

## Parte 2

# Mário Schenberg, pioneiro da astrofísica teórica brasileira

Antonio Carlos S. Miranda (UFRPE)

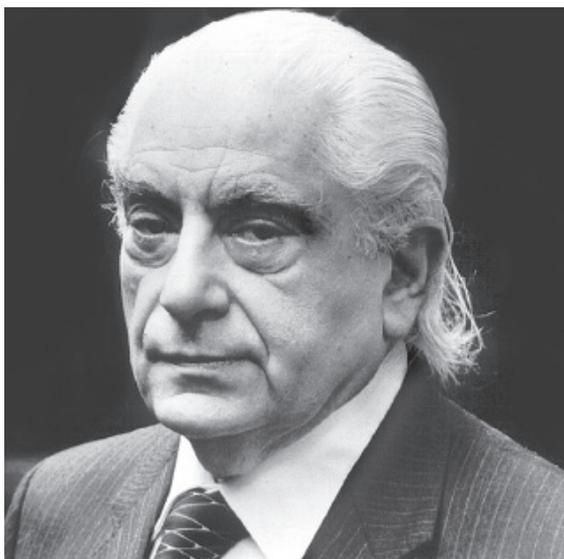
Mário Schenberg nasceu em 2 de julho de 1914 no Recife, onde fez os cursos primário e secundário. Em 1931 iniciou aí mesmo seus estudos de engenharia, seguindo em 1933 para São Paulo. Ele é pioneiro do grupo de recifenses que se destacaram como cientistas nas áreas de Física, Matemática e Química, como José Leite Lopes e Leopoldo Nachbin, no Brasil e no exterior. Eram estudantes de engenharia que, em sua trajetória científica, carregaram a orientação e o estímulo do professor recifense, Luiz de Barros Freire. As contribuições mais importantes de Schenberg na **astrofísica** foram sobre o Processo Urca em colaboração com Gamow e sobre a queima do hidrogênio pelo Sol, com Chandrasekhar, e constituem o início da nossa **astrofísica**. Esse pioneirismo solitário ilustra que algumas décadas ainda seriam necessárias para a **astrofísica** brasileira se estabelecer no Brasil.

## Introdução

Esse texto tem como objetivos apresentar a primeira formação de Mário Schenberg na terra natal, aprofundar o período de 1940 a 1944 em que ele trabalhou nos EUA com George Gamow (1904-1968) e Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995), com os quais publicou trabalhos que se tornaram clássicos na **astrofísica** estelar, e analisar algumas das circunstâncias que propiciaram essas atividades pioneiras dele na **astrofísica** teórica brasileira, assim como as razões pelas quais suas pesquisas em **raios cósmicos** prosperaram, enquanto que a **astrofísica**, nem teórica, nem observacional aqui prosperou sob sua influência imediata.

Uma investigação da origem dos Schenberg e sobre a vida pessoal de Mário foi realizada por meio de entrevistas, contatos e busca em arquivos no Recife e em São Paulo. Sobre a produção e atividades de Schenberg nas áreas ligadas à astronomia, de **astrofísica**, **mecânica celeste**, **raios cósmicos** e preservação da memória, foi feita uma pesquisa bibliográfica e tomados depoimentos.

Veremos que a menção pessoal de Schenberg (Figura 1) na história da astronomia no Brasil se justifica porque a sua contribuição ocorre num contexto, na década de 40, em que a astronomia brasileira não tinha comunidade organizada, nem a **astrofísica** fazia parte da agenda das poucas instituições astronômicas da época. Assim, a única referência em **astrofísica** era ele mesmo. Nesse sentido ele é, sem dúvida, o pioneiro da **astrofísica** teórica brasileira, a ser valorizado pelas condições incipientes para essa modalidade de atividade científica no Brasil.



**Figura 1.** Mário Schenberg (1914–1990) ([http://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/58\\_Raios\\_Cosmicos/fsc-br-mario.html](http://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/58_Raios_Cosmicos/fsc-br-mario.html))

É importante sublinhar que, tendo deixado o Recife, e tendo antes passado brevemente pelo Rio de Janeiro, Schenberg se mudou para São Paulo, onde se estabeleceu. Ali se matriculou, primeiro na Escola Politécnica (EP) de São Paulo, e logo depois na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), fundada em 1934 com a Universidade de São Paulo (USP). Na FFCL teve como professores os seus notáveis fundadores que tinham elos com os melhores físicos da Europa, tendo ele se beneficiado de toda essa rede internacional (ver o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II).

## Busca pelas origens

Segundo a física e historiadora da Física, Amélia Império Hamburger (1932-2011),

os interesses diversificados de Schenberg se manifestaram desde a infância. Como jovem ginasiano já se envolvia na compreensão das condições humanas da vida social e política (Hamburger, 2009).

Para uma busca das origens de Schenberg, foi empreendida uma visita ao Ginásio Pernambucano no Recife, escola pública de 1825 com renomado arquivo. As informações indicavam que Schenberg tinha sido aluno lá. Mas, constatou-se depois que não. Novas informações indicaram que sua formação básica se deu no também centenário Colégio Americano Batista do Recife. Mas, os arquivos estão destruídos e desaparecidos.

Uma outra busca foi realizada no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e no prédio da antiga Escola de Engenharia do Recife, fundada em 1896, já que recentemente foi criado o Memorial da Engenharia de Pernambuco. No entanto, nem a biblioteca do Departamento, nem o Memorial, nem os professores ouvidos tinham dados, documentos ou registro do estudante Mário Schenberg na UFPE. Nem mesmo um registro da informação amplamente sabida de que na Escola de Engenharia do Recife, Schenberg fora colega de Pelópidas Silveira (1915-2008), ex-prefeito do Recife.

No Departamento de Física da UFPE o pesquisador e professor Sérgio Rezende, ex-ministro da Ciência e Tecnologia, disse:

Infelizmente tive pouquíssimo contato com o Schenberg. Apenas assisti a um seminário dele na PUC/RJ e tive algum contato quando era presidente da SBF. Tenho um livro com os artigos científicos dele organizado por Amélia Hamburger. Mau-

riço Coutinho e Ivon Fittipaldi foram para a USP atraídos pelo conterrâneo, mas, quando lá chegaram ele tinha sido cassado.

Uma outra tentativa foi feita junto ao Arquivo Público de Pernambuco. Lá se encontram documentos antigos de todos os fatos e acontecimentos que foram registrados em Pernambuco. Apesar da boa vontade e paciência da arquivista-chefe e da estagiária e de muita procura em fichários, arquivos e livros, nada foi encontrado sobre os Schenberg.

