

Antirrealismo e indução: a epistemologia da física no jovem Mário Schenberg

Antirealism and induction: the epistemology of physics in the young Mário Schenberg

ALEXANDER BRILHANTE COELHO

Universidade de São Paulo | USP

IVÁ GURGEL

Universidade de São Paulo | USP

RESUMO Caracterizamos neste artigo a postura epistemológica do jovem Mário Schenberg, tal como expressada em seu primeiro trabalho, *Os princípios da mecânica*, publicado em 1934 pela *Revista Polytechnica*. Destacamos os diálogos explícitos e implícitos que Schenberg trava com epistemólogos e físicos da transição do século XIX para o XX, particularmente os diálogos com Pierre Duhem e Ernst Mach. À época, Schenberg defende uma epistemologia antirrealista e instrumentalista, contra uma invasão de elementos metafísicos na teoria. O jovem Schenberg defende, ainda, a segurança do processo de teorização por indução, com uma ascensão dos experimentos às leis e das leis a teoria. No momento da publicação do artigo, Schenberg era um estudante de engenharia da Escola Politécnica de São Paulo, recém transferido da Escola de Engenharia de Pernambuco, onde conhecera o professor Luiz Freire. A influência de Freire foi determinante sobre a trajetória científica de Schenberg, que se tornaria o primeiro físico teórico *stricto sensu* do Brasil. É por meio de Freire que Schenberg se aproxima de uma tradição relativamente marginal de professores das escolas de engenharia que foram construindo, ao longo das primeiras décadas do século XX, uma identidade científica. Esse grupo de professores militava pela “ciência pura”, se contrapondo ao utilitarismo predominante nas escolas politécnicas no período anterior à fundação das universidades. O artigo de Schenberg pode ser lido como um dos últimos trabalhos dessa tradição de engenheiros com identidade científica, um trabalho que, ao mesmo tempo que carrega alguns traços da tradição politécnica, aponta para uma reflexão que só se desenvolveria plenamente com o surgimento de um regime científico disciplinar no interior das faculdades de ciências fundadas na segunda metade dos anos 1930.

Palavras-chave epistemologia – Mário Schenberg – Luiz Freire – identidade científica

ABSTRACT *In this article we characterize the epistemological stance of the young Mário Schenberg, as expressed in his first work, The Principles of Mechanics, published in 1934 in Revista Polytechnica. We highlight the explicit and implicit dialogues that Schenberg engages with epistemologists and physicists from the turn of the twentieth century, particularly his dialogues with Pierre Duhem and Ernst Mach. At that time, Schenberg defends an anti-realist and instrumentalist epistemology, against an invasion of theory by metaphysical elements. The young Schenberg also defends the safety of the process of theorizing by induction, from experiments to laws and from laws to theory. At the time of publication of the article, Schenberg was an engineering student at the Polytechnic School of São Paulo, recently transferred from the*

Pernambuco School of Engineering, where he had met professor Luiz Freire. Freire's influence was decisive on Schenberg's scientific trajectory, which would lead him to becoming the first theoretical physicist proper in Brazil. It is through Freire that Schenberg approaches a relatively marginal tradition of professors from engineering schools who were building, during the first decades of the twentieth century, a scientific identity. This group of professors fought for "pure science", in contrast to the utilitarianism that prevailed in polytechnic schools in the period prior to the foundation of universities. Schenberg's article can be read as one of the last works of this tradition of engineers with a scientific identity, a work that, while carrying some features of the polytechnic tradition, points to a reflection that would only develop fully with the emergence of a scientific disciplinary regime within the faculties of science founded in the second half of the 1930s.

Keywords epistemology – Mário Schenberg – Luiz Freire – scientific identity

Introdução

Mário Schenberg (1916¹-1990) foi um dos primeiros físicos-teórico do Brasil. Sob a orientação de Gleb Wataghin – recrutado na Itália por Theodoro Ramos para chefiar a Seção de Física da recém fundada Universidade de São Paulo, em 1934 – Schenberg inicia uma trajetória científica inédita no contexto de produção de conhecimento físico nacional: entre o seu ingresso na primeira turma da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, em 1934, e o concurso que o estabeleceu, com menos de trinta anos de idade, como professor catedrático da mesma faculdade, em 1944, Schenberg já havia publicado 30 trabalhos, metade em revistas científicas estrangeiras, sobre assuntos que vão de Mecânica Quântica a Astrofísica, com destaque para os artigos *Neutrino theory of stellar collapse*, publicado em 1941 pela *Physical Review* em parceria com George Gamow, e *On the evolution of the main sequence stars*, publicado em 1942 no *Astrophysical Journal* em parceria com Subrahmanyan Chandrasekhar.

