

Mário Schenberg na rede científica transnacional de Gleb Wataghin: a primeira geração de físicos brasileiros

Mario Schenberg in Gleb Wataghin's transnational scientific network: the first generation of Brazilian physicists

Alexander Brilhante Coelho

Mestre e doutorando em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo, e membro do Grupo TeHCo – Grupo de Teoria e História dos Conhecimentos”

Universidade de São Paulo

alexpoxtz@gmail.com

Recebido em: 15/01/2020

Aceito em: 24/05/2020

Resumo

Nosso artigo revisita as interpretações sobre a fundação das universidades brasileiras nos anos 1930 através da trajetória científica de Mario Schenberg. A estratégia política local de um setor da elite paulista nos anos 1930 estabeleceu uma nova forma de produção científica e acadêmica, resultando na fundação da Universidade de São Paulo [USP]. A USP contou com uma concentração inédita de professores estrangeiros no Brasil, possibilitando a formação de uma geração de cientistas e intelectuais imersos em temas e problemas que estavam sendo discutidos em países no Hemisfério Norte. Mario Schenberg, primeiro físico teórico *stricto sensu* brasileiro, pode ser considerado o resultado pioneiro e bem sucedido dessa estratégia de consolidação da hegemonia de um setor da elite local. Por meio da rede científica estabelecida pelo professor italiano Gleb Wataghin, a partir de São Paulo, Schenberg iniciou uma trajetória científica internacional, o que lhe permitiu, por um lado, internalizar disposições adaptadas ao jogo do campo científico da Física e, por outro, acumular, em poucos anos, capital científico expressivo para o contexto brasileiro, indício de um tipo de formação científica inexistente no Brasil até então.

Palavras-chave: Mario Schenberg, Gleb Wataghin, história da física no Brasil, transnacionalismo.

Abstract

Our article revisits the interpretations of the foundation of the Brazilian university in the 1930s through Mario Schenberg's scientific trajectory. The political strategy of an elite sector in São Paulo in the 1930s has established a new form of scientific and academic production, resulting in the foundation of the University of São Paulo [USP]. The USP had an unprecedented concentration of foreign professors in Brazil, enabling a generation of scientists and intellectuals, that was being formed, dived in themes and problems that were being discussed in countries in the Northern Hemisphere. Mario Schenberg, the first strictly Brazilian theoretical physicist, can be considered the pioneering and successful result of this strategy of consolidation to ensure local elite hegemony. Through the scientific network established by the Italian professor Gleb Wataghin, from São Paulo, Schenberg has started an international scientific trajectory, which allowed him, on the one hand, to internalize ways of actions adapted to the scientific field of Physics and, on the other, to gather significant scientific capital for the Brazilian context in few years, that can be seen as an indication of a scientific training that did not exist in Brazil until then.

Keywords: Mario Schenberg, Gleb Wataghin, history of physics in Brazil, transnationalism.

A interpretação da mudança no contexto científico brasileiro a partir da fundação da Universidade de São Paulo e da Universidade do Distrito Federal, nos anos 1930, é um assunto bastante polemizado pela historiografia da ciência brasileira. Uma das dificuldades da discussão diz respeito à ausência, até onde sabemos, de casos semelhantes em outros países, de modo que a tarefa de interpretação quase não possui pontos de apoio em experiências para além de nossas fronteiras. Apenas para ficar no contexto latino-americano, em que alguns termos de comparação seriam possíveis, considerando as atuais fronteiras atuais, México e Peru fundam suas primeiras universidades no século XVI, Argentina no século XVII, Cuba no século XVIII, e Bolívia, Chile, Colômbia e Equador no século XIX. Ou seja, apesar de qualquer semelhança que possa haver entre a história da produção científica brasileira e a do restante da América Latina, a interpretação da relação entre a fundação de universidades no século XX e a mudança no contexto científico é um debate específico da historiografia da ciência brasileira.

Duas grandes obras dão o tom de uma interpretação, por muito tempo hegemônica, sobre o significado das universidades: a obra *As ciências no Brasil*, de 1955, organizada por Fernando de Azevedo, e a obra *Formação da comunidade científica no Brasil*, escrita por Simon Schwartzman, e publicada em 1979. Tais obras desenham um panorama da ciência no Brasil desde o período colonial, e são referências incontornáveis da historiografia da ciência nacional. Essas duas obras, *grosso modo*, apontam a fundação das universidades nos anos 1930 como o momento fundante da ciência brasileira. Segundo estes autores, antes da criação destas, quase não havia tido produção científica nacional, e o pouco que havia era entendido como resultado do esforço de alguns indivíduos excepcionais - geralmente professores de instituições de ensino de “ciência aplicada”, como as escolas de engenharia -, que teriam sido capazes de superar a ausência de condições institucionais para a produção científica. A fundação das universidades nos anos 1930, para essa tradição historiográfica, seria a fronteira entre a pré-história e a história de uma ciência “de verdade”, profissional e institucionalizada, menos ancorada no heroísmo de alguns indivíduos.

Moema Vergara (2004) inscreve essa linha interpretativa da historiografia das ciências em uma tradição intelectual mais antiga, que passa pelos intelectuais agrupados na *Revista Brasileira*, no fim do século XIX, e chega até as tentativas de interpretação de mais longo alcance da sociedade brasileira, como a obra *Raízes do Brasil*, de Sérgio Buarque de Holanda, escrita em 1936. Essa tradição teria como marca a preocupação em compreender as razões do “atraso” brasileiro - creditado, em boa medida, na conta da herança portuguesa, no patrimonialismo e na estrutura escravagista não totalmente superada - e tinha como agenda o ingresso do Brasil na modernidade liberal ocidental.

Mais recentemente foram aparecendo trabalhos em história da ciência com novas formas de olhar para o passado da produção científica nacional, capazes de apreender a produção de conhecimento sobre o mundo natural no período anterior à criação das universidades como empreendimentos verdadeiramente científicos. O trabalho *Institutos de Pesquisa Científica no Brasil*, escrito por Maria Amélia Mascarenhas Dantes em 1979, é considerado um ponto de inflexão na historiografia da ciência nacional, procurando compreender as formas específicas de se praticar ciências em instituições como o Jardim Botânico (1808)¹, Museu Nacional (1818)²,

1 Segundo Dantes (1979, p. 349), “O Jardim Botânico do Rio de Janeiro, inicialmente Real Horto, criado por D. João VI em 1808 como jardim de aclimação destinado à cultura de especiarias, teve papel pioneiro no século XIX, recebendo naturalistas estrangeiros e desenvolvendo estudos sobre a fauna brasileira”.

2 O Museu Nacional foi fundado em 1818 por D. João VI, e existe até hoje, integrado à Universidade Federal do Rio de Janeiro. Inicialmente dedicado a coleções de ciências naturais, em 1824, com a criação do Laboratório Químico, começam algumas investigações sobre combustíveis e propriedades do pau-brasil. A partir de 1876, passa a ser constituído de 3 seções: I - Antropologia, Zoologia Geral e Aplicada, Anatomia Comparada e Paleontologia Animal; II - Botânica Geral e Aplicada e Paleontologia Vegetal; III - Ciências Físicas: Mineralogia, Geologia e Paleontologia Geral. Segundo Dantes (1979, p. 346-7), apesar de, antes do período republicano, ser “um dos mais importantes centros de atividade científica no Brasil”, com pesquisas sobre a flora, geologia, fisiologia, farmacologia e ofiologia, o Museu Nacional sempre sofreu com baixas condições materiais e de pessoal para realizar o seu trabalho. Em 2018 um incêndio de grandes proporções destruiu grande parte de seu acervo.

Instituto Bacteriológico³ (1892), Instituto Manguinhos⁴ (1899), e o Instituto Butantan⁵ (1901). Um ano antes, em 1978, José Murilo de Carvalho faria um longo estudo, no mesmo espírito, sobre a Escola de Minas de Ouro Preto (1875)⁶.

A partir de então, começam a aparecer trabalhos que passam a relativizar a ruptura entre a produção científica pré e pós 1930, procurando compreender as formas específicas sob as quais se davam as práticas científicas no período anterior ao “marco fundacional”, e que, via de regra, acusam a tradição historiográfica anterior de carregar nas tintas ao pintar um vazio científico excessivo no período anterior a 1930, tal como vemos em Figueirôa (1998, p. 108)

Muito dessa historiografia, em larga medida produzida por não-historiadores, padeceu dos limites dados por sua matriz positivista e pelo “mimetismo historiográfico” [em relação à historiografia da ciência europeia] e conduziu a uma visão estreita do passado, não tendo dado conta de uma prática científica concreta que, embora tivesse existência material nos arquivos, bibliotecas e museus, não podia e não conseguia, dessa forma, encontrar seu lugar.

De nossa parte, acreditamos que tanto a tradição historiográfica dominante até os anos 1970, quanto seus críticos, têm sua parcela de razão: embora não faça muito sentido dividir a história da ciência brasileira em uma pré-história e uma história, a fundação das universidades possibilitou uma forma nova de praticar a pesquisa científica, que pode ser mais ou menos inédita, de acordo com a área das ciências em questão.

No caso da pesquisa em Física em São Paulo, acreditamos que o grupo de pesquisa que se consolidou ao redor do físico italiano Gleb Wataghin com a fundação da Universidade de São Paulo estabeleceu uma forma inédita de praticar pesquisa física no Brasil, possibilitando uma autonomização dessa pesquisa em relação ao *regime científico utilitário*⁷ praticado no interior das Escolas Politécnicas, por meio de uma produção

3 Fundado em 1893 pelo governo do Estado de São Paulo, o Instituto Bacteriológico (Instituto Adolfo Lutz, a partir de 1940) teve por atribuição o estudo microbiológico e bacteriológico relacionado às epidemias, à realização de exames e diagnósticos e à preparação de produtos para vacina e medicamentos. Dirigido por Adolfo Lutz até 1908, tornou-se um dos mais importantes centros de pesquisa na área da saúde (Cf. DANTES, 1979).

4 Criado no Rio de Janeiro em 1899, o Instituto Soroterápico de Manguinhos (futuro Instituto Oswaldo Cruz) se destacou pela campanha bem sucedida de combate à febre amarela, iniciada em 1904, transformando-se, a partir de então em um importante centro de pesquisa em medicina e biologia. Segundo Schwartzman (1979, p. 136), a longa e rígida formação a que estavam submetidos aqueles que desejavam ingressar no instituto fez com que fosse “então considerado o único lugar onde se fazia ciência no Brasil” (cf. DANTES, 1979 e SCHWARTZMAN, 1979, p. 127-136)

5 Criado em São Paulo em 1899 com o objetivo inicial de preparar soros e vacinas, o instituto se notabilizou pelas pesquisas em ofidismo, higiene, bacteriologia, imunologia, escorpionismo e aracnismo (cf. DANTES, 1979).

6 A Escola de Minas de Ouro Preto foi fundada em 1876, segundo CARVALHO (1978), mais por um ato de vontade de D. Pedro II do que por necessidade econômica, já que a engenharia de minas e de metalurgia passava muito à margem das necessidades da economia da época, dominada pela produção cafeeira. Ainda assim, segundo Carvalho (1978, p. 75), a orientação dada por Claude Henri Gorceix, diretor da Escola de Minas desde a sua fundação até 1891, se distinguia pela defesa do desenvolvimento econômico: a “preocupação, especialmente com a realidade mineira, foi outra constante na atuação de Gorceix. A tarefa fundamental da Escola deveria ser o levantamento das riquezas de Minas e do país [...] e a dinamização de seu aproveitamento através da mineração e da siderurgia. Tentou atrair capitais franceses para a mineração e alimentava o plano de envolver a Escola na implantação de uma usina siderúrgica utilizando altos-fornos a carvão vegetal”. Ainda segundo Carvalho (1978, p. 94-5), a Escola de Minas formou quadros de pesquisadores que começaram a trabalhar em órgãos do governo: “a maior produção de pesquisa dos ex-alunos foi feita fora da Escola, após a criação do SGMB [Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil]. Neste órgão, no DNPM [Departamento Nacional de Produção Mineral], no ITI [Instituto de Tecnologia Industrial] de Minas Gerais e em outros órgãos do governo, parece terem-se refugiado os melhores pesquisadores para exercer seu trabalho”

7 Terry Shinn define o regime utilitário de produção e difusão da ciência como uma base institucional em que a produção de conhecimento de seus praticantes não tem como mercado os demais produtores de conhecimento pertencentes ao próprio regime, o que condiciona uma epistemologia específica: “O objetivo é a produção de um artefato tecnicamente válido, útil, prático e vendável. As considerações giram, assim, em torno de 64 sistemas técnicos que exibem uma solidez técnico-física. Os artefatos exibem, portanto, um caráter fenomenológico/físico. A realização pode requerer experimentação; entretanto, esta não é necessariamente a experimentação do regime disciplinar. O trabalho experimental do praticante utilitário é guiado pela capacidade performativa de seu artefato em realizar precisamente e sem erro a tarefa pretendida. A simulação figura de modo crescente nessa atividade. Entretanto, novamente, a orientação não é a aquisição do modo como um sistema funciona,

científica internacionalizada e praticada inteiramente no interior de um **regime disciplinar**⁸ de produção de conhecimento científico. Se, de um lado, não queremos corroborar a tese de que antes das universidades havia um vazio científico na área das ciências exatas, que teria sido imperfeitamente preenchido por figuras simbólicas “pioneiras”, por outro lado queremos enfatizar a nova dinâmica e o novo tipo de formação que passa a dar o tom do contexto científico nacional a partir de 1930.

