



CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Rio de Janeiro

Ciência e Sociedade

CBPF-CS-006/90

1960

As Raízes da Física Brasileira

José Maria Filardo Bassalo



RESUMO

Este trabalho constitui a primeira parte de uma série de crônicas na qual pretendemos apresentar as principais contribuições da Física Brasileira para o desenvolvimento dessa Ciência no cenário internacional. Na primeira Crônica apresentamos os trabalhos realizados por físicos brasileiros, desde os pertencentes à Academia Real Militar, fundada em 1810, até os do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), criado em 1949. Também relatamos os artigos pioneiros sobre Física, escritos pelos professores da Escola Militar (Gomes de Souza, Miguel Sá, Joaquim Sayão e Augusto Carneiro), das Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro e de São Paulo (Henrique Morize, Francisco Ramos, Otto de Alencar, Amoroso Costa, Roberto Marinho, Teodoro Ramos). Destacamos ainda o papel desempenhado por Luiz Freire, do Recife na descoberta e no incentivo de jovens talentos, e por fim, realçamos algumas pesquisas que colocaram a Física Brasileira em posição de destaque no cenário mundial, como as de Wataghin, Damy e Pompéia (chuveiros penetrantes), de Schenberg e Gamow (efeito URCA), de Schenberg e Chandrasekhar (evolução de estrelas) de Schenberg isoladamente (elêtron puntiforme), de Gross (dielétricos, viscoelasticidade e reologia), de Costa Ribeiro (efeito Costa Ribeiro), de Leite Lopes (teoria mesônica), de Lattes, Muirhead, Occhialini, Powell e Gardner (descoberta dos pions), de Tiomno e Wheeler (spin do muon), de Tiomno e Yang (interação universal de Fermi), de Hervásio de Carvalho (radioatividade), de Sala e Herb (gerador van der Graaff), e de Elisa Frota Pessoa e Neuza Amato (desintegração do méson pi).

Palavras-chave: Física brasileira; Físicos brasileiros; Escola Militar; Escolas Politécnicas do Rio e de São Paulo; INT; FFCL/USP; FNFi/UB; CBPF.

ABSTRACT

This work is the first part of a series of Chronicles dealing with the main contributions of Brazilian Physics to the development of this Science in the international scenery. In the first Chronicle we present the works done by Brazilian physicists from the ones belonging to the Academia Real Militar, founded in 1810, to the ones of the Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), created in 1949. We treat the pioneer works written by the Militar school teachers (Gomes de Souza, Miguel Sá, Joaquim Sayão and Augusto Carneiro), of the Polytechnic Schools of Rio de Janeiro and São Paulo (Henrique Morize, Francisco Ramos, Otto de Alencar, Amoroso Costa, Roberto Marinho, Teodoro Ramos). We also describe the role performed by Luiz Freire of Recife in discovering and stimulating young researchers and some findings that placed Brazilian Physics in the international scenery, such as of Wataghin, Damy and Pompéia (cascade showers), of Schenberg and Gamow (URCA effect) and Schenberg and Chandrasekhar (star evolution), of Schenberg (point electron), of Gross (dielectrics, viscoelasticity and rheology), of Costa Ribeiro (Costa Ribeiro effect), of Lattes, Muirhead, Occhialini, Powell and Gardner (discovery of pions), of Tiomno and Wheeler (spin of the muon) and Tiomno and Yang (Fermi Universal Interaction), of Hervásio de Carvalho (radioactivity), of Sala and Herb (van der Graaff Generator) of Elisa Frota Pessoa and Neuza Amato (disintegration of the pi meson).

Key-words: Brazilian physic; Brazilian physicists; Military school; Polytechnic schools of Rio de Janeiro and São Paulo; INT; FFCL/USP; FNFi/UB; CBPF.

Muito embora o Brasil haja se tornado teoricamente independente de Portugal, em 1822, a Ciência Brasileira⁽¹⁾ só começou a dar seus primeiros passos autônomos a partir das duas últimas décadas do século XIX, quando alguns problemas relacionados à Agricultura e a Saúde brasileiras fizeram com que fossem criados organismos para desenvolver a pesquisa nesses campos, tais como, o Instituto Agrônômico de Campinas (1887), o Instituto Bacteriológico (1893) e o Instituto Butantã (1899) esses em São Paulo, e o Instituto de Manguinhos (1900), no Rio de Janeiro, nos quais, no início, se destacaram os trabalhos realizados pelos médicos paulistas Emílio Ribas (1862-1925) e Oswaldo Cruz (1872-1917), pelo carioca Adolfo Lutz (1855-1940) e pelo mineiro Vital Brasil (1865-1950). Porém, pesquisa em Física, objeto deste trabalho, só se institucionalizou no Brasil na década de 1930, conforme veremos a seguir.

Até essa institucionalização, a Física era objeto de estudo e pesquisa apenas por parte de professores interessados nessa disciplina, interesse esse que surgiu, em 1842, quando na Escola Militar (que havia sido fundada em 1810 com o nome de Academia Real Militar e que tomou essa denominação em 1839), foi facultada a realização de um Curso de Engenharia Civil e instituída a prática de defesa de tese para obtenção do grau de Doutor⁽²⁾. Desse modo, em 1848, o matemático maranhense Joaquim Gomes de Souza (1829-1863) ao defender a tese intitulada *Dissertação sobre o modo de indagar novos astros sem auxílio das observações diretas*, foi o primeiro a obter o grau de Doutor em Matemática,

tornando-se então, professor dessa Escola. Essa tese foi motivada pela previsão teórica do planeta Neptuno feita pelos astrônomos, o inglês John Couch Adams (1819-1892) e o francês Urbain-Jean-Joseph Le Verrier (1811-1877), em 1845 e 1846, respectivamente, sendo o mesmo observado pelo astrônomo alemão Johann Gottfried Galle (1812-1910), em 23 de setembro de 1846. Gomes de Souza, o *Souzinha* como era então conhecido, realizou também outros trabalhos em Física Teórica, relacionados com a integração de equações em derivadas parciais, principalmente com a propagação do som: o trabalho sobre a propagação do som foi apresentado à Academia de Ciências de Paris, em 1855⁽³⁾. Outras teses sobre Física Teórica foram também apresentadas a essa Escola depois da de Gomes de Souza, como a de Miguel Joaquim Pereira de Sá, em 1850, intitulada *Dissertação sobre os princípios da Estática*; a de Joaquim Alexandre Manso Sayão, em 1851, com o título de *Dissertação sobre os princípios fundamentais do Equilíbrio dos Corpos Flutuantes*; a de Augusto Dias Carneiro, em 1854, denominada *Equações Gerais da Propagação do Calor nos Corpos Sólidos*.