Como Mário Schenberg foi militante de esquerda, foi sugerida uma busca na Polícia, em órgãos como o Departamento de Ordem Política e Social (DOPS). No Recife, o Instituto de Identificação Tavares Buriel (IITB), ligado à Secretaria de Defesa Social do Estado é o local especializado. Lá, após algumas buscas feitas de forma integrada com outros órgãos nacionais, foram achados apenas uns poucos dados pessoais em arquivos no Rio Grande do Sul: nome do pai e da mãe, número do CPF...

Em seguida o foco foi a Sinagoga Kahal Zur Israel (Congregação Rochedo de Israel) do Recife, a primeira sinagoga das Américas que funcionou durante a dominação holandesa (1630-1657). Lá funciona hoje o Arquivo Judaico de Pernambuco e os pesquisadores e estagiários ficaram interessados em ajudar na busca de informações sobre os Schenberg em Pernambuco. Novamente não houve sucesso e apenas foi encontrada nos referidos arquivos uma entrevista, da década de 1970, onde uma das entrevistadas referia-se ao nome de Salomão Schenberg, de passagem, como um aparentado. Mas, como toda pista é útil, a jornalista responsável por tal entrevista, Diva Masur, prontamente passou a ajudar na busca de contatos. A partir dela, a filha de Mário Schenberg, Ana Clara Guerrini Schenberg, geneticista e professora aposentada do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, passou a fornecer importantes informações em depoimentos por telefone e um dado pessoalmente quando veio ao Recife para a sessão especial sobre o “Centenário de Mário Schenberg” durante a Reunião Anual da SBPC em Recife no dia 25 de julho de 2013. Nada melhor para um resumo biográfico de Mário Schenberg do que este gentilmente passado por ela por *e-mail* de 18/04/13:

“Não sei muito sobre a infância de meu pai em Recife. As informações que tenho, recebi de conversas com a minha avó Fanny. Meu pai me contou que éramos parentes do músico austríaco Arnold Schoenberg e de Groucho Marx, cuja mãe também era Schoenberg. O meu pai é filho de Salomão Schenberg (ou Schoenberg) e de Fanny Musij (ou Mushier). Salomão nasceu em Kiev, Ucrânia, e veio para o Brasil no começo de 1900. Fanny nasceu em Djora, nos arredores de Kishenev, Bessará-

bia, e veio para o Brasil pouco antes de estourar a I Guerra Mundial, para conhecer Salomão, que era sócio do irmão dela em Recife. Salomão tinha se apaixonado por uma foto de Fanny que lhe mostrara seu irmão! Casaram-se em Recife e tiveram 3 filhos: Mário, Saul e José. José morreu prematuramente, com 10 anos, após cair do alto de uma escada. Saul formou-se em Medicina e Mário formou-se pela Escola Politécnica de São Paulo e, logo em seguida, em Matemática, pela recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, na primeira turma, em 1936 (em anexo, estou enviando uma biografia resumida do Mário). Eu sou a única filha do Mário e da Julieta Guerrini de Andrade, viúva de Oswald de Andrade, com quem meu pai viveu maritalmente durante 30 anos.... A Profa. Dina Lida Kinoshita, do Instituto de Física da USP, também está preparando um livro sobre o meu pai e tem conseguido reunir várias informações adicionais. Por outro lado, o meu primo, Paulo Schenberg<sup>1</sup> (filho do Saul), organizou recentemente um site, com muitas fotos da família. Aconselho que entrem em contato com ele, para conseguir maiores informações sobre a infância de meu pai em Recife”.

ANEXO (dados biográficos de Mário Schenberg organizados por Ana Clara Guerrini Schenberg)

1914 (2/7): Mário Schenberg nasce em Recife, PE

1924: lê livros franceses técnicos que o levam a se interessar por ciência

1927: toma conhecimento das ideias marxistas através da revista “Cultura”

1931: ingressa na Escola de Engenharia de Pernambuco

1933: transfere-se para a Escola Politécnica de São Paulo

1934: faz por conta própria o seu 1º trabalho de Física e publica parte de “Princípios da Mecânica”

1935: gradua-se Engenheiro Eletricista pela Escola Politécnica de São Paulo

1936: torna-se Bacharel em Ciências Matemáticas, publica trabalho sobre Eletrodinâmica Quântica no *Nuovo Cimento* e atua como assistente do Prof. Gleb Wataghin

1937: realiza trabalhos sobre **raios cósmicos** com o Prof. Giuseppe Occhialini

1938: vai à Europa e trabalha em Roma com Fermi e em Zurique com Pauli. Publica alguns trabalhos em revistas especializadas

1939: em Paris, conhece Di Cavalcanti e Noêmia Mourão

1940: viaja para os EUA para aperfeiçoar-se em **Astrofísica** e conhece Segall

1940-1969: torna-se Professor do Departamento de Física da USP

<sup>1</sup> O primo de Ana Clara, Paulo Schenberg, declarou: “sei alguma coisa sobre a família e no que puder posso auxiliar. De antemão sugiro conhecer as fotos de meus avós que estão na internet em <http://www.atelieclaraschenberg.com.br/4images/index.php>. Na família de Salomão Schenberg tem fotos e textos e na do Mário tem também uma boa biografia de sua história”.

1940 a 1942: trabalha na Fundação Guggenheim. Entra em contato com Einstein. Desenvolve a Teoria do Efeito Urca nas **supernovas** e descobre com Chandrasekhar o limite Chandrasekhar-Schenberg

1941: encontra-se com Pauli em Princeton, onde se torna membro do *Institute for Advanced Studies*. Einstein inclui seu nome numa lista com os 10 mais notáveis físicos da sua época

1942: regressa ao Brasil

1944: torna-se Professor Catedrático da USP

1945: é eleito Deputado Federal pelo Partido Comunista (PCB)

1946: é eleito Deputado Estadual pelo PCB para a Constituinte de 1946

1946-1947: autor da lei de criação da FAPESP. Inicia em São Paulo a campanha “O Petróleo é Nosso”

1947: cassado e preso por seu envolvimento com o PCB

1948: vai à Europa para o 1º Congresso Mundial de Intelectuais para a Paz

1948-1953: leciona na Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica e torna-se membro do Centro de Física Nuclear de Bruxelas, onde trabalha com Prigogine. Publica trabalhos na *Nuovo Cimento*

1953-1961: de volta ao Brasil, é nomeado Diretor do Departamento de Física da USP

1956: atua na campanha em defesa dos minerais atômicos, o que levou à proibição da exportação dos mesmos

1958: aprofunda contatos com o meio artístico, principalmente com os concretistas e neo-concretistas