Assim, neste artigo, procuraremos explicitar a forma como Gleb Wataghin, primeiro diretor do Departamento de Física da USP, vai criando, entre as décadas de 1930 e 1940, uma rede científica transnacional capaz de integrar o seu grupo de pesquisa no campo da Física mundial, e acompanharemos a trajetória científica de Mário Schenberg, um representante do grupo de Wataghin que inicia sua formação científica no interior das escolas politécnicas, no período anterior à fundação da USP, e, por meio da rede criada por Wataghin, acaba por se tornar o primeiro físico teórico *stricto sensu* do Brasil.

As múltiplas nacionalidades da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP

A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da Universidade de São Paulo (USP), onde foi estabelecido o Departamento de Física, foi idealizada para abrigar os “altos estudos e a cultura livre e desinteressada, expressando a função superior, a da formação capaz de ver a sociedade sob o prisma do ‘interesse geral’” (CARDOSO, 1982, p. 123). Segundo Schwartzman (1979, p. 197), a FFCL foi concebida para ser a *celula mater* da nova universidade, fundada em 1934:

uma universidade que não seria simplesmente uma agregação de escolas profissionais superiores; cujo eixo central ou *celula mater* seria uma Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, onde seria promovida a pesquisa em tempo integral, contribuindo para um conhecimento universal, puro e desinteressado, ficando a aplicação da ciência para as escolas profissionais (SCHWARTZMAN, 1979, p. 197)

A nova universidade foi criada durante o Governo Provisório de Getúlio Vargas, que havia nomeado Armando Salles Oliveira interventor federal em São Paulo no segundo semestre de 1933. Armando Salles de Oliveira era, desde 1914, acionista do jornal *O Estado de S. Paulo*, jornal com participação de primeiro plano na política paulista da época, e que reunia ideologicamente ao seu redor um conjunto de intelectuais e políticos, que se denominava como o “grupo do Estado” (CARDOSO, 1982, p. 27).

Desde 1925, Júlio de Mesquita Filho, herdeiro do jornal e seu diretor, a partir de 1927, defende a criação de uma universidade em São Paulo. Em 1926, o jornal realiza o *Inquérito sobre a Instrução Pública em São Paulo*, sob a orientação de Fernando de Azevedo, que participou da redação do jornal entre 1923 e 1926. O inquérito é norteador pela preocupação em se formular uma política de educação capaz de formar as massas e, principalmente, uma “elite orientadora” da vida pública (CARDOSO, 1982, p. 28-9). Azevedo defende que a universidade seria o instrumento para a realização de tal tarefa, produzindo e transmitindo conhecimentos científicos e formando professores.

mas antes a designação dos componentes apropriados e de sua combinação apropriada para assegurar a performance. Além disso, a performance não é atingida com referência à precisão. O guia é, mais uma vez, o cliente e o mercado potenciais. (SHINN, 2008, p. 24)

8 Para Terry Shinn, o “regime disciplinar de produção e difusão da ciência está assim baseado em departamentos disciplinares de universidades, cujo objetivo é: (1) reproduzir o conhecimento disciplinar-padrão para os estudantes e (2) conduzir pesquisa original no interior da disciplina. O regime disciplinar é fortemente definido por sua orientação auto-referente. Com relação aos tópicos de pesquisa, eles são retirados do interior da disciplina e relacionam-se tanto com a história e a inércia disciplinares, como com a direção para a qual o futuro da disciplina aponta, segundo a percepção dos praticantes disciplinares. A disciplina também estabelece seus critérios internos para a avaliação de seus resultados de pesquisa. (SHINN, 2008, p. 19)

No discurso de paraninfo proferido anos depois, em 1937, aos primeiros formandos da FFCL, Júlio de Mesquita Filho nos explicita como, para o “grupo do Estado”, São Paulo tinha uma verdadeira missão em relação ao país, que remete aos bandeirantes:

[...] vereis que ao paulista de hoje o destino cometeu uma única tarefa: a de completar a obra iniciada pelo paulista do ciclo da penetração. Porque, senhores, o Brasil nada mais é do que um problema posto pelas Bandeiras; e, ou nós paulistas de hoje e de amanhã o resolvemos, ou teremos irremediavelmente falido na missão que nos legaram os nossos antepassados (MESQUITA FILHO⁹ apud SCHWARTZMAN, 1979, p. 196).

Assim, a criação de uma universidade seria o meio que possibilitaria o “imperialismo benéfico de São Paulo”, nos termos de Júlio de Mesquita Filho (CARDOSO, 1982, p. 39). Ainda com Cardoso,

o “grupo de Estado” tinha um projeto de hegemonia cultural e política, contido no projeto de Universidade e do sistema educacional como um todo [...]. Neste projeto a Universidade aparece como o núcleo fundamental, na medida em que, sendo o centro de formação e reprodução das elites dirigentes, o seu controle permitiria, em termos de concepção de mundo, a formação daquelas elites. Nesta medida, o controle da Universidade aparece, para o ‘grupo do Estado’, como condição do exercício da hegemonia cultural e política (CARDOSO, 1982, p. 52).

Entre os anos 1920 e o início dos anos 1930, o “grupo do Estado” estivera afastado do aparelho do Estado, pois se opunha ao Partido Republicano Paulista, liderado por Washington Luís, governador do Estado de São Paulo entre 1920 e 1924, e presidente da república entre 1926 e 1930. Após o golpe contra Washington Luís e a ascensão de Vargas à presidência da república, em 1930, o “grupo do Estado”, depois de um flerte inicial com o novo governo, volta à oposição, só conseguindo se entender de maneira um pouco mais duradoura com o governo central após o fracasso do movimento armado que ficou conhecido como a Revolução Constitucionalista de 1932. Assim, a fundação da “sua” universidade, projeto dos anos 1920, teve de esperar até a nomeação de Armando de Salles Oliveira, à ocasião diretor d’*O Estado de São Paulo*, a interventor federal.

Neste novo contexto, com o “grupo do Estado” pela primeira vez à frente do governo de São Paulo, Júlio de Mesquita Filho toma a dianteira da estruturação da USP, e pede a Fernando de Azevedo que escreva o decreto de sua criação (SCHWARTZMAN, 1979, p. 202), publicado em janeiro de 1934. Segundo Azevedo, Júlio de Mesquita Filho e ele propuseram a Armando de Salles de Oliveira o recrutamento de professores estrangeiros para a FFCL, dada a escassez de professores “capazes, por seu espírito e suas técnicas de pesquisa, de concorrer para o progresso das ciências” (AZEVEDO¹⁰ apud SCHWARTZMAN, 1979, p. 202). A “missão” - nome oficial para o recrutamento dos professores na Europa - seria levada a cabo por Júlio de Mesquita Filho, mas uma campanha eleitoral o retém no país (PETITJEAN, 1996, p. 263), e Theodoro Ramos¹¹, já nomeado diretor da futura FFCL o substitui.

Engenheiro de boa reputação na Escola Politécnica de São Paulo e com bom trânsito na esfera pública (SILVA, 2006, p. 134-5), Ramos faz parte de um grupo de engenheiros brasileiros do início do século XX

9 Em MESQUITA FILHO, Julio de. *Política e cultura*. São Paulo: Livraria Martins Editora, 1969.

10 AZEVEDO, Fernando de. *História da minha vida*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1971.

11 Theodoro Augusto Ramos (1895-1935) ingressou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1912, formando-se em 1916. Doutorou-se em Ciências Físicas e Matemáticas no ano de 1918, com a tese *Sobre as funções de variáveis reais*. No ano seguinte, 1919, ingressa no quadro docente da Escola Politécnica de São Paulo (CASTRO, 1955, p. 68-9), onde lecionou a disciplina de Mecânica Racional e foi professor catedrático da cadeira de Vetores, Geometria Analítica, Geometria Projetiva e Aplicação à Nomografia. Ingressa na SBC (Sociedade Brasileira de Ciências) em 1918 (SILVA, 1997, p. 12). Engajou-se nas discussões sobre a reforma na educação a partir da segunda metade dos anos 1920, tendo sido o presidente da III Conferência Nacional da Educação, em 1929 (SCHWARTZMAN, 1979, p. 167), e nomeado para membro do Conselho Nacional da Educação em 1931 (SILVA, 2006, p. 134). Chegou a ser, temporariamente, por 3 meses, prefeito de São Paulo em 1933. Em 1934, participa do projeto de estruturação da Universidade de São Paulo.

que tinha uma forte identidade científica¹², tendo publicados trabalhos originais na Matemática¹³ e na Física, como o artigo *A theoria da relatividade e as raias espectrais do hydrogênio*¹⁴, que apareceu em 1923 na Revista Polytechnica e em 1929 nos Annaes da Academia Brasileira de Sciencias (VIDEIRA, VIEIRA, 2010, p. 11).

Esse perfil de Theodoro Ramos, bem como sua boa relação com o Júlio de Mesquita Filho, explica o fato de ser ele o escolhido para procurar na Europa os professores estrangeiros que iriam fundar uma nova tradição de ensino e pesquisa das ciências no Brasil, e ter sido escolhido também para o cargo de diretor da FFCL, mesmo antes da faculdade existir de fato¹⁵.

Ramos chega a Roma em março de 1934, onde “visita os laboratórios, encontra os universitários, é recebido por Mussolini e pelo ministro dos Assuntos Estrangeiros” (PETITJEAN, 1996 p. 263), e obtém como resultado a vinda de Gleb Wataghin (Física), Luigi Fantappiè (Matemática) e Ettore Onorato (Mineralogia e Geologia), além de um professor para língua e literatura italiana. Em abril, Theodoro Ramos chega a Paris, onde consegue os professores de geografia, sociologia, história, literatura francesa, literatura greco-latina, filosofia e psicologia. Em seguida Ramos parte para a Alemanha, onde recruta os professores de química, botânica e zoologia. Nos anos seguintes, novas missões trazem novos professores franceses, que se tornariam centrais em suas áreas ao longo do século XX¹⁶, como Fernand Braudel (História) e Claude Lévi-Strauss (Antropologia).

Segundo Petitjean (1993), as rivalidades entre França, Itália e Alemanha no período que antecede a Segunda Guerra Mundial são utilizadas como forma de pressão pelas autoridades brasileiras, e favorecem o sucesso das missões, já que havia, em particular no caso da França e da Itália, um esforço diplomático intenso para estimular a vinda de cientistas e intelectuais à nova universidade, como forma de amplificar sua influência cultural na região. No caso do recrutamento dos professores alemães, o alvo da missão era os professores judeus, que, apesar de seguirem sendo membros das universidades, devido ao contexto antisemita, estavam proibidos de ensinar.

Em 1936, o corpo docente da FFCL era altamente internacionalizado: 8 franceses, 6 italianos, 6 brasileiros, 3 alemães, 1 português e 1 norte-americano (PETITJEAN, 1996, p. 280). A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, deste modo, projeto de um grupo político paulista interessado em consolidar sua hegemonia política no estado e a hegemonia política de São Paulo sobre toda a união, nasce sob o signo da

12 Desde a década de 1910, alguns professores das escolas de engenharia com forte identidade científica, como Amoroso Costa e Henrique Morize, se queixavam do excessivo utilitarismo da produção científica das escolas politécnicas, e, em 1916, tiveram protagonismo na criação da Sociedade Brasileira de Ciências (futura Academia Brasileira de Ciências, a partir de 1922), que tinha como mote, à época, a luta pela “ciência pura”.

13 Segundo Bonfim sua tese *Sobre as funções de variáveis reais*, apresentada em 1918, contém propostas originais em uma área da matemática recente para a época: “Destarte, em contato com o que havia de mais recente na produção matemática mundial, Theodoro em sua tese de doutoramento desenvolveu de maneira singular o teorema demonstrado por Weierstrass, contribuindo com uma demonstração distinta da apresentada por Lebesgue, principalmente no tocante ao desenvolvimento da noção de convergência simples utilizando conjunto de medida nula, independentemente, da teoria geral da medida.” (BONFIM, 2013, p. 107)

14 Segundo Studart, Costa e Moreira (2004, p. 35) “Em linhas gerais [...],Theodoro Ramos usou a regra da quantização de Sommerfeld para um sistema formado por um elétron em órbita em torno do núcleo, ligado a ele pela força de Coulomb, e verificou a influência da curvatura do espaço-tempo sobre o sistema. Ele reproduziu o resultado anterior de Sommerfeld para as frequências das transições eletrônicas e encontrou as contribuições, muito pequenas, provenientes da Relatividade Geral.” Segundo Paty (1996, p. 165), “esse trabalho é geralmente considerado como a primeira pesquisa verdadeiramente original feita no Brasil sobre a teoria da relatividade; sem dúvida, pode-se igualmente considerá-lo como a primeira publicação, no Brasil, de um artigo de física teórica propriamente dita”. Studart, Costa e Moreira (2004, p. 35) parecem fazer uma avaliação parecida a respeito desse trabalho: “Acreditamos que, se o trabalho de Theodoro Ramos tivesse sido submetido a uma revista com maior penetração internacional, ele seria citado hoje nos textos que tratam da história da Física Moderna”.

