lado, há aparelhos que parecem ter sido manuseados, mas não conseguimos, até o momento, identificar se foram ou não utilizados com alunos.

No entanto, se o ensino de Física se deu de acordo com os programas oficiais, é possível que alguns dos instrumentos tenham sido utilizados. Os livros analisados trazem informações sobre alguns instrumentos presentes na coleção da EEBA, com descrições e propostas de utilização. No livro de Aníbal Freitas (1936), encontra-se, no final de alguns capítulos, um tópico denominado “Experiências a realizar”, algumas com uso de materiais simples, do dia a dia, e outras com uso de objetos de laboratório como balanças e balão de vidro.

No livro de Urbano Pereira (1942), também aparece, ao final de alguns dos capítulos, um item com o título “Experiências”, com indicações de atividades de medidas de comprimento e área de figuras geométricas, cálculo de volume, uso de balanças para pesagens, graduação de dinamômetros e aerômetros, medidas de temperatura com uso de termômetro, observações com microscópio, observação com bússola e algumas outras.

A seguir, como ilustração, apresentamos algumas descrições de aparelhos e indicações de trabalhos experimentais para o programa destinado à 3ª série do curso secundário.

No livro de Francisco Venâncio Filho (1935), no capítulo sobre Sólidos, são abordados o equilíbrio, a massa e o peso de um corpo, com ilustrações de diversos instrumentos, como dinamômetros, giroscópio, balanças de diversos tipos. Entre as balanças, há uma de Roberval, descrita detalhadamente. A seguir, na Figura 26, apresentamos a descrição da balança de Roberval e, na Figura 27, a imagem da balança, da marca Barzon, de São Paulo, que pertence à coleção da EEBA (número de inventário 2007/137).

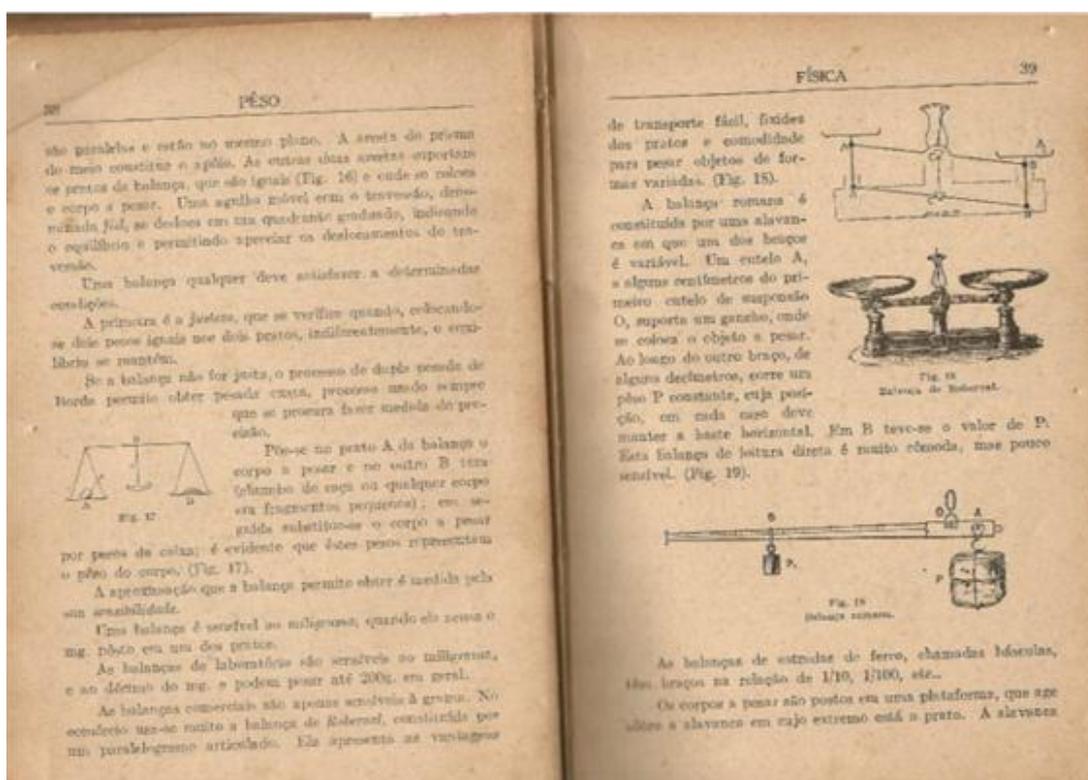


Figura 26 - Balança – F. Venâncio Filho (1935)

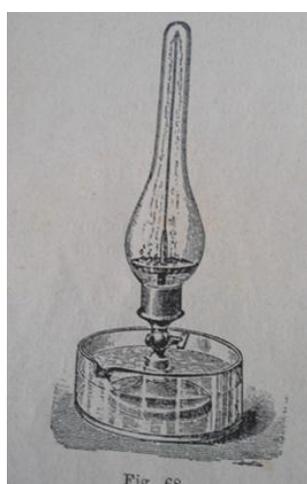


Figura 27 - Balança de Roberval
Fonte: Arquivo pessoal M. Cristina S. Zancul

Como outro exemplo, no livro de Aníbal Freitas (1936), no capítulo cujo título é: O ar. Pressão atmosférica – Experiências com a bomba de vácuo, que traz a descrição de várias experiências, entre as quais a dos hemisférios de Magdeburgo, com uso da máquina pneumática. Também com o uso dessa máquina, há a seguinte descrição da experiência do *repuxo no vácuo*:

(...) Um recipiente de vidro, alongado e completamente fechado, é atravessado em seu fundo metálico afilado em sua extremidade superior, fig. 68. A extremidade inferior, munida de uma torneira, possui uma rôca que permite parafusá-la numa máquina pneumática. Rarefaz-se o ar do recipiente e apoia-se a parte inferior do tubo num vaso com água. Abrindo-se então a torneira, a água, forçada pela pressão atmosférica jorrará no recipiente, formando um repuxo (FREITAS, 1936, p. 64).

A seguir (Figuras 28 e 29), a ilustração que acompanha o texto do livro e o instrumento Fonte de vácuo, do fabricante francês Deyrolle (número de inventário 2007/005).



Vale ressaltar que entre os instrumentos da Escola Bento de Abreu encontramos uma belíssima máquina pneumática, do fabricante francês Les Fils D' Emile Deyrolle (número de inventário 2007/128), cuja imagem apresentamos na Figura 30, a seguir. A peça, cuja base é em madeira maciça, permite o encaixe da fonte de vácuo e de outros instrumentos que necessitam de uma bomba de vácuo para sua utilização e também fazem parte do conjunto de objetos da escola. Ao lado da máquina, na Figura 31, sua descrição conforme aparece no livro de Aníbal Freitas (1936).



Figura 30 – Bomba de vácuo
Fonte: Arquivo M. C. S. Zancul

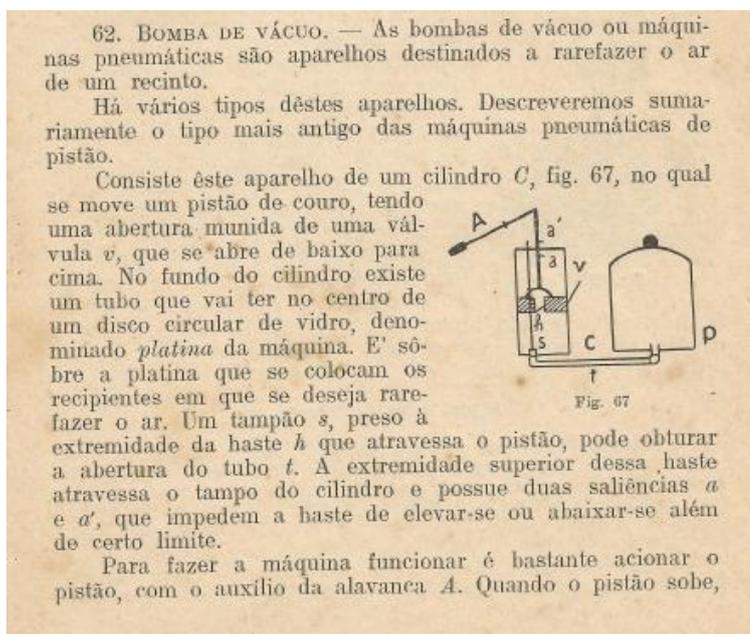


Figura 31 – Bomba de vácuo– A. Freitas (1936)

Neste mesmo livro, encontramos, em outros capítulos, ilustrações de objetos que fazem parte da coleção da EEBA, entre os quais podemos citar balanças, o aparelho de Haldat, além de bússola, pilhas, galvanômetros, bobina de Ruhmkorff e barômetros.

A seguir, na figura 32, reproduzimos a figura do livro de Aníbal Freitas com a descrição da bússola e de seu funcionamento, que se encontra no capítulo XXI, cujo título é “Eletroímã, Imã permanente, Bússolas”, ao lado da imagem do instrumento (figura 33), pertencente à Escola Bento de Abreu (número de inventário 2007/012).



Figura 32 – Bússola - A. Freitas (1936)



Figura 33 – Bússola
Fonte: Arquivo M. Cristina S. Zancul

Com ilustrações mais simples, o livro de Urbano Pereira também apresenta, em diferentes capítulos, a descrição de diversos objetos de ensino de Física que fazem parte do acervo da referida escola. No capítulo que trata da pressão atmosférica, selecionamos o item referente a barômetros. O texto informa que os barômetros são aparelhos usados para medir a pressão atmosférica, faz referência à experiência de Torricelli e apresenta alguns exemplos de barômetros de mercúrio, como o barômetro de tubo curvo (de sifão), o barômetro de Fortin, explicando seu funcionamento a partir de ilustração reproduzida a seguir (Figura 34). Também apresentamos, na figura 35, a imagem de um barômetro da coleção da EEBA, da marca Max Kohl Chemnitz (número de inventário 2007/135).

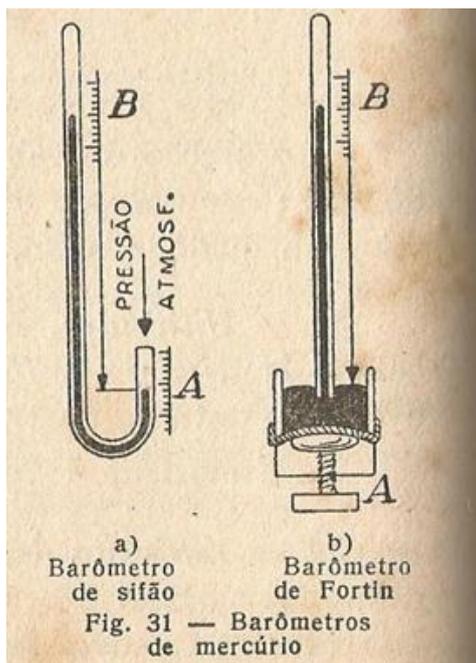


Figura 34 – Barômetro - U. Pereira (1942)



Figura 35 – Barômetro
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

Do mesmo livro apresentamos, na figura 36, a explicação sobre o funcionamento do galvanômetro, com sua ilustração e um dos equipamentos desse tipo encontrados no laboratório de Física da EEBA. O galvanômetro de Bourbouze, que aparece na figura 37, foi a primeira peça catalogada na coleção e é de fabricante desconhecido (número de inventário 2007/001).

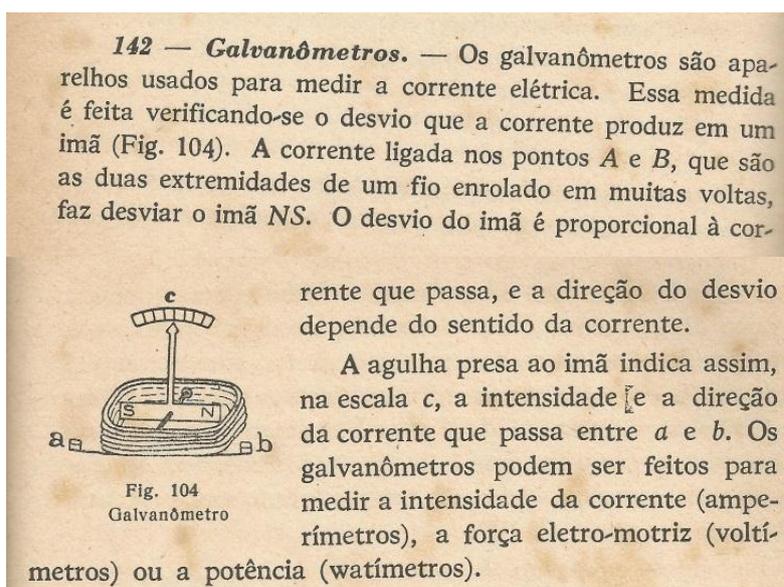


Figura 36 – Galvanômetro – U. Pereira (1942)



Figura 37 – Galvanômetro
Arquivo M. C. S. Zancul

Os dois livros de Francisco Alcântara Gomes Filho para o primeiro e o segundo anos do curso colegial, também trazem, em seus capítulos, ilustrações de diversos instrumentos e aparelhos que existem na Escola Bento de Abreu de Araraquara.

O livro para o primeiro ano segue fielmente o programa de Física do curso científico, estabelecido pela Portaria n. 966, de 2/10/51. O primeiro capítulo traz uma introdução ao estudo da Física, trata das propriedades da matéria e de medidas e erros. No tópico sobre medidas, são apresentados diversos instrumentos de medidas, entre os quais o esferômetro, com uma descrição de seu funcionamento e da forma como deve ser usado para a realização de medidas de comprimento e do raio de uma esfera, conforme a reprodução na figura 38 a seguir, ao lado da peça da coleção (número de inventário 2007/041), na figura 39.

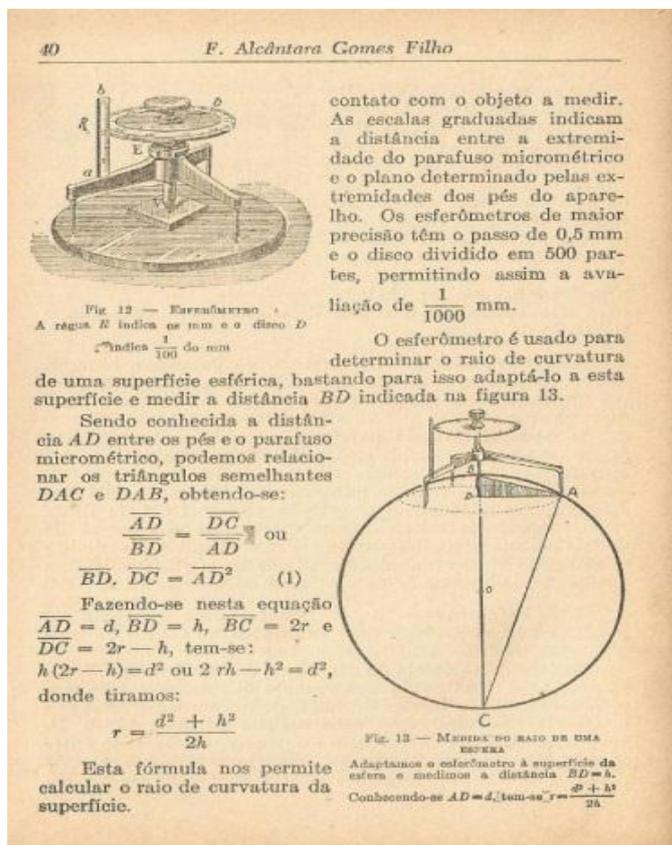


Figura 38 – Esferômetro – F. Gomes Filho (1960)



Figura 39 – Esferômetro

Neste mesmo volume, o capítulo 5 sobre gravidade, massa e peso dos corpos, o tópico sobre a queda dos corpos, mostra o tubo de Newton e o martelo de água, citados como exemplos de instrumentos para a verificação experimental da 1ª lei de Newton. O texto do livro está reproduzido na figura 40, a seguir.

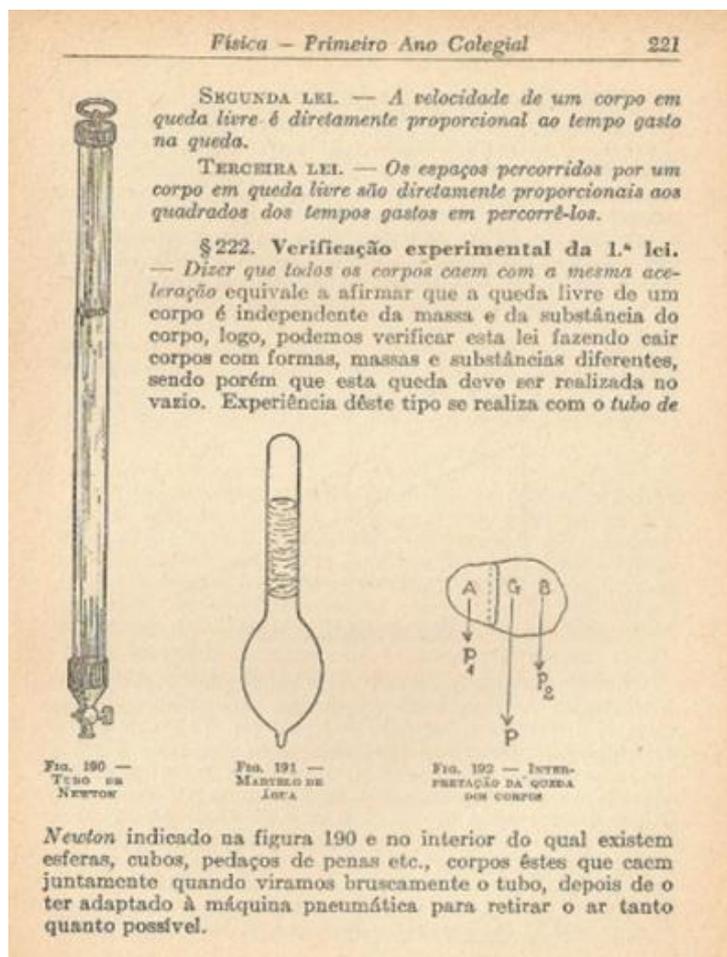


Figura 40 - Tubo de Newton – Francisco Alcântara Gomes Filho (1960)

Nas figuras 41 e 42, aparecem o tubo de Newton, do fabricante Deyrolle, (número de inventário 2007/129) e o martelo de água, ambos pertencentes à coleção da EEBA.



Figura 41 – Tubo de Newton
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul



Figura 42 – Martelo de Água
Fonte: Arquivo pessoal M. C. Zancul

O livro de Francisco Alcântara Gomes Filho, destinado ao segundo ano do curso colegial, está de acordo com programa estabelecido para Portaria n. 966, incluindo conteúdos das áreas de Acústica e Calor.

Do referido livro, selecionamos um exemplo de cada uma dessas duas áreas. De Acústica, a Roda de Savart é apresentada no livro como “um tipo de aparelho que emite som de frequência fácil de ser calculada” (p.71), por meio de uma equação, conforme aparece na figura 43. Ao lado as rodas de Savart que fazem parte da coleção da EEBA (número de inventário 2007/101) (figura 44).

Um tipo de aparelho que emite som de frequência fácil de ser calculada é a *roda de Savart*, constituída por uma roda dentada que, girando, põe em vibração uma lâmina vibrátil (fig. 51).

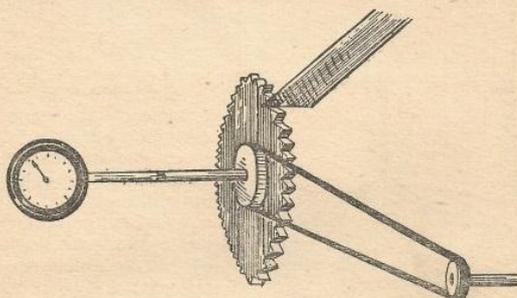


Fig. 51
Roda de Savart.