1961: deixa o Departamento de Física da USP. Organiza exposição retrospectiva de Alfredo Volpi na Bienal de São Paulo

1962: eleito Deputado Estadual pelo Partido Trabalhista Brasileiro (PTB), não chegou a ser diplomado por impedimento do Tribunal Eleitoral

1964-1965: é preso. Envolvido em processos como o das “Cadernetas de Prestes” e o da “Faculdade de Filosofia”

1965: eleito pelos artistas atua como membro do júri da Bienal de São Paulo

1966: participa do júri da 1ª Bienal Nacional da Bahia

1967: novamente eleito pelos artistas, participa do júri da Bienal de São Paulo

1969: aposenta-se compulsoriamente por força do Ato Institucional Nº5 (AI-5)

1973: publica o estudo “Arte e Tecnologia” pela editora Paz e Terra, incluído na obra *Arte Brasileira Hoje*, de Ferreira Gullar

1978: participa do 1º Encontro de Política Cultural e Produção de Artes Plásticas em São Paulo

1982: é incluído na anistia promovida pelo presidente Figueiredo e volta a lecionar no Instituto de Física da USP

1983: recebe o Prêmio de Ciência e Tecnologia do Conselho Nacional de Pesquisas

1984: recebe o título de Professor Emérito da USP no Instituto de Física. Lança o livro de sua autoria “Pensando a Física”

1986: participa do manifesto de apoio a Miguel Arraes para a eleição desse ano

1990 (10/11): falece em São Paulo, devido a insuficiência respiratória por bronco-pneumonia.

Foi membro: da Academia Brasileira de Ciências; da Academia de Ciências do Estado de São Paulo; da Sociedade Brasileira de Física (presidente); da Associação Internacional dos Críticos de Arte e da Associação Brasileira de Críticos de Arte.

## Perfil multifacetado

Um aspecto muito peculiar de Mário Schenberg que o distingue da maioria de outros cientistas é o seu perfil multifacetado, isto é, seu espectro realmente amplo de interesses. Há um bom material biográfico sobre Schenberg produzido por dois de seus maiores biógrafos, a já citada Amélia Hamburger e José Luiz Goldfarb (PUC/SP): “Obra Científica de Mário Schoenberg” (Hamburger, 2009), “Voar também é com os homens: o pensamento de Mário Schenberg” (Goldfarb, 1994), “Mário Schenberg: Entre-Vistas” (Guinsburg e Goldfarb, 1984) e “Pensando a Física”, do próprio Schenberg (Schenberg, 2001) que formam uma excelente base de informações sobre a grandeza intelectual, espiritual, política e humanística desse grande cidadão do mundo.

José Luiz Goldfarb foi aluno, amigo e companheiro de Mário Schenberg e escreveu, a pedido do autor deste texto, um depoimento pessoal em 19/5/13, que enfatiza o perfil multifacetado de Schenberg:

Mário Schenberg, um cidadão do século XXI.

Um brasileiro do Recife que investigando a **astrofísica** das estrelas, projetou seu nome pelo país afora, consagrou-se na comunidade científica internacional (citemos apenas um exemplo, o importante Efeito Urca, desenvolvido com George Gamow). Mas Mário Schenberg não foi “apenas” um dos maiores físicos teóricos da ciência brasileira; um cidadão atuante militou em todos os grandes movimentos políticos do século XX no Brasil. Do “petróleo é nosso” que resultou na criação da Petrobrás, a tantas e tantas batalhas pela democratização do país – pois apesar de poucos lembrarem, o Brasil viveu o século XX alternando seguidas ditaduras; e Schenberg esteve sempre na linha de frente contra o totalitarismo. Militou no Partido Comunista, foi eleito e cassado por duas vezes no Estado de São Paulo. Amante com igual fervor das artes foi sem dúvida um destacado crítico de arte, escrevendo

mais de cem textos para catálogos de artistas, análises de movimentos artísticos, participando como júri das inesquecíveis bienais de arte dos anos sessenta. Um intelectual referencial que marcou a vida de tantos brasileiros, Mário Schenberg estava sem dúvida à frente de sua época. Hoje quando tanto se fala em cidadão multifacetado e em redes sociais, devemos lembrar aquele que sempre atuou em frentes tão diversas de sua sociedade, e que sempre teve em sua própria casa um polo aglutinador de pessoas de tendências variadas, das artes, das ciências, da política, professores, estudantes, amigos... para cada um e para todos Mário Schenberg sabia o que falar; um prosador, repentista da cultura popular e erudita, orgulho do nordeste brasileiro (sempre pronunciava seu nome como “Schééénbérɡ” com aquela música típica e cativante...). Tenho certeza, e por isso sinto tanta falta, de que Schenberg estaria atento e participativo neste novo mundo/revolução que se desenha no horizonte do século XXI. Sem dúvida ele diria: “neste mundo em que todos se descobrem conectados, e que se transforma literalmente num piscar de olhos, neste mundo estou em casa...”

Outra biógrafa contatada foi a professora Dina Lida Kinoshita (IF/USP), que assim se pronunciou:

Estou escrevendo um livro sobre o Prof. Mário Schenberg como político. E sei muito pouco sobre sua infância e juventude no Recife. Para mim foi uma surpresa que tenha estudado no Colégio Americano Batista, não sabia disto. Ele pouco falava de sua vida na infância e mesmo em uma longa entrevista concedida ao CPDOC-FGV<sup>2</sup> só menciona ter concluído o primário, ginásio e o colegial em Recife. Conteí um pouco a história da família Schenberg para explicar como Mário teve acesso ao marxismo uma vez que não consta nenhum contato dele com os comunistas de Recife. Nem sequer com o Leôncio Basbaum, filho de imigrantes da mesma região da Bessarábia, nascido em Recife. A militância efetiva dele no PCB começa em São Paulo, nos anos 30.

## Contribuições para a astronomia

É importante salientar que Schenberg chegou a São Paulo num momento de importante transformação das atividades científicas no Brasil. Era a transição de uma ciência de inspiração positivista, utilitária, profissionalizante, ensinada pelas politécnicas do fim do Império e início da República, para o ensino

---

<sup>2</sup> Ver Schenberg, 2010.

da ciência pura, desinteressada, que seria ensinada pelas faculdades de filosofia, dotadas agora de laboratórios para pesquisa (ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume). Essa transição ocorria no bojo da Revolução Constitucionalista de 32, quando o Estado de São Paulo se rebelava contra o intervencionismo federal e via na fundação da USP o caminho para a formação de uma elite capaz de promover o desenvolvimento do país por meio do conhecimento.