Imediatamente antes de iniciar sua trajetória como físico, enquanto ainda era aluno de engenharia da Escola Politécnica de São Paulo, Schenberg publica o seu primeiro trabalho, em 1934, na Revista Polytechnica. O artigo, denominado *Os princípios da mecânica*, tem como assunto principal a epistemologia da física. Seu trabalho foi originalmente concebido para ser um artigo em duas partes, uma introdução epistemológica e uma segunda parte, nunca publicada, em que proporia uma reformulação da mecânica clássica. Dez anos depois, em 1944, em sua tese de cátedra, também denominada *Os princípios da mecânica*, Schenberg repete a mesma estrutura: uma introdução epistemológica seguida de uma reformulação da mecânica clássica.

Embora Mario Schenberg seja um personagem bastante conhecido por físicos e historiadores, as pesquisas desenvolvidas até este momento deram pouca atenção às produções iniciais deste autor e suas relações com o contexto da época. Neste artigo, em um primeiro momento, faremos uma análise do primeiro trabalho publicado por Schenberg com o objetivo de fazer uma caracterização de sua postura epistemológica no período. Procuramos, ao mesmo tempo, estabelecer as conexões entre os elementos epistemológicos que aparecem no trabalho de 1934 e posturas filosóficas presentes nas obras de outros autores que Schenberg utiliza explicitamente ou implicitamente. Com isso, estabeleceremos pontos de referência que nos permitam conceituar a quais tradições da epistemologia Schenberg se filia à época. Acreditamos que nossa análise permite afirmar que, à ocasião, Schenberg sustenta uma postura epistemológica predominantemente indutivista e antirrealista, postura essa fortemente influenciada pelas epistemologias de Pierre Duhem e Ernst Mach.

Para além de uma análise do conteúdo da obra, procuraremos destacar alguns aspectos do contexto científico brasileiro nas primeiras décadas do século XX que afetam o artigo de 1934. Procuraremos mostrar que o artigo pode ser lido como expressão de certa tradição, relativamente marginal, de engenheiros com *identidade científica*, que militavam pelo estabelecimento de um *regime disciplinar* de produção e circulação do conhecimento científico. Esta última se constituiu nas primeiras décadas do século XX em contraponto à tradição dominante de engenheiros com *identidade politécnica*, tradição aderida a um *regime utilitário* de produção e circulação do conhecimento científico.

Antirrealismo e indutivismo no artigo *Os princípios da mecânica*, de 1934: a influência epistemológica de Duhem e Mach

O artigo de Schenberg para a *Revista Polytechnica* se inicia da seguinte forma²:

*A sciencia tem por fim a previsão de phenomenos futuros conhecidos os phenomenos passados, do modo mais econômico possível. A ideia de economia defendida por Mach, é hoje universalmente aceita. A economia é realizada substituindo experiências sensíveis por experiencias mentaes ou raciocínios, consistindo qualquer raciocínio na substituição de uma experiencia complexa, de resultado desconhecido, por uma série de experiências elementares de resultados conhecidos.*³

Estabelecer a previsão como o objetivo da ciência era algo comum para a época, tanto que Schenberg não ensaia nenhum argumento para justificar o seu ponto de vista. Painlevé, autor que será evocado por Schenberg no desenrolar do artigo, e que era conhecido por alguns engenheiros politécnicos brasileiros das primeiras décadas do século XX⁴, também destaca, já no primeiro parágrafo de seu livro *Os axiomas da mecânica*, o papel da previsão: “a ciência de hoje em dia é uma ciência que mede e prediz, e é graças à Mecânica que ela conquistou essas duas características essenciais”⁵. Em Painlevé, a previsibilidade, programa máximo da mecânica, serve de modelo para a ciência como um todo. Quanto ao *princípio da economia* de Mach, na forma como aparece no primeiro parágrafo do artigo, Schenberg o entende como a substituição da experiência pelo raciocínio, sendo que a experiência mental, com idealizações, seria precedida por experiências elementares, mais seguras e de maior correspondência com a experiência sensível, cujos resultados são conhecidos. Assim, o raciocínio, alimentado pela experiência elementar, antevê e substitui a experiência complexa.