15 Cf. PETITJEAN, 1996, p. 263.

16 Fernando Novaes, ao comentar o significado da vinda dos professores franceses para as ciências sociais, observa que “quando se afirma que essa influência foi muito importante, não deixa de haver um auto-elogio. Mas, na verdade, os franceses foram muito importantes na renovação dos estudos de Ciências Sociais no Brasil. A missão foi composta de pessoas de alta qualidade: Roger Bastide, Paul Arbousse-Bastide, Braudel, Lévi-Strauss, Pierre Monbeig etc. Costuma-se dizer que a seleção desses professores foi muito acertada, mas na década de 30 eles tinham vinte e poucos anos e eram recém-formados. Quando foram selecionados, não eram e nem se previa que seriam famosos” (NOVAES, 1994, p. 161).

transnacionalidade¹⁷, do entrecruzamento entre tensões locais e globais que regulam a circulação internacional de cientistas importando e aclimatando novas formas de ensino e pesquisa em seus departamentos.

A rede científica transnacional de Wataghin e a Física da FFCL

Ucraniano radicado na Itália, Gleb Wataghin, diretor do Departamento de Física da FFCL a partir de 1934, foi formado no contexto das discussões sobre a física quântica, nos anos 1920¹⁸, e, se antes de chegar ao Brasil ainda não estava no primeiro time da Física da época, é certo que já era uma figura conhecida, tendo sido por seis anos professor de Mecânica Racional na Universidade de Turim, e por dois anos professor de Física Superior na mesma universidade, além de ter ocupado a cadeira de Física Experimental na Regia Accademia de Artiglieria ed Genio de Turim.

Segundo Schwartzman:

[...] Em 1922 [Wataghin] tornou-se doutor em Física pela Universidade de Turim, sendo contratado como assistente da Escola Politécnica dessa Universidade em 1924, depois de ter demonstrado sua capacidade de trabalho na área de mecânica estatística. Em 1927 assistiu à Conferência Internacional de Como, onde entrou em contato com a elite da física da época: Niels Bohr, Heisenberg, Pauli, Dirac, Fermi, Schrödinger, Oscar Klein, Rasetti. Em 1930, publicou artigo no *Zeitschrift für Physik*, onde sugeria a existência de um comprimento de onda mínimo fundamental nos choques entre partículas no qual deveriam agir outros tipos de forças nucleares, ideia que foi discutida no Congresso Solvay daquele ano, e sobre a qual manteve correspondência com Enrico Fermi. A partir de 1931, iniciou estudos sobre raios cósmicos, linha de trabalho iniciada em 1921 por Millikan, nos Estados Unidos, e continuada por Arthur Compton, como parte das pesquisas relativas a partículas subatômicas e de altas energias. Em 1933, Wataghin viajou pela Europa, passando alguns meses com Lord Rutherford em Cambridge e algumas semanas em Copenhague, com Bohr, experiências que marcariam fortemente sua vida de cientista.” (SCHWARTZMAN, 1979, p. 252)

Wataghin veio para São Paulo, temendo o fascismo e seduzido pelo salário generoso, já que passava por dificuldades financeiras. Sua indicação partiu de Enrico Fermi¹⁹, que havia negado o convite feito por Theodoro Ramos para liderar o Departamento de Física da FFCL, como nos conta o próprio Wataghin:

E o Fermi disse [a Theodoro Ramos]: ‘Olha, em Turim, existe Wataghin. Experimente perguntar se ele vem.’ E me fez saber dessa indicação indiretamente. Me escreveram; eu disse não. ‘Não conheço o Brasil, começo agora a trabalhar...’ Já começava a trabalhar cientificamente. ‘Não vou mudar’. Depois chegaram insistências, até que o Teodoro Ramos me convidou para Roma. Fomos a um célebre restaurante de Roma – em via de la Scrofa, o porco fêmea – onde o macarrão se dava com colher e garfo de ouro puro. Parecia que devia resultar melhor, mas não era melhor, era só para enfeitar (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 25).

Wataghin regressaria à Itália apenas em 1949, quando assume a direção do Instituto de Física da Universidade de Turim, até 1971 (WATAGHIN, 1992, p. 163).

17 urchetti, Herran e Boudia (2012) destacam que as interações sociais que extravasam as fronteiras nacionais fazem da ciência uma atividade tipicamente transnacional, e apontam como uma das dimensões de uma perspectiva transnacionalista da historiografia das ciências a compreensão dos fatores como diplomacia, pressões políticas, agências de fomento, etc., que agem sobre a circulação internacional dos cientistas.

18 Cf. WATAGHIN, 2010 [1975].

19 Enrico Fermi (1901-1954) foi um dos físicos mais importantes do século XX, trabalhando no desenvolvimento da teoria quântica, física nuclear e de partículas e mecânica estatística. Ganhou, em 1938, o prêmio Nobel de física

Depois de se dedicar, entre 1934 e 1935, à organização didática do curso de Física da FFCL e da Escola Politécnica, pelo qual também era responsável, Wataghin, inicia, a partir de 1936, o trabalho de pesquisa com seus alunos, baseando-se no sistema orientador-orientando (VIDEIRA; VIEIRA, 2010, p. 15). No Brasil, segue trabalhando nos problemas de pesquisa nos quais já trabalhava na Europa, problemas de fronteira compartilhados por muitos físicos de expressão:

[...] Wataghin, no Brasil, se situou dentro de uma linha de trabalho daqueles que, como Heisenberg, Dirac e Pauli, na Europa, consideravam que a explicação dos fenômenos que envolvem a matéria e a radiação passaria por uma nova revolução da física. (VIDEIRA, BUSTAMANTE, 1993, p. 273, tradução nossa).

Mesmo sendo essencialmente um físico teórico, especialista em raios cósmicos e mecânica quântica, Wataghin conseguiu estabelecer em São Paulo as bases para uma física experimental:

A decisão de Wataghin de efetuar estudos experimentais sobre os raios cósmicos obedece à concepção que se havia adquirido na época sobre este tipo de radiação, assim como a possibilidade que havia de observá-los com técnicas de detecção acessíveis. Tanto na Europa quanto nos Estados Unidos os físicos haviam compreendido que de seu estudo experimental se poderiam obter informações consideráveis sobre a interação entre a radiação e a matéria a altas energias. Pouco a pouco, em particular desde o início dos anos 30, os raios cósmicos se haviam convertido em centro de interesse privilegiado por teóricos e experimentadores. (VIDEIRA; BUSTAMANTE, 1993, p. 275, tradução nossa)

Vieira e Bustamante (1993, p. 282) consideram Wataghin o fundador de uma nova linha de pesquisa em Física no Brasil: “Os estudos que Wataghin realiza em raios cósmicos e teoria quântica de campos dentro do marco do programa iniciado na Universidade de São Paulo fazem dele o iniciador da investigação em física moderna e de altas energias no Brasil”.

Os resultados da pesquisa começam a dar frutos já entre 1938 e 1939, quando, em uma série de experimentos com raios cósmicos, Wataghin e seu grupo descobrem os “chuveiros penetrantes”²⁰. Essa pesquisa chamou a atenção de Arthur Compton²¹, que, após sua pesquisa com espalhamento de raio X pela matéria, que lhe rendera o prêmio Nobel em 1927, passara a década de 1930 se dedicando ao estudo dos raios cósmicos. Inicia-se, assim, uma cooperação científica entre Wataghin e Compton, que resultou, em um primeiro momento, na ida de Paulus Aulus Pompéia²², aluno de Wataghin, para trabalhar com Compton na Universidade de Chicago. Em 1941, Wataghin, ao saber que Compton faria uma expedição científica à América do Sul, inicia esforços para estreitar as relações científicas entre ambos:

Wataghin colocou à disposição de Compton os recursos do Departamento de Física da USP e mobilizou a administração da universidade e o governo paulista para o apoio logístico, especialmente para as medições feitas em balões, as quais efetivamente foram realizadas no interior do estado de São Paulo. Além dessas iniciativas, Wataghin buscou apoio junto ao governo federal, no Rio de Janeiro, e com o apoio do presidente da Academia Brasileira de Ciências, Arthur Moses, teve início a organização de um Simpósio sobre

20 “Este fenômeno era concebido como a criação simultânea de muitas partículas através de interações nucleares entre os raios cósmicos e a matéria. Os chuveiros que haviam sido observados à época na componente não penetrante dos raios cósmicos, ‘as cascatas fotoelétricas, ao contrário, se formavam por atos sucessivos de emissão de fótons e produção de pares de elétrons através de interações eletromagnéticas’ (VIDEIRA; BUSTAMANTE, 1993, p 276, tradução nossa).

21 Arthur Holly Compton (1892-1962) foi um físico estadunidense. Ganhou, junto com Charles Wilson, o Prêmio Nobel de Física em 1927, pela descoberta do efeito Compton.

22 Paulus Aulus Pompéia (1911-1993) formou-se em engenharia em pela Escola Politécnica de São Paulo em 1935 e em física, pela USP, em 1939 (MARQUES, 2005, p 178). Depois de trabalhar nas pesquisas com raios cósmicos com Wataghin, ajudou na fundação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), ao qual se dedicou até meados dos anos 1960.

Raios Cósmicos, a se realizar no Rio de Janeiro no final da visita de Compton. Esse simpósio tinha claramente um caráter de homenagem à vinda de Compton, vez que as discussões científicas mais importantes ocorreriam em São Paulo, antes da ida de Compton para o Rio. (FREIRE JÚNIOR, SILVA, 2014, p. 190-191)

No ano seguinte, Wataghin é eleito membro da American Association for the Advancement of Science, e agradece a Compton a distinção recebida²³.

Para além da confluência entre os interesses científicos de Wataghin e Compton, Freire Júnior e Silva destacam que o intercâmbio entre o grupo de Wataghin e o grupo de Compton se insere em um contexto em que os Estados Unidos atuavam para buscar alinhamento dos países latino-americanos com os Aliados durante a Segunda Guerra Mundial, procurando consolidar sua influência ao mesmo tempo em que buscavam neutralizar a influência da Alemanha e da Itália, países do Eixo. Nesse contexto é que os EUA criam o OCIAA (Office of the Coordinator of Inter-American Affairs), dirigido por Nelson Rockefeller, que daria apoio para que Compton trouxesse ao Brasil um número significativo de físicos de sua equipe, acompanhados de suas esposas, dando ao intercâmbio científico um caráter notadamente cultural e diplomático²⁴.

Segundo Freire Júnior e Silva (2014, p. 184), a pesquisa em raios cósmicos trouxe para o grupo da USP uma “rápida obtenção de reputação de excelência internacional para a física brasileira”. Em boa medida, essa reputação foi construída a partir do entrecruzamento entre a situação geopolítica durante a Segunda Guerra Mundial e o apetite científico de Wataghin, que segue, em São Paulo, trabalhando com seus alunos nos problemas de fronteira do campo da Física, possibilitando, pela primeira vez, a entrada no Brasil no jogo da pesquisa física internacional.