Reflexões feitas com Oscar T. Matsuura (MAST e HCTE/UFRJ) culminaram com a indagação de que talvez o mútuo isolamento entre Schenberg e o Observatório de São Paulo (atual Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas ou IAG), embora ambos fizessem parte da mesma Universidade, fosse que o Observatório de São Paulo tivesse maior afinidade institucional com a EP/USP do que com a FFCL onde Schenberg trabalhou. Essa afinidade estaria na aplicação da astronomia ensinada na EP e os serviços prestados pelo Observatório de São Paulo. E, de fato, antes da criação da USP, entre 1930 e 1931, o Observatório de São Paulo ficou subordinado à EP de São Paulo. Com a criação da USP em 1934, a EP foi incorporada à Universidade e o Observatório de São Paulo passou a ser sua unidade complementar. Nessa condição, o Instituto Astronômico e Geográfico, já com a sigla IAG, se subordinava administrativamente à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, enquanto cabia ao Conselho Universitário da USP dar a orientação científica ao IAG para prestar os serviços dele esperados.

Em 1946 o IAG, mantendo o mesmo nome e finalidade, foi definitivamente incorporado à USP como instituto anexo, agora com função de instituto de pesquisa, mas sem obrigações de ensino universitário (Marques dos Santos, 2005: 97-111). O diretor do Observatório de São Paulo durante todo esse período foi Alypio Leme de Oliveira, engenheiro geógrafo egresso da EP/USP. O IAG organizou uma expedição para observar o eclipse total do Sol de 20/5/47 em Bebedouro, SP, da qual participaram também membros do Departamento de Física da FFCL/USP. Mas no dia do eclipse choveu torrencialmente em Bebedouro, de modo que só a equipe da FFCL liderada por Marcelo Damy de Souza Santos conseguiu estudar a influência do eclipse na incidência de **raios cósmicos** (Marques dos Santos, 2005: 111-115). Em suma, esse eclipse não serviu para aproximar o IAG e a FFCL para a realização de pesquisas em astronomia e **astrofísica**.

Abraão de Moraes (1916-1970), também da FFCL/USP e colega de Schenberg, só seria diretor do Observatório de São Paulo em 1955, treze anos após a publicação dos trabalhos de Schenberg em **astrofísica**. Portanto, há muito tempo Schenberg estava afastado da **astrofísica**, como também estava então

envolvido em questões políticas e artísticas, além de dirigir o Departamento de Física da FFCL. Só em 1972 o IAG será transformado em unidade de ensino da USP com os Departamentos de Astronomia, Geofísica e Meteorologia (ver “O Instituto Astronômico e Geofísico da USP” no Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume).

O Observatório Nacional (ON) do Rio de Janeiro também estava distante da **astrofísica** de Schenberg, estando essa instituição mais envolvida em programas astrométricos (ver **Astrometria**) no que diz respeito à astronomia, desamparada pelo governo federal e com seus esforços diluídos em múltiplas atividades como meteorologia, geomagnetismo, serviço da hora etc. (ver “O desenvolvimento da astrofísica no Brasil” neste Capítulo e os Capítulos “Difusão da hora legal” e “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume).

Não havendo um terreno propício para realizar pesquisas em **astrofísica** em seu próprio país, seria natural que Schenberg se voltasse para algum país no exterior. Assim, conforme relata sua filha Ana Clara no resumo biográfico, Schenberg “viaja para os EUA para aperfeiçoar-se em **Astrofísica**”, o que sugere que a opção pela **astrofísica** deve ter sido tomada antes da viagem. É importante observar que os EUA na época eram a meca da **astrofísica** no mundo, rompendo-se assim o tradicional vínculo das instituições astronômicas brasileiras com a Europa, especialmente com a França. Outro fator que pode ter influenciado nessa escolha foi o início da II Guerra Mundial precisamente nos anos em que ele esteve na Europa (1938-1939), podendo-se conjecturar também que a escolha pela **astrofísica** tenha sido instilada nele nesse período na Europa. Em depoimento reproduzido por Schwartzman (2001), o físico Gleb Wataghin (1899-1986), que fôra um dos principais mentores de Schenberg nos primórdios da FFCL/USP, recordou que, em 1936, Schenberg foi trabalhar com Enrico Fermi, em Roma, e que após dois anos

... voltou uma pessoa diferente, e tinha aprendido muito mais do que eu lhe poderia ter ensinado. A partir desse momento nós colaboramos um com o outro; ele desenvolveu um belo trabalho sobre os **raios cósmicos** e começou depois a trabalhar em eletrodinâmica, sob a direção de Dirac. Tinha aprendido muito em Roma, e decidi que não tinha muito mais a aprender de mim, e devia voltar a viajar (Schwartzman, 2001).

Numa época em que ainda não havia a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), nem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nem a Coordenação de Aperfeiço-

mento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ele obteve bolsa da Fundação Rockefeller. Provavelmente há aqui um equívoco e a bolsa seria da Fundação Guggenheim como consta na autoria dos artigos científicos da época. O *site* dessa Fundação ([http://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim\\_Fellowship](http://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim_Fellowship), acesso em 10/3/14) confirma que Mário Schenberg foi beneficiário de uma bolsa em 1940 e 1941 como “astrofísico e crítico de arte”. De fato, a bolsa é concedida para quem demonstra excepcional capacidade para estudos acadêmicos produtivos ou excepcional habilidade criativa nas artes, sendo que Schenberg teria obtido a bolsa pela dupla qualificação, o que confirma o seu perfil multifacetado.

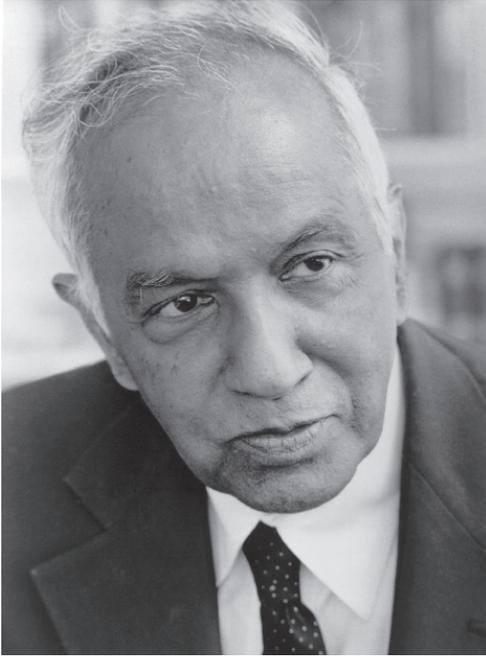
Os trabalhos astrofísicos produzidos nos EUA entre 1940 e 1942 foram dois com Gamow e um com Chandrasekhar. O russo Gamow (Figura 2) naturalizou-se norte-americano, foi físico teórico, cosmólogo e influente divulgador científico<sup>3</sup>. Foi um forte defensor da teoria do *Big Bang*, em 1946 postulou a sua ocorrência e fez uma estimativa da intensidade da radiação de fundo residual ou **Radiação Cósmica de Fundo**.