Se D o número de dentes da roda, em cada volta ela acarreta D vibrações da lâmina e, realizando N voltas em t segundos, é claro que o número de vibrações por segundo será :

$$n = \frac{N}{t} \cdot D$$

Figura 43 – Roda de Savart - F. A. Gomes Filho (1957)



Figura 44 – Rodas de Savart – Acervo EEBA
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

No que se refere à área de Calor, entre outros conteúdos, a umidade relativa do ar é abordada com a apresentação de diversos tipos de higrômetros, que aparecem em ilustrações, entre os quais o Higrômetro de Daniel, o Higrômetro de cabelo e o Psicômetro, que estão presentes na coleção de objetos da EEBA.

Como exemplo, apresentamos, na figura 45, o trecho que explica o que é o Psicômetro e seu funcionamento e ao lado o instrumento da EEBA, cuja etiqueta registra Casa Lohner S.A, SP (número de inventário 2007/054) (Figura 46).



Figura 45 – Psicrômetro - F. A. Gomes Filho (1957)



Figura 46 – Psicrômetro
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

Para o terceiro ano do curso colegial, o volume analisado, de Aníbal Freitas, tem data de 1960 e corresponde à 11ª edição e, embora não haja referência à data da primeira edição, é possível supor que tenha sido um livro bastante utilizado. Na sua introdução, o livro traz o programa oficial de Física para a terceira série do curso científico e para a 3ª série do clássico, assim como as instruções metodológicas para ambos os cursos. O conteúdo abrange as áreas de Óptica, Eletricidade e Magnetismo e Tópicos de Física Moderna e Contemporânea, como radioatividade e relatividade.

Diversos equipamentos das duas áreas aparecem descritos, alguns com explicações sobre seu funcionamento. No que se refere à Óptica, são detalhados os instrumentos de projeção, de ampliação e de aproximação, como a lanterna de projeção, os microscópios, a lupa, as lunetas e outros.

Na figura 47 a seguir, apresentamos a descrição da lupa ou microscópio simples, conforme aparece no livro mencionado, que traz, após a descrição, a fórmula para o cálculo da ampliação e da potência da lupa e uma aplicação numérica.

Ao lado, na figura 48, está a lupa da coleção de instrumentos da EEBA, de fabricante não identificado (número de inventário 2007/014).

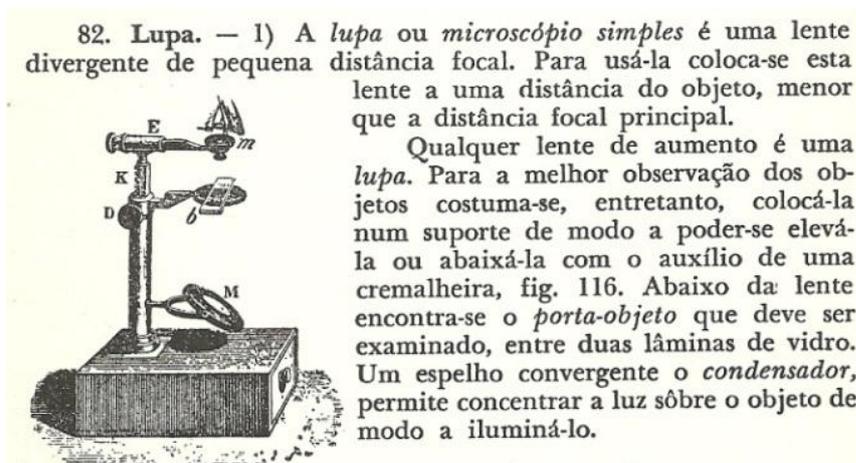


Figura 47 – Lupa – A. Freitas (1960)



Figura 48 – Lupa

Das áreas de Eletricidade e Magnetismo também são diversos os objetos que ilustram os conteúdos tratados, como eletroscópios, esfera de prova, os diversos tipos de pilhas, geradores, além de equipamentos como a bobina de Ruhmkorff e as máquinas eletrostáticas, todos estes encontrados no laboratório de Física da Escola Bento de Abreu de Araraquara. Entre as máquinas eletrostáticas, o livro traz a ilustração e descrição da Máquina de Wimshurst. A seguir, na figura 49, vemos a cópia do trecho que se refere à máquina de Wimshurst, com a descrição do instrumento e a explicação sobre seu funcionamento.

197. Máquina de Wimshurst. — 1) *Descrição.* A máquina de Wimshurst é constituída de dois pratos idênticos, de vidro ou de ebonite, munidos em suas faces externas de pequenos setores de estanho, colados próximos de seus bordos, fig. 228.

Os dois pratos podem girar em sentidos contrários, em tórno do mesmo eixo, com o auxílio de uma manivela.

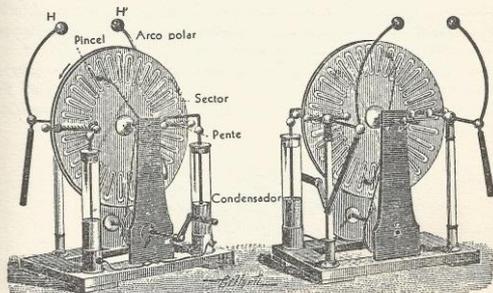


Fig. 228

Diante de cada prato se encontra um condutor disposto na direção do diâmetro do prato e de modo a formar aproximadamente um ângulo de 45° com a horizontal. Estes condutores, que são perpendiculares um ao outro e estão em comunicação com o solo, possuem, em suas extremidades, pequenos pincéis metálicos que roçam ligeiramente as faces dos pratos, quando estes se movem.

Nas extremidades do diâmetro horizontal dos pratos encontram-se dois pentes metálicos em forma de ferradura e dispostos de modo que seus dentes se achem voltados para as faces externas dos pratos. Cada um destes pentes se comunica com a armadura interna de um condensador, cuja armadura externa está em comunicação com o solo.

Duas hastes metálicas H e H' munidas de cabos isoladores e terminadas por pequenas esferas metálicas, estão em comunicação com os pentes e servem de pólos da máquina.

Constroem-se máquinas de Wimshurst que possuem vários pares de pratos.

Para fazê-las funcionar basta dar movimento aos pratos. Elas são auto-excitadoras e possuem a vantagem de não sofrerem, tão fortemente como as outras, a ação da umidade.

2) *Funcionamento.* Para explicar o funcionamento destas máquinas, basta supor que um dos setores de um dos pratos, em correspondência com o pincel do outro, possui uma carga elétrica elementar. Suponhamos, pois, que o setor s do prato posterior, fig. 229, possui uma carga positiva. Esta atua por influência sobre o pincel P' , do prato anterior, atraindo a eletricidade negativa, que se deposita na face externa deste prato, e repelindo a positiva que se escoou pelo pincel P sobre a mesma face do prato, porém, na região diametralmente oposta àquela que se eletrizou negativamente. Estas cargas elétricas são transportadas no sentido da flecha R , devido ao movimento do prato.

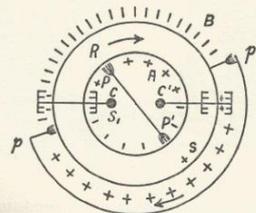


Fig. 229

A carga negativa do setor S_1 , situado no prato anterior em correspondência com o pincel posterior p , atrai por influência a eletricidade positiva deste e repele a negativa. Estas eletricidades depositam-se na face externa do prato posterior.

Pelo exame do esquema da fig. 229, em que o prato posterior foi representado com maior diâmetro, observa-se que os pratos ao passarem diante dos pentes C estão carregados negativamente e, diante de C' possuem cargas positivas. Os condutores em comuni-

cação com estes pentes se carregam, respectivamente, de eletricidade negativa e positiva.

Reconhecem-se os pólos destas máquinas aproximando uma chama da esfera do condutor: ela será fortemente atraída pelo pólo negativo e repelida pelo pólo positivo. Se se empregar a chama de uma lâmpada de querosene a atração verificada no pólo negativo é tão forte que pode apagá-la. A chama se reacenderá se se aproximar do pólo positivo, devido à faísca que se produz entre a lâmpada e a esferazinha da máquina.

Figura 49 – A. Freitas (1960)

Nas figuras 50 e 51 estão as imagens dos dois exemplares da máquina de Wimshurst que fazem parte da coleção de objetos da EEBA, uma de fabricante não identificado (número de inventário 2007/029) e a outra com a inscrição Shimadzu Seisakusho – Kioto Japan (número de inventário 2007/092).



Figura 50 - Máquina de Wimshurst
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

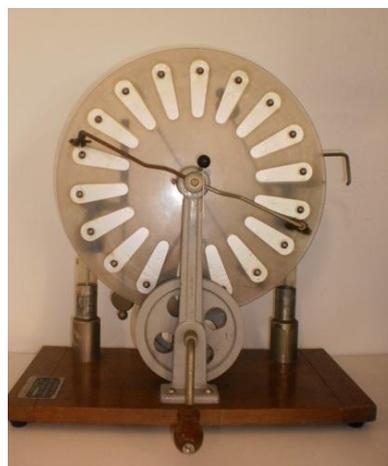


Figura 51- Máquina de Wimshurst
Fonte: Arquivo pessoal M. C. S. Zancul

Pela leitura de seus prefácios e índices, observamos os livros analisados acompanham as indicações da legislação. Em todos os volumes utilizados neste estudo verificamos a presença de descrições de instrumentos e de seus usos (no Anexo 4 apresentamos os índices dos seis livros - na ordem já estabelecida e demonstrada acima, apenas para demonstrar a organização/divisão do conteúdo segundo cada autor)

A quantidade e a variedade de objetos de ensino de Física encontradas na Escola Bento de Abreu de Araraquara permitiria atender ao que aparece nos livros, porém, até o momento, não temos informações precisas se os objetos foram ou não utilizados em aulas de Física.

3.2. Propostas de utilização dos instrumentos selecionados nos livros em estudo

Neste item apresentamos as descrições dos cinco instrumentos escolhidos segundo os critérios já apresentados, como objeto de estudo nesta dissertação e as propostas de utilização destes instrumentos, conforme aparecem nos livros selecionados.

Começamos nossa análise com o dinamômetro de Poncelet, da área de Mecânica. Sobre dinamômetros, encontramos referências nos três livros para a 3ª série, publicados entre 1931 e 1942, que se referem ao período em que vigorava o programa estabelecido pela Reforma Francisco Campos, mas nenhum dos livros fala especificamente do dinamômetro de Poncelet. Em Venâncio Filho (1935), há a informação sobre a variação do peso em diferentes lugares da Terra, que “pode ser verificada pelo dinamômetro” (p. 36) e a representação gráfica de dinamômetros e de seu funcionamento. Já em Aníbal Freitas (1936), o texto que trata do peso de um corpo não fala explicitamente em dinamômetros, mas apresenta, entre as “Experiências a realizar”, a seguinte: “Para mostrar a diferença de peso de corpos diversos, suspendem-se estes sucessivamente a um cordão de borracha ou uma mola de aço, enrolada em espiral: o alongamento produzido variará de um corpo para outro” (p. 35). O livro de Urbano Pereira (1942), no capítulo “Força e Trabalho”, no item que aborda a definição e a medida de força, temos a descrição e a figura de um dinamômetro e no questionário pede-se que os estudantes desenhem um dinamômetro e expliquem seu funcionamento.

No livro de Gomes Filho (1960), para o primeiro ano colegial, o capítulo 2, intitulado Mecânica, traz o item “Tipos de dinamômetros”, entre os quais aparece o de Poncelet, com a explicação de que ele é constituído por duas lâminas de aço presas por duas alças, com indicação em uma figura. O texto diz “Quando fixamos a argola C e puxamos o gancho D, as

duas lâminas se encurvam, acarretado o deslizamento das hastes *a* e *b*, que marcam, na graduação existente em uma delas, a força correspondente” (p. 111). Na sequência do texto, aparece a ilustração reproduzida na figura 52 a seguir.

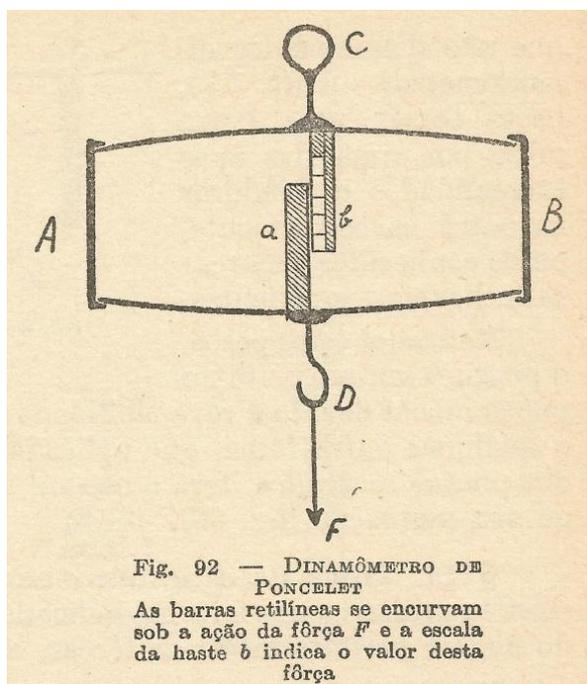


Figura 52 - Dinamômetro de Poncelet - Gomes Filho, 1960

O texto do livro não apresenta nada além dessa descrição de funcionamento do instrumento. Mesmo nos capítulos seguintes, quando são abordados, em dinâmica, os conceitos de força e peso, não há referências ao uso do dinamômetro para medidas. Sendo assim, de acordo com a proposta deste livro, o objeto dinamômetro de Poncelet teria apenas uma função ilustrativa, servindo para mostrar como ele é utilizado.

O segundo instrumento de nosso estudo é o higrômetro de Daniell, da área de Calor, que encontramos, entre os livros que utilizamos em nossa pesquisa, no segundo volume de Francisco Alcântara Gomes Filho (1957) (figura 53). O capítulo no qual o instrumento aparece, tem como título “Mudanças de estado físico e suas leis. Higrimetria.” O texto explica que o higrômetro de Daniell é um tipo de higrômetro de condensação e detalha seu funcionamento, além de apresentar um exemplo de aplicação numérica, conforme o texto reproduzido a seguir, ao lado da representação do instrumento.

A esfera *A* contém éter, no qual mergulha o reservatório de um pequeno termômetro que indica a temperatura deste líquido, enquanto que outro termômetro colocado externamente no suporte do aparelho, indica a temperatura do ambiente. A esfera *B* é envolvida por uma gaze na qual gotejamos éter que, ao se evaporar, rapidamente, acarreta o resfriamento da esfera. Pelo

princípio de WATT produz-se uma destilação do éter da esfera *A* para a esfera *B* e, a evaporação do éter na esfera *A*, determina o abaixamento da sua temperatura que, estando em contacto com a ar, se cobre de orvalho. Quando se inicia a formação do orvalho, o termômetro interior marca a temperatura em que ele se produz e, uma tabela de pressões de vapores, fornece elementos para a determinação do estado higrométrico do ar, cuja temperatura também é conhecida.

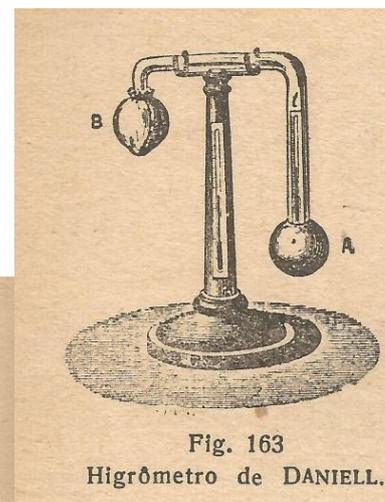


Figura 53 – Higrômetro de Daniell - Gomes Filho, 1957

Na aplicação numérica, informa-se que o termômetro interno de um higrômetro de Daniell marca o ponto de orvalho à temperatura de 9°C e que a temperatura externa é de 15°C e pede-se o cálculo do estado higrométrico. A solução aparece também no texto, sendo o resultado igual a 0,67. Na lista com oito exercícios que aparece no final do capítulo, dois deles abordam o higrômetro de condensação.

Nosso terceiro instrumento em análise é o modelo de locomotiva a vapor e observamos uma pequena menção a ele no capítulo que trata de mudança de estado e aplicações no livro de Venâncio Filho (1935), que aparece na figura 54. O texto diz “O vapor que resulta da passagem de um líquido ao estado gasoso adquire certa pressão, capaz de realizar trabalho”. Referindo-se à figura reproduzida a seguir, vem uma explicação sobre o que acontece depois de algum tempo, quando a água no tubo é aquecida e a informação de que “essa força expansiva do vapor d’água é utilizada na máquina a vapor [...]” (p. 101).

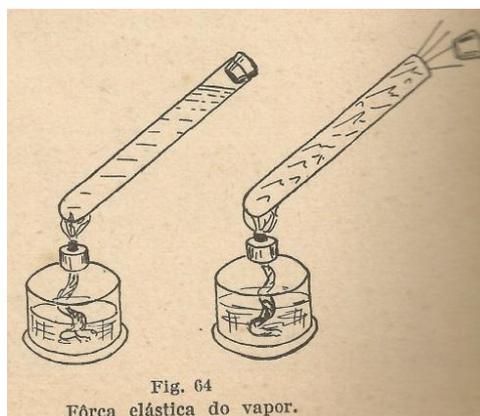


Figura 54 – Força elástica do vapor (Venâncio Filho, 1935)

Uma referência mais completa a máquinas a vapor e seu funcionamento, encontramos no segundo volume de Francisco Alcântara Gomes Filho (1957), no capítulo que trata da transformação de calor em trabalho e dos princípios da termodinâmica. O item aborda as máquinas térmicas, classificando-as em máquinas a vapor e motores à explosão.

Sobre as máquinas a vapor, o texto diz que elas funcionam por meio do aproveitamento da pressão obtida a partir do aquecimento da água em caldeiras fechadas. Essa pressão é usada para movimentar um êmbolo no interior de um cilindro, que faz girar uma roda. Há também informações de que as máquinas a vapor são constituídas de uma caldeira e seus acessórios, um condensador e um mecanismo de transmissão do movimento e explicações sobre o funcionamento de cada uma dessas partes. No que se refere à aplicação das máquinas a vapor, lemos “Como a força expansiva dos vapores é muito grande, as máquinas a vapor tem grande força e, por isso, são empregadas em movimentar guindastes, navios, locomotivas, etc.” (GOMES FILHO, 1957, p. 241). A seguir, as figuras 55 e 56, retiradas do livro, ilustram o mecanismo de transmissão do movimento.