Na segunda metade do século XIX, o número de professores interessados em Física, no Brasil, continuou a aumentar não só pela transformação da Escola Central (como passou a chamar-se, em 1858, a Escola Militar), na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em 1874, em consequência do que, nessa Escola, passou-se, também (além do ensino das Engenharias), a conferir os títulos de Bacharel e de Doutor em Ciências Físicas e Matemáticas e em Ciências Físicas e Naturais, como, ainda, pela criação da Escola

Politécnica de São Paulo, em 1893. Foi, justamente, nessas duas Escolas Politécnicas, onde se iniciou a Física Experimental Brasileira. Com efeito, o físico e astrônomo franco-brasileiro Henri (Henrique)-Charles Morize (1860-1930) realizou, pela primeira vez na Politécnica do Rio de Janeiro, experiências sobre os temas mais atuais da Física mundial, tais como os raios-X, descobertos pelo físico alemão Wilhelm Konrad Roentgen (1845-1923;PNF,1901), em 1895, a radioatividade, descoberta em 1896 pelo físico francês Antoine-Henri Becquerel (1852-1908;PNF,1903) e os raios catódicos utilizados pelo físico inglês Sir Joseph John Thomson (1856-1940;PNF,1806) na descoberta do elétron, em 1897.

O trabalho em Física Experimental de Morize⁽⁴⁾ resultou numa pesquisa pioneira, e apresentada como tese por ocasião em que defendeu a Cátedra de Física da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em 19 de setembro de 1898. Nessa tese, intitulada *Raios Catódicos e de Roentgen*, Morize descreveu, pela primeira vez, a aplicação dos raios-X na determinação da posição de um corpo opaco no interior de um organismo vivo. Esse processo foi publicado nos *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, ainda em 1898. (É oportuno observar que Morize e mais um grupo de professores da Poli-Rio, fundou em 3 de maio de 1916, a Sociedade Brasileira de Ciências que, em 1921, passou a se chamar Academia Brasileira de Ciências. Morize foi escolhido Presidente dessa Sociedade e sucessivamente reeleito para esse cargo até sua morte). Na Politécnica de São Paulo, Francisco Ferreira Ramos, em 1896, foi o

primeiro a tirar radiografias-X utilizando como fonte de alta tensão uma bobina de Ruhmkorff alimentada por uma pilha de Bunsen. Depois de Ferreira Ramos, o ensino da Física nessa Escola foi ministrado pelo engenheiro industrial Constantino Rondelli, a partir de 1897. Em 1910, essa Cadeira foi assumida pelo engenheiro catarinense Afonso d'Escragnolle Taunay (1876-1958), que depois veio a se tornar um famoso historiador. A partir de 1912, o novo titular dessa Cadeira, Luís Adolfo Vanderley, iniciou algumas investigações sobre Física aplicada juntamente com Geraldo H. de Paula Souza, dentre as quais se destacou o estudo que fizeram sobre a radioatividade de fontes hidrominerais. (Note-se que o Laboratório de Ensaios de Materiais da Poli-São Paulo, organizado por Paula Souza, viria a transformar-se em 1925, no hoje famoso Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo). O professor Vanderley foi sucedido na Cadeira de Física por Francisco Gayotto, de 1930 a 1933.

Apesar do esforço de alguns professores das Poli-Rio e São Paulo no sentido de se manterem atualizados, o isolamento científico perdurava e a pouca pesquisa produzida em Física, era fruto de puro autodidatismo, conforme se pode ver nos trabalhos do matemático cearense e professor da Poli-Rio, Otto de Alencar Silva (1874-1912) publicados nas Revistas organizadas por alunos e professores dessa Escola (*Revista da Escola Politécnica*, REP, 1897-1901; *Revista dos Cursos da Escola Politécnica*, RCEP, 1904-1909; *Revista Didática da Escola Politécnica*, RDEP, 1907-1930). Nesses trabalhos, Otto de Alencar aborda os mais

variados temas de Física, tais como: *Sobre o emprego da função $d(\log l'(n)) / dn$ em um problema de eletrostática* (REP, 1898), *A fórmula de Stokes* (REP, 1898), *A Teoria de Maxwell e as Oscilações Hertzianas* (REP, 1899), *O Fenômeno Zeeman* (REP, 1899), *Interruptor Whenelt* (REP, 1900), *Lições sobre a Teoria da Lua* (RCEP, 1906), *Sobre a Lei da Refração de Descartes* (RDEP, 1907), *Teoria dos Momentos* (RDEP, 1908) e *Teoria da Atração* (RDEP, 1910)⁽⁵⁾.

Influenciado pela obra de Gomes de Souza, Otto de Alencar publicou em 1901 no *Jornal das Ciências Matemáticas Astronômicas do Porto*, uma Memória intitulada *De l'Action d'une Force Accélétratrice sur la propagation du Son*. Nessa Memória, ao integrar a equação diferencial (tipo equação de Laplace) que rege a propagação do som, Otto de Alencar chegou a um resultado interessante, qual seja, o de que "a propagação do movimento vibratório em uma massa gasosa indefinida não depende das forças aceleradoras que solicitam suas moléculas (contanto que elas não sejam funções imediatas do tempo), nem da velocidade de que essas moléculas possam estar animadas". Em livro publicado em 1906 e com o nome de *Física e Eletrotécnica* (Tipografia Besnard Frères), esse matemático, parente de José de Alencar, abordou outros temas de Física, tais como a equação das membranas capilares, a auto-indução de uma resistência numa ponte de Wheatstone equilibrada, e a teoria da pilha, esta considerada como síntese das leis da Eletrólise e da Termodinâmica. Nesse livro, Otto de Alencar reproduz ainda trabalhos sobre temas por ele já

considerados em outras publicações, como o relativo à Fórmula de Stokes e a propagação de um movimento vibratório qualquer⁽⁶⁾.