**Figura 2.** George Gamow (1904–1968) ([http://pt.wikipedia.org/wiki/George\\_Gamow](http://pt.wikipedia.org/wiki/George_Gamow))

<sup>3</sup> Eis alguns livros de divulgação de George Gamow traduzidos para o português: O Incrível Mundo da Física Moderna, As Aventuras do Sr. Tompkins, Nascimento e Morte do Sol, Um, Dois, Três ... Infinito, Biografia da Física, O Novo Mundo do Sr. Tompkins.

Chandrasekhar (Figura 3) era indiano e naturalizou-se norte-americano. Foi astrofísico e com o americano William A. Fowler recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1983 pelos estudos teóricos de processos físicos referentes à estrutura e evolução das estrelas.



**Figura 3.** Subrahmanyan Chandrasekhar (1910–1995) (<http://summer-astronomy-pc.wikispaces.com/Subrahmanyan+Chandrasekhar>)

O primeiro trabalho com Gamow foi *The possible role of neutrinos in stellar evolution* (Gamow and Schoenberg, 1940), que estuda a produção de energia no interior das estrelas por vários tipos de reações termonucleares e a emissão de **neutrinos** após o decaimento beta. O segundo foi *Neutrino theory of stellar collapse* (Gamow and Schoenberg, 1941), que descreve o processo de emissão de **neutrinos** nos estágios finais da evolução estelar, sugerindo que o colapso estelar<sup>4</sup> é responsável pelos fenômenos de novas e **supernovas**.

O trabalho com Chandrasekhar foi *On the evolution of the Main-Sequence stars* (Schoenberg and Chandrasekhar, 1942), onde é examinada a evolução das estrelas na **Sequência Principal** e o limite da exaustão do hidrogênio na região central por reações termonucleares.

---

<sup>4</sup> Ver **Objetos colapsados**.

Nesses trabalhos, a *George Washington University* em Washington, D. C., é citada como a instituição de Gamow e o *Yerkes Laboratory* da Universidade de Chicago, como instituição de Chandrasekhar. A USP aparece como instituição de Schenberg no primeiro trabalho com Gamow. O próprio Schenberg considerou o artigo com Chandrasekhar seu trabalho mais importante em física nuclear:

... o trabalho que fiz com o Chandrasekhar foi logo muito bem recebido e ficou clássico na teoria da evolução do Sol. Fazia um diagrama da **luminosidade** em função da massa. Então, tem certos tipos de estrelas que ficam ali. É a **seqüência principal** das estrelas, a *main sequency* como eles chamam, da qual o Sol faz parte. Essa teoria não valia só para o Sol, mas para todas as estrelas da *main sequency*. Esse trabalho, realmente, foi logo bem aceito e considerado um trabalho clássico de **Astrofísica** sobre a evolução do Sol e dessas estrelas (Schenberg, 2010).

Nada melhor do que esta abalizada avaliação sobre a verdadeira relevância e impacto deste trabalho:

Meanwhile, a new factor had entered into the situation, because of the possible exhaustion of hydrogen. Because of the increase in energy-generation with temperature, this exhaustion takes place first near the centre. Because it leaves the gas heavier, it prevents mixing with unexhausted gas. Thus Schönberg and Chandrasekhar were led in 1942 to discuss models in which a radiative envelope surrounded either a convective core of higher molecular weight, still generating all the star's energy, or an exhausted isothermal core of higher molecular weight, the energy now being generated in a thin shell at the interface between envelope and core. They found it impossible to construct models in which more than about 10 per cent of the mass was included in the exhausted core. ...

The exhaustion implied that the assumption of uniform composition, regularly made so far, had now to be abandoned. This altered the predicted course of evolution of a star in the Hertzsprung-Russell diagram from that for fully mixed stars, and removed a discrepancy with observation. ...

A fruitful application of inhomogeneities of composition was to the problem of red giants. According to Eddington, there was no problem; the giants obeyed his mass-luminosity law just as well as main-sequence stars. But when it was recognized that there ought to be a radius-luminosity law also, the existence of a problem could not be doubted. Opik in 1939, and Hoyle and Lyttleton soon after, suggested that the solution might be found in an inhomogeneity of composition. The matter was investigated by a large number of other workers, notably the Bondis, and Schwarzs-

child and his co-workers. They were able to show that stars of large radius, consisting of a dense core surrounded by a tenuous envelope, could exist if the molecular weight in the core markedly exceeded that in the envelope ...

The most remarkable result came, however, when Schwarzschild and Sandage in 1952 set to work to find what happened to a star which had burnt so much of its hydrogen that, according to Schönberg and Chandrasekhar, no static model existed. The reason for its non-existence is that the core, having no sources of energy, tends to contract and (according to Lane's law) becomes hotter; this makes the envelope immediately round the core generate too much energy, and the envelope expands. ... (Cowling, 1966: 134-135)

Conversando com Gamow nos Estados Unidos, Schenberg teve a ideia, como uma epifania, de que a perda dos **neutrinos** por uma estrela poderia causar o fenômeno das **supernovas**. Portanto, foi nos EUA que Schenberg teve a ideia dos **neutrinos** no Processo Urca. Mas, foi no Rio que os dois tiveram a ideia do nome “Processo Urca”:

Eu cheguei aos Estados Unidos no fim de 1940. Fui imediatamente para Washington trabalhar com o professor Gamow. Eu não tinha praticamente nenhum conhecimento astronômico, nem astrofísico. O Gamow estava muito interessado em estudar a estrela **supernova**. Exatamente, naqueles anos, tinham começado a fazer as aplicações de Física Nuclear para explicar a evolução das estrelas, a produção de energia, o aumento de **luminosidade**. O Gamow e o Teller<sup>5</sup> já tinham feito trabalhos sobre as estrelas gigantes. O Gamow me deu para ler um trabalho de um alemão de 1935. Ele adiantava que, se uma massa estelar fosse se contraindo, os prótons capturariam os elétrons. Então, eu li aquele trabalho e fui logo falar com o Gamow: “Olha, esse trabalho não pode servir de base, porque ele não leva em conta que a captura do elétron pelo núcleo estava acompanhada de emissão de **neutrino**”. Quando eu falei isso, o Gamow pôs a mão na cabeça e disse: “Opa, acho que você tocou no ponto crítico da coisa. É exatamente o **neutrino**. Essa emissão que há de **neutrinos** é que deve produzir um processo de colapso”. Quando o centro da estrela atinge uma densidade muito grande e começa a haver a captura dos elétrons, a fuga do **neutrino** vai esfriar o centro da estrela. A energia que escapa, porque o **neutrino** atravessa a massa da estrela e vai embora, pode produzir o colapso da estrela. Aí, nós escrevemos logo uma nota que saiu no *Physical Review*. Foi mandada em 1940. De