A busca por integrar a Física paulista à comunidade internacional de físicos, por criar uma rede científica transnacional para o seu grupo de pesquisa, foi uma marca de Wataghin à frente do Departamento de Física da USP. A partir de 1938, ano em que representa a USP em um congresso internacional de Física em Paris, o Departamento de Física passa a contar com a colaboração de Giuseppe Occhialini²⁵, físico italiano que, como nos conta Marcelo Damy, à ocasião, “integrava o melhor grupo experimental que existia na Inglaterra – o do professor Blackett, da Universidade de Cambridge. Nós, então, passamos a trabalhar com a melhor técnica do mundo” (DAMY, 1994, p. 85). À mesma época, Wataghin começa a enviar seus alunos para completar sua formação científica no exterior. O primeiro a ir a Europa é Mário Schenberg, que esteve, entre 1938 e 1939, em Roma com Enrico Fermi e em Genebra com Wolfgang Pauli. Em seguida, envia Marcelo Damy para Cambridge, e, em 1940, envia Paulus Aulus Pompéia para os EUA, como já mencionamos. Como não havia no Brasil nenhum programa de pós-graduação, é o capital científico de Wataghin que chancela a competência científica dos seus orientandos frente os centros de pesquisa internacionais, como podemos depreender a partir de uma carta de Wataghin a Compton:

Nas universidades brasileiras não é possível obter doutorado. Pompeia completou um curso de 5 anos de Engenharia Elétrica, além do curso de 3 anos em Física Experimental e Teórica na Faculdade de Ciências, onde se tornou Bacharel em Física. Na realidade, ele

23 Em carta de Wataghin a Compton lemos: “Recebi, apenas hoje, a notificação de 4 de abril da minha eleição a membro do A. A. S. Ter sido distinguido com tal honra me deixa muito agradecido a você e aos outros membros do conselho e eu espero ter sorte o bastante para merecê-la e poder cooperar com todos vocês em seus trabalhos a favor da ciência.” (Carta de Gleb Wataghin a Arthur H. Compton, de 2 de setembro de 1942, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00276-0, tradução nossa)

24 Freire Júnior e Silva (2014, p. 192) explicitam, por meio de uma carta de Compton a William Jesse - que também havia integrado a expedição ao Brasil -, a importância diplomática da visita: “você pode estar interessado em saber que eu tive uma conversa alguns dias atrás com o Sr. Nelson Rockefeller, o qual disse-me que a nossa expedição, de acordo com os relatos que ele tem, foi a mais exitosa empreendida até agora no que diz respeito às boas relações entre as Américas”

25 Giuseppe Occhialini (1907-1993) chega ao Brasil em 1937, fugindo da Itália fascista, a convite de Wataghin. Figura importante nos anos iniciais da pesquisa física no Brasil, fez parte do grupo que veio a descobrir o méson pi, junto com César Lattes

é conferencista de Física nesta faculdade. Me parece que seu “curriculum vitae” pode se considerado equivalente a um doutorado²⁶ (tradução nossa)

Pouco depois, César Lattes, que se formou em física pela FFCL em 1943, vai para Bristol, em 1946, convidado por Occhialini, onde trabalhou junto com Cecil Powell e Patrick Blackett²⁷. O trabalho deste grupo resultou na detecção do *méson-pi*, que rendeu o Prêmio Nobel a Cecil Powell, e, pela participação de Lattes na descoberta, é considerado em geral o ponto mais alto dessa linha de pesquisa inaugurada por Wataghin (TAVARES, 2017; VIDEIRA, VIEIRA, 2010).

Essa dedicação de Wataghin para estabelecer uma rede científica transnacional, capaz de integrar a pesquisa física brasileira no campo da Física internacional, é perceptível em diversos momentos, como na sua participação na tentativa, em 1939, de trazer o físico Erwin Schrödinger²⁸ para lecionar na Universidade do Brasil²⁹ (criada a partir da Universidade do Distrito Federal, recém fechada) no Rio de Janeiro, e, no mesmo ano de 1939, no esforço realizado para aproveitar a vinda de George Gamow - astrofísico que cumpriria um papel fundamental na formulação da teoria do Big Bang - ao Rio de Janeiro para uma viagem de recreio³⁰. Wataghin toma providências para que Gamow realizasse palestras na Academia Brasileira de Ciências e para que usufruísse, junto com a família, de residência oficial para sua estadia.³¹ Wataghin fez questão de ir encontrar Gamow, junto com sua equipe, no Rio de Janeiro³², e, no regresso, pede a Bernhard Gross³³ que providencie flores à senhora Gamow³⁴. No ano seguinte, Mário Schenberg iria trabalhar com Gamow nos EUA, colhendo frutos científicos da rede criada por Wataghin.

Em pouco tempo, Wataghin forma uma geração de físicos com um perfil inédito no Brasil, bem diferente do tipo de formação e produção científica dos engenheiros com identidade científica das primeiras décadas do século XX. Na física teórica, Wataghin teve como primeiros colaboradores, além de Mario Schenberg,

26 Carta enviada por Gleb Wataghin a Arthur A. Compton, em 28 de setembro de 1940, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00243-0.

27 Patrick Maynard Stuart Blackett (1897-1974) foi um físico britânico, ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1948 pelo desenvolvimento da câmara de nuvens e descobertas em raios cósmicos e física nuclear.

28 Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961) foi um físico teórico austríaco, ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1933, pela equação da mecânica quântica conhecida como Equação de Schrödinger.

29 Em carta de Gleb Wataghin a Menezes de Oliveira, presidente da Academia Brasileira de Ciências, lemos “Tendo recebido a informação de que o Prof. Schrödinger tem sido convidado para outras universidades, tomo a liberdade de lhe adiantar o seguinte: Tratando-se de um nome de tal projeção nos meios científicos, que tanto poderá honrar a Universidade do Brasil, penso ser justificável (e talvez somente neste caso) lhe oferecer um ordenado mensal da ordem de 5:000\$. Esperando, com esta sugestão, concorrer para o maior brilho da Faculdade Nacional de Filosofia, subscrêvo-me atenciosamente” (Carta de Gleb Wataghin a Menezes de Oliveira, escrita em 29 de maio de 1939, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00215-0)

30 Em outra carta de Gleb Wataghin a Menezes de Oliveira, presidente da Academia Brasileira de Ciências, lemos: “Quero aproveitar a ocasião para renovar-lhe os sinceros agradecimentos pelo seu interesse nos casos Gamow e Schrödinger” (Carta de Gleb Wataghin a Menezes de Oliveira, escrita em 2 de maio de 1939, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00212-0)

31 “Em março p. p. o Dr. Menezes de Oliveira, na qualidade de Presidente da Academia Brasileira de Ciências, enviou uma carta ao prof. Gamow [...] convidando-o para fazer algumas palestras na referida Academia [...]. Muito agradeceria se o Sr. apoiasse essa iniciativa de seu colega Menezes de Oliveira e minha, no sentido de se interessar para que seja oferecido, a aquele ilustre Prof., a hospedagem oficial de 8 dias, de acordo com a conversa que tive, neste sentido, com o Prof. Jurandyr Lodi” (carta de Gleb Wataghin a Ignácio Azevedo de Amaral, escrita em 29 de maio de 1939, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00214-0)

32 “Hontem lhe escrevi que o Dr. Gamow deveria chegar no dia 16 deste, hoje soube que o navio “Uruguay” chegará no Rio no dia 15 [...]. Por esta razão os meus colaboradores sahirão daqui no dia 14 com o noturno. Eu pretendo ir de automóvel, e devo chegar ahi no dia 14 a noite, ou 15 pela manhã” (Carta de Gleb Wataghin a Ignácio Azevedo de Amaral, escrita em 5 de junho de 1939, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00218-0)

33 Bernhard Gross (1905-2002) nasceu na Alemanha e chegou ao Brasil em 1933. Em 1934 o físico foi contratado pelo Instituto Nacional de Tecnologia, e, em 1937, pela Universidade do Distrito Federal. Foi um dos fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, em 1948.

34 “Venho perder-lhe enviar à senhora Gamow, por ocasião de seu embarque, uma caixa de orchideas [...]. Junto envio meu cartão para ser entregue com as flores” (carta de Gleb Wataghin a Bernhard Gross, escrita em 4 de setembro de 1939, pertencente ao Acervo Histórico do Instituto de Física da USP, identificador único: IF-DF-I-02-00-0000-00222-0)

Abraão de Moraes³⁵ e Walter Schützer³⁶. O grupo experimental de Wataghin teve como primeiros colaboradores, além Damy, Occhialini e Pompéia, e Lattes, a pesquisadora Yolande Monteux³⁷, e Oscar Sala³⁸. A formação dessa geração de pesquisadores se deve - para além das condições de trabalho da FFCL, que se diferenciava das demais faculdades brasileiras, pelo alto salário e pela garantia do regime de dedicação integral -, em boa medida, à forma como Wataghin empregava seu capital científico para capitalizar cientificamente seus orientandos, permitindo-os participar do jogo internacional da produção de conhecimento físico. Vamos, a seguir, acompanhar a trajetória científica de Mario Schenberg para mostrar mais de perto como a atividade científica de Wataghin na USP possibilitou o incremento do capital científico de seus estudantes.

A circulação de Mário Schenberg pela rede científica de Wataghin

Mario Schenberg nasceu em 1916³⁹ em Recife. Com 15 anos, ingressou na Escola de Engenharia de Recife, onde conheceu o Luís Freire, professor que, como Theodoro Ramos e alguns outros engenheiros formados no início do século XX, tinha uma forte identidade científica. Freire o incentiva no estudo de Matemática e Física, e, quando Schenberg fica sabendo que, em São Paulo, iriam fundar uma nova universidade, com cursos de ciências, pede transferência para a Escola Politécnica de São Paulo, em 1933. Assim que chega a São Paulo, antes da fundação da nova Universidade, Schenberg procura Theodoro Ramos, com o qual discute questões epistemológicas da Física. Em 1934, quando a USP é fundada, ingressa na primeira turma do curso de Matemática.

Apesar de ter cursado Matemática, área dirigida na FFCL da USP pelo italiano Luigi Fantappiè, Schenberg se aproxima de Wataghin, que dirigia o curso de Física, já que Fantappiè era fascista, enquanto Schenberg era judeu e comunista⁴⁰. Em 1936, ano em que se forma em Matemática, Schenberg publica, sob a orientação de Wataghin, o seu primeiro artigo estritamente científico⁴¹, *Sull' interazione degli elettroni* na revista italiana *Nuovo Cimento*, periódico bastante prestigiado à época, revista oficial da Sociedade Italiana de Física, e na qual Enrico Fermi publicava com regularidade⁴².

- 35 Abraão de Moraes (1917-1970) formou-se em física pela USP em 1938 (MARQUES, 2005, p. 178). Com volta de Wataghin em 1949 para a Itália, assume a chefia do Departamento de Física em 1949. Em 1955 assume a direção do Observatório de São Paulo (Instituto Astronômico e Geofísico da USP). De 1965 a 1970 presidiu o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais, atual INPE.
- 36 Walter Schützer (1922-1963) formou-se em física pela USP em 1942 (MARQUES, 2005, p. 178). Estudou com Eugene Wigner, na Universidade de Princeton e colaborou com David Bohm, quando este esteve no Brasil, entre 1951 e 1955. Em 1957 defendeu tese de livre-docência sobre a teoria quântica do plasma (MARQUES, 2005, p. 40)
- 37 Yolande Monteux (1910-1998) foi a primeira mulher a se formar em física no Brasil, em 1937 (MARQUES, 2005, p. 178). Tornou-se assistente de Física Geral e Experimental da USP em 1941. Em seguida foi trabalhar no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).
- 38 Oscar Sala (1922-2010) formou-se em física pela USP em 1944 (MARQUES, 2005, p. 178). Foi assistente de Marcelo Damy na cadeira de Física Geral e Experimental. Faz viagens de estudo para os EUA na segunda metade dos anos 1940, e, em seguida se engaja na construção do acelerador de Van der Graaf e do péletron da USP.
- 39 Embora em registro de nascimento conste o ano de 1914, o mais provável é que Schenberg tenha nascido em 1916, segundo Kinoshita (2014, p.26) o mais provável é que tenha nascido em 1916.
- 40 Segundo Wataghin, “No primeiro momento ele [Schenberg] se inscreveu para Engenharia, porque diz que Engenharia garantia um futuro. Mas tendo frequentado nossas aulas, disse: ‘Não, tenho que fazer ciência.’ Ele veio falar comigo e eu disse: ‘O senhor tem muito talento para Matemática. Experimente falar com Fantappiè. Ele era mais moço do que eu, mas era o melhor matemático dos moços da Itália. Muito bem, tinha um grande defeito: era fascista. Ele soube que Mário era israelita e comunista, e disse: ‘Não. Vai com Wataghin’” (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 28)
- 41 Antes de seu ingresso na FFCL em 1934, Schenberg havia escrito o artigo *Os princípios da mecânica*, sobre a epistemologia da Física para a Revista Polytechnica.
- 42 Em uma publicação comemorativa do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Gil da Costa Marques celebra esta publicação de Schenberg: “Em que pese o risco de estar equivocado, o primeiro trabalho teórico de um pesquisador brasileiro a ser publicado em uma revista de impacto, em revista internacional indexada, foi o de Mario Schenberg em 1936. Esse trabalho foi publicado na revista *Il Nuovo Cimento*, que naquela época era uma revista de muito prestígio. Mario Schenberg publicou um trabalho como único autor, numa área denominada hoje de Eletrodinâmica Quântica. A equação de Dirac era pouco conhecida. Nesse trabalho ele considera o acoplamento do campo de Dirac a um campo eletromagnético clássico.

Ainda em 1936, já engenheiro, mas ainda não matemático, Schenberg é contratado como preparador do curso de Física ministrado pelo professor por Wataghin na Escola Politécnica, cargo que abandonou no ano seguinte, quando Getúlio Vargas proibiu a acumulação de cargos públicos⁴³. Ainda em 1936, Schenberg participa, ao lado dos professores da FFCL, dos Seminários e Matemáticos e Científicos, apresentando 3 trabalhos⁴⁴: *Interpretação Física das Características das Equações de Derivadas Parciais, Nova Teoria do Campo Electromagnético e Interação entre Elétrons*. A apresentação desses trabalhos demonstram que, muito cedo, antes mesmo de formado matemático, Schenberg já participava da atividade científica local que se constituía ao redor do professor Gleb Wataghin.