Um outro professor da Politécnica do Rio de Janeiro, o carioca Manoel Amoroso Costa (1885-1928), apesar de ser matemático, também publicou trabalhos sobre Física, e o primeiro deles foi a Tese de Livre-Docência defendida nessa Escola, em 1913, e com o título *Sobre a Formação das Estrelas Duplas*. Amoroso Costa e Roberto Marinho de Azevedo (1878-1962), também professor da Poli-Rio, foram os primeiros a publicar trabalhos sobre a Teoria da Relatividade Einsteiniana (1905). Com efeito, em *O Jornal do Rio de Janeiro*, em 12/11/1919, Amoroso Costa publicou um artigo denominado *A Teoria de Einstein*. Nesse mesmo jornal, publicou os trabalhos *A Margem da Teoria de Einstein*, dividido em duas partes (19/3/1922 e 2/4/1922), e *Bergson e a Relatividade* (22/11/1922). Esse matemático, morto prematuramente em um desastre aéreo no Rio de Janeiro, publicou ainda um artigo sobre a Relatividade, desta vez na *Revista Brasileira de Engenharia* (2,3(5),1922), artigo esse que foi uma Conferência proferida na Poli-Rio, em maio de 1922, e sob o título *A Teoria da Relatividade: Esboço Histórico*. Ainda nesse mesmo ano de 1922, publicou o livro *Introdução à Teoria da Relatividade* (Livraria Científica Brasileira Sussenkind de Mendonça), que é um longo ensaio no qual expôs essa teoria no sentido de esclarecer a polêmica que surgiu com os positivistas da Escola Politécnica, liderados pelo gaúcho Licínio Cardoso (1852-1926) (Lente da

Cadeira de Mecânica Racional da Poli-Rio), que se recusavam a aceitar não só essa teoria, assim como toda a nova Ciência estabelecida no começo do século XX, apoiada na relatividade einsteiniana e na Teoria Quântica proposta pelo físico alemão Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947;PNF,1918) em dezembro de 1900.

Por seu lado, Roberto Marinho publicou na *Revista de Ciências*, órgão da Sociedade Brasileira de Ciências, um artigo intitulado *O Princípio da Relatividade*, dividido em duas partes e publicadas, respectivamente, nos números de janeiro-fevereiro e março-abril, de 1920. Com o título *A Teoria da Relatividade de Einstein*, esse engenheiro publicou mais um trabalho sobre esse tema na *Revista Brasileira de Engenharia* (II(1),1921). A vinda do físico alemão naturalizado norte-americano, Albert Einstein (1879-1955;PNF,1921) ao Brasil, em 1925, ocasião em que proferiu duas conferências, uma na Academia Brasileira de Ciências, no dia 6 de maio, intitulada *Observações sobre a Situação Atual da Teoria da Luz*, e a outra na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em 8 de maio, sob o título *A Teoria da Relatividade*, fez recrudescer a polêmica entre os positivistas e os não-positivistas, polêmica essa que resultou no artigo *Relatividade Imaginária* de autoria do positivista Licínio Cardoso, publicada em *O Jornal* (16/5/1925), criticando essa teoria, e em algumas sessões da Academia Brasileira de Ciências, nas quais a defesa de Einstein foi ardorosamente feita pelos acadêmicos Adalberto Menezes de Oliveira, Álvaro Alberto da Mota e Silva, Inácio Manoel Azevedo do

Amaral e Roberto Marinho de Azevedo. Esses debates foram publicados em alguns números da então *Revista da Academia Brasileira de Ciências*, em 1926⁽⁷⁾.

Questões de Física também foram abordadas por professores da Escola Politécnica de São Paulo⁽⁸⁾. Além dos já citados (Francisco Ferreira Ramos, Afonso Taunay e Luís Vanderley), o paulista Teodoro Augusto Ramos (1896-1936), diplomado pela Politécnica do Rio de Janeiro, em 1916, foi um dos primeiros a fazer conferência sobre a Mecânica Quântica, um assunto bem atual da Física da época que havia sido criada no período de 1925 a 1927, pelos físicos, os alemães Max Born (1882-1970;PNF,1954), Ernst Pascual Jordan (1902-1980) e Werner Karl Heisenberg (1901-1976;PNF,1932), os austríacos Wolfgang Pauli (1900-1958;PNF,1945) e Erwin Schrödinger (1887-1961;PNF,1933), e o inglês Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984);PNF,1933). Essas conferências de Teodoro Ramos foram publicadas no *Boletim do Instituto de Engenharia de São Paulo*, em 1931 e 1932. Logo depois, em 1933, esse engenheiro paulista publicou o artigo denominado *Aplicação do Cálculo Vetorial ao Estudo do Movimento de um Ponto Material sobre uma Superfície Rugosa e Fixa em um Meio Resistente*, como uma aplicação de seu *Leçons sur le Calcul Vetoriel*, livro que editou na França, também em 1933. (É oportuno notar que Teodoro Ramos, que obteve o grau de Doutor pela Poli-Rio ao defender, em 1918, a tese intitulada *Sobre as Funções de Variáveis Reais*, foi nomeado professor substituto da Cadeira de

Mecânica Racional da Poli-São Paulo, em 1919. Em 1929, nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, publicou o artigo *A Teoria da Relatividade e as Raias Espectrais do Hidrogênio*).