---

<sup>5</sup> Edward Teller (1908-2003), físico nuclear nascido na Hungria, foi apelidado “pai da bomba de hidrogênio”.

pois no *Physical Review* nós publicamos, em 1941, o cálculo mais completo sobre isso. Nós chamamos esse trabalho de efeito Urca. Houve muita especulação sobre por que o nome. Isso é um fato curioso, porque eles dão umas explicações como se o termo Urca fosse *Ultra Rapid Catastrophy*, mas não é nada disso. Era mesmo o nome do Cassino da Urca. O Gamow era uma pessoa muito brincalhona, gostava muito de brincadeira. Nós tínhamos, realmente, ido jogar lá no Cassino da Urca. Então, o Gamow disse: “Em homenagem ao Brasil, vamos chamar de Efeito Urca, porque a energia some tão rapidamente lá no centro da estrela como o dinheiro some no Cassino da Urca.” Aí deu o nome de processo Urca. Mas a história da ciência é uma coisa engraçada. Esse trabalho foi recebido com um certo interesse, mas não excessivo, naquela ocasião. Porém, só teve repercussão e começou a se tornar muito importante uns 20 anos depois. Bom, só depois da guerra é que desenvolveram muito os radiotelescópios, e com esses aparelhos descobriram realmente coisas que confirmariam a ideia de que as estrelas podiam explodir. Então, foi aí que o trabalho começou a adquirir um interesse grande. Bom, o interessante é que, depois de 1960, eu fiquei desinteressado de **Astrofísica**; não mexi mais, inclusive. Uma ocasião telefonaram-me dizendo que estava aqui em São Paulo, de passagem, o Professor Morrison<sup>6</sup>, que gostaria muito de conversar comigo. O Morrison, então, me perguntou se eu sabia que aquele trabalho que eu tinha feito lá com o Gamow tinha ficado muito importante. Eu disse: “Não, não sabia.” Ele disse: “Realmente, agora se compreendeu que essas explosões nas estrelas tem um papel assim fundamental. Portanto, o **neutrino** se tornou um elemento fundamental na evolução do universo, das **galáxias**, das estrelas, etc.” O Gamow teve uma atitude assim muito decente. Ele contou lá para várias pessoas que a ideia do **neutrino** tinha sido minha. Então, o Morrison queria saber como é que, naquela ocasião, eu tinha tido a ideia de pôr o **neutrino** ali. Eu acho que isso é uma coisa estranha, e mais estranho é perguntar por que os outros não tinham pensado em pôr o **neutrino**. É uma dessas coisas inexplicáveis. Estava-se pensando muito, tanto que o próprio Gamow tinha me dado um trabalho para estudar a captura de elétrons. Agora, como é que não perceberam? Naquele tempo já havia – até o Fermi<sup>7</sup> já tinha feito a teoria – a ideia de que, na emissão de raios beta<sup>8</sup>, houvesse a emissão de uma partícula. Realmente, a teoria dos raios beta estava oferecendo uma dificuldade, porque havia uma certa transição no núcleo e era

<sup>6</sup> Philip Morrison (1915-2005), professor de Física do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e participante do Projeto Manhattan na II Guerra Mundial.

<sup>7</sup> Enrico Fermi (1901-1954), físico italiano, “pai da bomba atômica”, Nobel de Física de 1938, postulou a existência do **neutrino** no decaimento beta.

<sup>8</sup> Os raios  $\beta$  (beta) designavam um tipo de radiação ionizante emitida por núcleos radioativos que consistiam em elétrons de **alta energia** ou pósitrons (anti-partículas dos elétrons).

emitido um elétron. A energia do elétron não era sempre a mesma. Uma hora saía com energia maior, outra hora saía com energia menor. Até Born tinha emitido a ideia que não haveria conservação de energia nesse processo, na emissão de raios beta. Então, numa reunião onde estavam discutindo esse assunto, o Pauling<sup>9</sup> disse: “Não, isso se poderia explicar”, dizendo que “não seria emitido só o elétron, mas que, junto com o elétron, seria emitida uma outra partícula neutra de pequena massa. Então, parte da energia seria levada pelo elétron e parte da energia seria levada pela outra partícula”. Daí é que se explicaria o elétron não sair com energia fixa. A energia total seria dividida entre as duas partículas, ambas poderiam levar energia. Surgiu, então, essa palavra **neutrino**, quer dizer, era neutra, mas era pequena. Para ser um nêutron, seria grande; a pequena seria o **neutrino**. Depois o Fermi fez, em 1934, uma teoria da emissão. Então, foi só eu abrir o trabalho de 1935 e pensar: “Mas cadê o **neutrino**? Por que não puseram o **neutrino** aí?” E eu disse: “Olha Morrison, eu acho que não é nada extraordinário eu ter pensado no **neutrino**. Mais extraordinário é os outros não terem pensado. Por quê que os outros não pensaram? Não era um efeito desconhecido, pelo contrário. Não havia uma prova ainda direta, está certo, mas era bastante provável que o mecanismo fosse aquele (Schenberg, 2010).

Durante nova viagem à Europa entre 1948 e 1953 Schenberg publicou um trabalho em 1949 intitulado *Double Stars with Relativistic Particles from Cosmic Rays* na revista *Nature* com vários colaboradores (Cosyns *et al.*, 1949). A importância desse trabalho reside no fato de que nele era especulada a possibilidade de alguns sistemas estelares binários serem fontes de **raios cósmicos**, estabelecendo assim uma ponte entre a **astrofísica** e a pesquisa em **raios cósmicos** que era próspera no Brasil.

Ainda com relação à astronomia, depois de retornar dos EUA em 1942, Schenberg deu aulas na USP de Mecânica Clássica e **Mecânica Celeste** e defendeu a tese “Princípios da Mecânica” em concurso público para se tornar professor catedrático de Mecânica Racional e Celeste. Mas parece que a demora para a realização desse concurso acabou afastando-o definitivamente das pesquisas em **astrofísica**. Com efeito, numa palestra que deu no salão nobre do ON no dia 16 de maio de 1982, ele disse:

É sempre um prazer encontrar-me com pessoas que trabalham em **Astrofísica**. Sempre que posso, compareço ao Congresso Internacional de **Astrofísica** Relativista, nos Estados Unidos. Participei, por duas vezes, desse tipo de Congresso.