Em seguida, o artigo aponta que a mediação entre a experiência sensível e a experiência mental é a formulação de leis, que são os instrumentos por meio dos quais se chegaria à economia: “Para conseguir a maxima economia surgem primeiramente as leis. Leis são relações entre elementos abstratos, que fazemos corresponder aos phenomenos, por intermedio de nossos instrumentos de medida”⁶. Essa ideia que faz corresponder, sem tornar idênticos, o fenômeno e o símbolo por meio das medições, aparece em outros físicos da virada do XIX para o XX, como Pierre Duhem, autor que é utilizado como referência por Schenberg ao longo do artigo. Discutiremos mais à frente o significado dessa ideia de lei física e o seu lugar no debate epistemológico, mas desde já é interessante ver como Duhem coloca a mesma questão:

*Por meio de métodos de medida apropriados, fazemos com que elas [as propriedades físicas que serão representadas] correspondam a símbolos matemáticos, números e grandezas. Tais símbolos não têm nenhuma relação de natureza com as propriedades que representam, mas uma relação de signo e coisa significada. Através dos métodos de medida, é possível fazer corresponder a cada estado de uma propriedade física um valor do símbolo representativo e vice-versa.*⁷

Schenberg nos dá um exemplo bastante expressivo do que seria para ele uma lei física, e de como se chega a ela: “Si tomarmos uma pilha de Daniell e a ligarmos a diversos circuitos, constataremos em cada caso uma corrente diferente. Si em vez de tabellarmos simplesmente os resultados, procurassemos descobrir uma lei, chegaríamos a lei de Ohm. Obtida a lei de Ohm poderíamos prever qual a corrente em cada caso sem ter necessidade de effectuar a experiencia, houve portanto economia”⁸. A formulação de uma lei, nesse exemplo, tem um sabor indutivista, não havendo nenhuma reflexão a respeito do salto que há entre os dados tabelados e a formulação da lei. A função da lei seria permitir a economia: uma vez obtida a lei, não haveria mais necessidade de repetir o experimento. Ao problematizar pouco a tensão entre a lei e o dado experimental, Schenberg dá mais ênfase à estabilidade das leis físicas que à historicidade e ao aspecto construtivo delas, pois, a partir de seu exemplo, somos levados a crer que um conjunto de dados experimentais levam necessariamente à formulação de uma única e mesma lei.

Essa concepção de que as formulações da ciência são econômicas porque economizam o ato de medição, substituindo-o por um raciocínio, é, como seria de se esperar, bem próxima da concepção de Ernst Mach, que ficou

conhecido por estabelecer o *princípio da economia* como prescrição metodológica. Mach afirma que o objetivo da ciência é “substituir, ou conservar, experiências, pela reprodução e antecipação de fatos no pensamento. A memória está mais à mão do que a experiência e, muitas vezes responde pelo mesmo propósito”⁹. Aliás, o exemplo que Schenberg utiliza para ilustrar a relação entre a lei física e a ideia de economia segue de perto o exemplo utilizado por Mach no capítulo *A economia da ciência*, de seu livro *A Ciência da mecânica*:

[...] nas ciências mais altamente desenvolvidas, regras para reconstrução de um grande número de fatos podem ser incorporadas numa única expressão. Assim, ao invés de anotar casos individuais de refração da luz, nós podemos reconstruir mentalmente todos os casos presentes e futuros, se soubermos que o raio incidente, o raio refratado e a normal estão no mesmo plano e que $\sin \alpha / \sin \beta = n$. Aqui, ao invés dos inúmeros casos de refração em diferentes combinações de matéria e sob todos os diferentes ângulos de incidência, temos simplesmente que anotar a regra acima estabelecida e os valores de n , – o que é muito mais fácil. O propósito econômico é aqui inconfundível¹⁰.