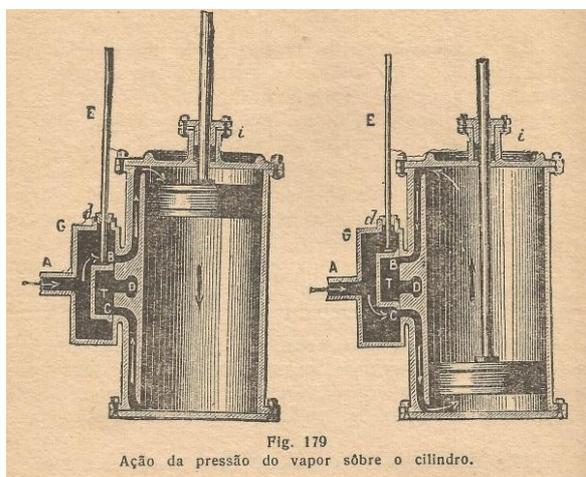


Figura 55 - Ação da pressão do vapor sobre o cilindro. Fonte: Gomes Filho (1957)

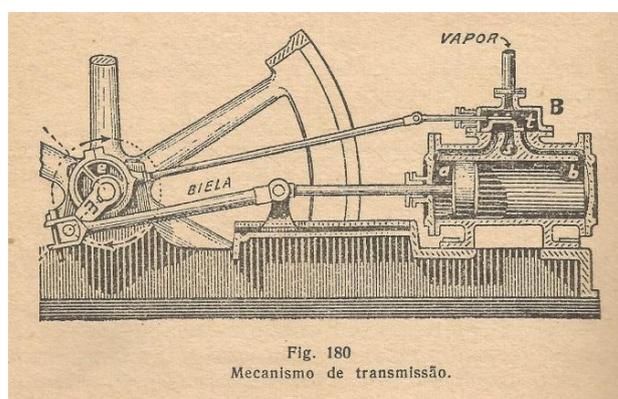


Figura 56 – Mecanismo de transmissão
Fonte: Gomes Filho (1957)

O quarto instrumento de nosso estudo é uma Câmara Escura, da área de Óptica, sobre a qual encontramos as seguintes descrição e ilustração conforme mostra a figura 57 retirada do livro de Venâncio Filho (1935).

48. Um orifício feito em recinto escuro, pelo qual penetra a luz solar, permite ver um *feixe* luminoso devido à poeira suspensa no ar, de contôrnio retilíneo, o que demonstra a *propagação da luz em linha reta, nos meios homogêneos*. A fig. 72 mostra a formação das imagens na câmara escura.

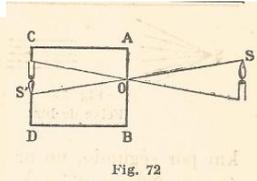


Figura 57 – Descrição da câmara escura
Fonte: Venâncio Filho (1935)

O livro de Aníbal Freitas (1936), sem falar explicitamente em câmara escura, traz um item que explica, com a ajuda de uma ilustração, como se forma a imagem de um corpo luminoso colocado em frente a uma caixa de paredes opacas com uma pequena abertura.

No livro de Urbano Pereira (1942), a referência à câmara escura aparece no capítulo sobre espelhos e lentes, no item “Máquina fotográfica”. O texto afirma que a máquina fotográfica é uma câmara escura aperfeiçoada e descreve como a imagem se forma e fica registrada. A ilustração que acompanha a explicação está reproduzida a seguir, na figura 58.

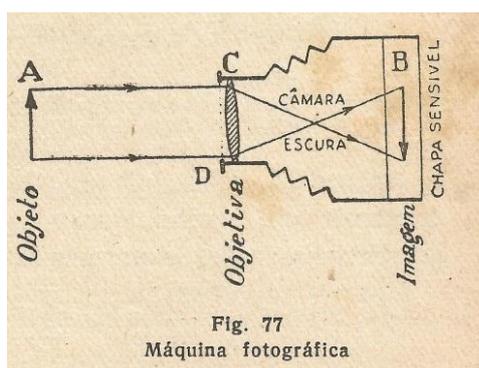


Fig. 77
Máquina fotográfica

Figura 58 – Máquina fotográfica - Urbano Pereira (1942)

No livro de Aníbal Freitas, 3º livro ciclo colegial, de 1960, no capítulo sobre propagação retilínea da luz, encontramos a mesma explicação sobre a formação de imagens em pequenas aberturas, com a mesma ilustração, apresentadas pelo autor no seu livro anteriormente referido, de 1936.

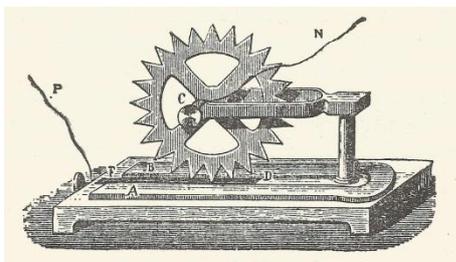
No livro de 1960, no entanto, há uma explicação bastante detalhada sobre a câmara escura, no capítulo que se refere aos instrumentos de Óptica. Neste item, o texto se refere ao uso de lentes para aumentar a iluminação da imagem obtida na câmara e mostra como se calcula a claridade de uma objetiva. O texto também informa que a câmara escura “constitui o órgão essencial das máquinas fotográficas” (p. 104).

Nosso último instrumento a ser verificado nos livros, é a Roda de Barlow, da área de Eletromagnetismo. No livro de Venâncio Filho (1935), encontramos, no capítulo que trata de

Eletromagnetismo, um item abordando as máquinas dínamo-elétricas, com explicações e ilustração sobre seu funcionamento, mas não há referência ao instrumento Roda de Barlow. No livro de Urbano Pereira (1942), há um capítulo que fala das aplicações da eletricidade, com um item que aborda a eletricidade como força motriz e se refere ao motor elétrico.

O livro de Aníbal Freitas para o 3º ano do ciclo colegial (1960) traz uma sessão sobre o campo magnético gerado pelas correntes elétricas, com um item intitulado “Ação dos ímãs sobre as correntes”. O texto diz que um ímã fixo produz um desvio em uma corrente móvel e que a roda de Barlow permite evidenciar esse fato. Na sequência, há a descrição do aparelho e de seu funcionamento.

A ilustração conforme aparece no livro e parte da explicação fornecida esta na figura 59 a seguir:



Fazendo passar a corrente no fio, de modo que o eixo da roda se ligue ao pólo positivo, a corrente desce pelo dente que se acha mergulhado no mercúrio e volta para o gerador, passando pelo parafuso. Imediatamente a roda começa a girar.

Mudando o sentido da corrente, o sentido do movimento da roda mudará também.

Figura 59 – Roda de Barlow
Fonte: Aníbal Freitas, 1960

Pelo que se observa, nesse caso, a função do instrumento, caso estivesse ao alcance de professes e alunos durante as aulas, era apenas ilustrativa. Na verdade, de acordo com o que pudemos verificar nos livros analisados, os cinco instrumentos escolhidos para o presente estudo serviam para explicar um fenômeno físico ou uma lei e deveriam ser manuseados principalmente pelo professor.

Assim, temos as recomendações da legislação quanto aos materiais para a realização de atividades experimentais, os livros didáticos publicados no período entre 1931 e 1961, com a apresentação e descrição de muitos desses materiais e uma coleção de instrumentos de uma escola que abrange grande parte do que aparece tanto na legislação como nos livros. Isso nos leva a supor que, de alguma maneira, os instrumentos tiveram um papel significativo na concepção de ensino de Física naquele período.

4. Um estudo dos cinco instrumentos

Apresentamos, neste capítulo, um estudo dos cinco instrumentos pertencentes ao acervo da escola Bento de Abreu de Araraquara, selecionados para estudo nesta dissertação, quais sejam: Dinamômetro de Poncelet, Higrômetro de Daniell, Modelo de Máquina a Vapor, Câmara Escura e Roda de Barlow. Conforme já explicado anteriormente, os instrumentos foram selecionados usando-se, como critério, diferentes áreas temáticas da Física. Nossa intenção é expor uma metodologia que pode ser aplicada aos outros objetos da coleção.

Como esclarecemos no item Procedimentos Metodológicos, a ficha que utilizamos segue o modelo da de Silva (2005), abarcando as seguintes dimensões: Material, História, Meio e Significado, além de referências.

Para a descrição de cada peça e de seu funcionamento, utilizamos, principalmente, as informações encontradas nos seis livros didáticos analisados, relacionando o instrumento com a proposta de sua utilização, conforme recomendavam os autores. Também incluímos, como referência, o Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa, conforme mencionamos anteriormente. Embora já tenhamos descrito cada um dos campos, apresentamos aqui, de maneira breve, alguns detalhes que, no nosso entendimento, podem auxiliar na leitura da ficha.

Como já foi apontado, em relação aos materiais constituintes das peças, não especificamos o tipo de metal ou de madeira utilizados, pois não temos como identificá-los. A qualidade de acabamento, considerando-se o tipo de acabamento dado pelo fabricante da peça, foi classificada dentro dos parâmetros: boa, regular e ruim. Quanto ao estado de conservação, avaliamos de acordo com os critérios: bom, regular e ruim, considerando-se as condições em que a peça se encontra quanto ao seu funcionamento e ao desgaste sofrido ao longo do tempo. A ênfase matemática foi considerada qualitativa, quando o instrumento tem como função o enfoque de questões conceituais e quantitativa, quando serve para obtenção de medidas de grandezas. Na forma de abordagem, especificamos se o instrumento é de demonstração/observação ou de experimentação.

As fichas que aqui apresentamos a seguir são exemplos e, como já dissemos, podem ser elaboradas para todos os instrumentos da coleção da EEBA, bem como servir como modelo para a organização de instrumentos encontrados em outras escolas.

Dinamômetro de Poncelet

Nome: Dinamômetro de Poncelet	Número de identificação: 2007/094
--------------------------------------	--

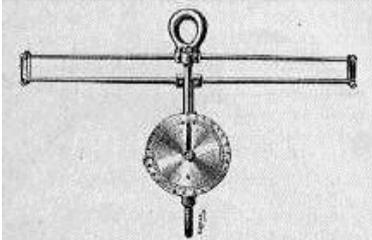
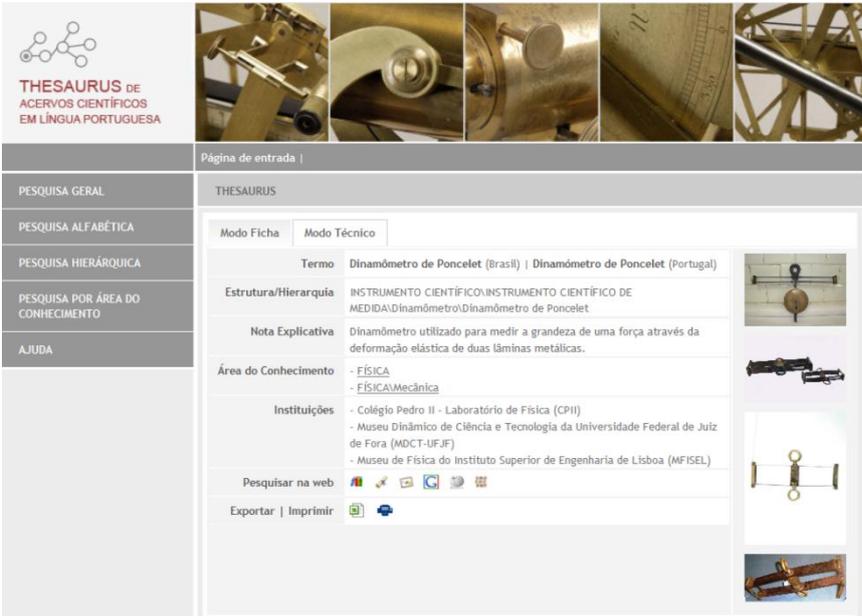


MATERIAL

Área do conhecimento	Mecânica
Descrição	Peça em metal, constituída por duas lâminas flexíveis, presas por duas estruturas metálicas rígidas, em forma de retângulo. Externamente, no centro de cada uma das lâminas, está fixada uma argola. Na parte interna das lâminas, em continuidade às argolas, uma placa com divisão (escala) e uma placa lisa, deslizam entre si, quando puxamos as argolas. Para efetuar medidas, o instrumento é suspenso pela alça superior e, na outra, penduram-se corpos cujo peso se queira aferir. A intensidade da força é indicada na escala.
Dimensões	Comprimento: 26,1 cm Altura: 15,9 cm Largura da lâmina: 3,5 cm
Funcionamento	Utilizado para medir a intensidade de uma força, através da deformação elástica de duas lâminas metálicas.
Qualidade de acabamento	Boa
Materiais	Metal

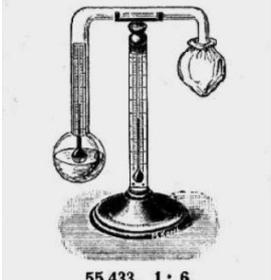
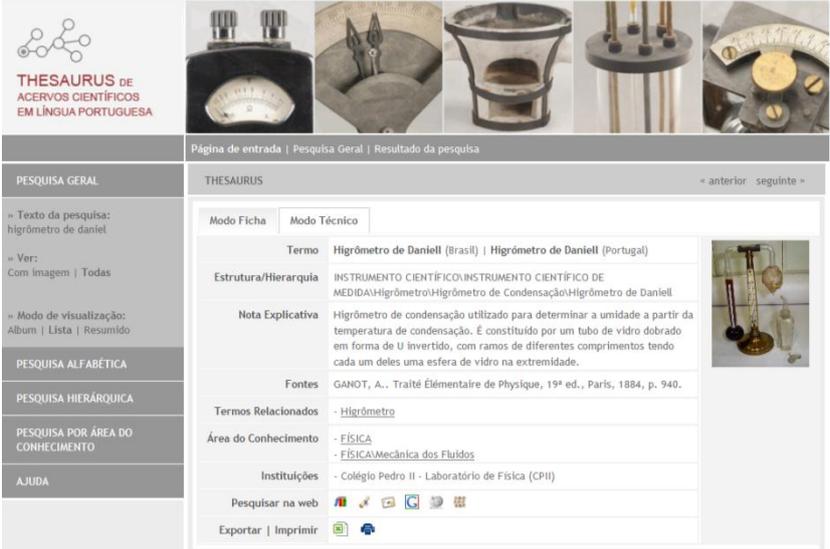
HISTÓRIA

Fabricante	Deyrolle
Procedência	Paris (França)
Usuário	Professor e aluno

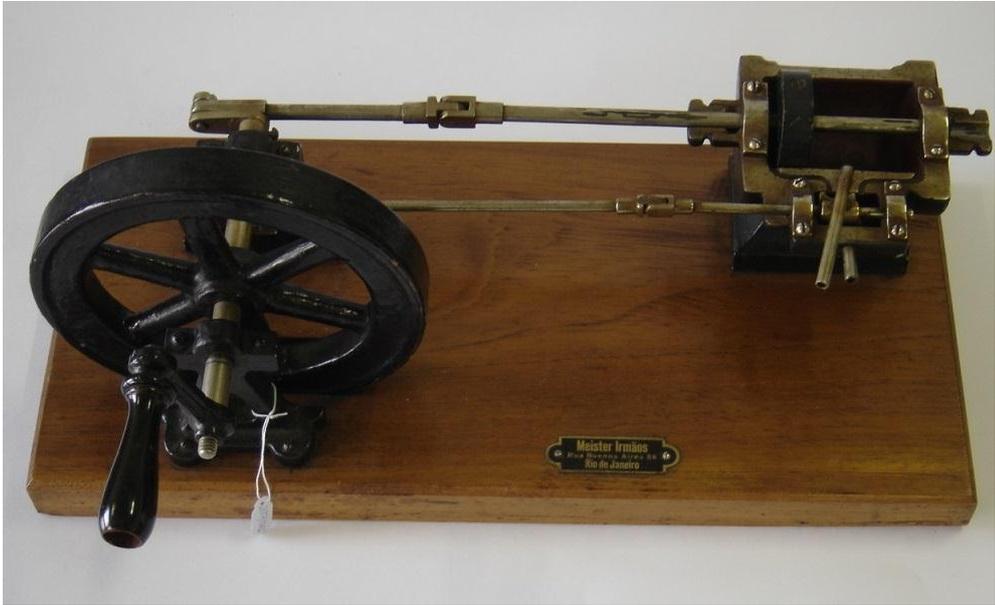
MEIO	
Armazenagem	Armário
Estado de conservação	Bom (algumas partes têm oxidação)
Local	Laboratório de Física
SIGNIFICADO	
Ênfase matemática	Quantitativa
Forma de abordagem	Demonstração e experimentação
REFERÊNCIAS	
Livros	GOMES FILHO, Francisco de Alcântara. <i>Física para o primeiro ano colegial</i> . São Paulo. Companhia Editora Nacional (1960), p. 112.
Catálogo	 <p style="text-align: center;">Fig. 34.</p> <p style="text-align: center;">Dynamomètre de Poncelet, à lames d'acier (fig. 34) droites, avec cadran circulaire indiquant les forces en kilogrammes 460</p> <p>Les Fils D'Emile Deyrolle, 1907. <i>Catalogue méthodique: Physique: instruments de précision, materiel de laboratoire: Cabinets de Physique et de Chimie</i>, Paris, p. 8</p>
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa	 <p>http://thesaurisonline.museus.ul.pt/ficha.aspx?frm=tg&value=Dinam%F4metro%20de%20Poncelet&t=o&id=197</p>

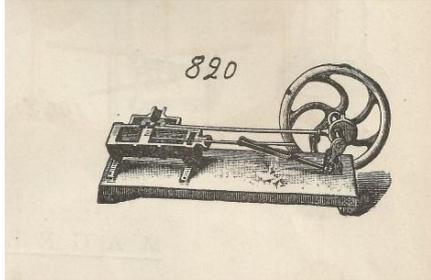
4.2. Higrômetro de Daniell

Nome: Higrômetro de Daniell	Número de identificação: 2007/023
	
MATERIAL	
Área do conhecimento	Calor
Descrição	<p>Esse higrômetro de condensação possui um suporte de madeira, de base circular, que sustenta uma estrutura composta por duas esferas de vidro, unidas por meio de um tubo de vidro dobrado, formando dois ramos de comprimentos diferentes. No centro do suporte de madeira está fixado um termômetro, que fornece a temperatura ambiente. A esfera na ponta do tubo mais comprido contém éter, onde fica mergulhado o bulbo de um termômetro. A esfera que fica na extremidade do tubo mais curto, é recoberta por um tecido fino (gaze), sobre a qual se goteja éter, que ao evaporar-se, resfria a esfera e provoca a condensação do vapor dentro dela, provocando uma diminuição da temperatura interna. Parte do líquido contido na outra esfera se evapora, esfriando-a, assim como o ar em contato com ela. Na superfície da bola se formam gotículas de orvalho. Pela comparação entre a temperatura em que o orvalho é produzido e a temperatura exterior, determina-se a umidade do ar.</p>
Dimensões	<p>Base circular: 14,8 cm de diâmetro; Altura (da base ao topo): 29,7 cm; Largura: 21 cm.</p>
Funcionamento	Utilizado para determinar a umidade do ar a partir da temperatura de condensação.
Qualidade de acabamento	Boa
Materiais	Madeira, vidro, plástico, papel e mercúrio.