Já em 1937 Schenberg é nomeado por Wataghin assistente científico de “primeira categoria” da Cadeira de Física Matemática⁴⁵, junto com Giuseppe Occhialini. Se considerarmos que os professores assistentes são os que têm por missão substituir os professores estrangeiros quando eles regressassem⁴⁶, é possível ver que Schenberg já começava a ocupar algumas posições acadêmicas importantes no início de sua trajetória científica.

Em 1938, Wataghin faz com que Schenberg vá à Europa aperfeiçoar seus estudos. Schenberg partiu para Roma com Occhialini, e lá se encontrou com Wataghin, que passava um curto período na Itália, e que tratou de apresentar Schenberg a Fermi. O plano inicial era trabalhar com Paul Dirac, mas, ao que parece, Fermi ficou bastante entusiasmado com a competência científica de Schenberg, e o convenceu a ficar na Itália. Wataghin nos conta que:

Naquela época voltou Mário Schenberg, que em 36 [Wataghin deve ter se equivocado nesta data] foi para a Europa e ficou com Fermi. Schenberg fez o primeiro trabalho sobre a representação das funções... quase funções delta de Dirac, por meio de integrais stieltjes. Mandei este trabalho a Dirac, e Dirac disse: “Me mande este senhor, eu o convido para Cambridge”. Fomos juntos. Paramos em Roma; eu apresentei Mário Schenberg ao Enrico Fermi. Enrico Fermi disse: “Eu não o deixo sair”. Insistiu muito, Fermi, que mudasse de opinião; em vez de Dirac, ficasse com Fermi. E Schenberg fez isso. Passou um ano lá e outro ano com Pauli, penso em Genebra. Depois, em 38, voltou, fez mais um magnífico trabalho sobre raios cósmicos, teóricos. (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 14)

A circulação internacional de Schenberg pela rede científica de Wataghin inaugura um estilo de formação inédito no Brasil até então:

E Mário ficou um ano em Roma e mais um ano com Pauli, antes em Berne. Não. Em Genebra, e depois em Paris. Aí foi visitar Dirac, naturalmente. Conversou, mas esteve com os melhores professores da época, salvo Heisenberg: Fermi, Pauli e um pouco com Dirac. **Voltou para o Brasil transformado. Recebeu do ambiente, porque tinha muito ambiente, muito intercâmbio**, o que eu não podia dar a ele sozinho. E aí começamos a trabalhar juntos. Aí eu recebi um colaborador sério. (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 29, grifos nossos)

Esse foi, sem dúvida, um grande feito do ponto de vista da pesquisa brasileira. Tínhamos, enfim, um físico teórico brasileiro publicando de maneira independente e com regularidade.” (MARQUES, 2005, p. 25). Há provavelmente um pouco de exagero aqui. Sabemos, por exemplo, que Henrique Morize, já em 1898, publicou um estudo sobre Raios X no *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*.

43 Em 1937 baixou-se o decreto da “desacumulação”, segundo o qual ninguém poderia ter mais de um emprego público. Essa norma visava a racionalização do serviço público em geral, evitando o “cabide de empregos”, mas no contexto de pouca profissionalização científica, impediu que os cientistas pudessem transitar com mais liberdade entre as instituições de pesquisa e as instituições de ensino, em particular no que se refere às ciências aplicadas. cf. (SCHWARTZMAN, 1979, p. 181-8). Como Schenberg, em 1937, estava como preparador na Escola Politécnica e assistente na FFCL, foi obrigado a fazer uma opção.

44 Cf. ANUÁRIO DA FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – USP, 1936, p. 92.

45 Cf. ANUÁRIO DA FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – USP, 1937-1938, p. 116

46 Cf. ANUÁRIO DA FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – USP, 1937-1938, p. 153.

A referência de Wataghin à “transformação” de Schenberg, devido ao que “recebeu do ambiente” internacional em que circulou, remete a um tipo de formação que transcende a mera aquisição de informações sobre conhecimento físico já produzido, diz respeito a uma espécie de formação “prática”⁴⁷, à incorporação de uma cultura científica que afeta a forma como o cientista faz e pensa a ciência enquanto interage com outros cientistas e age em seu campo. Trata-se, segundo cremos, de princípios, em boa medida inconscientes, que regem e regulam as operações intelectuais, daquilo que Bourdieu batiza de *habitus*, um sistema de *disposições* que são o produto de uma educação associada a um determinado meio. Schenberg nos dá uma ideia de como foi sua relação com o “ambiente”, da forma como interagiu com o campo científico da Física na Europa:

Em 1938 eu saí do Brasil. Nesse tempo não havia bolsa, mas consegui um comissionamento de seis meses para viajar à Europa por ser assistente na faculdade. Minha intenção era ir pra Cambridge trabalhar com Dirac, mas nessa ocasião havia chegado um professor italiano, Giuseppe Occhialini, nós ficamos muito amigos e começamos a trabalhar em física experimental, na questão dos raios cósmicos. Acabamos viajando juntos de navio para a Itália, ele indo de férias e eu pelo comissionamento. Durante a viagem nós fizemos uma experiência com raios cósmicos, para medir o quanto variava a intensidade dos raios cósmicos em função da latitude. Tínhamos uma aparelhagem a bordo e íamos fazendo essa experiências até chegarmos à Itália. Embora meu plano fosse ir à Inglaterra trabalhar com Dirac, acabei ficando na Itália, o que talvez tenha sido melhor porque parece que ele não era muito bom para encorajar os estudantes que começavam. Acabei indo a Roma, onde conheci um assistente de Fermi, que insistiu para que eu ficasse trabalhando com Fermi⁴⁸, que era um dos maiores físicos do mundo. Concordei e fomos falar com ele. Naquela época as coisas eram extremamente informais, ao chegar num grande instituto de física, ninguém pedia diploma, o que se fazia era dar um assunto novo para fazer uma pesquisa e apresentar um seminário. E isto foi assim em Roma, em Zurique, em Paris. Tinha-se certo tempo para preparar o seminário e de acordo com o que tivesse sido feito eles aceitavam ou não a pessoa. O trabalho que Fermi me deu era realmente um trabalho difícil, era sobre “A catástrofe Infra-vermelha” de Bloch e Nordsieck, assunto que só ficou esclarecido bem mais tarde. Fiz o seminário e ele gostou, até se referiu elogiosamente à mim, disse que eu faria uma “alta strada” pela maneira como tinha feito o seminário. Apesar deles trabalharem muito em física nuclear o que mais os interessava nessa época era a pesquisa sobre raios cósmicos, que era o que mais me interessava também. O Fermi me propôs fazer um estudo sobre a radiação cósmica através da atmosfera, e este trabalho eu fiz muito bem. Fiz inclusive uma crítica das ideias sobre raios cósmicos que havia naquela época, e que em grande parte estavam erradas, com o que o Fermi ficou um pouco chocado.

Naquela época a ideia que se tinha era que os raios cósmicos eram constituídos de elétrons e fótons que penetravam na atmosfera. Havia uma teoria chamada “Teoria da Cascata” segundo a qual havia uma multiplicação dos raios cósmicos na atmosfera. Mas fiz os cálculos, o trabalho foi muito bem feito, com muito rigor, e acho que o Fermi não o estudou com muita atenção. Talvez eu tenha usado uma linguagem um pouco dura, mas achava que não se sabia quase nada sobre raios cósmicos. Fiz cálculos numéricos e, para se ter uma ideia, naquela época não havia maquininhas de calcular, todas aquelas equações envolvendo a multiplicação dos raios cósmicos na atmosfera foram feitas na régua de calcular. Discuti muito com os físicos experimentais, especialmente o Bernardini, o Ferreti e outros mais jovens do instituto. A parte mais importante do meu trabalho talvez tenha sido essa discussão da parte experimental, através da qual cheguei à conclusão que deveria haver partículas entrando na atmosfera, que não eram nem elétrons nem fótons.

47 James Secord (2004, p. 657-8) destaca que a abordagem historiográfica que começou a se constituir mais claramente a partir dos anos 1980, e que procura situar a ciência e o próprio conhecimento científico como uma “atividade prática”, foi “a transformação singular mais significativa em nosso campo nos últimos 20 anos” (tradução nossa).

48 Aqui os relatos de Wataghin e Schenberg divergem. O relato de Wataghin é muito mais triunfalista, pintando a ideia de que Fermi se encantou com Schenberg. O relato de Schenberg, neste particular, é mais sóbrio.

O Fermi achou isso muito audacioso da minha parte. Ninguém estava falando nisso e como é que eu podia achar que havia partículas que não eram nem elétrons nem fótons. Eu lhe disse que tinha feito os cálculos e achava que meus cálculos estavam certos. Esse trabalho veio a ser estudado na Alemanha pelo Heisenberg, e o que me surpreendeu é que pouco tempo depois, na Alemanha, ele publicou um livro com várias contribuições, e nesse livro reconhecia a minha contribuição, inclusive se referindo muito elogiosamente ao meu trabalho.

Depois desse trabalho comecei a fazer outra coisa. Os físicos estavam utilizando certas funções simbólicas, como a função Delta de Dirac, mas com muita timidez. Nessa época publiquei dois artigos na revista holandesa “Physich”, Fermi gostou e sugeriu que, embora a física teórica estivesse meio parada, eu trabalhasse com aquelas ideias, pois é uma coisa que viria a ser importante no futuro. Publiquei um trabalho sobre este assunto na França, já durante a guerra. Esse tipo de matemática teve posteriormente grande importância para o desenvolvimento da teoria quântica. (SCHENBERG apud CEDRAN, 1985, p. 28)

A passagem acima, apesar de longa, nos dá uma ideia do novo tipo formação, resultado de uma nova forma de prática científica, que a circulação internacional proporcionou aos jovens estudantes de Wataghin. Ao entrar no jogo científico internacional, Schenberg refina sua percepção dos temas de interesse de seu campo científico, agudiza sua percepção do que é um bom problema científico, de quais são as possibilidades de solução, de como seu trabalho próprio pode ou não agir e ser percebido no campo. É por meio das críticas e elogios de seus colegas europeus que Schenberg vai estabelecendo discernimento a respeito do que é uma produção científica de qualidade e a respeito de quais espaços do campo vale a pena concentrar seus investimentos. Sem esse tipo de participação em regiões mais centrais do campo científico, é impossível a incorporação de um novo *habitus*, é impossível a transformação à qual aludiu Wataghin o se referir ao retorno de Schenberg ao Brasil. Apenas a competência técnica, sem um tipo de específico de socialização, seria insuficiente para a compreensão do que é fazer ciência, como aponta Bourdieu:

Um cientista é a materialização de campo científico e as estruturas cognitivas são homólogas à estrutura do campo e, por isso, constantemente ajustadas às expectativas inscritas nos campos. As normas e princípios, que determinam, se quisermos, o comportamento do cientista, só existem enquanto tal – ou seja, enquanto instâncias eficientes, capazes de orientar a prática dos cientistas no sentido da conformidade às exigências de cientificidade – porque são entendidas por cientistas familiarizados com elas, o que os torna capazes de as perceber e apreciar, e ao mesmo tempo dispostos e aptos a cumpri-las. Em suma, as normas só os condicionam porque eles se propõem a cumpri-las por um ato de conhecimento e reconhecimento prático que lhes confere eficácia ou, por outras palavras, porque estão dispostos (ao fim de um trabalho de socialização específica) de tal maneira que são sensíveis às diretrizes que elas encerram e estão preparados para lhes responder de forma sensata. (BOURDIEU, 2008, p. 62-3)

Como afirmamos anteriormente, a partir das viagens de Schenberg, Wataghin começa a se esforçar para mandar os novos físicos para trabalhar nos centros de Física que faziam parte de sua rede científica:

Na mesma época, decidi que a melhor coisa para o Brasil era formar aquele pouco que eu podia dar e depois mandar logo embora. **Então eu estava em boas relações com representantes do chamado British Council, que se ocupava de bolsas de estudo.** E pedi ao British Council para dar uma bolsa a Marcello Damy, para Cambridge. Ele foi lá, perguntaram a ele com quem queria trabalhar. Com Dirac não podia, porque não era teórico. Ele escolheu um dos melhores experimentais da época, um certo Carmichel. (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 26-28, grifos nossos)

Depois de sua passagem pela Itália, Schenberg vai para Zurique, onde Wolfgang Pauli o incentiva a estudar astrofísica: “[f]oi em Zurique, apesar do pouco tempo, que comecei a estudar astrofísica, em particular o problema da energia das estrelas. Foi o Pauli que indicou, mas não cheguei a fazer o seminário, pois não houve tempo” (SCHENBERG apud CEDRAN, 1985, p. 28). O período em Zurique acabara ficando mais curto do que o esperado, pois as tensões às vésperas da Segunda Guerra Mundial acabam levando Schenberg a Paris, de onde poderia pegar mais facilmente um navio para o Brasil, caso irrompesse a guerra, como de fato aconteceu meses depois. Em Paris, Schenberg trabalhou no Collège de France, onde conheceu Bruno Pontecorvo⁴⁹:

Em Paris, No Collège de France, apesar da tensão, foi possível ficar alguns meses. Conheci Bruno Pontecorvo, que era italiano e tinha muito contato com o pessoal de onde eu vinha. Pontecorvo me apresentou Joliot-Curie⁵⁰, de quem era assistente, e acabei ficando ligado a sua equipe. Fiz um seminário sobre física nuclear, baseado num recente trabalho de J. A. Wheeler sobre certos níveis energéticos de rotação dos núcleos. No seminário conheci o grande físico francês Langevin⁵¹, de quem fiquei amigo. Na França naquela época havia grandes físicos teóricos. O laboratório do Collège de France era o maior em Física nuclear, o maior centro de pesquisa de Física (SCHENBERG apud CEDRAN, 1985, p. 28)

Schenberg volta ao Brasil em 1939, mesmo ano em que conhece George Gamow, astrofísico que cumpriria um papel fundamental na formulação da teoria do Big Bang e que estava no Brasil à ocasião, como já mencionamos. Certamente o estudo curto em astrofísica realizado por Schenberg em Zurique foi importante para que Schenberg estabelecesse um contato científico com Gamow, com quem trabalharia em Washington no ano seguinte, depois de receber uma bolsa da Fundação Guggenheim (SCHENBERG, 2010 [1978], p. 10).