---

<sup>9</sup> Linus Pauling (1901-1994), químico norte-americano, ganhador do Nobel de Química em 1954 e do Nobel da Paz em 1962.

Desde a década de 40 não me tenho ocupado diretamente com questões de Astronomia e de **Astrofísica**. Naquela época, estive nos Estados Unidos e fui convidado a trabalhar na Universidade de Chicago. Tempos depois, pensei em regressar àquele país, mas, como ingressara num concurso de mecânica, que demorou vários anos para ser realizado, não pude mais voltar<sup>10</sup>. Durante esse tempo, interessei-me por outros problemas, não me ocupando diretamente da Astronomia e da **Astrofísica**. Voltei meu interesse para alguns ramos da Física, como, por exemplo, a Teoria da Relatividade Geral, que, na verdade, se liga àque-las ciências (Schenberg, 1991).

E prosseguiu:

No momento, estou particularmente interessado nesta iniciativa do Grupo de Memória Astronômica, uma vez que é muito importante desenvolver, no Brasil, estudos sobre a História da Ciência, a Filosofia da Ciência e as relações entre Ciência e Tecnologia. Todos esses problemas precisam ser muito discutidos e bem compreendidos, pois sua importância não se limita a uma área exclusivamente científica: são de importância fundamental para a vida nacional (Schenberg, 1991).

De fato, segundo Freire Jr. (2009), Schenberg tem muita importância também pelas iniciativas que teve em relação à memória e história da ciência propondo, por exemplo, a criação da cadeira de História das Ciências na FFCL/USP, o que se concretizou em 1988 com a criação do Centro Interunidade de História da Ciência. Ministrando em 1969, na USP, o curso “Pensando a Física”, acabou gerando o livro de mesmo nome (Schenberg, 2001). Fundou a Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) juntamente com Simão Matias e, em 1980, participou da fundação do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Rio de Janeiro (ver “MAST, um projeto precursor” no Capítulo “Museu e unidade de pesquisa” no Volume II).

---

<sup>10</sup> No depoimento dado ao CPDOC-FGV em 1979 Schenberg tinha dito: “O Wataghin me disse que ia ser aberto concurso para a cadeira de Mecânica Racional, e que eu voltasse para o Brasil para concorrer. Eu já tinha começado, nos Estados Unidos, a preparar a tese, alguns apontamentos e tal, sobre os princípios da mecânica. O concurso não se realizou em 1942, saiu só em 1943. Foi um ano e meio depois de eu ter voltado. Mas eu fiquei dando curso na Faculdade de Filosofia. Primeiro, dei curso de Física Superior e, um ano depois, fiquei, como professor catedrático de Mecânica Racional Celeste Superior, que foi a cadeira que eu dei até ser aposentado” (Schenberg, 2010).

## Trabalhos precoces

Os estudos astrofísicos de Schenberg eram precoces em relação à astronomia da época no ON (Rio de Janeiro) e no IAG (São Paulo). Essas instituições astronômicas ainda estavam presas à prestação de serviços como o da hora, meteorológicos e levantamentos geodésicos e magnéticos. Afora uma astronomia clássica para subsidiar esses serviços, não havia **astrofísica** observacional, nem teórica. A pesquisa pura estava apenas começando na USP e sua FFCL, onde estava Schenberg, era um nicho excepcional.

No entanto, na mesma época e contando com a participação de Schenberg, a pesquisa em **raios cósmicos** prosperou (ver o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II). Provavelmente isso foi possível porque, naquela época, um aparato experimental competitivo para essa pesquisa podia ser viabilizado sem investimentos muito custosos ou proibitivos. Isso não acontecia com a **astrofísica**. Um “observatório de montanha” já era cogitado no ON, mas sua aquisição era bastante onerosa (ver o Capítulo “O observatório de montanha” no Volume II), além de exigir outras condições de ordem humana, cultural e institucional (ver “O desenvolvimento da astrofísica no Brasil” neste Capítulo). Tendo uma instrumentação em **raios cósmicos**, era possível aglutinar uma equipe ao seu redor, com físicos teóricos e experimentais. Porém, na **astrofísica**, a despeito da existência das instituições astronômicas já citadas no país, Schenberg estava efetivamente sozinho, sem nenhum companheiro, podendo trabalhar nessa área só fora do Brasil, onde podia se aproximar de especialistas dessa área. Nessa solidão enquanto astrofísico, não teve Schenberg a menor condição de formar um grupo de pesquisa em **astrofísica** teórica e nem ele mesmo continuou trabalhando nessa área. Apesar do impacto internacional de seus trabalhos astrofísicos, no próprio Brasil ainda não havia ambiente para reverberar esse impacto.

## Considerações finais

Embora os trabalhos de Schenberg em **astrofísica** teórica não tenham tido continuidade, é importante salientar que eles se somam a seus outros estudos em matemática e geometria, em física clássica, relatividade, teoria quântica do elétron e **raios cósmicos** que, juntos, contribuíram para o desenvolvimento da física moderna no Brasil, inclusive no seu aspecto institucional tendo ele sido, por vários mandatos, chefe do Departamento de Física da FFCL da USP onde implantou a física do estado sólido, a física nuclear, laboratórios, o primeiro computador etc.

Confirmando seu perfil multifacetado, os interesses de Schenberg não se confinavam à **astrofísica**, nem mesmo somente à física, mas extrapolavam a própria ciência se espraiando à militância política e às artes. Com um espectro tão amplo de interesses e preocupações, Schenberg se entregou de corpo e alma e com rara proficiência a uma multiplicidade de temas, não premeditando um feito específico para a sua vida, mas lançando uma diversidade de sementes engendradas por sua extraordinária criatividade, e cujo desenvolvimento dependeria do terreno em que caíssem. Isso transparece no resumo biográfico em que a pesquisa científica, a militância política e o envolvimento com o mundo artístico aparecem, não de forma contínua, mas em ondas moduladas pelos acontecimentos. Ao retornar ao Brasil em 1942 após os estudos astrofísicos aqui abordados, basicamente ele retoma a pesquisa só quando retornou à Europa entre 1948 e 1953.

Mas, uma consideração final que não poderia faltar aqui é sublinhar a importância fundamental dos mentores que Schenberg teve. E o primeiro deles foi Luiz de Barros Freire (1896-1963) (Figura 4), engenheiro civil, professor da Escola Politécnica de Pernambuco e personagem de destaque na ciência desse Estado no século 20 (Albuquerque e Hamburger, 1988).