HISTÓRIA	
Fabricante	Não consta
Procedência	Não identificada
Usuário	Professor
MEIO	
Armazenagem	Armário
Estado de conservação	Bom
Local	Laboratório de Física
SIGNIFICADO	
Ênfase matemática	Quantitativa
Forma de abordagem	Demonstração e experimentação
REFERÊNCIAS	
Livros	GOMES FILHO, Francisco de Alcântara. Física para o segundo ano do curso colegial. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1957, p. 220.
Catálogo	 <p style="text-align: center;">55 433. 1 : 6. Hvgrometer after Daniell . . .</p> <p>Max Kohl Aktiengesellschaft - Chemnitz – Germany – Physical Apparatus in stock, 19--, p. 49.</p>
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa	 <p>http://thesaurusonline.museus.ul.pt/ficha.aspx?frm=tg&value=Higr%F4metro%20de%20Daniell&t=o&id=305</p>

4. 3. Modelo de máquina a vapor

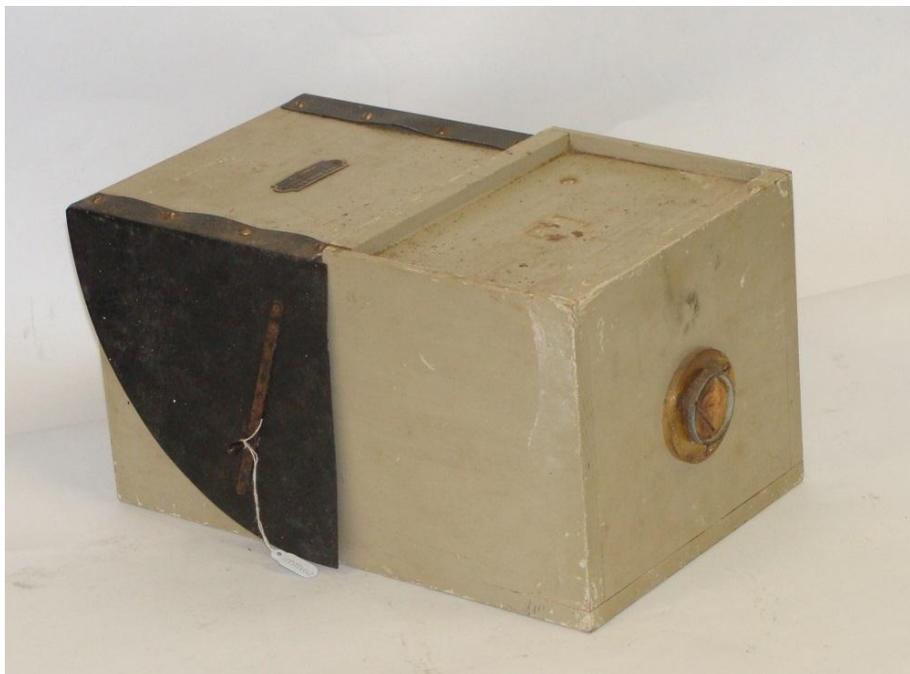
Nome: Modelo de máquina a vapor		Número de identificação: 2007/026	
			
MATERIAL			
Área do conhecimento		Termodinâmica	
Descrição		<p>As máquinas a vapor transformam calor em trabalho mecânico. Funcionam por meio do aproveitamento do aquecimento da água em caldeiras fechadas, onde a pressão é elevada. Essa pressão é usada para movimentar um êmbolo no interior de um cilindro, imprimindo um movimento de rotação. As máquinas a vapor possuem uma caldeira e seus acessórios, um condensador e um mecanismo de transmissão do movimento. Neste modelo, vemos o mecanismo de transmissão, composto de um pistão, com os locais de entrada e saída do vapor, ligado a uma biela, que por sua vez é ligada a uma roda. Ao girar uma manivela, acoplada a uma roda, pode-se observar o movimento do pistão e da biela.</p>	
Dimensões		Comprimento da base: 34,9 cm; Largura da base: 16,5 cm; Altura da peça: 15,7 cm.	
Funcionamento		Utilizado para demonstrar o funcionamento de uma máquina a vapor	
Qualidade de acabamento		Boa	
Materiais		Madeira e metal	
HISTÓRIA			
Fabricante ou distribuidor		Meister Irmãos	
Procedência		Rio de Janeiro (Brasil)	
Usuário		Professor	

MEIO	
Armazenagem	Armário
Estado de conservação	Bom
Local	Laboratório de Física
SIGNIFICADO	
Ênfase matemática	Qualitativa
Forma de abordagem	Demonstração
REFERÊNCIAS	
Livros	GOMES FILHO, Francisco de Alcântara. Física para o segundo ano do curso colegial. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1957, p. 220.
Catálogo	 <p>Franz Sturm & Cia. Ltda. Material para ensino. Catálogo geral nº 1, São Paulo, 1940.</p>
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa	  <p>Página de entrada Pesquisa Geral Resultado da pesquisa</p> <p>PESQUISA GERAL</p> <p>» Texto da pesquisa: máquina a vapor</p> <p>» Ver: Com imagem Todas</p> <p>» Modo de visualização: Album Lista Resumido</p> <p>PESQUISA ALFABÉTICA</p> <p>PESQUISA HIERÁRQUICA</p> <p>PESQUISA POR ÁREA DO CONHECIMENTO</p> <p>AJUDA</p> <p>THESAURUS</p> <p>« anterior seguinte »</p> <p>Modo Ficha Modo Técnico</p> <p>Termo Modelo de locomotiva a vapor</p> <p>Estrutura/Hierarquia INSTRUMENTO DE DEMONSTRAÇÃO E ESTUDO INSTRUMENTO DE DEMONSTRAÇÃO E ESTUDO-OPERATIVO Modelo de locomotiva a vapor</p> <p>Nota Explicativa Utilizado para estudar o funcionamento de uma locomotiva a vapor.</p> <p>Fontes LABORATÓRIO do Mundo: idéias e saberes do século XVIII. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2004, 87-88.</p> <p>Sinónimos - Modelo didático miniaturizado de locomotiva</p> <p>Área do Conhecimento - ENGENHARIA Engenharia de Transporte</p> <p>Instituições - Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (WFISEL) - Museu Dinâmico de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (MDCT-UFJF) - Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (MCT-EM-UFOP) - Museu da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MEP-UFRJ) - Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Universidade de Lisboa (MUHNAC)</p> <p>Pesquisar na web </p> <p>Exportar Imprimir </p> 

4.4. Câmara escura

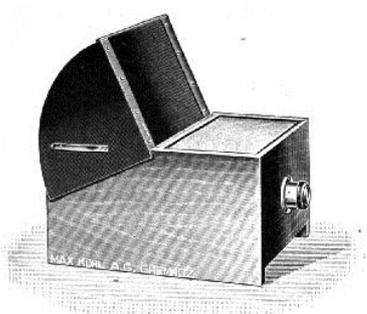
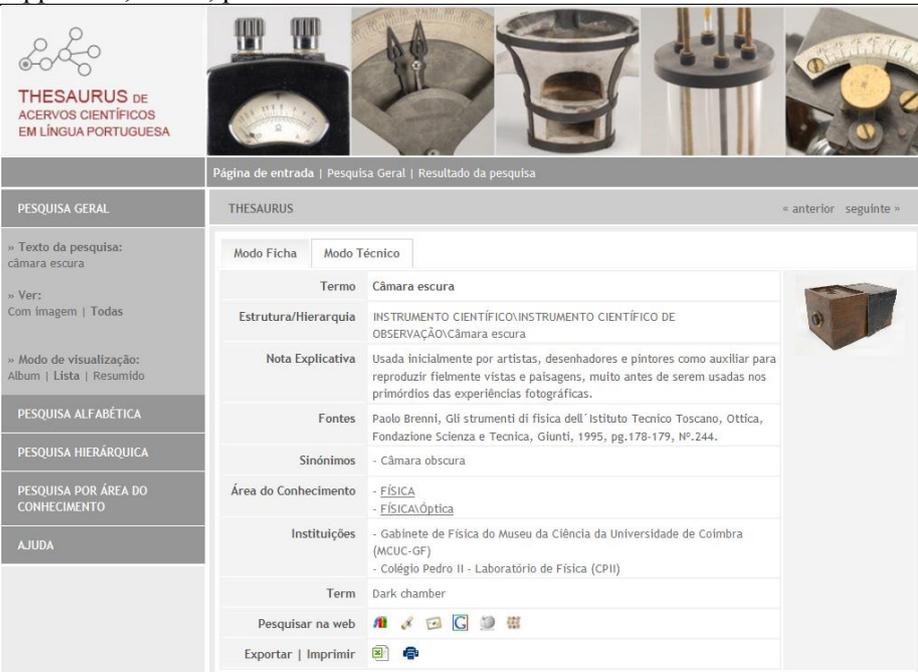
Nome: Câmara escura

Número de identificação: 2007/102



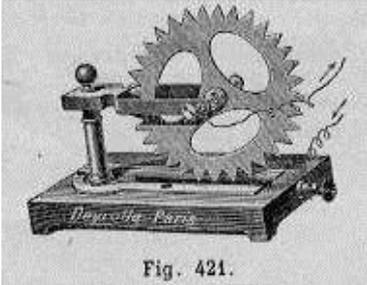
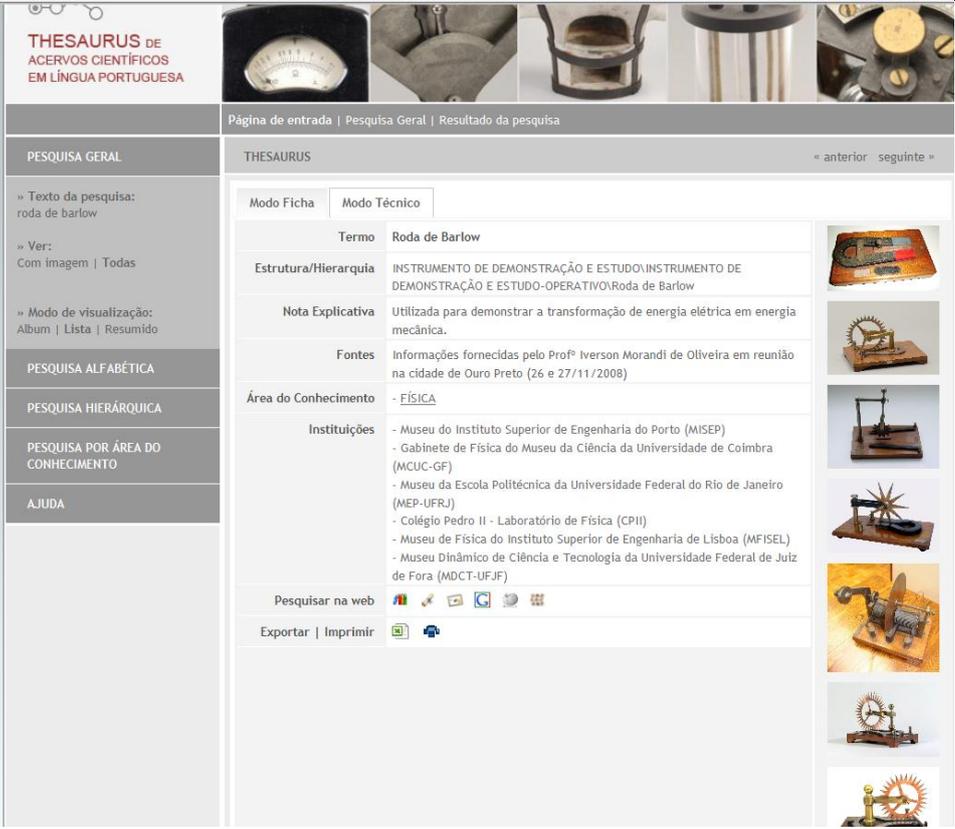
MATERIAL

Área do conhecimento	Óptica
Descrição	Uma câmara escura de orifício consiste em um equipamento formado por uma caixa de paredes totalmente opacas, com um pequeno orifício no meio de uma das faces. Ao colocar-se um objeto luminoso ou iluminado, na frente do orifício, a uma certa distância, vai haver a formação de uma imagem invertida, na parede oposta da caixa.
Dimensões	Comprimento: 28 cm Largura: 15 cm Altura: 16,7 cm
Funcionamento	Sua finalidade é produzir a imagem real de um objeto
Qualidade de acabamento	Regular
Materiais	Madeira e Metal

HISTÓRIA	
Fabricante	Max Kohl
Procedência	Chemnitz (Alemanha)
Usuário	Professor
MEIO	
Armazenagem	Armário
Estado de conservação	Regular
Local	Laboratório de Física
SIGNIFICADO	
Ênfase matemática	Qualitativa
Forma de abordagem	Demonstração
REFERÊNCIAS	
Livros	FREITAS, Aníbal (1960). Física 3º livro – Ciclo colegial. São Paulo, Edições Melhoramentos, p. 104
Catálogo	 <p style="text-align: center;">54 355. 1 : 8.</p> <p>54,355. Camera obscura, Figure; size of image 140×100 mm 1. 0. 0 Max Kohl A. G. Chemnitz Germany – Price List no. 50. Vols. II and III. Physical Apparatus, 191-. , p. 530.</p>
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa	 <p>Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa</p> <p>« anterior seguinte »</p> <p>Modo Ficha Modo Técnico</p> <p>Termo Câmara escura</p> <p>Estrutura/Hierarquia INSTRUMENTO CIENTÍFICO\INSTRUMENTO CIENTÍFICO DE OBSERVAÇÃO\Câmara escura</p> <p>Nota Explicativa Usada inicialmente por artistas, desenhadores e pintores como auxiliar para reproduzir fielmente vistas e paisagens, muito antes de serem usadas nos primórdios das experiências fotográficas.</p> <p>Fontes Paolo Brenni, Gli strumenti di fisica dell' Istituto Tecnico Toscano, Ottica, Fondazione Scienza e Tecnica, Giunti, 1995, pg.178-179, Nº.244.</p> <p>Sinónimos - Câmara obscura</p> <p>Área do Conhecimento - FÍSICA - FÍSICA\Óptica</p> <p>Instituições - Gabinete de Física do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra (MCUC-GF) - Colégio Pedro II - Laboratório de Física (CPII)</p> <p>Term Dark chamber</p> <p>Pesquisar na web</p> <p>Exportar Imprimir</p>

4. 5. Roda de Barlow

Nome: Roda de Barlow		Número de identificação: 2007/010	
			
MATERIAL			
Área do conhecimento		Eletromagnetismo	
Descrição		<p>É um motor elétrico. O aparelho é composto por uma roda metálica, dentada, que pode girar em torno de um eixo horizontal fixo. Os dentes da roda, ao girar, mergulham levemente em uma pequena cuba que contém mercúrio e que fica apoiada na base do instrumento. Em volta do recipiente com mercúrio e também preso à base, há um imã, em forma de U. Ligando-se o eixo da roda ao polo de uma pilha e o depósito de mercúrio ao outro polo, observa-se que a roda começa a girar pela ação de uma força eletromagnética. Mudando o sentido da corrente, o sentido do movimento de rotação também muda.</p>	
Dimensões		<p>Altura da peça: 28,8 cm Medidas da base: 24,6 cm X 12,6 cm</p>	
Funcionamento		Demonstrar a transformação de energia elétrica em mecânica.	
Qualidade de acabamento		Boa	
Materiais		Metal e madeira	
HISTÓRIA			
Fabricante ou distribuidor		Meister Irmãos	
Procedência		Rio de Janeiro (Brasil)	
Usuário		Professor	

MEIO	
Armazenagem	Armário
Estado de conservação	Bom
Local	Escola Estadual Bento de Abreu de Arararaquara
SIGNIFICADO	
Ênfase matemática	Qualitativa
Forma de abordagem	Demonstração
REFERÊNCIAS	
Livros	FREITAS, Aníbal (1960). Física 3º livro – Ciclo colegial. São Paulo, Edições Melhoramentos, p. 346.
Catálogo	 <p style="text-align: center;">Fig. 421.</p> <p>Roue de Barlow (fig. 421) pour montrer l'action exercée par un aimant sur une portion de courant mobile; la force exercée par l'aimant sur la roue est constante et donne lieu à un mouvement de rotation continu; cet appareil est de plus réversible, un mouvement de rotation imprimé à la roue fait dévier l'aiguille d'un galvanomètre situé à la place de la force motrice agissant dans le premier cas 65 fr. et 90.</p> <p>Les Fils D'Emile Deyrolle, 1907. <i>Catalogue méthodique: Physique: instruments de précision, matériel de laboratoire: Cabinets de Physique et de Chimie</i>, Paris, p. 104</p>
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa	 <p>THESAURUS DE ACERVOS CIENTÍFICOS EM LÍNGUA PORTUGUESA</p> <p>Página de entrada Pesquisa Geral Resultado da pesquisa</p> <p>PESQUISA GERAL</p> <p>THESAURUS « anterior seguinte »</p> <p>Modo Ficha Modo Técnico</p> <p>Termo Roda de Barlow</p> <p>Estrutura/Hierarquia INSTRUMENTO DE DEMONSTRAÇÃO E ESTUDO\INSTRUMENTO DE DEMONSTRAÇÃO E ESTUDO-OPERATIVO\Roda de Barlow</p> <p>Nota Explicativa Utilizada para demonstrar a transformação de energia elétrica em energia mecânica.</p> <p>Fontes Informações fornecidas pelo Profº Iverson Morandi de Oliveira em reunião na cidade de Ouro Preto (26 e 27/11/2008)</p> <p>Área do Conhecimento - FÍSICA</p> <p>Instituições - Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto (MISEP) - Gabinete de Física do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra (MCUC-GF) - Museu da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MEP-UFRJ) - Colégio Pedro II - Laboratório de Física (CPII) - Museu de Física do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (MFISEL) - Museu Dinâmico de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (MDCT-UFJF)</p> <p>Pesquisar na web</p> <p>Exportar Imprimir</p>

5. Considerações finais

A partir do estudo que realizamos, apresentamos algumas considerações relacionadas com os objetivos formulados.

Em primeiro lugar, apontamos que os instrumentos antigos, encontrados na EEBA, atendiam ao que era proposto nas legislações de épocas anteriores. O estudo da legislação do ensino brasileiro no período compreendido entre 1931 e 1961, revela que, depois da criação do Ministério da Educação e Saúde Pública, no ano de 1930, - durante o primeiro governo de Getúlio Vargas, teve início a regulamentação dos procedimentos visando à sistematização do ensino secundário. Com a Reforma Francisco Campos, a área científica passou a ter uma relevância maior dentro do currículo do secundário. O serviço de inspeção dos estabelecimentos de ensino, instituído pela Reforma, avaliava as condições das escolas quanto a suas instalações, que incluíam o laboratório de Física, bem como em relação aos diversos materiais para uso em atividades com os estudantes.

Em um artigo no qual discute algumas medidas que revelam “a crescente atenção por parte da administração brasileira quanto às instalações dos estabelecimentos destinados ao ensino secundário”, a partir da Reforma Francisco Campos, Abreu (2010, p. 292), aponta que o documento intitulado “Classificação dos Estabelecimentos de Ensino Secundário”, do Ministério da Educação e Saúde, consolidado na portaria de 15 de abril de 1932, “é expressão da preocupação por parte da administração brasileira quanto às instalações dos estabelecimentos destinados a esse nível de ensino” (p. 295).

No período posterior, com a Reforma Capanema, datada de 1942, o ensino secundário ficou dividido em ginásial e colegial, que abrangia o clássico e o científico, com uma predominância de disciplinas ligadas a “línguas” para o curso clássico e a ciências, para o científico (PILETTI, 1987). As determinações para a equiparação ou reconhecimento das instituições que ofereciam o curso colegial, no qual a disciplina Física era ministrada, indicavam a necessidade de laboratório de Física e Química e uma relação de material didático que incluía diversos instrumentos.

Assim, observamos que, de 1931 a 1961, período abrangido por este estudo, as escolas de ensino secundário deveriam ter espaços de laboratório e materiais para demonstrações e realização de experimentos de Ciências e de Física para serem reconhecidas ou equiparadas. Os programas para o ensino de Física apresentados nas legislações trazem os conteúdos recomendados para esse ensino em nível secundário e orientações de como esses

conteúdos deveriam ser ministrados, sugerindo a realização de atividades práticas ou experimentais com uso de aparelhos e equipamentos, como os que encontramos na Escola Bento de Abreu de Araraquara.

Conforme explicitamos no trabalho, esta tradicional instituição de ensino teve sua origem no início do século XX, no ano de 1914, quando foi instalada, em Araraquara, sob administração dos irmãos Lane e com orientação educacional dos padrões da Escola Americana. Em 1932, quando se tornou ginásio oficial, vigorava a Reforma Francisco Campos, com suas determinações sobre o espaço físico e os materiais para as escolas de ensino secundário, que seriam objeto de inspeções federais.