Nesta ocasião, Gamow e Schenberg publicam juntos, na *Physical Review*, dois trabalhos sobre evolução estelar: a nota *The possible role of neutrinos in stellar evolution* (1940) e o artigo *Neutrino theory of stellar collapse* (1941). Esses trabalhos procuram mostrar como se dá o processo de explosão de supernovas. Sob determinadas condições, um núcleo de número atômico Z captura um elétron, se transformando em um núcleo de número atômico $Z-1$, ou seja, um próton deste núcleo, ao capturar o elétron, é transformado em um nêutron, emitindo um neutrino. Em seguida o núcleo $Z-1$ formado na reação anterior sofre decaimento beta, retornando ao seu número atômico original, com um nêutron se transformando em um próton, liberando um elétron e um antineutrino. Assim, devido à liberação de neutrino e antineutrino, retira-se energia do meio sem alteração na composição química do núcleo. Como o neutrino praticamente não interage, ele rouba a energia das estrelas. Com o núcleo das estrelas perdendo energia, ele esfria e tem sua pressão diminuída, não sendo capaz de se contrapor à atração gravitacional das camadas superiores da estrela, que colapsam e, em seguida, ricocheteiam e escapam na explosão da supernova. Segundo alguns depoimentos, foi Schenberg que chamou atenção para o fato de que os trabalhos anteriores não levavam em consideração a existência do neutrino, partícula recém proposta à época. Essa teoria, que foi considerada como comprovada experimentalmente em 1987, na explosão da supernova 1987A, é hoje a base de todas as investigações sobre supernovas⁵².

Sobre esses trabalhos com Gamow, Schenberg nos conta que:

Dos trabalhos que eu fiz provavelmente o que teve maior repercussão foi o do processo URCA. Eu havia conhecido o prof. Gamow aqui no Brasil, e ele então me convidara para ir aos Estados Unidos. Naquela ocasião tinham oferecido bolsas da Guggenheim aqui no

49 Físico italiano, assistente de Fermi, Pontecorvo foi autor de vários estudos a respeito dos neutrinos.

50 Frederic Joliot-Curie, foi um físico francês. Junto com sua esposa Irene Joliot-Curie, ganham o prêmio Nobel de química em 1935, pela demonstração da existência do nêutron e pela descoberta a radioatividade artificial.

51 Paul Langevin (1872-1946) foi um físico francês, professor de física do Collège de France a partir de 1904 e, a partir de 1926, diretor da École de Physique et Chimie. Foi presidente de duas edições do Congresso de Solvay, em 1930 e 1933.

52 Cf. (GRIB; NOVELLO, 2000)

Brasil. Eu fiz parte do primeiro grupo de brasileiros que receberam bolsas Guggenheim. Fui trabalhar com Gamow em Washington. Ele já estava interessado no problema das Supernovas. Havia um interesse grande por esse problema. Esse episódio ilustra uma coisa curiosa, que eu gosto de contar, porque é estimulante para os jovens. A importância que tem um jovem quando começa a pesquisar é exatamente o não estar imbuído das ideias dominantes. No meu caso não estava imbuído de nada, porque minha ignorância em matéria de astrofísica era total. Quando cheguei em Washington, Gamow queria ver se conseguia elucidar o problema das Supernovas. Já se tinha uma certa ideia de que era um processo de colapso. Mas o que produziria esse colapso? Então ele pediu que eu lesse uns estudos de Mecânica Estatística relacionados com processos em altas temperaturas que haviam sido feitos alguns anos antes. Ideias sobre Supernovas, sobre possibilidade de colapso, etc., estavam no ar, mas ninguém tinha ligado essas coisas com o neutrino. Talvez para muita gente naquela época fosse o neutrino uma coisa duvidosa. A existência do neutrino fora sugerida numa discussão informal por Pauli, a propósito da teoria dos Raios Beta, mas não havia uma prova experimental direta dela. Realmente antes se pensava que houvesse apenas emissão de elétrons na radioatividade beta. Mas se fosse assim não haveria conservação da energia. Até havia sido feita uma teoria, por Bohr e outros, sobre a ideia de que não haveria conservação de energia na emissão do raio beta, mas Pauli não acreditou nisso, e numa conversa informal ele disse que bastaria que junto com o elétron fosse emitida uma outra partícula, sem carga elétrica, que não fosse observada, e isso permitiria garantir a conservação da energia. Mas a partícula devia ser de massa muito pequena, de massa nula talvez, e neutra, sem carga elétrica (daí então ela ser chamada de “neutrino”; havia o nêutron, mais pesado, e este seria o neutrino). Mas é interessante que eu estava muito voltado pra esse tipo de coisas, e interessei-me muito pelo neutrino também por causa do Fermi. Fermi esteve aqui em São Paulo e fez uma conferência relacionada com um seu trabalho recente sobre o neutrino. Eu assisti a essa conferência e fiquei muito interessado por essa ideia de neutrino. Então, quando cheguei aos Estados Unidos e fui estudar aqueles cálculos de Mecânica Estatística, vi que eles não levavam em conta a existência dos neutrinos. Isso ocorreu poucos dias depois de ter chegado a Washington. Eu li logo o trabalho e disse ao Gamow: “Olha Gamow, as conclusões desse trabalho do alemão não se justificam, porque ele não leva em conta a existência do neutrino”. Quando eu falei isso, o Gamow até pôs a mão na cabeça. “Pronto, tá o X da questão”, disse. O que estava faltando e que podia dar o colapso, era exatamente o neutrino. [...] Foi-lhe dado o nome de processo URCA pelo seguinte: no Rio de Janeiro nós fomos jogar no cassino da Urca, e o Gamow havia ficado muito impressionado com a mesa da roleta, onde o dinheiro sumia; com um espírito muito humorístico, disse: “Bern, a energia está sumindo no centro da Supernova com a mesma rapidez com que o dinheiro sumia naquela mesa de roleta”. Mas os astrofísicos não sabiam disso, então deram outras interpretações. Encontra-se na literatura a interpretação de que “URCA” seria uma abreviação de “Ultra Rapid Catastrophe”, mas fora só uma alusão ao Cassino da Urca (SCHENBERG, 2011 [1980], p. 119-20)

Como se pode depreender a partir do depoimento de Schenberg, sua contribuição à explicação do colapso das supernovas se deve menos a um conhecimento específico de astrofísica que a um tipo de disposição, resultado de sua circulação no campo da Física, para discernir, dentro de uma atmosfera de ideias, quais as ideias promissoras, onde vale a pena assumir os riscos da hipótese. As ideias estavam no ar, vieram, em um primeiro momento, trazidas por Fermi em sua breve visita ao Brasil. Depois Schenberg esteve novamente com Fermi, em seguida com Pauli, o pai da ideia, com Bruno Pontecorvo, que também se destacaria por seus trabalhos sobre os neutrinos. Embora seja possível que Schenberg, de fato, não estivesse tão longe da total “ignorância em matéria de astrofísica”, tal como afirma, está claro que Schenberg tinha aprendido a ler e compreender o campo científico da Física, algo se só foi possibilitado pela circulação internacional de físicos da qual o Brasil passou a fazer parte a partir dos anos 1930.

Em 1942, Schenberg vai a Princeton, onde reencontra Pauli, conhece Einstein, Feynman e Von Neumann, e onde trabalha com Subrahmanyan Chandrasekhar, que posteriormente receberia o Nobel de Física. Publicam juntos o artigo *On the evolution of the main sequence stars*, no *Astrophysical Journal*. Neste artigo, em que Schenberg aparece como primeiro autor, chegam à conclusão de que uma estrela que está na sequência principal – ou seja, uma estrela que está transformando hidrogênio e em hélio por meio de reações nucleares –, sai da sequência principal quando algo em torno de 10% da massa de hidrogênio for transformada em hélio. Quando se atinge esse limite, conhecido como limite Schönberg⁵³-Chandrasekhar, a pressão gerada pela queima do hidrogênio não será mais capaz de se contrapor ao colapso gravitacional das camadas externas ao núcleo⁵⁴, levando a outros estágios fora da sequência principal.

Sobre este trabalho, Schenberg comenta:

Um outro trabalho meu que teve uma importância e um reconhecimento muito grande, foi um trabalho que eu fiz, também nos Estados Unidos, junto com Chandrasekhar em que foi introduzido o “limite de Schönberg-Chandrasekhar”. Ele tem a ver com o seguinte problema: o que aconteceria com o Sol quando fosse queimado todo o hidrogênio em seu centro pela reação nuclear? Iria se formando um núcleo isotérmico, e a surpresa foi que esse núcleo isotérmico não poderia exceder de 10% do Sol. Esse é o chamado limite de Schönberg-Chandrasekhar, que ficou uma coisa muito importante na astrofísica. Realmente eu fui muito afortunado em astrofísica. (SCHENBERG, 2011 [1980], p.123)

Segundo Chandrasekhar, a participação de Schenberg nesse trabalho foi determinante:

[Mario Schenberg] veio a Chicago e começou a trabalhar comigo [...]. Fez o trabalho muito bem, trabalho que, mais tarde, tornou-se bastante conhecido. Ele tinha trabalhado com Gamow, em evolução estelar, já tinham feito o trabalho sobre o processo Urca, pelo qual os neutrinos carregam energia para fora das estrelas. [...] Mas meu tempo estava dividido em consequência do trabalho no esforço de guerra... Mario ficou em Chicago por seis meses, em que eu estava apenas parcialmente em Yerkes e não pude vê-lo muito. Mesmo assim ele continuou e terminou o trabalho... o último trabalho que fiz nessa área. [...] De fato, esse trabalho veio a se tornar ponto de partida de todos os trabalhos posteriores em evolução estelar (CHANDRASEKHAR⁵⁵ apud HAMBURGER, 2009, p. xxv)

Após a publicação desses três artigos em astrofísica, Schenberg retorna ao Brasil, em 1942, para participar do concurso para professor catedrático na Universidade de São Paulo. (SCHENBERG apud CARVALHO; COSTA, 1998, p. 97). O concurso, em realidade, só ocorreria em 1944⁵⁶. Assim, em 1942, após o retorno, torna-se Professor Assistente de Física Superior da FFCL, e em 1944 se torna o primeiro professor catedrático formado pela FFCL⁵⁷. O professor catedrático era o mais alto escalão hierarquia universitária, o “coroamento natural da vida acadêmica” (CHAMLIAN, 1984, p. 57), o que mostra que, em 10 anos, Mario Schenberg conseguiu uma posição acadêmica de bastante destaque e um trabalho científico próprio bem razoável, com publicações em periódicos internacionais como *Physical Review*, *The Astronomical Journal*, *Comptes Rendus*, *Physica*, *Nuovo Cimento*, etc.

Na tabela a seguir, mostramos a quantidade de artigos publicados por Schenberg entre 1936 e 1946:

53 Schenberg assinava seus artigos científicos, mesmo os publicados no Brasil, como Mario Schönberg.

54 3 Cf. (MORAIS, 1955, p. 152-3)

55 Entrevista gravada concedida a Rogério Rosenfeld, 1989, então doutorando brasileiro na Universidade de Chicago. Cf. (HAMBURGER, 2009, p. xli).

56 “Em 1942, se ficasse nos Estados Unidos teria que me alistar. Fui convidado para ficar trabalhando na Universidade de Chicago. Acho que foi um erro voltar para o Brasil naquele momento. Voltei para fazer o concurso e, como demorou até 1944, fui ficando no Brasil” (SCHENBERG apud CARVALHO; COSTA, 1998, p. 97).