Chegamos assim à década de 1930, na qual institucionalizou-se a pesquisa em Física no Brasil⁽⁹⁾. Antes de analisá-la, contudo, é importante destacarmos o papel desempenhado pelo físico, matemático e filósofo pernambucano Luiz Barros Freire (1896-1963)^(10,11) pois, com sua argúcia em avaliar talentos, soube descobrir e incentivar jovens universitários pernambucanos, dentre os quais se destacam os físicos Mário Schenberg (1914-), José Leite Lopes (1918-), Fernando de Souza Barros (1929-), Samuel MacDowell (1929-), Hervásio de Carvalho (1916-) e Ricardo de Carvalho Ferreira (1928-), e os matemáticos Leopoldo Nachbin (1922-), Maria Laura Mousinho Leite Lopes (1919-) e Manfredo Perdigão do Carmo (1928-), que muito contribuíram para aquela institucionalização. Luiz Freire formado pela Escola de Engenharia de Pernambuco (EEP), em 1918 (na qual ingressou como professor, por concurso, em 1921, e tornou-se Professor Catedrático de Física, em 1934), como os demais professores citados anteriormente, era também um auto-didata; no entanto, seu grande interesse pela Ciência e pela Filosofia evidenciado desde os 16 anos de idade fez com que se mantivesse sempre atualizado em Física e Matemática, conforme se pode ver nos trabalhos que publicou no *Boletim de Engenharia*, Revista editada pelo Clube de Engenharia de Pernambuco (*Um Interessante Aspecto da Teoria da*

Relatividade (1924); *Contradita ao trabalho do físico H. Bouasse. A questão prévia contra a teoria de Einstein* (1926); no jornal *Diário de Pernambuco* (*Ao encontro d'um dos mais fascinantes mistérios do Universo: Os raios cósmicos* (1938); na *Revista Acadêmica de Engenharia*, editada pelo Diretório Acadêmico da EEP (*A Mecânica de Bohr e a Mecânica Ondulatória Nova* (1944); na *Gazeta de Matemática de Lisboa* (*Os potenciais escalar e vetorial e os espaços a conexão simples e múltipla* (1948). (Nessa *Gazeta* publicou, também, artigos sobre *Filosofia da Matemática* (1952), assunto que já havia trabalhado em 1924 e 1925).

A institucionalização da pesquisa em Física no Brasil, ocorreu em dois lugares distintos: São Paulo e Rio de Janeiro, com a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL/USP), em 1934, e da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), em 1939. (Esta, originou-se da Universidade do Distrito Federal (UDF), que havia sido criada por Decreto Municipal, em 1935, por inspiração do educador baiano Anísio Spínola Teixeira (1900-1971) (então Secretário da Educação do Distrito Federal, na gestão do prefeito, o pernambucano Pedro Ernesto do Rego Batista (1886-1942)), e encampada pelo Governo Federal, através da Universidade do Rio de Janeiro, criada em 1920, que a transformou nessa Faculdade). Ainda no Rio de Janeiro, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), criado em 1934 (originado da Estação Experimental de Combustíveis e Minérios (1921)), desempenhou também um importante papel no desenvolvimento

da pesquisa em Física, principalmente a Aplicada, graças à contratação do físico e engenheiro alemão, naturalizado brasileiro, Bernard Gross (1905-)⁽¹²⁾, naquele mesmo ano de 1934. Gross também fez parte da recente criada UDF, como professor da Escola de Ciências dessa Universidade, permanecendo na mesma até 1937, quando a Lei de Acumulação de Cargos implantada pelo Estado Novo de Getúlio Vargas, o fez optar pelo INT. Nessa Escola, Gross organizou o currículo do primeiro Curso de Física oferecido no país, tendo ele lecionado praticamente todas as disciplinas de Física, auxiliado pelo seu assistente. o físico carioca Joaquim Costa Ribeiro (1906-1960), que havia se formado na Poli-Rio, em 1928. Além desse trabalho de professor e organizador do Curso de Física da UDF, Gross continuou suas pesquisas sobre radiação cósmica iniciadas na Alemanha, tendo publicado, nessa ocasião, uma série de trabalhos sobre esse tema, quer em Revistas especializadas desse país, quer nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, quer ainda na *Physical Review*. Depois que optou pelo INT, Gross fundou nesse Instituto um Laboratório de Medidas Elétricas, iniciando então suas pesquisas em Física Aplicada (dielétricos, viscoelasticidade, reologia, etc...) que o consagraram na área técnico-científica no mundo todo, conforme veremos mais adiante. (Convém observar que o ano da fundação da USP (1934), Luiz Cintra do Prado defendeu tese na Politécnica de São Paulo sobre radioatividade).

Estudemos, agora, a Física desenvolvida na FFCL/USP e na

FNF_i/UB^(13,14). O modelo de Universidade concebida como instituição na qual se praticasse a pesquisa científica ao lado da formação profissional, formulado por educadores brasileiros na década de 1920, sofreu severas críticas por parte de educadores positivistas, defensores da idéia de que a Universidade deveria ser fracionada, isto é, constituída de organismos isolados, nos quais se desenvolvesse, basicamente, a Ciência Aplicada (Escolas Politécnicas, Faculdades de Medicina, de Direito, de Farmácia, etc)., conforme aconteceu no Brasil do século XIX e nas primeiras décadas do século XX. (Esse tipo de Universidade decorreu, num certo sentido, da Reforma Pombalina, ocorrida em Portugal, em 1772, e da Reforma Napoleônica, ocorrida em França, em 1800). A reação à idéia dessa Nova Universidade foi, de certa maneira, encampada pelos educadores da Revolução de 1930, tanto que a Reforma Francisco Campos, ocorrida em 1931, que tratou do problema educacional no âmbito dessa Revolução, não se preocupou em que, pelo menos, a Universidade do Rio de Janeiro, depois denominada de Universidade do Brasil (UB), que era uma Universidade Federal, existisse de fato, muito embora já existisse no papel, desde 1920, conforme vimos. Desse modo, a Nova Universidade só foi possível ser implantada a nível Estadual e Municipal, através das Universidades de São Paulo (1934) e do Distrito Federal (1935), respectivamente.