Em nossa avaliação, as orientações legais podem explicar a presença dos instrumentos antigos encontrados na EEBA. Vale ressaltar que eles são similares a objetos presentes em algumas outras escolas brasileiras, como verificamos em visita realizada à Escola Otoniel Motta, antigo Ginásio de Ribeirão Preto, fundado em abril de 1907 e como revelam os trabalhos de Meloni (2011), Madi Filho (2013) e Zacharias (2013), os quais abordaram, respectivamente, aspectos inerentes à cultura material escolar no Colégio Culto a Ciência de Campinas, no Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo e no Ginásio Paranaense de Curitiba.

Os objetos antigos de valor histórico representam vestígios do ensino proposto ou ministrado em um momento específico da educação brasileira, lembrando que a documentação escrita sobre a aquisição e usos dos objetos da EEBA não foi encontrada em nossas buscas até o momento. Nosso contato com os objetos nos faz perceber seu valor como fonte material, ponderando que, como afirma Meloni (2011, p. 45), “embora o texto possa ser uma fonte de informação insubstituível, não é único, pois muito do que se desenvolveu em uma instituição escolar fica marcado também em outras materialidades”.

As imagens dos instrumentos em tempos passados revelam resquícios de suas trajetórias dentro do contexto do ensino na escola, indicando novas possibilidades para o estudo desses objetos, reafirmando a importância de sua preservação. Ao discutir o objeto como documento, Rede (1996, p 276) assinala que

Pela sua própria materialidade, os objetos perpassam contextos culturais diversos e sucessivos, sofrendo reinserções que alteram sua biografia e fazem deles uma rica fonte de informação sobre a dinâmica da sociedade (transformações nos modos de relacionamento com o universo físico; mudanças nos sistemas de valores etc.).

O estudo dos instrumentos, apresentado no capítulo 4, nos permitiu conhecer melhor cada um daqueles objetos e, embora já tivéssemos tido contato com eles anteriormente, uma análise mais minuciosa nos possibilitou perceber mais detalhes nas peças examinadas, bem como aprofundar as comparações em catálogos de fabricantes. Nesse estudo, foi fundamental o confronto com os livros didáticos para a descrição detalhada do instrumento e de seu funcionamento. Esse procedimento metodológico pode ser aplicado para todos os instrumentos da coleção da EEBA e, do mesmo modo, pode servir de modelo para a construção de inventários e estudos de outros conjuntos, encontrados em outras instituições.

Ainda sobre a relação entre os instrumentos e os livros didáticos publicados no período de estudo, verificamos um grande número de objetos aparece nos livros didáticos analisados. Considerando a importância exercida pelo livro didático no processo de ensino-aprendizagem, tanto para o professor quanto para o aluno, os manuais antigos se tornam importante fonte de consulta e podem fornecer pistas sobre o uso dos instrumentos em épocas passadas. Os livros didáticos de Física estudados nesta dissertação e apresentados no terceiro capítulo têm como data de publicação os anos de 1935, 1936, 1942, 1957 e 1960. Todos eles trazem descrições de aparelhos e instrumentos e explicações sobre o funcionamento destes objetos. Além disso, os três livros que estão relacionados aos programas de 1932 trazem itens específicos sobre experiências a serem realizadas.

Em todos os livros analisados encontramos descrições de procedimentos experimentais para comprovação de leis físicas, bem como figuras detalhadas sobre alguns instrumentos, semelhantes aos da coleção da Escola Bento de Abreu e aos de outras coleções já mencionadas. Vale notar que os livros didáticos analisados referentes a este período, também eram submetidos a exame por parte do governo, conforme atestam as informações que trazem em suas capas e contracapas.

Por meio do estudo dos instrumentos, em confronto com a legislação e com os livros podemos perceber uma ideia de ensino experimental para Ciências e Física na primeira metade do século XX, embora se possa discutir a concepção de experimentação presente nesses materiais. De todo modo, o que se revela é uma importância significativa à descrição de aparelhos e instrumentos e de seu funcionamento.

O papel que os objetos desempenharam no ensino de Ciências e de Física no Brasil justifica a organização de acervos e a preservação desses objetos. Com bem esclarece Felgueiras (2005) “inventariar, estudar e preservar são os primeiros passos na criação de uma identidade dos contextos escolares”, trabalho este que não ficará completo se não houver o

“tratamento mais geral desses materiais, que permita dar-lhes visibilidade, participando na melhoria da qualidade cultural da cidade” (2005, p. 99). Desse modo, é fundamental que as escolas tomem parte desse processo, e vislumbrem ações que possam interligar o passado e o presente de suas existências.

Os professores podem exercer um papel relevante neste processo de salvaguarda da “herança educativa”, reconhecendo o valor dos documentos e objetos escolares como fontes valiosas para a compreensão e conhecimento de práticas que delinearam a história da instituição educativa. Desse modo, diz Felgueiras (2005, p. 99), “(...) o património de cada escola adquire relevo se integrado no conjunto mais vasto da cidade ou da região, que o ajuda a explicar e, se recolhido e conservado, for comunicado ao público”.

Ulpiano Meneses (1992, p. 12), a respeito do papel do presente na constituição da categoria do “objeto antigo, objeto histórico”, assinala que “o objeto antigo, obviamente, foi fabricado e manipulado em tempo anterior ao nosso, atendendo às contingências sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, etc. etc. desse tempo”, com “usos e funções utilitários ou simbólicos”. Entretanto, argumenta o autor,

Imerso na nossa contemporaneidade, decorando ambientes, integrando coleções ou institucionalizado no museu, o objeto antigo tem todos os seus significados, usos, funções, drenados e se recicla, aqui e agora, essencialmente como objeto-portador-de-sentido. Assim, por exemplo, todo eventual valor de seu uso converte-se em valor cognitivo, o que, por sua vez, pode alimentar outros valores que o passado acentua ou legitima (MENESES, 1992, p. 12).

Nesse sentido, uma coleção de objetos antigos adquire valor histórico como a representação de uma época, de um modelo de ensino e, preservada, constituirá um documento importante para a compreensão de processos ligados à educação escolar. Seu estudo, além de nos dar pistas sobre o uso no passado, também pode nos levar a pensar e discutir possibilidades para o ensino hoje. Felgueiras (2005), ao discorrer sobre herança educativa e cultura material escolar, aponta que

Estudar a educação hoje significa prestar atenção à densidade histórica do sistema educativo, nos contextos concretos de realização, expresso numa cultura material, que, simultaneamente, traduz as concepções de uma sociedade e manifesta as condições em que puderam ocorrer. (FELGUEIRAS, 2005, p. 94).

Conhecendo o passado podemos pensar formas para o emprego desses instrumentos em outros contextos, contribuindo para o ensino em nossos dias. Uma das possibilidades é que as escolas que possuem esses objetos realizem exposições periódicas, que favoreçam o envolvimento de alunos, professores, funcionários, preferencialmente, que sejam essas exposições abertas à comunidade, para que todos se apropriem, de fato, de algo que lhes pertence e expressa a função educativa dessas instituições. Outras alternativas também podem ser consideradas, entre as quais o uso dos instrumentos antigos para demonstrações de funcionamento dos aparelhos ou para a observação de fenômenos físicos, como era feito antigamente, pois em muitos deles os fenômenos podem ser facilmente observados, ao contrário do que acontece com muitos instrumentos digitais modernos. Nesse sentido, os instrumentos antigos podem servir de modelos para a construção de réplicas, evitando-se sua manipulação excessiva, pois muitos deles não funcionam devidamente e o uso pode danificar os que ainda estão em condições de operação.

De todo modo, é inegável que por meio do estudo dos instrumentos podemos conhecer melhor o ensino de Ciências e de Física no passado e pensar propostas para o emprego desses instrumentos em outros contextos, valorizando o ensino das disciplinas científicas em nossos dias.

Para concluir, ressaltamos mais uma vez a importância da preservação desses importantes restos do passado, pois como bem reitera Escolano (2010, p. 47) “el patrimonio material es [...] el registro empírico y efectual de las prácticas culturales de una época, de cada época, de todas las épocas”. Segundo esse autor,

La idea de patrimonio se asocia a la de identidad y refuerza al mismo tiempo el valor de la tradición. Los bienes de la escuela, que hasta hace poco fueron excluidos de los archivos de la memoria oficial – una memoria selectiva e interesada de hechos y obras notables –, y que ahora se buscan, conservan y difunden, nos pertenecen porque nos definen como sujetos históricos-culturales en cuanto forman parte de nuestra identidad narrativa, sobre todo desde que la experiencia escolar entró a formar parte – a lo largo de los últimos siglos – de las formas de sociabilidad del común (p. 50).

Acreditamos ser de extrema importância a criação de leis e políticas públicas que vislumbrem a salvaguarda de objetos da cultura material existentes nas escolas públicas e privadas espalhadas pelo país, de forma que esse patrimônio possa, cada vez mais, ser conhecido e estudado.

Referências

ABREU, G. S. A. de. A homogeneização do ensino secundário na década de 1930: estratégias de eficiência, racionalidade e controle. *Educar em Revista*, Curitiba, nº 2, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602010000500018&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 25 de junho de 2014.

Association de Sauvegarde et d'Etude des Instruments Scientifiques et Techniques de l'Enseignement A.S.E.I.S.T.E *Inventaire des instruments scientifiques anciens dans les établissements publics*. Disponível em <http://www.aseiste.org/> Acesso em 21/07/2011.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*. Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 1994.

BROSS, A. M. M. *Recuperação da memória do ensino experimental de Física na escola secundária brasileira: produção, utilização, evolução e preservação dos equipamentos*. 1990. 151 p.. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

DALLABRIDA, N. *A Reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário*. *Educação*, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 185-191, maio/ago.

ESCOLANO, A. La cultura material de la escuela y la educación patrimonial. *Educatio Siglo XXI*, V. 28, n. 2, 2010. Pp. 43-64. Disponible en: <<http://revistas.um.es/educatio/article/view/111961>>. Acesso em 2 ago. 2014.

FELGUEIRAS, M. L. Materialidade da cultura escolar: a importância da museologia na conservação/comunicação da herança educativa. *Pro-posições*, v. 16, n. I (46) – jan./abr. 2005, pg. 87/102.

FLEMING, E. M. *Artifact Study: a Proposed Model*. Winterthur Portfolio, Vol. 9. (1974), pp. 153-173.

GRANATO, M., RIBEIRO, E. S., CERAVOLO, S. e HANDFAS, E. *Cartilha de Orientações gerais para preservação do patrimônio cultural de ciência e tecnologia*. Museu de Astronomia e Ciências Afins MAST/MCTI, Rio de Janeiro, 2013.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das Ciências*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1987.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MALAQUIAS, I. *Instrumentos científicos antigos no ensino e divulgação da física*. 2004. Disponível em: < <http://baudafisica.web.ua.pt/principal.aspx>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

MADI FILHO, J. M. I. *Animais taxidermizados como materiais de ensino em fins do século XIX e começo do século XX*. 2013, 143p.. Dissertação (Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade - PUC), São Paulo, 2013.

MELONI, R. A. A experiência de constituição de uma fonte documental a partir dos instrumentos de ensino de química e física do Colégio Culto à Ciência de Campinas/SP. *Revista Brasileira de História da Educação*, Campinas – SP, v. 11, n. 1 (25), p. 43-65, jan/abr. 2011. Disponível em <www.rbhe.sbhe.org.br/index.php/rbhe/article/download/14/58>. Acesso em 17 de junho de 2014.

MENESES, U. B. A História, cativa da memória? Para um mapeamento da memória no campo das ciências sociais. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros/USP*, São Paulo, v.34, p. 9-24, 1992.

PEARCE, S. M. *Thinking about things*. *Museums Journal* 85(4), 1986, pp. 198-201.

PEREZ, M. I. *História de uma instituição pública de ensino secundário: implicações da democratização do ensino na cultura escolar*. 2006. 124 p.. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

REDE, Marcelo. História a partir das coisas: tendências recentes nos estudos de cultura material. *An. mus. paul.*, São Paulo, v. 4, n. 1, 1996. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47141996000100018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 10 Jul 2014.

ROMANELLI, O. O. *História da educação no Brasil: 1930-1973*. Petrópolis: Vozes, 1983.

SÁNCHEZ, M. M. *Memoria final del Proyecto de Innovación Educativa (PIE)* número 1002/42. Universidad Complutense de Madrid. Disponível em http://www.ucm.es/info/dicieux/proyectis/pie_2002-42. Acesso em 20/07/2011.

SILVA, A. M. M. Uma proposta de análise museológica para os equipamentos para o ensino experimental de Física. *Atas do 5º. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, – Bauru: ABRAPEC, 2005. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p607.pdf>.

SOUZA, R. F. *História da organização do trabalho escolar e do currículo no século XX* (ensino primário e secundário no Brasil). São Paulo: Cortez. (2008).

SOUZA, R. F. Políticas de expansão e de modernização do ensino secundário no Estado de São Paulo (1942- 1971). *Congresso Brasileiro de História da Educação*, Vitória, 2011. CD-ROM CONGRESSO BRASILEIRO.

SOUZA, R. F. Do Araraquara College à Escola Estadual Bento de Abreu. In: SOUZA, R. F., VADEMARIN, V. T. e ZANCUL, M. C. S. (orgs) *O Ginásio da Morada do Sol. História e Memória da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara*. São Paulo: Editora UNESP, 2014 (no prelo).

SHIMIZU, K. S. *O “Mackenzie” de Araraquara*. Monografia. Araraquara, Mimeo, 1990.

SHIROMA, E. O., MORAES, M. C. M. e EVANGELISTA, O. *Política Educacional*. Rio de Janeiro, DP&A, 2002.

ZACHARIAS, M. R. *Espaços e processos educativos do Ginásio Paranaense: os ambientes especializados e seus artefatos (1904-1949)*. 2013, 187p.. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ZANCUL, M. C.; BARRETO, E. O. Scientific instruments for physics teaching in Brazilian secondary schools, 1931-1961. *Scientific instruments in the history of science: studies in transfer, use and preservation /Organization by. Marcus Granato, Marta C. Lourenço.-* Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2014. p. 259/276.

ZANCUL, M. C.; SOUZA, R. F. 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, Período mai/ago-2012*. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/6272>.

ZANCUL, M. C. S. A coleção de instrumentos antigos do laboratório de Física da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara (SP). *Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v.11, n.1, p. 1-17, jun. 2009.

_____. *Os instrumentos antigos do laboratório de Física da Escola Estadual Bento de Abreu de Araraquara*. In: GRANATO, M. e LOURENÇO, M. Coleções científicas luso-brasileiras: patrimônio a ser descoberto. Rio de Janeiro, MAST, 2010.

_____. *A ciência que ensina: fragmentação, ritualismo e descontinuidade nas práticas de ciências para as séries finais do ensino fundamental*. 2001, 251p.. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, SP, 2001.

_____. *O ensino experimental de Física no secundário entre 1931 e 1961 de acordo com os livros didáticos da época*, 2014 (mimeo).

Legislação

BICUDO, J. C. *O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação (de 1931 a 1942 inclusive)*. São Paulo: José Magalhães, 1942.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde. *Ensino Secundário no Brasil (organização, legislação vigente, programas)*. Rio de Janeiro: INEP, 1952. (Publicação, n. 67).

BRASIL, Decreto nº 19.402, de 14 de novembro de 1930. *Cria uma Secretaria de Estado com a denominação de Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/d19402.pdf>. Acesso em: 25 de agosto de 2012.

BRASIL, Decreto lei nº 4.244, de 09 de Abril de 1942. *Lei orgânica do ensino secundário*. Disponível em: <http://www.soleis.adv.br/leiorganicaensinosecundario.htm>. Acesso em 28 de agosto de 2012.

BRASIL, *Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil*, de 16 de julho de 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao34.htm. Acessado em 18 de julho de 2012.

BRASIL, *Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil*, de 10 de novembro de 1937. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao37.htm. Acesso 20 de julho de 2012.

BRASIL, *Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil*, de 18 de setembro de 1946. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao46.htm. Acesso em 11 de agosto de 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de identificação do instrumento

Nome:		Número de identificação:	
(imagem)			
MATERIAL			
Área do conhecimento			
Descrição			
Dimensões			
Funcionamento			
Qualidade de acabamento			
Materiais			
HISTÓRIA			
Fabricante			
Procedência			
Usuário			
MEIO			
Armazenagem			
Estado de conservação			
Local			
SIGNIFICADO			
Ênfase matemática			
Forma de abordagem			
REFERÊNCIAS			
Livros			
Catálogo			
Thesaurus de acervos científicos em língua portuguesa			

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

Índices dos livros didáticos de Física utilizados nesta dissertação

Iniciação ao estudo dos fenômenos físicos, 3ª série, de Francisco Venâncio Filho, Companhia Editora Nacional (SP), 1935.

ÍNDICE GERAL	
Préface	15
Introdução	21
1.ª PARTE — PÊSO	
Sólidos	31
Líquidos	40
Gases	61
Quadro sinótico	76
2.ª PARTE — CALOR	
Produção e propagação	81
Mudanças de estado e aplicações	95
Quadro sinótico	104
3.ª PARTE — SOM	
Produção e propagação	109
Qualidades do som	115
Quadro sinótico	121
4.ª PARTE — LUZ	
Produção e propagação	125
Aplicações	143
Quadro sinótico	156

5.ª PARTE — ELETRICIDADE

Electricidade	159
Propagação	169
Aplicações	171
Fonte de calor	171
Fonte de luz	173
Agente químico	175
Acumulador	178
Fôrça motriz	179
Bobina de Ruhmkorff	183
Telegrafo	184
Telefone	186
Descarga nos gases rarefeitos	187
Raios X	189
Radioactividade	190
Ondas hertzianas	192
Telegrafia sem fio	194
Célula foto-eléctrica	198
Esboço da história da Física	205
Laboratórios	213
Bibliografia	215

Prefácio

A seriação dos estudos da Natureza, no curso secundário, perdeu, com a última reforma, o hiato anteriormente existente entre o ensino primário e aquele curso. Estabeleceu nas 2 primeiras séries a disciplina mal denominada "Ciências Físicas e Naturais", em que o estudo dos fenómenos naturais deve ser directo e de conjunto.

Na 3.ª série se inicia a diferenciação lógica necessária, pelos três domínios clássicos: Física, Química e História Natural.

De certo modo a Física precede e prepara as demais ciências experimentais. Pelo seu método, pela generalidade dos fenómenos que estuda, pela amplitude das aplicações, é ela o vestibulo obrigatório à educação típicamente científica do nosso tempo.