A Lei de Snell, no exemplo de Mach, cumpre o mesmo papel que a Lei de Ohm, no exemplo de Schenberg. Em ambos os casos as leis traduziriam uma regularidade natural e evitariam que se precisasse investigar caso a caso a relação de variáveis em um fenômeno.

À continuação do artigo, Schenberg defende que, da mesma forma que a lei sintetizaria um conjunto de fenômenos, a teoria sintetizaria um conjunto de leis: “Obtido um conjunto de leis procuramos logo economia grupando-as em teoria”¹¹. O caminho de ascensão dos dados experimentais à lei é agora repetido das leis à teoria. E, se a lei é a economia da experiência, a teoria é a economia da lei¹². Schenberg não explicita quais seriam as vantagens econômicas da ascensão das leis à teoria, mas é possível ver em Duhem, sua referência principal no artigo, uma indicação:

[...] Que vantagem encontram os físicos em substituir as leis que fornece diretamente o método experimental por um sistema de proposições matemáticas que as representem?

Antes de tudo, a teoria substitui, por um conjunto reduzido de proposições – as hipóteses fundamentais –, um grande número de leis que se oferecem a nós como independentes umas das outras, cada uma tendo de ser apreendida e retida por conta própria.¹³

Ou seja, para Duhem, e com muita probabilidade para Schenberg também, uma vez formuladas as teorias, as leis passam a ser entendidas como consequências da teoria, e as várias leis independentes podem ser vistas como articuladas por meio da teoria.

Schenberg afirma no artigo que há dois modelos de teorias físicas: *teorias explicativas* e *teorias representativas*. As teorias do primeiro tipo são rejeitadas categoricamente: “A teoria explicativa está rejeitada actualmente, representa um resto de idéias theologicas e metaphysicas”¹⁴. Schenberg não desenvolve o que seria uma teoria explicativa, nem indica o motivo que o faz considerar a teoria explicativa como metafísica. Mais uma vez, podemos encontrar em Duhem uma crítica mais desenvolvida à ideia de teoria explicativa:

Explicar, explicare, é despir a realidade das aparências que a envolvem como véus, a fim de ver essa realidade nua e face a face.

A observação dos fenômenos não nos põe em contato com a realidade que se esconde sob as aparências sensíveis, mas com as próprias aparências sensíveis, tomadas sob forma particular e concreta. As leis experimentais não têm mais por objeto a realidade material; elas tratam essas mesmas aparências sensíveis tomadas, é certo, sob a forma abstrata e geral.¹⁵

A crítica à teoria explicativa, portanto, pressupõe uma cisão entre o real e os dados dos sentidos, ou seja, afirma a impossibilidade de se desvelar a realidade, afirma a impossibilidade de se conhecer uma essência por trás das aparências.

Ao criticar a ideia de que seria possível *explicar* os fenômenos por meio de um apelo a uma realidade última que escapa aos nossos sentidos, Duhem tenta separar o que seria o conhecimento físico legítimo e o que entraria no domínio da metafísica: “Ao encarar a teoria física como uma explicação hipotética da realidade, colocamo-la sob dependência da Metafísica”¹⁶.

Ao contrário das teorias explicativas, são as teorias físicas *representativas*, para Schenberg, as teorias adequadas. Precisamos recorrer novamente a Duhem para compreender o conceito de teoria representativa, já que Schenberg novamente não explicita seu significado no artigo. Para Duhem, essas teorias seriam um sistema de proposições matemáticas deduzidas de um número reduzido de princípios que têm por objetivo representar da forma mais simples, mais completa e mais exata possível um conjunto de leis e experimentos. E, mais:

*Assim, uma teoria verdadeira não é uma teoria que fornece uma boa explicação das aparências físicas conforme a realidade. É aquela teoria que representa de uma maneira satisfatória um conjunto de leis experimentais. Por outro lado, uma teoria falsa não é uma tentativa de explicação fundada sobre suposições contrárias à realidade, mas um conjunto de proposições que não concordam com as leis experimentais. Para uma teoria física, o acordo com a experiência é o único critério de verdade.*¹⁷

A forma como Duhem se refere às teorias explicativa e representativas pode ser entendida como uma crítica ao *realismo*. Segundo Osvaldo Pessoa Jr., uma interpretação realista de uma teoria física pode ser sintetizada com base em três afirmações:

*1) Realismo ontológico: existe uma realidade física que independe do conhecimento e da percepção humana. 2) Realismo científico: as proposições de uma teoria têm “valor de verdade”, isto é, são verdadeiras ou falsas, de acordo com a teoria da verdade por correspondência. Assim, uma teoria física serve para “explicar” fenômenos em termos da realidade física subjacente, e não apenas para prevê-los. 3) Realidade dos termos teóricos: a teoria pode conter “termos teóricos” que se referem a entidades físicas que não são diretamente observadas.*¹⁸

162

O ponto mais explícito da crítica antirrealista de Duhem incide sobre a afirmação 2. Popper, no artigo *Três concepções acerca do conhecimento humano*¹⁹, classifica essa postura epistemológica de Duhem como uma concepção *instrumentalista* de teoria. Segundo Popper, os instrumentalistas defendem que uma teoria física é apenas uma hipótese matemática, um instrumento de cálculo conveniente para prever fenômenos, mas não são uma descrição verdadeira de algo real. Na forma como Popper coloca a questão, o problema ao redor do qual se posicionam instrumentalistas e essencialistas diz respeito à ideia de se há (ou se é possível conhecer) alguma realidade por trás dos fenômenos, por trás das aparências, alguma realidade que seja capaz de *explicar* os fenômenos. Os instrumentalistas – entre os quais Popper inclui, além de Duhem, também Mach, Poincaré e Bohr²⁰ – consideram que uma resposta afirmativa à questão anterior recairia em uma postura metafísica. Embora não seja nosso objetivo, aqui, fazer uma classificação redutora da postura epistemológica de Schenberg, nos parece evidente que, ao apoiar fortemente sua postura epistemológica em Duhem, Schenberg se posiciona como um instrumentalista neste debate.

No artigo de Schenberg, as teorias representativas poderiam ser subdivididas em dois grupos: *indutivas* e *dedutivas*. As teorias representativas indutivas estariam ligadas a um *ato de fé*, que diz respeito à expectativa de que o futuro se comportará como o passado, o que permitiria que a ciência alcançasse sua finalidade, a previsão. Schenberg se apoia nas seguintes citações da obra *Thermodynamique generale*, de Gustave Robin²¹ para apoiar seu ponto de vista:

‘Indicamos como fim da Sciencia a previsão do futuro, entendemos que ella deve prever nossas sensações futuras segundo nossas sensações passadas’ (Introdução, pág. IX).

*‘Mas este fim que atribuimos á Sciência, só podemos attingil-o por um meio, pela indução. A inducção é um ato de fé. Só estamos certos da sensação presente, afirmar o futuro é praticar um acto de fé. Tal é effectivamente, o principio da inducção: sendo dada uma sensação já sentida, afirma-se que ella se produzirá em certas condições.’*²²

Trata-se de uma formulação bem próxima à clássica formulação do problema da indução em Hume, que relaciona apenas ao hábito a expectativa de que o futuro se comportará como o passado²³. No entanto, em seguida, Schenberg identifica o “ato de fé” indutivista ao princípio da causalidade²⁴, e, citando Painlevé, afirma que “o princípio da causalidade é a base de toda Ciência. Está indissolavelmente ligado à nossa afirmação da existência objectiva do mundo exterior”²⁵. Aqui a colocação de Schenberg, por meio da citação de Painlevé, nos parece ambígua. Se por um lado afirma que a causalidade é um ato de fé, indo na mesma linha de Hume, e, portanto, a causalidade não é algo que apareça como uma necessidade da natureza ou do entendimento, ao associar causalidade e “existência objetiva do mundo exterior”, parece transferir a objetividade da existência do mundo à objetividade da existência das causas, que é exatamente o que Hume vai negar. Além disso, não é autoevidente a impossibilidade da não existência de um mundo exterior ao sujeito caso o princípio de causalidade não existisse; no artigo não aparece nenhuma justificativa para essa associação. Caso Schenberg aposte numa objetividade da causalidade (o que, por conta da ambiguidade, não nos é possível afirmar com segurança), além de se afastar da problematização de Hume a respeito do princípio da causalidade, Schenberg se afastaria, aqui, da posição da epistemológica de Mach, que faz uma crítica direta à ideia de causalidade, sem com isso negar a existência de uma natureza exterior ao sujeito: “Não há causa nem efeito na natureza; a natureza possui somente uma existência individual; a natureza simplesmente é. Recorrências de tais casos nos quais *A* está sempre conectado com *B*, isto é, que se parecem com resultados de circunstâncias, [...] a essência da conexão de causa e efeito, existe somente na abstração que criamos com o objetivo de reproduzir os fatos mentalmente”²⁶.