57 A FFCL só fez um regimento de concurso de cátedra em 1943.

Tabela 1: Número de artigos publicados entre 1936 e 1944

Ano	Artigos não brasileiros	Artigos nacionais	Total
1936	1	0	1
1937	3	1	4
1938	3	0	3
1939	2	4	6
1940	2	4	6
1941	4	2	6
1942	1	0	1
1943	0	1	1
1944	0	3	3
TOTAL	16	15	31

Apesar da repercussão dos artigos de Astrofísica, não se pode dizer que foi nessa área que Schenberg concentrou sua atenção durante esta década. Na tabela abaixo, mostramos quais temas foram explorados por Schenberg entre 1936 e 1946.

Tabela 2: Distribuição dos temas dos artigos de Schenberg entre 1936 e 1944

Ano	MQ	MAT	RC	AST	MC	TEP
1936	1					
1937	2	2				
1938	2		1			
1939	4		1		1	
1940	1		3	1	1	
1941	2	2		1		
1942				1		
1943		1			2	1
1944						

Legenda:

MQ - temas cuja problemática se associa predominantemente a questões gerais da mecânica quântica.

MAT - temas cuja discussão é mais ligada à matemática, não se associando imediatamente a questões físicas.

RC - Temas associados a investigação sobre raios cósmicos.

AST - Temas associados a investigação sobre astrofísica.

MC - Temas ou tratamento matemáticos predominantemente associados à mecânica clássica.

TEP - Investigação sobre a teoria do elétron puntiforme.

Entre 1936 e 1941, há um predomínio de artigos relacionados aos aspectos matemáticos mais gerais da mecânica quântica, com bastante diálogo com a obra de Paul Dirac. Entre 1938 e 1940, Schenberg publica 4 trabalhos sobre raios cósmicos, sendo que dois deles têm como primeiro autor Giuseppe Occhialini. Os artigos ligados à astrofísica, apesar de terem tido bastante repercussão, são relativamente marginais em relação à produção teórica de Schenberg neste período, e se reduzem aos que foram escritos com Gamow e Chandrasekhar.

Não resta dúvida que entre os anos 1930 e 1940 Schenberg já tinha construído uma obra científica bem expressiva, acumulando um capital científico inédito no contexto brasileiro de produção de conhecimento físico até o momento. Acumulação esta que só foi possível graças à forma como Wataghin procurou inserir a Física paulista no campo da Física mundial. As tabelas acima nos mostram um volume de produção e temas de pesquisa típicos de um regime disciplinar de produção de conhecimento físico, revelando um agente que incorporou as disposições necessárias para jogar o jogo do campo científico, algo impensável antes da fundação das universidades nos anos 1930, quando a produção de conhecimento físico se dava dentro do regime utilitário das escolas de engenharia.

Conclusões

A estratégia política local de um setor da elite paulista nos anos 1930 passava pelo estabelecimento de uma nova forma de produção científica e acadêmica. A FFCL, menina dos olhos do “grupo do Estado”, implicou em uma concentração inédita de professores estrangeiros no Brasil, que possibilitou a formação de uma geração de cientistas e intelectuais imersos em temas e problemas de seus campos científicos.

Mário Schenberg pode ser considerado o primeiro resultado bem sucedido dessa estratégia de consolidação da hegemonia de um setor da elite local. Por meio da rede científica estabelecida por Wataghin a partir de São Paulo, Schenberg inicia uma trajetória científica fortemente internacionalizada, o que permitiu, por um lado, a internalização de disposições adaptadas ao jogo do campo científico da Física e, por outro, a acumulação, em poucos anos, de um capital científico bastante expressivo para o contexto brasileiro, suficiente para estabelecer Schenberg, ainda jovem, na posição mais alta da hierarquia universitária, a posição de professor catedrático. Outros jovens físicos do grupo de Wataghin, por meio de outras trajetórias científicas, passaram pelo mesmo tipo de formação científica, em que puderam cultivar um *habitus* científico e acumular capital científico ao transitarem pela rede científica estabelecida por Wataghin em São Paulo.

Os “vencedores dos anos 1930” no plano político foram também os responsáveis pelo estabelecimento de uma perspectiva historiográfica das ciências hegemônica durante boa parte do século XX. Fernando de Azevedo, pertencente ao “grupo do estado” e redator do decreto de criação da USP, é também o organizador da primeira obra de fôlego sobre a ciência feita no Brasil, obra em que as universidades dos anos 1930 aparecem como o triunfo da modernidade, em um esforço para que os interesses de projeção local paulistas tomassem uma proporção nacional. Dessa perspectiva, a história da ciência anterior é vista como pré-história, um vazio com algumas ilhas de pioneiros lutando contras as adversidades que resultavam da falta de cultura científica nacional.

No que se refere especificamente às ciências exatas, como a Matemática e Física, a interpretação historiográfica que tem em Fernando de Azevedo seu maior representante tendeu a eleger alguns professores das escolas de engenharia - tais como Joaquim Gomes de Souza⁵⁸, Otto de Alencar Silva⁵⁹, Manuel Amoroso Costa⁶⁰ e Theodoro Augusto Ramos - como cientistas *avant la lettre*, à procura de preencher um vazio

58 Joaquim Gomes de Souza (1829-1864) ingressou com 16 anos na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e passou a se interessar por Física e Química, estudando cálculo diferencial e integral, mecânica e astronomia (ARAÚJO, 2012, p.17). Em 1848, abandonou o curso de Medicina e conseguiu autorização para realização de exames que lhe concederam o grau de bacharel em Ciências Matemáticas e Físicas. Em seguida, com 19 anos, solicitou a defesa pública de uma tese inédita de astronomia, Dissertação sobre o modo de indagar novos astros sem auxílio das observações diretas, assunto fresco, já que havia apenas 2 anos da previsão teórica de Netuno. A defesa da tese lhe concedeu o grau de doutor, e permitiu que se tornasse, no mesmo ano, professor substituto da cadeira de Trigonometria esférica, Astronomia e Geodésia da Escola Militar do Rio de Janeiro

59 Em 1893, Otto de Alencar, com 19 anos, graduou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Concluído o curso, estuda, de forma autodidata e sem orientação, matemática, física-matemática e mecânica celeste (SILVA, 1998, p. 17-8). A partir de 1895 passa a ensinar geometria analítica, cálculo diferencial e integral e mecânica celeste na Escola Politécnica do Rio de Janeiro.

60 Manoel Amoroso Costa (1885 - 1928) foi uma das figuras mais expressivas na constituição de uma identidade científica no contexto politécnico do século XX, sendo um membro ativo da Sociedade Brasileira de Ciências (futura Academia Brasileira

científico das escolas politécnicas. Trabalhos mais recentes criticaram essa forma de entender esses professores de engenharia que tinham uma forte identidade científica, como podemos ver a partir de Rogério Monteiro de Siqueira:

A insistência nas grandes rupturas, na construção de personagens isolados, na procura de indícios modernos nos textos de engenharia e ciências exatas, bem como uma frustração implícita nos textos de história da matemática no Brasil por não haver ciência no século XIX, a meu ver, está bastante comprometida com os vencedores dos anos 30. As categorias de análise implicadas na representação histórica aproximaram aqueles que estavam distantes, quando tomaram como pais fundadores das novas práticas engenheiros que não praticavam as matemáticas dessa maneira moderna, por outro lado tornaram distantes das práticas de engenharia correntes no final do XIX aqueles que pleiteavam as ciências puras (SIQUEIRA, 2014, p. 83).

Siqueira defende que, se quisermos compreender a singularidade da produção científica desses personagens no interior das escolas politécnicas no período anterior à fundação das universidades, é preciso deixar de lado o diapasão da produção científica forjado em um momento posterior, em que a Matemática e a Física se autonomizam das escolas politécnicas, ou seja, é preciso reconhecer a legitimidade de suas produções científicas a partir de seus contextos, sem recair no anacronismo de apontar faltas ou antecipações que só fazem sentido à luz de um momento científico posterior.

De modo geral, tendemos a concordar com boa parte da crítica historiográfica das últimas décadas em relação ao anacronismo e ao triunfalismo da historiografia da ciência anterior. No entanto, de nossa parte, interessados que estamos em compreender a singularidade da geração de físicos formada por Wataghin entre os anos 1930 e 1940, nos parece impossível não “insistir” em uma certa ruptura no contexto científico nacional, pelo menos no que se refere à produção de conhecimento na área da Física.

Para além da possibilidade de novas práticas e trajetórias científicas, inéditas, essa ruptura pode ser apreendida, adicionalmente, a partir dos diversos conflitos entre o grupo de Wataghin e a Escola Politécnica. A vinda dos professores italianos de física (Wataghin) e matemática (Luigi Fantappiè) em 1934 altera o jogo de forças do contexto científico brasileiro. Esses professores chegam a São Paulo com muito prestígio e, já ao chegarem, tomam o lugar dos politécnicos nas cadeiras de física e matemática da Escola Politécnica, gerando forte animosidade entre a escola de engenharia e a FFCL⁶¹. A autoridade científica dos politécnicos

de Ciências, a partir de 1922) e tendo militado pela “ciência pura”. Amoroso Costa completou o curso de engenharia civil na Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1905 e no ano seguinte colou grau de Bacharel de Ciências Físicas Matemáticas. Começa a lecionar na Escola Politécnica em 1912 – ano da morte de Otto de Alencar –, como preparador da Cadeira de Aplicações Industriais da Eletrotécnica. No ano seguinte, apresenta a tese *Sobre a formação das estrelas duplas* para o concurso de livre docência. Aprovado, assume a seção de Topografia e Astronomia. Em 1924 é nomeado professor catedrático de Trigonometria Esférica, Astronomia Teórica e Prática de Geodésia. Amoroso Costa se interessou por temas da filosofia da matemática e da física, tendo escrito artigos como *A filosofia matemática de Poincaré* (1919), *Bergson e a relatividade* (1922) e *O problema da ciência* (1922). Entre 1920 e 1925, passa três anos em Paris, divididos em dois períodos distintos, tendo frequentado os cursos Introdução à filosofia da ciência, ministrado por Abel Rey, e Teoria do conhecimento, de Leon Brunschvicg. Em 1928, Costa apresenta, no Collège de France, uma comunicação intitulada *L'univers infini. Quelques aspects du problème cosmologique*, o que dá uma dimensão da profissionalização de Costa ao redor das disciplinas mais teóricas das ciências (SANTOS, 1971, p. 23-4).

61 Após a criação da USP, o diretor da Escola Politécnica, Francisco Emídio da Fonseca Telles, que havia sido escolhido pelo Conselho Universitário, e não pela Congregação da Escola Politécnica, coloca Luigi Fantappiè, da FFCL, no lugar de Monteiro de Camargo (recém catedrático), despertando a ira a Congregação da Escola Politécnica. Theodoro Ramos, então membro do Conselho Universitário, apoia Fonseca Telles. (cf. MARAFON, 2009, p. 303-6). Em depoimento, Schenberg também destaca a especificidade do momento: “Bom aí havia uma situação anômala nesse tempo né. É que tinha havido o concurso de matemática, de análises matemáticas [...]. Foi exatamente o concurso que ganhou o Professor Camargo e do curso de Física geral e experimental e o Cintra do Prado ganhou o concurso, mas na realidade, não sei porque, eles tinham direito de tomar posse, mas não sei porque não foram nomeados [...]. Eu não me lembro exatamente, qual foi o problema, de modo que os cursos de Matemática e de Física, mesmo na Escola de Engenharia, ficaram sendo dados pelos professores italianos que tinham vindo de fora.” (SCHENBERG, 2009 [1983], p. 13). Segundo Damy, Wataghin não substituiu Cintra do Prado: “Em

é fortemente abalada, e os novos professores começam a disputar alunos: “Na escola Politécnica, onde dei aula, tratei de dizer aos alunos que não era possível fazer várias coisas ao mesmo tempo. Foi então que vários deles largaram os cursos de engenharia e se dedicaram à física” (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 39). Como se pode depreender da fala de Wataghin muitos anos depois, é de se imaginar o quanto os professores italianos deslegitimaram a autoridade dos professores de Física da Escola Politécnica:

Estava interessado em um problema, o de Radiações Cósmicas, de energias muito elevadas de milhões e milhões de volts. Pedi aos colegas da Politécnica que me emprestassem técnicos para construir a parte mecânica. Eram pessoas não muito instruídas, que não sabiam a diferença entre um aparelho de rádio e um aparelho de mensuração.”(WATAGHIN, 2010 [1975], p. 40)

E ainda: “[...] eu não podia falar com ninguém, porque não tinha uma pessoa que soubesse Física como deveria saber para fazer pesquisa. Mas logo na primeira turma encontrei duas pessoas que prometiam muito: eram Mário Schenberg e Marcello Damy de Souza Santos”. (WATAGHIN, 2010 [1975], p. 28)

Wataghin prefere investir no trabalho com alguns alunos a investir numa parceria com os professores da Escola Politécnica, muito mais experientes. É possível perceber que eram interesses inconciliáveis. A física ensinada por Wataghin é uma ruptura com a do estilo politécnico. Para se ter uma ideia da diferença no tipo de prática científica na formação do corpo docente da seção de física da FFCL de 1934/1935, além de Wataghin, constam os professores Theodoro Ramos, Cintra do Prado e Antonio Soares Romeo. Enquanto Wataghin já contava com 60 trabalhos publicados, os demais, vindos da tradição politécnica, tinham quase nenhuma publicação⁶², e, à exceção de Theodoro Ramos, que viria a falecer precocemente em 1935, os demais seguiram suas carreiras na Escola Politécnica, saindo rapidamente da FFCL.