As instruções que acompanham os programas oficiais de ensino secundário, expedidas pelo Ministério de Educação e Saúde Pública, fixam, nitidamente, os objetivos e a índole da matéria, na 3.ª série: "O ensino de Física na 3.ª série começa por uma apreciação geral da disciplina, em que se trata, num aspecto de conjunto, fenómenos simples e que mais diretamente interessem ao conhecimento do mundo objetivo. Nesta fase importa mais a variedade dos fatos do

Índice do programa

1—Noções gerais : matéria e energia	21
2—O método em Física : a experiência	22
3—Peso de um corpo ; fio de prumo	31
4—Balança	37
5—Líquidos em equilíbrio. Vasos comunicantes	40
6—Princípio de Arquimedes ; densidade do sólido e líquido	46
7—Arquímedes	57
8—O ar . . . Pressão atmosférica	61
9—Experiências com o bomba de vácuo	63
10—Experiências demonstrativas da dilatação dos sólidos e líquidos	68
11—Termômetros	90
12—Fusão do gelo	82
13—Ebulição da água	95
14—Experiências demonstrativas da dilatação dos gases	97
15—Pressão de um gás	93
16—Manômetros	67
17—Fenômenos sonoros fundamentais	100
18—Qualidades do som	109
19—Propagação, reflexão da luz	115
20—Reflexão retílica da luz	125
21—Reflexão da luz	131
22—Pirraça noção de refração	136
23—Imagem real projetada por uma lente	140
24—Imagem virtual	141
25—Observações com o microscópio e com a luneta	142
26—Pilha elétrica	145
27—Noção de resistência de circuito e de intensidade de corrente. Resistão	160
28—Efeito térmico da corrente	169
29—Efeito ímã	169
30—Uma pilha	179
31—Uma pilha permanente	164
32—Galvanômetro	160
33—Primeira noção de corrente contínua e alternada	165
34—acumulador	166
34—Explicação elementar das aplicações mais correntes da energia elétrica	171

ÍNDICE

Prefácio	3
CAPÍTULO I	
Noções preliminares, Corpo e matéria	
1. Noção de corpo	5
2. Matéria	8
3. Noção de massa	8
4. Constituição da matéria	8
5. Inércia e força	9
6. Noção de fenômeno	10
Experiências a realizar	10
Questionário	12
CAPÍTULO II	
Noção geral da energia	
7. Trabalho mecânico	13
8. Potência	15
9. Idéia geral da energia	15
10. Energia mecânica	15
11. Outras formas de energia	17
12. Transformações da energia	17
13. Conservação da energia	18
14. Degradação da energia	19
15. A Física e a energia	20
Experiências a realizar	20
Questionário	20

CAPÍTULO III
O método em Física

16. O método em Física	21
17. Observação	21
18. Experimentação	21
19. Indução	22
Questionário	22

CAPÍTULO IV

Estado sólido, líquido e gasoso, Estados intermediários

20. Estados físicos dos corpos	23
21. Estado sólido	23
22. Estado líquido	23
23. Estado gasoso	24
24. Os gases são pesados	25
25. Mudanças de estado	25
26. Estados intermediários	25
Experiências a realizar	26
Questionário	35

CAPÍTULO V

Pêso de um corpo, Fio de prumo, Balanças

27. Pêso de um corpo	27
28. Centro de gravidade	28
29. Pêso relativo	28
30. Fio de prumo	29
31. Balanças	30
32. Balanças de precisão	32
33. Métodos de pesagem	32
34. Balanças comerciais	33
Experiências a realizar	35
Questionário	35

CAPÍTULO VI

Líquidos em equilíbrio, Vasos comunicantes

35. Superfície livre	36
36. Aplicação da horizontalidade da superfície livre, Nível de bolha	36
37. Noção de pressão	37
38. Transmissão das pressões exercidas nas superfícies dos líquidos	38

39. Prensa hidráulica	39
40. Pressões exercidas pelos líquidos	40
41. Torquímetro hidráulico	41
42. Vasos comunicantes	42
43. Aplicações dos vasos comunicantes	42
44. Equilíbrio de vários líquidos	44
Experiências a realizar	45
Questionário	46

CAPÍTULO VII

Princípio de Arquimedes
Densidade de um sólido e de um líquido, Areômetros

45. Princípio de Arquimedes	47
46. Consequências do princípio de Arquimedes	48
47. Corpos flutuantes	48
48. Aplicações	49
49. Densidade	50
50. Determinação da densidade dos sólidos e líquidos	51
51. Densidade dos sólidos	52
52. Densidade dos líquidos	54
53. Densidade de alguns corpos	54
54. Areômetros	55
55. Alcometro de Gay-Lussac	56
56. Densímetros	56
Experiências a realizar	56
Questionário	56

CAPÍTULO VIII

O ar, Pressão atmosférica, Experiências com a bomba de vácuo

57. O ar atmosférico	57
58. Pressão atmosférica	57
59. Medida da pressão atmosférica	59
60. Barômetros	60
61. Usos dos barômetros	63
62. Bombas de vácuo	63
63. Experiências com a bomba de vácuo	64
Experiências a realizar	64
Questionário	65

CAPÍTULO IX

Experiências demonstrativas da dilatação dos sólidos e líquidos.
Termômetros, Fusão do gelo, ebulição da água

64. Calor e temperatura	66
65. Dilatação dos sólidos	66
66. Dilatação dos líquidos	68
67. Dilatação da água	68
68. Aplicações e consequências da dilatação dos sólidos	69
69. Termômetros	69
70. Fusão do gelo	70
71. Ebulição da água	71
72. Grau centígrado	71
73. Outras escalas termométricas	71
74. Termômetros destinados a medir baixas temperaturas	72
75. Termômetros de máxima e de mínima	72
76. Termômetros usuais	73
77. Temperaturas de alguns corpos	74
78. Temperatura das fontes caloríficas	74
79. Temperaturas baixas	75
80. Medida do calor. Caloria	75
Experiências a realizar	76
Questionário	76

CAPÍTULO X

Experiências demonstrativas da dilatação dos gases.

Pressão de um gás. Manômetros

81. Dilatação dos gases	77
82. Pressão dos gases	77
83. Variação da pressão com a temperatura	78
84. Medida da força elástica dos gases	78
85. Manômetros	79
86. Aplicações e consequências da dilatação dos gases	80
Questionário	80

CAPÍTULO XI

Fenômenos sonoros fundamentais

87. Noção de movimento vibratório	81
88. Natureza do som	81
89. Propagação do som	82
90. O som não se propaga no vácuo	83
91. Som e ruído	84

92. Velocidade do som	84
93. Reflexão do som	85
94. Eco	86
Experiências a realizar	87
Questionário	87

CAPÍTULO XII

Qualidades do som

95. Qualidades do som	88
96. Intensidade	88
97. Altura	89
98. Timbre	90
Questionário	90

CAPÍTULO XIII

Propagação retilínea da luz

99. Definições gerais	91
100. Propagação retilínea da luz	92
101. Sombra e penumbra	92
102. Imagens formadas pelas pequenas aberturas	94
Questionário	94

CAPÍTULO XIV

Reflexão da luz

103. Descrição do fenômeno	95
104. Difusão da luz	95
105. Espelhos	96
106. Espelhos angulares e paralelos	96
107. Espelhos curvos	97
Questionário	99

CAPÍTULO XV

Primeira noção de refração da luz

108. Refração da luz	100
109. Ângulo limite e reflexão total	101
110. Fenômenos devidos à refração	101
111. Miragens	102
112. Lâminas de faces paralelas	103
113. Prismas	104
114. Decomposição da luz branca	104
115. Cor dos corpos	105
Questionário	105

CAPÍTULO XVI

Lentes. Foco de uma lente convergente. Imagem real projetada por uma lente convergente. Imagem virtual

116. Lentes	106
117. Focos das lentes	108
118. Lentes divergentes	109
119. Usos das lentes	110
Questionário	110

CAPÍTULO XVII

Observação com o microscópio e com a luneta

120. Microscópio simples ou lupa	111
121. Microscópio composto	111
122. Lunetas	113
Questionário	114

CAPÍTULO XVIII

Pilha elétrica

123. Eletricidade	115
124. Pilhas hidroelétricas	115
125. Pilha de Volta	116
126. Pilha de Daniell	116
127. Pilha de Bunsen	117
128. Pilha de Leclanché	117
129. Pilhas sécas	118
Questionário	118

CAPÍTULO XIX

Noção de resistência de um circuito e de intensidade de corrente. Reostatos

130. Noção elementar de diferença de potenciais	119
131. Noção de corrente elétrica	119
132. Noção de intensidade de corrente, de força eletromotriz e de resistência de um circuito	120
133. Potência de uma corrente.	122
134. Reostatos	123
Questionário	124

CAPÍTULO XX

Efeito térmico da corrente

135. Aquecimento dos condutores	125
136. Iluminação elétrica.	126
137. Aplicações do aquecimento elétrico	127
Questionário	128

CAPÍTULO XXI

Eleto-ímã. Ímã permanente. Bússolas

138. Eleto-ímã	129
139. Ímãs permanentes	130
140. Imantação por influência	131
141. Ação mútua dos pólos	131
142. Campo magnético	132
143. Ímã quebrado	132
144. Campo magnético terrestre. Declinação e inclinação	133
145. Bússolas	134
Questionário	135

CAPÍTULO XXII

Galvanômetros

146. Ação das correntes sobre os ímãs	136
147. Medida da intensidade da corrente; galvanômetros	136
148. Galvanômetros industriais. Amperímetros e Voltímetros	137
Questionário	138

CAPÍTULO XXIII

Noção de corrente contínua e alternada

149. Diferença entre corrente contínua e corrente alternada	139
150. Indução eletro-magnética	140
151. Dinamos elétricos	140
152. Transformadores	142
153. Bobina de Ruhmkorff	142
Questionário	143

CAPÍTULO XXIV

O acumulador

154. Efeito químico da corrente	144
155. Acumuladores	145
Questionário	146

CAPITULO XXV

Explicação elementar das applicações mais usuais da energia eléctrica

156. Applicações da electricidade	147
157. Campanhas eléctricas	148
158. Telégrafo eléctrico	149
159. Telegrafia sem fio	151
160. Telefone	153
161. Radiofonia	153
162. Descargas nos gases rarefeitos. Raios X	154
163. Tração eléctrica	155
Questionário	157
Indice	



Física para a 3ª série do curso secundário, de Urbano Pereira, Livraria Acadêmica, Saraiva & Cia – Editores (SP), 1942.

ÍNDICE		PÁG.
CAP. I – Introdução		
1. – Ciências físicas e naturais. — 2. – Objeto da Física. — 3. – Importância da Física. — 4. – Aplicação da Física. — 5. – Medidas		17
II – Medidas		
6. – Sistemas de medidas. — 7. – Sistema C.G.S. — 8. – Múltiplos e submúltiplos. — 9. – Medidas de comprimento. — 10. – Medidas de massa. Balanças. — 11. – Pesagem simples. — 12. – Dupla-pesagem. — 13. – Medidas de superfície. — 14. – Medidas de volume		21
Resumo. Questionário. Problemas. Experiências		25
III – Noções gerais		
15. – Matéria — 16. – Estados físicos dos corpos. — 17. – Propriedades da matéria. — 18. – Impenetrabilidade. — 19. – Divisibilidade. — 20. – Compressibilidade. — 21. – Elasticidade. — 22. – Porosidade. — 23. – Inércia. — 24. – O método em Física. A experiência		29
Resumo. Questionário		34
IV – Força e Trabalho		
25. – Definição e medida de força. — 26. – Trabalho. — 27. – Máquinas. — 28. – Princípio de conservação do trabalho		37
Resumo. Questionário. Problemas		40
V – Potência		
29. – Trabalho e tempo. — 30. – Potência. — 31. – Unidades práticas		43
Resumo. Problemas		44
VI – Energia		
32. – Definição e formas da energia. — 33. – Energia mecânica. — 34. – Medida da energia. — 35. – Transformação da energia. — 36. – Conservação da energia		47
Resumo. Questionário. Problemas		49

Trechos das instruções que acompanham o programa

“O Ensino da Física na terceira série começará por uma apreciação geral da disciplina, em que serão assinalados num aspecto de conjunto fenômenos simples e que mais diretamente interessam ao mundo objetivo. Nessa fase importa mais a variedade dos fatos de que o seu conhecimento apropriado.”

“Cabe ainda ao professor, a propósito das leis e dos fenômenos físicos, ou das realizações práticas deles decorrentes, salientar a cada momento que o estudo da Física, sobre ser uma introdução necessária ao ensino das ciências naturais, cada vez mais se faz imprescindível pela importância preponderante que exerce no desenvolvimento da técnica industrial moderna e no bem estar próprio da civilização da nossa época.”

“Na descrição dos aparelhos deve o professor limitar-se às suas características essenciais, dispensados os detalhes de construção que antes conven serem apreciados no próprio modelo.”

“Fica ao critério do professor a organização, de acordo com os recursos do laboratório, de um pequeno programa de exercícios práticos — em número de uma dezena ou pouco mais — que serão realizados pelos alunos, por grupos ou em trabalho individual.”

“O ensino da Física ainda deverá compreender a resolução de um certo número de problemas, variados na forma e nos princípios de que a solução venha a depender.”

VIII - Gravidade	
37. - Peso de um corpo. — 38. - Massa de um corpo. —	
39. - Fio de prumo. — 40. - Aplicações do fio de prumo.	51
— 41. - Centro de gravidade. — 42. - Equilíbrio dos corpos	56
Resumo. Questionário. Experiências	
VIII - Princípio de Arquimedes	
43. - Corpos imersos. — 44. - Medida do impulso. —	59
45. - Aplicações do princípio de Arquimedes	62
Resumo. Questionário. Problemas	
IX - Densidade	
46. - Definição da densidade. — 47. - Determinação da	65
densidade de um corpo. — 48. - Areómetros. — 49. -	68
Densidade de alguns corpos	
Resumo. Questionário. Problemas. Experiências	
X - Líquidos em equilíbrio	
50. - Superfície livre dos líquidos. — 51. - Líquidos de	71
densidades diferentes. — 52. - Vasos comunicantes.	76
53. - Tubos U. — 54. - Aplicações do princípio dos vasos	
comunicantes	
Resumo. Questionário. Problemas	
XI - O ar. Pressão atmosférica	
55. - Atmosfera. — 56. - Experiência de Torricelli. —	79
57. - Medida da pressão atmosférica. — 58. - Unidades. —	84
59. - Variação da pressão atmosférica. — 60. - Barô-	
metros. — 61. - Aplicações do barómetro	
Resumo. Questionário. Problemas	
XII - Máquinas pneumáticas. Bombas	
62. - Máquinas pneumáticas. — 63. - Experiências com	87
a bomba de vácuo. — 64. - Bombas hidráulicas	90
Resumo. Questionário. Problemas	
XIII - Dilatação dos corpos	
65. - Experiência demonstrativa da dilatação dos gases.	
— 66. - Experiência demonstrativa da dilatação dos	
líquidos. — 67. - Experiências demonstrativas da dilatação	
dos sólidos. — 68. - Mudança de estado dos corpos	
69. - Fusão do gelo. Ebulição da água. — 70. - Termô-	
metros. — 71. - Escalas termométricas. — 72. - Tipos	
de termómetros. — 73. - Outras aplicações da dilatação	93
dos corpos	
Resumo. Questionário. Problemas	100

XIV - Pressão de um gás	
74. - Pressão e calor. — 75. - Pressão e volume. — 76. -	
Manómetros. — 77. - Unidades de pressão. — 78. - Aplica-	
ções do ar comprimido	103
Resumo. Questionário. Problemas. Experiências	108
XV - Acústica	
79. - Produção do som. — 80. - Propagação do som. —	
81. - Velocidade do som. — 82. - Reflexão do som. —	
83. - Reforço do som pela reflexão. — 84. - Confusão	111
de sons. — 85. - Eco	116
Resumo. Questionário. Problemas	
XVI - Qualidades dos sons	
86. - Som musical e ruído. — 87. - Intensidade. — 88. -	
Altura. — 89. - Timbre. — 90. - Escala musical. — 91. -	
Instrumentos musicais. — 92. - Fonação e audição. —	119
93. - Fonógrafo	124
Resumo. Questionário. Problemas	
XVII - Ótica	
94. - Noções gerais. — 95. - Propagação da luz. — 96. -	
Reflexão da luz. — 97. - Reflexão regular e difusão. —	
98. - Refração da luz. — 99. - Decomposição da luz. —	
100. - Coloração dos corpos. — 101. - Composição de	127
cores	134
Resumo. Questionário. Problemas	
XVIII - Espelhos e lentes	
102. - Tipos de espelhos. — 103. - Espelhos planos. —	
104. - Espelhos esféricos. — 105. - Aplicações dos espelhos	
esféricos. — 106. - Lentes. — 107. - Aplicações das lentes	
108. - Instrumentos de ótica. — 109. - Microscópio. —	
110. - Lunetas. — 111. - Aparelhos de projecção. — 112. -	137
Máquina fotográfica. — 113. - Telescópio	148
Resumo. Questionário. Experiências	
XIX - Electricidade	
114. - Eletrização por atrito. — 115. - Atracção e repulsão	
elétricas. — 116. - Natureza da electricidade. — 117. -	
Filha eléctrica. — 118. - Corpos condutores e isoladores.	151
119. - Corrente eléctrica. — 120. - Unidades práticas. —	158
121. - Relação entre as unidades	
Resumo. Questionário. Problemas	

XX - Resistência de um circuito. Efeito térmico da corrente	
122. - Circuito eléctrico: resistência e intensidade da corrente. — 123. - Resistores. — 124. - Efeito térmico da corrente eléctrica. — 125. - Lâmpada de filamento. — 126. - Fusíveis de segurança. — 127. - Aquecimento eléctrico. — 128. - Arco eléctrico.	161
Resumo. Questionário. Problemas.	168
XXI - Magnetismo	
129. - Imãs. — 130. - Imantação. — 131. - Imã permanente e electro-imã. — 132. - Imãs moleculares. — 133. - Campo magnético. — 134. - Magnetismo terrestre. — 135. - Bússola. — 136. - Declinação magnética. — 137. - Aplicações do imã.	171
Resumo. Questionário. Problemas. Experiências.	180
XXII - Electro-magnetismo	
138. - Acção entre imã e corrente eléctrica. — 139. - Energia eléctrica e energia mecânica. — 140. - Corrente alternada. — 141. - Máquinas dinamo-eléctricas. — 142. - Galvanómetros. — 143. - Transformadores.	183
Resumo. Questionário. Problemas.	191
XXIII - Aplicações da energia eléctrica	
144. - Histórico. — 145. - Fontes de energia eléctrica. — 146. - Transmissão. — 147. - Distribuição. — 148. - Consumo. — 149. - Tração eléctrica. — 150. - Acumuladores	193
Resumo. Questionário. Experiências.	202
Revisão. Problemas.	203

I - INTRODUÇÃO

1 — *Ciências físicas e naturais.* — As ciências físicas e naturais, que são estudadas nos dois primeiros anos do curso ginasial, tratam do conhecimento do mundo em que vivemos. Elas estudam os seres vivos, animais e plantas, a matéria que constitui esses seres e os demais corpos que nos rodeiam, as modificações e os movimentos que se dão com esses corpos, e nos permitem assim conhecer e utilizar para nosso proveito as coisas e as forças naturais que se encontram nesse meio que constitui o nosso universo físico. Esse estudo tem para nós grande interesse, não só pela satisfação de saber como e porque as coisas acontecem, mas também pelas vantagens práticas que podemos tirar do nosso conhecimento disso. As condições de vida da humanidade vão se tornando cada vez mais elevadas, mais seguras e mais eficientes à medida que a ciência vai progredindo e tornando possível o domínio mais completo das forças naturais.

Para maior facilidade do estudo, as ciências físicas e naturais são divididas em História Natural, que trata dos seres organizados, vegetais e animais; Química, que trata das transformações que podem ser feitas com a composição íntima dos corpos; Física, que estuda as demais modificações desses corpos e os agentes naturais que produzem essas modificações.