A Universidade de São Paulo foi criada pelo então Governador, o paulista Armando Salles de Oliveira (1887-1945), no dia 25 de

janeiro de 1934, baseada na idéia de que deveria ter como célula mater uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, a exemplo do que acontecia com a Universidade Francesa. No entanto, como no Brasil não havia um razoável quadro de professores para compor essa Faculdade, o Governador de São Paulo designou uma comissão de professores para ir à Europa para recrutar especialistas para a mesma. Assim, Teodoro Ramos, professor da Poli-São Paulo e membro dessa comissão, trouxe, ainda em 1934, o matemático italiano Luigi Fantappiè (1901-1956) e o físico ítalo-russo Gleb Wataghin (1899-1986), para organizarem, respectivamente, os Departamentos de Matemática e de Física da FFCL/USP e, em consequência, em 1935, começaram a funcionar os Cursos de Bacharelado em Matemática e em Física dessa Faculdade.

Em virtude da criação da USP, a Escola Politécnica de São Paulo (assim como outras unidades de ensino superior isoladas) foi a ela incorporada e os seus cursos básicos de Ciências Exatas foram então unificados com os da FFCL, razão pela qual os alunos de Engenharia passaram a assistir as aulas de Fantappiè (Análise Matemática), de Giácomo Albanese (Geometria Projetiva) (matemático italiano que chegou a São Paulo, em 1936), e de Wataghin (Física), juntos com os alunos da FFCL. Dentre os "engenheiros" encontravam-se os paulistas Abraão de Moraes (1916-1970), Marcello Damy de Souza Santos (1914-) e Paulus Aulus Pompéia (1911-), e o pernambucano Schenberg que logo depois, se tornaram, também alunos da FFCL⁽¹⁵⁾.

Logo que chegou em São Paulo, Wataghin⁽¹⁶⁾ iniciou duas linhas de investigações: uma em Física Teórica e outra em Física Experimental. Desse modo, logo em 1935 publicou um artigo sobre as propriedades das partículas elementares nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (7:273). Ainda nessa mesma Revista, mas em 1939 (11:165), apareceu um outro trabalho de Wataghin também sobre Física Teórica e no qual analisou os limites de validade da Mecânica Quântica. Nesse mesmo ano, Wataghin e seus colaboradores Marcello Damy e Pompéia fizeram uma grande descoberta em Física Experimental, os famosos *chuveiros penetrantes* (*cascade showers*) (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 12: 229-230 (1940)), descoberta essa que sinalizou o nome do Brasil como um dos países que se tornaria o líder em pesquisa pioneira no campo de Física dos Raios Cósmicos, conforme mais tarde foi comprovado com a célebre Colaboração Brasil-Japão, sob a liderança do físico curitibano Cesare Mansueto Giulio Lattes (1924-), colaboração essa responsável pela descoberta dos eventos tipo *bola-de-fogo*, os quais trataremos em Crônica futura desta série.

Ainda na segunda metade da década de 1930, outros trabalhos foram realizados na FFCL/USP, tais como os de natureza teórica realizados por Schenberg (e de maneira pioneira)⁽¹⁷⁾ sobre a interação dos elétrons (*Nuovo Cimento*, 13:106 (1936)), sobre as equações inhomogêneas de movimento na Mecânica Quântica (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 11:341 (1939)), sobre as regras de seleção nos raios beta e teoria de mésons (*Physical Review*,

56:612 (1939)), sobre as funções singulares na teoria quântica dos campos (*Journal de Physique et de Radium*, 1:201 (1940)), sobre a função delta de Dirac (trabalho de conclusão de curso (1936) e publicado na *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei*, 24: 81 (1937)), sobre a transformação de Laplace e sua aplicação à equação dos dielétricos reais (com Abrahão de Moraes, *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 12:137 (1940)) e sobre a teoria dos "chuveiros penetrantes" da radiação cósmica (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 12: 281-299 (1940)), os de natureza experimental realizados por Marcello Damy sobre contadores de partículas (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 9: 275 (1937); 12: 179 (1940)), bem como os do físico italiano Giuseppe P.S. Occhialini (que fora trazido a São Paulo por Wataghin, em 1938), quer isoladamente (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 12: 155 (1940)), ou com Yolande Monteux (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 12: 126 (1940)), sobre, respectivamente, radioatividade beta do rubídio e contadores planos.

Deixemos por instantes São Paulo e vamos aos trabalhos realizados pelos físicos do Rio de Janeiro na década de 1930. Conforme vimos anteriormente, foi Gross quem aglutinou pessoas no sentido de realizar pesquisas sistemáticas em Física, primeiro no INT (1934) e depois na UDF (1935), muito embora, nesse período, houvessem sido publicados estudos isolados sobre temas de Física por outros pesquisadores diferentes do grupo de Gross, como, por

exemplo, o do engenheiro e astrônomo carioca Lélío Itapuambyra Gama (1892-1981) intitulado *Sobre as equações diferenciais do movimento dos asteróides*, publicado nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (1934)), e o de Adalberto Menezes de Oliveira, denominado *Sobre as novas Partículas Elementares da Matéria*, publicado, também, nessa mesma Revista (10: 377 (1938)). (Apesar de haver uma estreita relação entre Física e Astronomia, neste texto, contudo, não daremos muita ênfase aos trabalhos brasileiros realizados sobre Astronomia, pois pretendemos abordá-los futuramente em outras crônicas desta série).

Antes de optar pelo INT, em virtude da Lei de Acumulação de Cargos de 1937, Gross trabalhou também na Escola de Ciências da UDF, tendo publicado uma série de artigos sobre raios cósmicos, conforme já nos referimos. Contudo, com a saída de Gross da UDF, seu assistente Costa Ribeiro passou a liderar a pesquisa em Física nessa Universidade Municipal e, depois, na FNFi, quando esta substituiu aquela, por ocasião em que o Governo Federal a encampou, em 1939, para fazer parte da Universidade do Brasil, ex-Universidade do Rio de Janeiro. Antes de dedicar-se ao estudo dos dielétricos e que o consagrou, conforme veremos mais adiante, Costa Ribeiro publicou nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, em 1940, dois trabalhos sobre a radioatividade. No primeiro deles (12:109), apresentou um novo método para a realização de medidas de radioatividade e, no segundo (12:117), aplicou esse método no estudo de minerais radioativos brasileiros.