Marcello Damy⁶³ nos dá uma dimensão do choque cultural que representou a vinda de um representante do regime disciplinar da física no contexto científico brasileiro:

Ao chegar da Itália - onde lecionava em Turim - Wataghin balançou as estruturas do ensino convencional, principalmente no estilo das aulas. A tradição, de fato, mandava que se transmitisse aos estudantes unicamente os conhecimentos inscritos nos livros. Por isso sua primeira aula foi um impacto. [...] Nossos seminários de Física, porém, eram reuniões onde esses professores apresentavam resultados de suas pesquisas, que eram discutidas com a maior liberdade. Aprendemos, então, que havia uma física viva, que estava sendo criada e desenvolvida. (DAMY apud WATAGHIN, 1992, p. 159)

Se Wataghin nem cogita um trabalho conjunto com os politécnicos, é de se intuir que aos politécnicos certamente não interessava o trabalho conjunto com alguém que inevitavelmente concentraria os lucros da nova modalidade de produção científica. Damy, mais uma vez, nos dá dimensão dos conflitos entre os politécnicos e os físicos:

Há uma série de fatos interessantes que presenciei, como aluno e como assistente do professor Wataghin. Durante o período em que fui seu aluno havia um clima de revolta entre os antigos professores, tanto da Escola Politécnica quanto da Faculdade de Medicina, que haviam sido afastados, bem como dos alunos que achavam que o curso não era próprio para engenheiro e sim para formar filósofos. Havia muita efervescência, e como acontece

1934, quando foi criada a Faculdade de Filosofia, havia o problema de se dar alunos aos professores estrangeiros que haviam sido contratados. O que se fez? Os professores brasileiros da Politécnica foram dispensados. Wataghin, substituiu o professor Gayotto e Fantappiè, o professor Monteiro de Camargo. (DAMY, 1994, p. 80)

62 Cf. ANUÁRIO DA FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – USP, 1934-1935, p. 316.

63 Formou-se em 1936 na primeira turma do curso de física da Universidade de São Paulo (USP) e, desde então, tornou-se assistente de Gleb Wataghin, com quem trabalhava em raios cósmicos.

nos meios universitários, por trás de movimentos estudantis sempre há um professor que os instiga. Isso aconteceu naquela época na Faculdade de Medicina e na Escola Politécnica. Os alunos de Ciências Naturais foram expulsos da Medicina. E nós, da Politécnica, fomos confinados a uma pequena sala no sótão. O professor Wataghin tinha um laboratório montado e conseguiu do governo, com a influência de Júlio de Mesquita Filho, verbas para importar equipamento moderno. Um dia, quando chegamos em companhia de Wataguin à Politécnica, Mário Schenberg, eu e outro assistente, Fernando Jorge Larraboure, encontramos a sua mesa no corredor, os livros e os equipamentos no chão. Um servente da escola disse: “o senhor me desculpe, mas tivemos ordem de colocar seu equipamento e seus livros no corredor. E o senhor não pode entrar no laboratório. Agora está com o professor fulano de tal”. Wataghin dirigiu-se ao diretor da Escola Politécnica. Este disse que os cursos tinham sido separados e que ele continuaria a ensinar na Faculdade de Filosofia. A Politécnica continuaria a dar os cursos com os seus professores e, desse modo, ofereceu a Wataghin uma sala no sótão do prédio principal. Nessa havia um quadro negro, um armário, cuja tampa estava no nível do batente das janelas, e seis cadeiras para os alunos. Wataghin tinha mesa, cadeira e dois armários para guardar os aparelhos; nós, seus assistentes, usávamos parte do balcão e as banquetas do laboratório. (DAMY, 1994, p. 82)

Inicialmente mal acomodada nas dependências da Escola Politécnica, a seção de física seria, após alguns anos, despejada.

É evidente que não é possível tomar os depoimentos acima pelo seu valor de face. Como em qualquer jogo científico, cada um dos agentes mencionados está engajado, mesmo que um tanto inconscientemente, em defender uma visão de ciência capaz de resultar um incremento em seu próprio capital científico, como afirma Bourdieu:

Na luta em que cada um dos agentes deve engajar-se para impor o valor de seus produtos e de sua própria autoridade de produtor legítimo, está sempre em jogo o poder de impor uma definição de ciência [...] que mais esteja de acordo com seus interesses específicos. A definição mais apropriada será a que lhe permita ocupar legitimamente a posição dominante e a que assegura, aos talentos científicos de que é detentor a título pessoal ou institucional, a mais alta posição na hierarquia dos valores científicos”. (BOURDIEU, 1983 [1976], p. 128)

Embora seja evidente que o grupo de Wataghin, nas declarações acima, fazia questão de comparar a autoridade científica dos agentes do contexto científico nacional a partir de seu próprio diapasão, isso não significa, por outro lado, que a ruptura entre a tradição politécnica e o grupo de Wataghin seja menos real, não significa que a ruptura é uma mera narrativa dos vencedores de 1930. É possível encontrar vários pontos de contato entre a tradição politécnica e a nova geração de físicos formada por Wataghin⁶⁴, mas ao entrecruzarmos os relatos dos conflitos entre politécnicos e físicos com o novo tipo de formação e trajetória científica dos membros do grupo de Wataghin, nos parece impossível minimizar o significado da mudança no contexto científico nacional, pelo menos no que se refere à Física.

64 A maioria dos integrantes do geração formada por Wataghin iniciou, como Schenberg, seus estudos superiores nas escolas de engenharia, migrando posteriormente para Física. Mesmo muitos anos depois, em 1944, a banca examinadora da tese de cátedra defendida por Mário Schenberg era composta majoritariamente por professores com fortes vínculos com a tradição politécnica.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Irene C. *Joaquim Gomes de Souza (1829 - 1864): A construção de uma imagem de Souzainha*. 2012. 155f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.
- AZEVEDO, Fernando de. (org). *As ciências no Brasil*. São Paulo: Melhoramentos, 1955.
- BONFIM, Sabrina H. *Theodoro Augusto Ramos: um estudo comentado de sua tese de doutorado*. 124f, Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.
- BOURDIEU, Pierre. *Para uma sociologia da ciência*. Lisboa: Edições 70, 2008.
- CARDOSO, Irene de A. R. *A universidade da comunhão paulista*. São Paulo: Editora Cortez, 1982.
- CARVALHO, José Murilo. *A escola de minas de Ouro Preto: o peso da glória*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1978.
- CARVALHO, Vera M.; COSTA, Vera R. (Coord). *Cientistas do Brasil: Depoimentos*. São Paulo: SBPC, 1998.
- CASTRO, Francisco M. O. A matemática no Brasil. In: Azevedo, F. (org). *As ciências no Brasil*. São Paulo: Melhoramentos, 1955.
- CEDRAN, Lourdes. (Coord.). *Diálogos com Mario Schenberg*. São Paulo: Nova Stella, 1985.
- CHAMLIAN, Helena C. Estudo da organização departamental na unidades mantidas pelo governo do Estado de São Paulo. (Relatório de pesquisa). *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, n. 10, p. 41-124, 1984.
- DAMY, Marcelo. Marcelo Damy: Revolução no Ensino da Física. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 8, n. 22 (1994) , p. 79-95
- DANTES, Maria A. M. Institutos de pesquisa científica no Brasil. In: FERRI, Mário. G.; MOTOYAMA, Shozo. (Coord) *História das Ciências no Brasil - Volume II*. São Paulo: Edusp, 1979.
- FIGUEIRÔA, Silvia F. de M. Mundialização da ciência e respostas locais: sobre a institucionalização das ciências naturais no Brasil (de fins do século XVII à transição ao século XX. *Asclepio - Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, Madrid, v. L-2, p. 107-23, 1998.
- FREIRE JUNIOR, Olival; SILVA, Indianara. Diplomacia e ciência no contexto da Segunda Guerra Mundial: a viagem de Arthur Compton ao Brasil em 1941. *Revista Brasileira de História*, São Paulo, v. 34, n. 67, p. 181-201, 2014.
- GRIB, Andrey; NOVELLO, Mario. Gamow in Rio and the discovery of the URCA process. *Astronomical and Astrophysical Transactions*. Singapura: V. 19, p. 669-673, 2000
- HAMBURGER, Amélia I. *Obra científica de Mario Schönberg: Professor Emérito do Instituto de Física da Universidade de São Paulo*. São Paulo: Edusp, 2009. V 1.
- KINOSHITA, Dina L. *Mario Schenberg: o cientista e o político*. Brasília: Ed. Fundação Astrojildo Pereira, 2014.
- MARAFON, Adriana C. de M. *Vocação matemática como reconhecimento acadêmico*. Tese (Doutorado em Educação). UNICAMP, Campinas, 2001.
- MARQUES, Gil. C (Org.). *IFUSP: Passado, Presente e Futuro*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- NOVAIS, Fernando. Fernando Novais: Braudel e a “missão francesa”. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 8, n. 22, p 161-6, 1994.
- PATY, Michel. A recepção da relatividade no Brasil. In: HAMBURGUER, Amélia. I. et al. (Org.). *A ciência nas relações Brasil-França (1850 – 1950)*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Fapesp, 1996. p. 143-181.
- PETITJEAN, Patrick. As missões universitárias francesas na criação da USP. In: HAMBURGUER, Amélia. I. et al. (Org.). *A ciência nas relações Brasil-França (1850 – 1950)*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Fapesp, 1996. p. 259-330
- SANTOS, Arthur G. Apontamentos para a biografia de Amoroso Costa. In. COSTA, Manoel A. *As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios*. São Paulo: Editora Grijalbo, 1971
- SCHENBERG, Mário [1978]. *Mário Schenberg (depoimento, 1978)*. Rio de Janeiro: 154 CPDOC, 2010.
- SCHENBERG, Mário. Da Evolução do Curso de Engenheiros Mecânicos-Eletricistas à Crítica da Política Tecnológica Brasileira [1983]. In: LOSCHIAVO, Maria Cecília (org). *Curso de Engenheiros Mecânicos-Eletricistas e Engenharia Mecânica na Escola Politécnica de São Paulo*. São Paulo: EPUSP, 2009, p. 2-69.

- SCHENBERG, Mário. Entrevista com Mário Schenberg [1980]. *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 34, 117 -165. n.spe, 2011.
- SCHWARTZMAN, Simon. *Formação da comunidade científica no Brasil*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979
- SECORD, James A. Knowledge in Transit. *Isis*, v. 95, p. 654-672, 2004.
- SHINN, Terry. Regimes de produção e difusão de ciência: rumo a uma organização transversal do conhecimento. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 6, n.1 p. 11-39, 2008.
- SILVA, Circe. M. Politécnicos ou matemáticos? *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 891-908, 2006.
- SILVA, Clóvis. P. A contribuição de Otto Alencar Silva para o desenvolvimento da ciência no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. Rio de Janeiro, n.19, p. 13-30, 1998.
- SILVA, Clóvis. P. Theodoro A. Ramos: sua correspondência para Lélío Gama. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, n.17, p. 11-20, 1997.
- SIQUEIRA, Rogério M. de. Enciclopedismo, distinção profissional e modernidade nas ciências matemáticas brasileiras (1808-1930). *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 81-91, 2014.
- STUDART, Nelson; COSTA, Rogério C. T. da; MOREIRA, Ildeu de C. Theodoro Ramos e os primórdios da Física Moderna no Brasil. *Física na Escola*, São Paulo, v.5, n.2, p. 34-6, 2004.
- TAVARES, Heráclio. Estilo de pensamento em física nuclear e de partículas no Brasil (1934 – 1975): César Lattes entre raios cósmicos e aceleradores. *Tese (doutorado)* - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Decania do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Rio de Janeiro, 2017.
- TURCHETTI, Simone; HERRAN, Néstor; BOUDIA, Soraya. Introduction: have we ever been ‘transnational’? Towards a history of science across and beyond borders. *The British Journal for the History of Science*, Cambridge, v. 45, p. 319-336, 2012.
- VERGARA, Moema de R. Ciência e modernidade no Brasil: a constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 22-31, 2004
- VIDEIRA, Antonio A. P.; BUSTAMANTE, Martha C. Gleb Wataghin en la universidad de São Paulo: un momento culminante de la ciencia brasileña. *Quiipu*, Cidade do México: v.10, n.3, p.263-284, 1993.
- VIDEIRA, Antonio A. P.; VIEIRA, Cássio. L.. Luiz Freire: sementeiro de vocações. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 1-7, 2013.
- WATAGHIN, Gleb. *Gleb Wataghin (depoimento, 1975)*. Rio de Janeiro, CPDOC, 2010.
- WATAGHIN, Lúcia. Fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo: a contribuição dos professores italianos. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*. São Paulo, n. 34, p. 151 - 173, 1992