2 — *Objeto da Física.* — Podemos observar, em qualquer lugar em que estejamos, que os corpos que nos rodeiam estão sujeitos a contínuas mudanças. Vemos corpos que caem

Física para o primeiro ano colegial, Física para o segundo ano do curso colegial, de Francisco de Alcântara Gomes Filho, 22ª edição, Companhia Editora Nacional (SP), 1960, com pre

fácio de 1953);

ÍNDICE

Programa oficial.....	11	Medida de volume.....	43
Préface.....	13	Medida de ângulo.....	45
		Tábua de linhas trigonométricas.....	48
		Linhas trigonométricas nos pequenos ângulos.....	50
		ERROS	
		Limiar de percepção.....	51
		Erro absoluto.....	51
		Erro grosseiro.....	52
		Erro sistemático.....	52
		Erro fortuito.....	52
		Média aritmética.....	53
		Afastamento.....	53
		Frequência.....	54
		Erro relativo.....	55
		Precisão de medida.....	56
		Erro médio.....	57
		Afastamento médio quadrático.....	57
		Probabilidade.....	58
		Média ponderada.....	59
		ESTÁTICA	
		Objeto da Mecânica.....	63
		Divisão da Mecânica.....	63
		Ponto material.....	63
		Sistemas materiais.....	63
		Noção de força.....	64
		Representação da força.....	64
		Elementos de uma força.....	65
		Unidade de força.....	66
		Noção de vetor.....	68
		Grandezas vetoriais.....	68
		Classificação dos vetores.....	68
		Sistemas de forças.....	77
		Composição de forças.....	77
		Redução de sistemas de forças.....	77
		Momento.....	80

Phenomenon official.....	11	Phenomenon official.....	11
Phenomenon official.....	13	Phenomenon official.....	13
		INTRODUÇÃO	
		Fenômeno físico.....	15
		Matéria.....	16
		Substância.....	16
		Corpo.....	16
		Hipótese molecular.....	17
		Teoria atômica.....	17
		Elétrons.....	17
		Estados físicos da matéria.....	17
		Propriedades da matéria.....	18
		Partes da Física.....	19
		Lei física.....	19
		Métodos de estudo.....	20
		Observação.....	20
		Experimentação.....	20
		Hipótese.....	21
		Teoria.....	21
		Estudo quantitativo.....	22
		Tabela.....	23
		Gráficos.....	24
		Interpolação.....	27
		Extrapolação.....	28
		MEDIDA FÍSICA	
		Unidades geométricas.....	32
		Padrão.....	33
		Regra graduada.....	35
		Moeda.....	35
		Nonio.....	36
		Paquímetro.....	37
		Palmeir.....	38
		Paralaxe.....	39
		Paralaxe micrométrica.....	39
		Comparador.....	41
		Catetômetro.....	41
		Medida de área.....	42

DO MESMO AUTOR

Física, segundo ano colegial.
Física, terceiro ano colegial.

EDIÇÕES DA
COMPANHIA EDITORA NACIONAL
Rua dos Gusmões, 639 — São Paulo

Teorema dos momentos..... 84
 Forças paralelas..... 85
 Binário..... 92
 Equilíbrio de forças..... 95
 Equilíbrio de um ponto material..... 95
 Equilíbrio de sólidos..... 97
 Trabalho mecânico..... 101
 Unidade de trabalho..... 102
 Potência mecânica..... 103
 Trabalho na rotação..... 105
 Deformações elásticas..... 107
 Tração..... 108
 Lei de Hooke..... 108
 Flexão..... 110
 Dinamômetros..... 110
 Medida de forças..... 111
 Máquinas..... 113
 Princípio da conservação do trabalho..... 115
 Rendimentos nas máquinas reais..... 116
 Máquinas simples..... 116
 Alavancas..... 116
 Tipos de alavancas..... 117
 Equilíbrio nas alavancas..... 119
 Rodanas..... 122
 Plano inclinado..... 125
 Sarrilhão..... 126
 Atritos..... 127
 Coeficiente de atrito..... 128

CINEMÁTICA

Cinemática..... 137
 Coordenadas de um ponto..... 137
 Repouso..... 138
 Movimento..... 138
 Translação..... 139
 Rotação..... 140
 Equação do movimento..... 140
 Movimento retilíneo uniforme..... 140
 Velocidade..... 141
 Equação do movimento uniforme..... 142
 Gráfico do movimento uniforme..... 143

Movimento uniformemente variado..... 145
 Aceleração..... 145
 Equações do movimento uniformemente variado..... 147
 Velocidade média..... 146
 Gráficos do movimento uniformemente variado..... 152
 Movimentos curvilíneos..... 154
 Hodógrafa..... 155
 Movimento circular uniforme..... 156
 Movimento circular uniformemente variado..... 161
 Compositio dos movimentos..... 163
 Movimento harmônico..... 163

DINÂMICA

Conceito de massa..... 171
 Princípio da inércia..... 171
 Princípio da independência das forças..... 173
 Equação fundamental da dinâmica..... 176
 Princípio da ação e reação..... 177
 Quantidade de movimento..... 178
 Impulso de uma força..... 178
 Energia cinética..... 179
 Teorema das forças vivas..... 180
 Momento de inércia..... 181
 Aceleração angular..... 187
 Força centrífuga..... 187
 Leis da força centrífuga..... 188
 Aplicações da força centrífuga..... 190
 Choque mecânico..... 191

GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Lei de Newton..... 190
 Peso de um corpo..... 200
 Campo de força..... 201
 Potencial..... 202
 Campo de gravidade..... 202
 Variação da gravidade..... 203
 Peso de um corpo..... 200
 Centro de gravidade..... 207

Teorema fundamental da hidrostática..... 262
 Princípio de Pascal..... 267
 Prensa hidráulica..... 269
 Vasos comunicantes..... 271

CORPOS IMERSOS E FLUTUANTES

Princípio de Arquimedes..... 275
 Densidade..... 281
 Peso específico..... 282
 Densimetria..... 283
 Densimetria dos líquidos..... 288
 Escoramento dos líquidos..... 292
 Teorema de Torricelli..... 293

FORÇAS MOLECULARES

Tensão superficial..... 295
 Capilaridade..... 302
 Difusão dos líquidos..... 305
 Osmose..... 306
 Diálise..... 308

GASES

Expansibilidade dos gases..... 311
 Pressão atmosférica..... 312
 Lei de Boyle Mariotte..... 321
 Mistura de gases..... 326
 Osmose dos gases..... 328
 Atmose..... 329
 Dissolução dos gases..... 330
 Resistência do ar..... 331
 Velocidade limite..... 333
 Força ascensional..... 337
 Máquina pneumática..... 339
 Bombas..... 344

Equilíbrio dos graves..... 208
 Balança..... 211
 Quantidades das balanças..... 214
 Tipos de balanças..... 218
 Queda dos corpos..... 220
 Leis da queda dos corpos..... 220
 Corpos lançados no espaço..... 227
 Problema do tiro..... 228
 Queda no plano inclinado com atrito..... 231
 Pêndulo..... 232
 Movimento pendular..... 232
 Equação do pêndulo simples..... 234
 Leis do pêndulo..... 235
 Pêndulo físico..... 238
 Pêndulo reversível..... 239
 Aplicação do pêndulo..... 241

SISTEMAS DE UNIDADES

Sistemas de unidades..... 245
 Unidades fundamentais..... 245
 Sistema M.K.S..... 246
 Sistema C.G.S..... 248
 Sistema M.T.S..... 248
 Fórmulas dimensionais..... 250
 Mudança de sistema de unidade..... 252
 Homogeneidade..... 253
 Legislação metrológica brasileira..... 255

PRESSÃO NOS LÍQUIDOS

Fluido perfeito..... 257
 Conceito de pressão..... 259
 Unidade de pressão..... 260
 Estática dos líquidos..... 261

PREFÁCIO

Apresentamos esta nova série de Física para o Curso Colegial, de acôrdo com os novos programas elaborados pela Congregação do Colégio Pedro II e na esperança de facilitar aos alunos o estudo de assuntos pertinentes a esta ciência tão vulgarizada em nossos dias.

De um modo geral, êstes livros são adaptações dos anteriores com a transposição dos capítulos segundo a nova seriação, que, aliás, permite maior liberdade ao professor para dosar a matéria em relação ao tempo disponível.

Como nas edições anteriores, mais uma vez tivemos que sacrificar a precisão e a generalidade dos conceitos em benefício da clareza indispensável ao grau de ensino a que se destina.

Finalmente, cabe-nos renovar os nossos agradecimentos a todos aquêles que nos têm enviado sugestões para um maior aprimoramento do nosso trabalho, tornando-o mais útil à mocidade estudiosa do nosso país e fazendo-o mais digno da confiança dos professores de Física que nos honram com a sua indicação.

O AUTOR

Rio, janeiro de 1953.

ÍNDICE

<p>Movimento vibratório</p> <p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Pág.</i></p> <p>Movimento periódico..... 13</p> <p>Período..... 13</p> <p>Frequência..... 13</p> <p>Movimento pendular..... 14</p> <p>Oscilação..... 15</p> <p>Movimento vibratório..... 15</p> <p>Movimento oscilatório..... 16</p> <p>Movimento harmónico simples..... 18</p> <p>Fase..... 18</p> <p>Diferença de fase..... 19</p> <p>Equação do movimento harmónico..... 19</p> <p>Variações da elongação..... 20</p> <p>Vetores grantes..... 22</p> <p>Velocidade do movimento harmónico..... 24</p> <p>Acceleração do movimento harmónico..... 26</p> <p>Energia do movimento vibratório..... 27</p>	<p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Pág.</i></p> <p>Propagação ondulatória</p> <p>Propagação dos movimentos vibratórios..... 40</p> <p>Vibrações longitudinais..... 41</p> <p>Vibrações transversais..... 42</p> <p>Representação geométrica das ondulações..... 42</p> <p>Comprimento de onda..... 43</p> <p>Superfície de onda..... 43</p> <p>Equação do movimento ondulatório..... 45</p> <p>Superposição de ondas</p> <p>Superposição de ondas..... 46</p> <p>Diferença de marcha..... 47</p> <p>Reflexão de ondas..... 53</p> <p>Ondas estacionárias..... 58</p> <p>Ressonância..... 73</p> <p>Interferência..... 73</p> <p>Natureza do som</p> <p>Natureza do som..... 48</p> <p>Infra-som..... 49</p> <p>Ultra-som..... 49</p> <p>Ondas sonoras..... 49</p> <p>Propagação do som..... 49</p> <p>Velocidade do som..... 50</p> <p>Fórmula de Newton..... 51</p> <p>Reflexão do som..... 53</p> <p>Refracção do som..... 54</p> <p>Refração do som..... 55</p> <p>Interferência sonora..... 57</p> <p>Sons diferenciais..... 57</p> <p>Sons adicionais..... 57</p> <p>Batimento sonoro..... 57</p>
<p>Composição de vibrações</p> <p>Composição de vibrações parciais..... 20</p> <p>Método gráfico..... 20</p> <p>Método trigonométrico..... 30</p> <p>Método dos vetores grantes..... 32</p> <p>Decomposição do movimento vibratório..... 33</p> <p>Batimento..... 34</p> <p>Composição de vibrações ortogonais..... 35</p> <p>Curvas de Lissajous..... 38</p> <p>Pêndulo de Airy..... 39</p>	

Velocidade do som no ar.....	58
Velocidade do som nos gases.....	60
Velocidade do som nos líquidos.....	61
Velocidade do som nos sólidos.....	62
Efeito de Doppler-Fizeau.....	62

Qualidades fisiológicas do som

Ruídos.....	49
Sons musicais.....	49
Intensidade do som.....	64
Tubos acústicos.....	66
Porta-voz.....	67
Corneta.....	67
Altura do som.....	68
Determinação da altura.....	69
Roda de Savart.....	71
Série acústica.....	72
Timbre do som.....	73
Análise do som.....	74
Ressoadores.....	75
Síntese do som.....	75
Fonógrafo.....	76
Filmes sonoros.....	76

Escalas musicais

Intervalo acústico.....	76
Savart.....	77
Intervalo musical.....	77
Notas musicais.....	79
Escalas musicais.....	79
Harmónios de um som.....	80
Diapasão normal.....	82
Acordes.....	82
Sustentação.....	83

Fontes sonoras

Fontes sonoras.....	83
Cordas vibrantes.....	83
Sonómetro.....	84
Som fundamental.....	85
Fórmula de Taylor.....	87
Fórmula de Lagrange.....	88

Coefficientes de dilatação superficial.....	123
Dilatação volumétrica.....	124
Coefficiente da dilatação volumétrica.....	124
Variação do volume.....	125
Variação da densidade com a temperatura.....	127

Dilatação dos líquidos

Dilatação real dos líquidos.....	128
Dilatação aparente dos líquidos.....	128
Dilatação do frasco.....	128
Relação entre os coeficientes.....	129
Determinação de γ do mercurio.....	130
Dilatação da água.....	133
Método de Dulong e Petit.....	130
Dilatómetro.....	132
Valores de γ dos líquidos.....	132
Consequência da dilatação dos líquidos.....	134

Dilatação dos gases

Características do estado gasoso.....	137
Lei de Boyle-Mariotte.....	137
Manómetros.....	138
Lei de Gay-Lussac.....	140
Lei de Charles.....	151
Gases perfeitos.....	142
Volume molar.....	143
Transformações dos gases perfeitos.....	143
Transformações isotérmicas.....	144
Transformações isobáricas.....	144
Transformação geral dos gases perfeitos.....	146
Equação de Clapeyron.....	148
Constante dos gases perfeitos.....	148
Transformações isocóras.....	150
Mistura de gases perfeitos.....	152
Densidade dos gases.....	152
Gases reais.....	154

Quantidade de calor

Quantidade de calor.....	157
Unidade de calor.....	157
Calor específico.....	158
Exemplo de calor específico.....	159
Capacidade calorífica.....	159
Equação da quantidade de calor.....	160
Trocas de calor.....	161
Medida do calor específico.....	162
Calorímetros de Berthelot.....	164
Calorímetro do poço de gelo.....	165
Calorímetro de Bunsen.....	166
Lei de Dulong e Petit.....	167
Lei de Woeslym.....	168
Calor específico dos gases.....	170
Lei de Delaroché e Berard.....	171
Transformações adiabáticas.....	171

Propagação do calor

Condução do calor.....	175
Experiência de Despretz.....	177
Invenção do calor.....	177
Irradiação do calor.....	178
Corpos atarmados.....	179
Corpos atarmados.....	179
Emissão do calor.....	179
Absorção do calor.....	179
Aplicações da propagação do calor.....	179

Mudanças do estado físico

Fusão.....	181
Leis da fusão.....	183
Solidificação.....	183
Leis da solidificação.....	184
Superfusão.....	184
Influência da pressão na fusão.....	186
Representações gráficas.....	189
Calor de fusão.....	189
Vaporização.....	189
Pressão máxima de um vapor.....	186

Experiência de Andrews.....	207
Evaporação.....	197
Ebulição.....	199
Leis da ebulição.....	199
Aplicações da ebulição.....	201
Anomalias da ebulição.....	201
Destilação.....	213
Calafação.....	203
Leis da calefação.....	203
Calor de vaporização.....	172
Liquefação.....	205
Produção do frio.....	198
Sublimação.....	187
Soluções.....	214
Soluções coloidais.....	217
Misturas frigoríficas.....	215
Vapor d'água na atmosfera.....	217
Higrômetros.....	218

Termodinâmica

Transformações termodinâmicas.....	223
Trocas de calor e trabalho.....	224
Tipos de transformações.....	225
Primeiro princípio da termodinâmica.....	228
Medida de J	228
Valores de J	230
Transformações cíclicas.....	231
Conservação de energia.....	232
Energia interna.....	232
Segundo princípio da termodinâmica.....	234
Rendimento térmico.....	235
Entropia.....	238
Máquinas térmicas.....	238
Máquinas a vapor.....	238
Motor a explosão.....	241

1. Movimento vibratório. Composição de vibrações. Propagação ondulatória. Superposição de ondas.

MOVIMENTO VIBRATÓRIO

§ 1. **Movimento periódico.** — Em todo movimento temos que distinguir duas grandezas características: a velocidade e a aceleração.

No movimento retilíneo uniforme a velocidade é constante e a aceleração é nula, ao passo que no movimento retilíneo uniformemente variado a aceleração é constante e a velocidade variável com o tempo. Além destes movimentos, temos que considerar outros tipos em que tanto a velocidade como a aceleração variam de um instante para outro e, entre estes movimentos, podemos distinguir aqueles nos quais a velocidade *adquire o mesmo valor de tempos em tempos iguais*, o que também acontece com a aceleração. Estes movimentos em que a velocidade e a aceleração adquirem mesmos valores, de tempos em tempos iguais, são chamados *movimentos periódicos*, sendo que se denomina *período o tempo no fim do qual a velocidade e a aceleração readquirem os seus valores primitivos*.

Nos movimentos periódicos geralmente indicamos o período por T e chamamos de *frequência o número de períodos contidos na unidade de tempo*, ou seja, $n = \frac{1}{T}$ em que n indica a frequência do movimento (*).

O mais simples dos movimentos periódicos é o movimento circular uniforme, sendo que o período é o tempo necessário para o móvel percorrer toda a circunferência, ou seja, voltar ao ponto de partida. Neste movimento, a frequência, sendo o número de períodos na unidade de tempo, também corres-

(*) Também se costuma indicar a frequência por γ (gr, letra grega).

ção, e) Interferências luminosas, franjas de interferência, anéis de Newton. f) Dupla refração; nicóis. g) Imagem mecânica dos fenômenos de polarização; polarizadores e analisadores; polarização por reflexão, polarização cromática e rotatória. h) Polarimetria.

4. — a) Manifestações da electricidade; massas eléctricas, atrações e repulsões eléctricas; corpos condutores e corpos isolantes; duas espécies de electricidade, fluido neutro, electrosópio; teorias antigas, teorias modernas, electrões; lei de Coulomb; quantidade de electricidade; distribuição de electricidade sobre os corpos; poder das pontas; fenômenos de influência; máquinas electrostáticas. b) Campo eléctrico, sua representação, linhas de força; campo uniforme, fluxo e força, potencial, sua medida; diferença de potencial, analogia hidráulica. c) Indução electrostática. d) Capacidade, farad; condensadores, grupamento de condensadores, descargas de condensadores.

5. — a) Ímãs: pólos de um ímã; massa magnética; lei de Coulomb. b) Campo magnético, linhas de força, intensidade, fluxo magnético; momento magnético; indução magnética; permeabilidade magnética, substâncias paramagnéticas e diamagnéticas. c) Campo magnético terrestre; bússola.

6. — a) Corrente eléctrica, caracteres gerais; analogia, hidráulica. b) Quantidade de electricidade; coulomb; intensidade da corrente, ampère; diferença de potencial, volt; energia eléctrica, trabalho e potência; resistência eléctrica, analogia hidráulica; resistividade; ohm; variações da resistência eléctrica, coeficiente de temperatura, condutância, condutibilidade. c) Lei de Ohm; queda da tensão em um condutor, analogia hidráulica. d) Correntes derivadas; leis de Kirchoff, aplicações. e) Efeitos térmicos da corrente; lei de Joule. f) Aplicações do aquecimento eléctrico. Efeitos químicos: electrólise da água, voltímetro; leis da electrólise, aplicações. g) Geradores químicos: pilhas e suas constituições, polarização, despolharizante; considerações gerais sobre as pilhas.

7. — a) Campo magnético das correntes eléctricas. b) Solenóide, seu campo magnético, regra de Maxwell; força magnetomotriz e reluctância, circuitos magnéticos, electróimãs; indução magnética de um electróimã. c) Acção recíproca de correntes e ímãs. d) Indução electromagnética, correntes de indução; força electromotriz de indução; indução pelas correntes, auto-indução; sentido da corrente, regras práticas; bobinas de indução; telefonia. e) Máquinas e geradores de corrente contínua. f) Generalidades sobre as correntes alternativas, características das correntes alternativas simples; intensidade eficaz e força electromotriz eficaz; potência da corrente alternativa, propriedades. g) Conversão da corrente alternativa em corrente contínua; transformadores. h) Oscilações eléctricas, analogia hidrodinâmica; descarga oscilante, oscilador de Hertz. i) Ondas electromagnéticas; propagação, velocidade de propagação, comprimento de ondas; radiocomunicação, seu estado actual.