Chegamos, assim, à década de 1940, década na qual trabalhos realizados por físicos brasileiros projetaram internacionalmente, (e de modo definitivo) a Física Brasileira. Com efeito, logo em 1941, Schenberg e o físico russo, naturalizado norte-americano, George Gamow (1904-1968), trabalhando na Universidade de Washington, publicaram na *Physical Review* (59: 539-547) o célebre artigo sobre a teoria do colapso estelar baseada na emissão de neutrinos, artigo esse que ficou mundialmente conhecido como efeito URCA (Ultra Rapid Catastrophe). Ainda em 1941, e também nessa mesma Revista americana (Volume 60), Schenberg publicou dois importantes trabalhos: num deles é proposto, pela primeira vez, o momento angular para o campo gravitacional (pág. 46) e, no outro, e também pela primeira vez, é proposta a não-conservação da paridade para interações fortes envolvendo mésons (pág. 468)⁽¹⁹⁾.

Em virtude dos trabalhos pioneiros sobre raios cósmicos realizados pelo grupo de Wataghin, em São Paulo, e pelo grupo de Gross, no Rio de Janeiro, e considerando que uma missão científica norte-americana, chefiada pelo físico norte-americano, o Nobel Arthur Holly Compton (1892-1962;PNF,1927), visitaria a América do Sul, em 1941, para a realização de medidas de radiação cósmica, a Academia Brasileira de Ciências organizou no Rio de Janeiro, de 4 a 8 de agosto desse mesmo ano, um Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos, no qual Wataghin, Gross e seus respectivos colaboradores apresentaram vários trabalhos, e que foram publicados em um número especial dos *Anais da Academia Brasileira*

de Ciências, em 1943. É nesse Simpósio que Wataghin apresentou pela primeira vez a idéia da existência de eventos tipo *bola-de-fogo* (produção múltipla de píons), cujas primeiras evidências experimentais foram observadas pela famosa Colaboração Brasil-Japão (a qual já nos referimos), a partir de 1963.

Em 1942, mais um trabalho de Schenberg teve repercussão internacional. Desta feita, ele o realizou com o astrofísico indiano Subrahmayan Chandrasekhar (1910- ;PNF,1983), relacionado com a evolução das estrelas da sequência principal, e que foi publicado no *The Astrophysical Journal* (96:161-172). De 1943 a 1946, Schenberg realizou pesquisas importantes sobre a teoria clássica do elétron puntiforme (sendo que num deles teve a colaboração de Leite Lopes). Esse físico pernambucano, havia iniciado sua brilhante carreira científica⁽¹⁸⁾, realizando trabalhos com o objetivo de compreender o mecanismo das forças nucleares (com Joseph Maria Jauch, nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, (6:281 (1944) e, isoladamente, nessa mesma Revista (17:273 (1945) e na *Physical Review* (67: 60 (1945)). Esses trabalhos de Schenberg foram publicados na *Physical Review* (67: 193; 273 (1945);69:211 (1946)) e nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (17:163 (1945);18:93;297 (1946)). Nesses trabalhos, há idéias interessantes, tais como, a variabilidade da massa do elétron e um novo aspecto do princípio variacional de Hamilton, idéias essas que foram objeto de reflexão e de citação por parte de importantes físicos, como os norte-americanos John

Archibald Weeler (1911-) e Richard Philips Feynman (1918-1988, PNF, 1965), e também pelo físico F. Rohrlich.

Ainda na primeira metade da década de 1940, há a destacar os trabalhos pioneiros realizados pelo grupo de Gross, no INT, e pelo grupo de Costa Ribeiro, na FNFi. Gross, que havia se tornado conhecido por suas pesquisas em raios cósmicos na década de 1930 e cujo principal resultado das mesmas - a *transformação de Gross* - é hoje mundialmente conhecido (vide, por exemplo, *Encyclopaedia Dictionary of Physics*, Pergamon Press, 1958), no primeiro lustro da década de 1940, intensificou suas pesquisas no estudo dos dielétricos, pesquisas essas que havia iniciado em 1937 (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 19: 307) com seu colaborador, o físico carioca Plínio Sussekind da Rocha (1911-1972). Pois bem, essas pesquisas de Gross sobre dielétricos, resultaram numa série de trabalhos publicados, principalmente, nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, na *Physical Review* e na *Zeitschrift für Physik*. Dentre esses trabalhos, destaca-se a descoberta feita em 1942, por Gross e L.F. Denard, sobre o "congelamento" de cargas elétricas nos dielétricos (*Physical Review*, 67:253 (1945)).

Discípulo de Gross, Costa Ribeiro organizou na FNFi sua própria equipe de pesquisa, da qual participaram, de início, os físicos cariocas Jayme Tiomno (1920-), Elisa Frota Pessoa (1921-) e Alfredo Dias Marques (1930-1988), equipe essa que contou, ainda, com a colaboração do físico italiano Luigi Sobrero.

Desse modo, dando continuidade às pesquisas de Gross sobre os dielétricos, Costa Ribeiro demonstrou, em 1943, a possibilidade da obtenção de eletretos pela solidificação da cera de carnaúba na ausência de campo elétrico externo. Logo em 1944, descobriu Costa Ribeiro que as cargas elétricas desses eletretos tinham origem, também, nesse processo de solidificação. Em consequência disso, Costa Ribeiro percebeu que esse fenômeno era de caráter mais geral e que, portanto, ele deveria ocorrer em dielétricos quaisquer sujeitos a mudanças de estado físico em que uma das fases é sólida. Por essa razão, denominou esse fenômeno de efeito *termodielétrico*, mais tarde conhecido mundialmente como efeito *Costa Ribeiro*. Essa descoberta foi objeto de um livro escrito por seu descobridor (*Sobre o fenômeno termodielétrico*, Agir Editora, 1945), e de estudos teóricos sobre a fenomenologia das leis que regem esse efeito, por parte de Gross, de Luis Cintra do Prado, de Paulo Saraiva de Toledo, e do próprio Costa Ribeiro, que o fez com a colaboração de Tiomno, em 1945.