**Figura 4.** Luiz de Barros Freire (1896-1963) ([http://www.ufpe.br/dmat/index.php?option=com\\_content&view=article&id=321%3Alfreire&catid=1&Itemid=271](http://www.ufpe.br/dmat/index.php?option=com_content&view=article&id=321%3Alfreire&catid=1&Itemid=271))

Foi catalisador de talentos em Pernambuco, estimulando e influenciando futuros cientistas, como Mário Schenberg, o físico teórico José Leite Lopes (1918-2006) e o matemático Leopoldo Nachbin (1922-1993). Teve sua importância em suscitar um encantamento arrebatador pela estética da ciência, que foi o grande motor desses grandes cientistas. Mas Luiz Freire não só encantou esses jovens, também ensinou o “caminho das pedras”. Deu as dicas de como “fazer ciência”, ensinou as ferramentas necessárias, particularmente o domínio da matemática. Segundo Schenberg

... em 1931, em Recife, entrei para a Escola de Engenharia de Pernambuco. Lá fiquei conhecendo o professor Luiz Freire, que foi realmente uma pessoa que me entusiasmou muito. Era uma personalidade extraordinária e, dos professores de Recife, foi o que mais me influenciou (Schenberg, 2010).

Chegando em São Paulo, a orientação dos fundadores da FFCL/USP para fazer ciência dialogando com cientistas mais importantes do mundo, também foi fundamental. Schenberg teve, portanto, grandes mentores:

Os professores dessa parte de Ciências Exatas tinham vindo da Itália. Veio o professor Wataghin e o matemático Luigi de Fantappiè. Eu sofri bastante influência destes dois professores. ... Logo depois, veio para cá o professor Occhialini que era um físico experimental. Nós ficamos muito amigos. Ele também foi uma pessoa a quem eu fiquei muito ligado posteriormente. Teve uma influência muito grande sobre mim e despertou mais o meu interesse pelas coisas de Física Experimental (Schenberg, 2010).

Na palestra que deu no ON em 1982, tendo vivenciado a extraordinária formação que recebera dos pioneiros da FFCL/USP, mas conhecendo também o novo sistema de pós-graduação, Schenberg ponderou:

Será que a nossa universidade, depois da reforma universitária, tornou-se eficiente para desenvolver um pensamento brasileiro? Creio que muitos setores pioraram, setores que antes eram até razoáveis. Confundi-se, infelizmente, a pesquisa científica com a elaboração de teses. E, no entanto, não se exige de uma tese que ela realmente traga uma contribuição para a Ciência. A tese é um instrumento para se conseguir um título, especialmente o doutoramento (Schenberg, 1991).

## Agradecimentos

Pela ajuda recebida na preparação deste trabalho, sou grato a: Oscar T. Matsuura, Teresinha A. Rodrigues, Ana Clara G. Schenberg, José Luiz Goldfarb, Diva Masur, Dina Lida Kinoshita, Paulo Schenberg, Sérgio Oliveira, Sérgio Machado Rezende, Antonio Carlos Pavão, Maurício Pina, Virgílio Martins Sales, Carlos Alberto Souza Filho, Bárbara Moreira, Fábio Cesar de Araujo, Abdias José da Silva Filho, Ana Paula Teixeira Bruno, Luiz Augusto de Carvalho Carmo e Davi Hulak. Também ao Arquivo Judaico da Sinagoga Kahal Zur Israel do Recife, IITB de Pernambuco, Colégio Americano Batista do Recife, Ginásio Pernambucano, Arquivo Público de Pernambuco, Memorial da Engenharia da UFPE e Biblioteca do Curso de Engenharia Elétrica da UFPE.

## Referências

Albuquerque, Ivone Freire M. e Hamburger, Amélia Império (1988), “Retratos de Luiz de Barros Freire como pioneiro da ciência no Brasil”, *Ciência e Cultura*, 40, 9, 857-881.

Cosyns, Max G. E.; Dilworth, Constance Charlotte; Occhialini, Giuseppe Stanislao and Schoenberg, Mário (1949), Double Stars with Relativistic Particles from Cosmic Rays, *Nature*, 164, 129.

Cowling, T. G. (1966), The Development of the Theory of Stellar Structure, *Quarterly journal of the Royal Astronomical Society*, 7, 121-137.

Freire Jr., Olival (2009), “Novas luzes sobre Schönberg”, Resenha sobre a Obra Científica de Mário Schönberg – Volume 1 – 1936 a 1948, coordenada por Amélia Império Hamburger, São Paulo, EDUSP, 2009, *Pesquisa Fapesp*, 172, 94.

Gamow, G. and Schoenberg, M. (1940), The possible role of neutrinos in stellar evolution, *Physical Review*, 58, 1117.

Gamow, G. and Schoenberg, M. (1941), Neutrino theory of stellar collapse, *Physical Review*, 59, 539–547.

Goldfarb, José Luiz (1994), *Voar também é com os homens: o pensamento de Mário Schenberg*, São Paulo: Edusp.

Guinsburg, Gita K. e Goldfarb, José Luiz (1984), *Mário Schenberg: Entre-Vistas*, São Paulo: Perspectiva e IF/USP.

Hamburger, Amélia Império, Coord. (2009), *Obra científica de Mário Schönberg, Volume 1 – 1936 a 1948*, São Paulo: Edusp.

Marques dos Santos, Paulo (2005), *Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua Formação e Evolução*, São Paulo: EdUSP.

Schenberg, Mário (1991), “Formação da mentalidade científica”, Transcrição de palestra dada no dia 16 de maio de 1982 no Salão Nobre do ON, *Estudos Avançados*, 5, 12, 123-151.

Schenberg, Mário (2001), *Pensando a Física*, Amélia Império Hamburger e José Luiz Goldfarb (Orgs.), 5ª edição, São Paulo: Landy Editora.

Schenberg, Mário (2010), *Mário Schenberg (depoimento, 1978)*, Entrevista realizada no contexto do projeto “História da ciência no Brasil”, desenvolvido entre 1975 e 1978 e coordenado por Simon Schwartzman, Rio de Janeiro: CPDOC/FGV.

Schoenberg, M. and Chandrasekhar, S. (1942), On the evolution of the Main-Sequence stars, *The Astrophysical Journal*, 96, 161–172.

Schwartzman, S. (2001), *A Formação da Comunidade Científica no Brasil*, Espaço para a Ciência, Brasília: Centro de Estudos Estratégicos, MCT e CNPq.