8. — a) Descarga eléctrica, condições que determinam a produção de uma descarga eléctrica entre dois condutores; descargas eléctricas nos gases rarefeitos; tubos de gases rarefeitos; raios catódicos, suas propriedades; determinação dos caracteres dos electrões; aplicação dos raios catódicos; raios positivos. b) Raios X, suas propriedades; radioscopia e radiografia; aplicações dos raios X; raios canals. c) Efeito termiônico, válvula de três electrodos. Efeito fotoeléctrico, leis relativas à sua emissão; células fotoeléctricas, seu emprego. d) Radioactividade, sua descoberta; raios das substâncias radioactivas; corpos radioactivos. e) Noções sobre a constituição da matéria, próton, nêutron. f) As teorias modernas da física.

ÍNDICE

1. OPTICA

Capítulo I

DEFINIÇÕES, TEORIAS

1. Definições gerais	13
2. Fontes de luz	13
3. Passagem da luz através dos corpos	13
4. Teorias sobre a natureza da luz	14
5. Teoria das emissões	14
6. Teoria das vibrações	15
7. Teoria electromagnética ..	18
8. Teorias modernas	18

Capítulo II

PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

9. A luz se propaga em linha recta	20
10. Noção de raio de luz	21
11. Sombra e penumbra	22
12. Imagens formadas pelas pequenas aberturas	24

Capítulo III

FENÔMENOS LUMINOSOS NA SUPERFÍCIE DE DOIS MEIOS

13. Reflexão da luz	25
14. Difusão da luz	27
15. Desvio do raio reflectido ..	27
16. Aplicações do desvio do raio reflectido	28

Capítulo IV
ESPELHOS

17. Imagens. Estigmatismo e Aplanatismo	31
18. Imagens produzidas pelos espelhos planos	31
19. Campo de um espelho ..	33
20. Espelhos angulares	34
21. Espelhos paralelos	35
22. Espelhos esféricos	36
23. Espelhos côncavos. Foco Principal	37
24. Focos conjugados	39
25. Imagens dos objetos nos espelhos côncavos	41
26. Espelhos convexos	43
27. Focos conjugados nos espelhos convexos	44
28. Imagens produzidas nos espelhos convexos	45
29. Determinação dos focos principais dos espelhos ..	46
30. Construção das imagens nos espelhos planos	46
31. Construção das imagens nos espelhos côncavos ...	47
32. Construção das imagens nos espelhos convexos ...	50
33. Equação dos focos conjugados	50
34. Fórmula de Newton	52
35. Discussão da equação dos espelhos	53
36. Aberrações dos espelhos ..	55
37. Espelhos parabólicos	57

2. DA OPTICA FISICA

Capitulo I

VELOCIDADE DA LUZ, SUA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL

- 90. Velocidade da luz 123
91. Método de Renner 123
92. Método de Bradley 125
93. Método de Fizeau 126
94. Método de Foucault 127
95. Método de Michelson 129
96. Constância da velocidade da luz. Experiência de Michelson 130

Capitulo II

NATUREZA COMPLEXA DA LUZ BRANCA. SUA DECOMPOSIÇÃO E RECOMPOSIÇÃO

- 97. Energia radiante 132
98. Decomposição da luz branca 132
99. Recomposição da luz branca 133
100. Desigual refrangibilidade das cores do espectro 134
101. Radiações monocromáticas 135
102. Achromatismo 136

Capitulo III

ESPECTROS DAS RADIAÇÕES. ESPECTROSCOPIA

- 103. Estudo dos espectros 137
104. Inversão das raízes 138
105. Espectro solar. Raízes de Fraunhofer 139
106. Espectroscópios 140
107. Gradação do espectroscópio 142

FISICA

Capitulo V

REFRAÇÃO DA LUZ

- 38. Refração da luz 58
39. Leis da refração 59
40. Índice de refração 60
41. Equação fundamental da refração 61
42. Reflexão total 63
43. Aplicações da reflexão total 66

Capitulo VI

REFRAÇÃO NAS LÂMINAS DE FACES PARALELAS

- 44. Passagem da luz através de uma lâmina de faces paralelas 67
45. Meios separados por superfícies paralelas 69
46. Efeitos da refração 70
47. Refração atmosférica 70

Capitulo VII

PRISMA ÓPTICO

- 48. Prismas 73
49. Marcha de um raio luminoso através dos prismas 73
50. Fórmulas do prisma 74
51. Estudo experimental do desvio. Desvio mínimo 75
52. Condições de emergência 77
53. Imagens produzidas pelos prismas 77
54. Determinação do índice de refração 77

Capitulo VIII

LENTE

- 55. Tipos de lentes; lentes convergentes e divergentes 79
56. Centro óptico 80

INDICE

2. DA OPTICA FISICA

Capitulo I

VELOCIDADE DA LUZ, SUA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL

- 108. Repartição da energia no espectro. Lei de Wien ... 142
109. Propriedades das radiações do espectro 144
110. Raios infravermelhos 144
111. Raios ultravioleta 145
112. Identidade das três radiações 145
113. Aplicações da espectroscopia 146
114. Cor dos corpos 147
115. Cores complementares e cores primárias 147

Capitulo IV

INCANDESCENCIA

- 116. Incandescência 149
117. Poder emissivo 149
118. Poder absorvente 149
119. Absorção seletiva 150
120. Corpo negro 150
121. Lei de Kirchoff 150
122. Lei de Stefan-Boltzmann . 151

Capitulo V

FONTES DE LUZ

- 123. Classificação 152
124. Fosforescência 152
125. Fluorescência 153
126. Lei de Stokes 154
127. Outras formas de luminescência 154
128. Iluminamento 155
129. Leis relativas ao iluminamento 157
130. Unidades fotométricas ... 158

INDICE

2. DA OPTICA FISICA

Capitulo I

VELOCIDADE DA LUZ, SUA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL

- 90. Velocidade da luz 123
91. Método de Renner 123
92. Método de Bradley 125
93. Método de Fizeau 126
94. Método de Foucault 127
95. Método de Michelson 129
96. Constância da velocidade da luz. Experiência de Michelson 130

Capitulo II

NATUREZA COMPLEXA DA LUZ BRANCA. SUA DECOMPOSIÇÃO E RECOMPOSIÇÃO

- 97. Energia radiante 132
98. Decomposição da luz branca 132
99. Recomposição da luz branca 133
100. Desigual refrangibilidade das cores do espectro 134
101. Radiações monocromáticas 135
102. Achromatismo 136

Capitulo III

ESPECTROS DAS RADIAÇÕES. ESPECTROSCOPIA

- 103. Estudo dos espectros 137
104. Inversão das raízes 138
105. Espectro solar. Raízes de Fraunhofer 139
106. Espectroscópios 140
107. Gradação do espectroscópio 142

2. DA OPTICA FISICA

Capitulo I

VELOCIDADE DA LUZ, SUA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL

- 90. Velocidade da luz 123
91. Método de Renner 123
92. Método de Bradley 125
93. Método de Fizeau 126
94. Método de Foucault 127
95. Método de Michelson 129
96. Constância da velocidade da luz. Experiência de Michelson 130

Capitulo II

NATUREZA COMPLEXA DA LUZ BRANCA. SUA DECOMPOSIÇÃO E RECOMPOSIÇÃO

- 97. Energia radiante 132
98. Decomposição da luz branca 132
99. Recomposição da luz branca 133
100. Desigual refrangibilidade das cores do espectro 134
101. Radiações monocromáticas 135
102. Achromatismo 136

Capitulo III

ESPECTROS DAS RADIAÇÕES. ESPECTROSCOPIA

- 103. Estudo dos espectros 137
104. Inversão das raízes 138
105. Espectro solar. Raízes de Fraunhofer 139
106. Espectroscópios 140
107. Gradação do espectroscópio 142

Capítulo VI

FOTOMETRIA

131. Princípio fundamental ... 161

132. Fotômetro de Bouguer modificado por Foucault ... 161

133. Fotômetro de Rumford ... 162

134. Fotômetro de Bunsen ... 163

135. Fotômetro de Lummer e Brodhum ... 164

136. Fontes luminosas de côres diferentes ... 165

137. Fotometria objetiva ... 165

138. Equivalente mecânico da luz ... 166

3. FENÔMENOS DE DIFRAÇÃO

Capítulo III

POLARIZAÇÃO DA LUZ. DUPLA REFRAÇÃO. POLARIMETRIA

148. Generalidades ... 182

149. Polarização por reflexão ... 183

150. Lei de Brewster ... 184

151. Polarização por refração simples ... 185

152. Dupla refração ... 187

153. Polarização por dupla refração ... 188

154. Nicóis ... 189

155. Turmalina ... 190

156. Polarização rotatória ... 191

157. Lei de Biot ... 192

158. Tinta sensível ... 193

159. Polarização cromática ... 193

160. Aplicações da polarização rotatória ... 194

161. Biquartzo ... 195

162. Compensador ... 195

163. Sacarinmetro de Soleil ... 196

139. Interferências luminosas ... 169

140. Dispositivos empregados para obter a interferência ... 171

141. Coloração das lâminas delgadas ... 173

142. Anéis de Newton ... 174

143. Aplicações das franjas de interferência obtidas nas lâminas delgadas ... 175

144. Medida dos comprimentos de ondas ... 175

145. Fotografia das côres ... 177

Capítulo II

DIFRAÇÃO

146. Difração ... 178

147. Redes ... 180

4. MANIFESTAÇÕES DA ELETRICIDADE

Capítulo I

FENÔMENOS FUNDAMENTAIS DA ELETRICIDADE

164. Eletrização pelo atrito ... 201

165. Corpos bons e maus condutores da electricidade ... 201

166. Papel da terra. Reservatório comum ... 202

167. Eletrização por contato ... 202

168. Isolantes ... 202

169. Pêndulo eléctrico ... 203

170. Atrações e repulsões eléctricas ... 203

171. Duas espécies de electricidade ... 204

172. Produção simultânea das duas electricidades ... 205

173. Princípio da conservação da electricidade ... 205

174. Massas eléctricas ... 206

175. Electroscópios ... 206

176. Natureza da electricidade ... 207

177. Lei de Coulomb ... 209

178. Quantidade de electricidade. Unidade de carga ou massa eléctrica ... 211

Capítulo II

DISTRIBUIÇÃO DA ELETRICIDADE SOBRE OS CORPOS

179. Distribuição da carga eléctrica ... 213

180. Distribuição da electricidade nos corpos não condutores ... 214

181. Desigual distribuição da electricidade na superficie dos condutores ... 214

182. Densidade eléctrica ... 215

183. Pressão ou tensão electrostática ... 216

184. Poder das pontas ... 217

MAQUINAS ELECTROSTATICAS

198. Generalidades ... 225

194. Máquinas de atrito ... 225

195. Máquinas de influencia ... 226

196. Replenscher ... 228

197. Máquina de Wimshurst ... 229

198. Electróforo de Volta ... 231

199. Máquina de Van der Graaff ... 232

Capítulo V

CAMPO ELETRICO

200. Campo eléctrico ... 233

201. Linhas de força ... 234

202. Fluxo de força ... 235

203. Hipótese de Faraday sobre as ações eléctricas ... 236

Capítulo VI

POTENCIAL ELETRICO

204. Noção de potencial. Analogia hidráulica ... 237

205. Valor do potencial ... 238

206. Potencial de um campo eléctrico ... 239

207. Unidades de potencial ... 239

208. Expressão do potencial ... 240

209. Expressão da intensidade do campo em função do potencial ... 242

210. Descarga eléctrica ... 243

211. Energia de um condutor eletrizado ... 243

212. Medida do potencial ... 243

Capítulo III

FENÔMENOS DE INFLUENCIA

185. Indução ou influencia eléctrica ... 219

186. Indução produzida sobre os corpos já eletrizados ... 220

187. Indução produzida sobre os corpos maus condutores ... 221

188. Comunicação do induzido com a terra ... 221

189. Papel das pontas na indução ... 222

Capítulo VII

CAPACIDADE, CONDENSADORES

213. Capacidade elétrica 246
 214. Unidade de capacidade .. 247
 215. Partilha das cargas elétricas entre os condutores .. 248
 216. Expressão da energia de um condutor eletrizado em função de sua capacidade elétrica 249
 217. Condensação elétrica 249
 218. Condensadores 250

5. MASSAS MAGNÉTICAS

Capítulo I

IMÃS; PÓLOS DE UM IMÃ.

LEI DE COULOMB

228. Ímãs naturais e ímãs artificiais 265
 229. Pólos dos ímãs 265
 230. Ação recíproca dos ímãs 266
 231. Os pólos dos ímãs são inseparáveis 267
 232. Noção de massa magnética 267
 233. Lei de Coulomb 269

Capítulo II

CAMPO MAGNÉTICO

234. Campo magnético 270
 235. Linhas de força 271

6. CORRENTE ELÉTRICA

Capítulo I

CARACTERES GERAIS

247. Noção de corrente elétrica 283
 248. Analogia hidráulica 284
 249. Verdadeira causa da corrente elétrica 285

250. Intensidade da corrente; ampere 285
 251. Diferença de potencial; volt 286
 252. Energia e potência elétricas 287
 253. Resistência elétrica. Analogia hidráulica 287

Capítulo IV

EFEITOS QUÍMICOS DA CORRENTE ELÉTRICA

278. Eletrólise 313
 279. Efeitos secundários da eletrólise 314
 280. Eletrólise da água 315
 281. Anodo solúvel 316
 282. Quantidade de electricidade e produtos da eletrólise . 316
 283. Lei de Faraday 316
 284. Unidades 318
 285. Mecanismo da eletrólise. Teoria de Arrhenius 319
 286. Carga elétrica elementar . 320

Capítulo V

GERADORES QUÍMICOS

287. Generalidades 321
 288. Geradores químicos 323
 289. Polarização dos eléctrodos . 323
 290. Diferentes tipos de pilhas 323
 291. Acumuladores 327

Capítulo VI

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES

292. Associação de geradores .. 330
 293. Associação em opposição .. 334

Capítulo VII

CORRENTES DERIVADAS

294. Correntes derivadas. Lei de Kirchoff 335
 295. Condutores equivalentes . 338
 296. Shunt 338
 297. Medida das resistências. Ponte de Wheatstone 340

254. Resistividade; Ohm 288
 255. Variações da resistência elétrica 289
 256. Condutância, condutibilidade 290
 257. Lei de Ohm; queda de potencial 290
 258. Grupos de resistência 291
 259. Distinção entre diferença de potencial e força electromotriz 293
 260. Lei de Pouillet 294
 261. Reóstatos 295
 262. Caixas de resistência 297
 263. Receptores eléctricos 298
 264. Força contra-electromotriz . 298
 265. Fórmula de Ohm generalizada 300
 266. Rendimento eléctrico 301

Capítulo II

EFEITOS TÉRMICOS DA CORRENTE

267. Desprendimento de calor pelas correntes eléctricas. Efeito Joule 302
 268. Lei de Joule 303
 269. Fórmula de Joule 304
 270. Aplicações do calor produzido pela corrente eléctrica 304
 271. Efeito Peltier 307
 272. Efeito Thomson 307

Capítulo III

TERMELETRICIDADE

273. Experiência de Seebeck .. 308
 274. Fenómeno de inversão ... 309
 275. Filhas termeléctricas 310
 276. Agulhas termeléctricas ... 311
 277. Medidas das temperaturas pelas pilhas termeléctricas . 312

7. CAMPO MAGNETICO DAS CORRENTES ELETRICAS

Capitulo I

EXPERIENCIA DE GERSTED

- 298. Ação das correntes sobre os ímãs. Experiências de Gersted 345
- 299. Ação dos ímãs sobre as correntes 345
- 300. Regra da mão esquerda 345
- 301. Campo magnético da corrente elétrica 347
- 302. Lei de Laplace 349
- 303. Campo desenvolvido por uma corrente circular 351

Capitulo II

SOLENOIDE

- 304. Solenoide 332
- 305. Teoria do magnetismo de Ampere 353
- 306. Circuitos magnéticos. Relutância e força magnetomotriz 354

Capitulo III

ELECTROIMA

- 307. Inanitação pelos campos magnéticos 357
- 308. Indução magnética 357
- 309. Saturação dos ímãs 358
- 310. Electroímãs 359
- 311. Ciclo de inanitação, Histerese 361
- 312. Aplicações dos electroímãs 362
- 313. Princípio geral dos galvanômetros 362
- 314. Galvanómetro Deprez-d'Arsonval 364

Capitulo VII

MAQUINAS GERADORAS DE CORRENTE CONTINUA

- 335. Geradores mecânicos de energia elétrica 384
- 336. Excitação dos dinamos de correntes contínuas 387
- 337. Dinamos multipolares 389
- 338. Trabalho para acionar as máquinas. Potência e rendimento 390
- 339. Reversibilidade das máquinas elétricas 390
- 340. Transporte da energia 391

Capitulo VIII

SISTEMAS DE UNIDADES ELETRICAS

- 341. Sistema de unidades elétricas 393
- 342. Sistema electrostático C. G. S. 393
- 343. Sistema de unidades electromagnéticas C. G. S. 394
- 344. Sistema prático 395
- 345. Relação entre as unidades elétricas dos três sistemas 395

8. GENERALIDADES SOBRE AS CORRENTES ALTERNATIVAS

Capitulo I

CARACTERÍSTICAS DAS CORRENTES ALTERNATIVAS SIMPLES

- 346. Noções gerais 399
- 347. Potência das correntes alternativas. Impedância 400
- 348. Alternadores 401
- 349. Propriedades das correntes alternativas 403
- 350. Conversores de corrente 403
- 351. Transformadores 405

Capitulo II

OSCILAÇÕES ELETRICAS

- 352. Descarga oscilante 407
- 353. Experiências de Hertz 409

Capitulo III

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

- 354. Ondas electromagnéticas 411
- 355. Ondas entretidas 413
- 356. Radiocomunicação, Telegrafia e telefonia sem fios 414

Capitulo IV

EFEITO TERMIONICO

- 357. Emissão termiônica 415
- 358. Lâmpadas de três electrodos ou triodos 416
- 359. Radiotelegrafia 417
- 360. Produção das ondas 418
- 361. Recepção dos sinais 418
- 362. Receptor de lâmpadas 419
- 363. Telefonia sem fios 420
- 364. Radiogoniometria 422
- 365. Propagação das ondas hertzianas 422

Capitulo V

FENOMENOS FOTELETRICOS TELEVISÃO

- 366. Fenômenos fotoelétricos 424
- 367. Televisão 425

Capitulo VI

CORRENTES DE ALTA FREQUENCIA

- 368. Correntes de alta frequência 427

9. DESCARGA ELÉTRICA

*Capítulo I*DESCARGAS NOS GASES
RAREFEITOS

369. Condições que determinam a descarga 431
370. Descarga nos gases rarefeitos 431
371. Tubo de Crookes 432
372. Natureza dos raios catódicos 435
373. Determinação dos caracteres dos electrões 435
374. Raios positivos 436

Capítulo II

RAIOS X, SUAS PROPRIEDADES

375. Raios X 437
376. Produção dos raios X ... 437
377. Propriedades dos raios ... 438
378. Aplicações dos raios X ... 439
379. Raios canal 440

I. ÓPTICA

Capítulo III

RADIOATIVIDADE

380. Radioactividade da matéria 442
381. Natureza das radiações do rádio 443
382. Transmutação dos elementos 445

*Capítulo IV*NOÇÕES SOBRE A CONSTITUIÇÃO
DA MATÉRIA

383. A constituição da matéria 446
384. Transmutação provocada . 448
385. Radioactividade artificial .. 449

*Capítulo V*AS TEORIAS MODERNAS
DA FISICA

386. Generalidades 451
387. Mecânica electromagnética 451
388. A teoria da relatividade . 452
389. A descontinuidade dos fenómenos e a Mecânica ondulatória 455