Chegamos, por fim, à segunda metade da década de 1940, com a qual finalizamos essa primeira parte desta Crônica, em que procuramos estudar as principais contribuições da Física Brasileira para o desenvolvimento dessa Ciência no cenário internacional, já que foi no final deste período, em 1949, que houve a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), referência final desta Crônica. Nos cinco anos finais da década de 1940, Gross continuou suas pesquisas com dielétricos, das quais

resultou vários artigos publicados em algumas Revistas de circulação mundial, tais como os *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, o *Journal of Chemical and Physics*, e o *British Journal of Applied Physics*. No entanto, foi nesse período que Gross iniciou uma nova linha de pesquisas sobre Viscoelasticidade e Reologia, cujos primeiros trabalhos foram publicados nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (18:129;256 (1946)) e no *Journal of Applied Physics* (18: 212 (1947); 19: 257 (1948); 21: 185 (1950)). É oportuno salientar que os trabalhos de Gross em Viscoelasticidade e Reologia, realizados durante a sua vida acadêmica, são citados em vários textos sobre esse tema (vide, por exemplo, o livro de Ferry sobre esse assunto (John Wiley (1961)). No famoso *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), existem Cursos nos quais são tratados os "Modelos de Gross em Reologia e Viscoelasticidade".

Muito embora esses trabalhos de Gross e os de Schenberg sobre o elétron puntiforme e teoria mesônica (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 18: 93;297 (1946);20:223; 309 (1948); *Physical Review*, 69: 211 (1946); 74: 738 (1948); *Nature*, 164: 129 (1949) (este, com M.G.E. Cosyns, C.C. Dilworth e G.P.S. Occhialini); e *Proceedings of Physical Society*, 62: 901 (1949)) e os de Leite Lopes sobre, basicamente, a teoria das forças nucleares (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 18:1 (1946); 19:51 (1947); 21:303 (1949); *Physical Review*, 70:5 (1946); 72:355 (1947); 72: 731 (1947) (este, com Tiomno); 74: 1722 (1948); 78:36

(1950); *Nature*, 160: 866 (1947)), todos eles realizados no último lustro da década de 1940, conquistaram projeção internacional. Porém, foi o trabalho de Lattes⁽²⁰⁾ feito em Bristol, na Inglaterra, na equipe do físico inglês Sir Cecil Frank Powell (1903-1969; PNF, 1950), sobre a descoberta do méson pi (C.M.G. Lattes, H. Muirhead, G.P.S. Occhialini e C.F. Powell, *Nature*, 160:45;486 (1947)) e sobre a produção artificial dessa mesma partícula elementar em Berkeley, nos Estados Unidos da América (E. Gardner e C.M.G. Lattes, *Science*, 107: 270 (1948)), que conduziram de maneira definitiva o nome do Brasil ao *podium* Científico mundial. É interessante chamar a atenção para o fato de que Lattes fazia parte da equipe de Wataghin na FFCL/USP, e que antes de realizar essa descoberta sensacional (graças à qual Powell ganhou o Prêmio Nobel de Física de 1950), realizou trabalhos com Wataghin (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 17: 269 (1945); *Physical Review*, 69: 237 (1946)), com Schenberg e Walter Schützer (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 19: 193 (1947)), com P. Cüer (*Nature*, 158: 1947 (1946)), com E.G. Samuel e P. Cüer (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 19: 1 (1947)), e com P. Cüer e P.H. Fowler (*Nature*, 159: 301 (1947); *Proceedings of the Physical Society, London*, 59: 883 (1947)).

Ao concluirmos esta Crônica, queremos ainda ressaltar alguns trabalhos importantes realizados por físicos brasileiros, no final da década de 1940, como os de Hervásio de Carvalho, relacionados, basicamente, com Radioatividade e Física Nuclear, publicados nos

Anais da Associação de Químicos do Brasil (8: 45; 84:102 (1948)), na *Physical Review* (76: 1729 (1949); 78:330 (1950); 78:765 (1950) (este, com H. Yagoda e N. Kaplan), e nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (22:73 (1950)); os do físico italiano, naturalizado brasileiro, Oscar Sala (1922-) também relativos à Física Nuclear, principalmente os referentes à construção do gerador Van der Graaff, da USP, trabalhos esses publicados na *Physical Review* (73: 1219 (1948) (este, com J. Bowe, M. Goldhaber e R.D. Hill); 74: 1249 (1948) (este, com P. Axel e M. Goldhaber); 74: 1260 (1948) (este, com R.G. Herb); 75:246 (1949) (este, com R.G. Herb e S.C. Snowdon); 75:1124 (1949) (este, com R. Adair, H. H. Barschall e E.C. Bockelman), e na *Ciência e Cultura* (1: (1949)); os de Tiomno com Wheeler sobre os mésons π publicados na *Review of Modern Physics* (21: 144;153 (1949)) e na *Physical Review* (75: 1306 (1949)) e com o físico sino-norte-americano Chen Ning Yang (1922;PNF,1957) sobre a interação universal de Fermi (*Physical Review*, 79:595 (1950)); o físico carioca Paulo Leal Ferreira (1925-) sobre a interação spin-spin (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 21:181 (1949)); e o de Elisa Frota Pessoa e da física carioca Neuza Margem Amato (1926-) sobre a desintegração do méson pesado positivo (*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22:371 (1950))⁽²¹⁾.

É importante frisar que os trabalhos de Tiomno com Wheeler e, também, com Yang, nos quais, fundamentalmente, foi admitido o spin $1/2$ para os mésons π ⁽²²⁾, e o de Elisa e Neuza Amato, no qual foi

mostrado usando emulsões nucleares, que a desintegração do méson pi em elétron era, pelo menos, cem vezes menos freqüente que a desintegração do méson pi em méson mi, (esse trabalho de Elisa Pessoa e Neuza Amato, foi o primeiro trabalho científico realizado no CBPF⁽²³⁾) foram importantes para o desenvolvimento ulterior da famosa teoria V - A, formulada pelos físicos norte-americanos Feynman e Murray Gell-Mann (1929- :PNF, 1969), em 1958, e que universalizou a teoria da interação fraca, formulada pelo físico italiano Enrico Fermi (1901-1954); PNF, (1938), em 1934. (Essa teoria V - A foi também desenvolvida, independentemente, por R.E. Marshak e E.C.G. Sudarshan, em 1957, e por J.J. Sakurai, em 1958).

Os trabalhos de físicos brasileiros relatados neste trabalho, justificaram plenamente a razão pela qual os físicos Lattes, Leite Lopes, Jayme Tiomno, Elisa Frota Pessoa, Gabriel Fialho e Lauro Xavier Nepomuceno, mais os matemáticos Antônio Aniceto Monteiro, Leopoldo Nachbin e Francisco Mendes de Oliveira Castro (este havia obtido notoriedade no meio científico mundial por haver resolvido, em 1939, a equação integral de Volterra (1896) pelo método dos núcleos iterados que o próprio Volterra havia proposto)⁽²⁴⁾. Com o apoio dos irmãos Lins de Barros (Ministro João Alberto, Nelson e Henry) esses cientistas fundaram no começo de 1949, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) que, juntamente com o Departamento de Física da FFCL/USP (hoje, Instituto de Física da USP) e o Departamento de Física da FNF i (hoje, Instituto de Física

da UFRJ), representam o tripé fundamental, responsável pela excelente pesquisa em Física Teórica e Experimental que se faz em quase todo o Brasil, pesquisa essa que será tratada em várias Crônicas desta série, na qual descreveremos o papel desempenhado pela Física Brasileira no cenário físico mundial.

BIBLIOGRAFIA

1. N. STEPAN, *Gênese e Evolução da Ciência Brasileira*. Editora Artenova S.A. (1976).
2. C.S. HONIG e E.F. GOMIDE, *Ciências Matemáticas*. IN: *História das Ciências no Brasil*. (Coordenadores: Mário Guimarães Ferri e Shozo Motoyama), EPU e EDUSP (1975).
3. J.L. Lopes, *Joaquim Gomes de Souza*. CBPF-CS-005/89 (1989); J.T. OLIVEIRA, *O Famoso Dr. Souzainha*. CBPF-CS-004/89 (1989).
4. R.R.F. MOURÃO, *Henrique Morize, Pioneiro em Física Experimental, Agrônomo, Meteorologista e Geofísico*. *Ciência e Cultura*, 32 (10):1417-1424 (1980).
5. A. PAIM, *O Neopositivismo no Brasil. Período de Formação da Corrente*. IN: *As idéias Fundamentais da Matemática e outros Ensaios*. (vide nota 05).
6. M. AMOROSO COSTA, *As idéias Fundamentais da Matemática e outros Ensaios*. Editora Grijalbo Ltda. e EDUSP (1971).
7. A. PAIM, *Por uma Universidade no Rio de Janeiro*. IN: *Universidade e Instituições Científicas no Rio de Janeiro*. CNPq (1982).
8. J. GOLDEMBERG, *100 anos de Física*. CBPF-CS,II (2) (1973).
9. J.J.A. Alves, *A Ciência: os projetos implantados em seu nome (Brasil: 1920-1950)*. Tese de Doutorado. FFCH/USP (1989).
10. J. LEITE LOPES, *Luiz Freire e os Postulados Superiores da Vida do Espírito*. CBPF-CS-006/84 (1984).
11. I.F. MOTA E ALBUQUERQUE e A.I. HAMBURGER, *Retratos de Luiz de Barros Freire como pioneiro da Ciência no Brasil*. *Ciência e Cultura*, 40 (9): 875-881 (1988).
12. S. MASCARENHAS, *Perfil de um grande cientista: Bernardo Gross*. *Ciência e Cultura*, 34 (10): 1366-1376 (1982).
13. S. SCHWARTZMAN, *Formação da Comunidade Científica no Brasil*. Companhia Editora Nacional e FINEP (1979).
14. S. SCHWARTZMAN, *A Árvore da Ciência*. *Ciência Hoje*, 3 (15):70-84 (1984).
15. S. MOTOYAMA, *A Física no Brasil*. IN: *História das Ciências no Brasil (op. cit.)* (1979).

16. C.E.T. GONÇALVES DA SILVA, *Entrevista com Gleb Wataghin*. *Ciência e Cultura*, 35 (ii): 1712-1727 (1983).
17. J.M.F. BASSALO, *Mário Schenberg: um dos criadores da Teoria do Colapso Estelar*. *Ciência e Cultura*, 36 (12): 2255-2265 (1984).
18. J. LEITE LOPES, *Einstein e outros Ensaio*. *Os Cadernos de Cultura*. Ministério da Educação e Cultura (1958).
19. J.M.F. BASSALO, *José Leite Lopes: um físico de dois mundos*. *Ciência e Cultura*, 37 (12): 2100-2104 (1985).
20. J.M.F. BASSALO, *César Lattes: um dos descobridores do então méson pi*. CCEN/DF-PPD-001/89 (1989).
21. L. LEITE LOPES, *Point-counterpoint in Physics: Theoretical Predictions counter and Experimental Discovery of Elementary Particles*. IN: *Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes)*: 27-41. Editora da UNICAMP (1984).
22. J.M.F. BASSALO, *Jayme Tiomno, os Mésons e a Física Paraense*. CBPF-CS-005/87 (1987).
23. C.M.G. LATTES, *Leite Lopes and Physics in Brazil: A Personal Testimony*. IN: *Leite Lopes Festschrift*: 3-7. World Scientific (1988).
24. B. GROSS, *Mário Schenberg: Entre-Vistas*. IFUSP e Editora Perspectiva (1984).