De toda sorte, Schenberg finaliza o seu comentário a respeito do princípio da indução de forma mais enxuta: “O enunciado mais preciso do princípio é o seguinte: – Quando as mesmas condições se realizam em dois instantes diferentes, em dois lugares distintos do espaço, os mesmos fenômenos se reproduzem, apenas deslocados no espaço e no tempo”²⁷. Já com relação ao outro tipo de teoria representativa, a teoria dedutiva, Schenberg, em conformidade com a postura instrumentalista, considera que as hipóteses devem ser consideradas “aceitáveis” (e não “verdadeiras”) se as consequências dessas hipóteses estiverem de acordo com os fatos, e indica que segue o raciocínio de Duhem. Em *A teoria física*, Duhem diz o seguinte:

*Esses princípios podem ser denominados hipóteses, no sentido etimológico da palavra, pois são verdadeiramente os fundamentos sobre os quais se edificará toda a teoria. Todavia, eles não pretendem enunciar relações verdadeiras entre propriedades reais dos corpos. Essas hipóteses podem ser formuladas de maneira arbitrária. A contradição lógica, seja entre os termos de uma mesma hipótese ou entre as diversas hipóteses de uma teoria, é a única barreira absoluta intransponível diante da qual se detém esse arbítrio*²⁸.

Schenberg confere um valor heurístico importante às teorias dedutivas, embora afirme que elas são esteticamente inferiores e mais inseguras que as indutivas, e indica que a evolução da física se daria pela substituição das teorias dedutivas pelas teorias indutivas:

As teorias dedutivas, mais cômodas cabem os campos novos da Ciência, onde predomina o interesse de descobrir novos fenômenos, embora com algum sacrifício da estética.

As teorias indutivas cabe substituir as dedutivas nos terrenos já consolidados, tendo em vista sua perfeição estética e superior segurança de seus métodos e resultados.

*Na exposição dos princípios da Mecânica adoptaremos o ponto de vista indutivo.*²⁹

Com essa concepção de história da física – que coloca como ponto central a consolidação das teorias por meio da substituição das teorias dedutivas pelas teorias indutivas –, Schenberg termina seu artigo. Como afirmamos anteriormente, a exposição dos princípios da mecânica, que seria a parte principal do texto, nunca foi publicada. Sabemos apenas que seria uma mecânica exposta a partir de um ponto de vista indutivo.

Podemos dizer que na postura epistemológica de Schenberg em 1934 predomina uma concepção antirrealista e instrumentalista de teoria física, acrescida de uma forte inclinação ao indutivismo. Sabemos que, ao rotularmos a postura

epistemológica de um autor, tendemos a esmaecer as nuances, simplificar as complexidades e, por fim, categorizar de forma limitada um pensamento. Não é nossa intenção. Nosso objetivo, aqui, é apenas explicitar alguns diálogos que se apresentam cifrados ao longo do artigo.

O artigo de Schenberg tem como referências principais os epistemólogos e físicos da transição do século XIX para o XX, como Paul Painlevé, Pierre Duhem e Ernst Mach. Painlevé era conhecido dos engenheiros brasileiros que se inclinavam ao estudo da física. Duhem e Mach eram relativamente desconhecidos no Brasil, e é possível que o trabalho de Schenberg seja um dos primeiros artigos brasileiros a trazer as referências desses dois nomes de peso na reflexão epistemológica do século XX. Poincaré, nome de peso relativamente bem conhecido dos engenheiros brasileiros com inclinação para a física no início do século XX, aparece nas referências, mas não tem, segundo nossa avaliação, uma influência tão direta quanto a de Duhem e Mach no posicionamento epistemológico de Schenberg no artigo.

Dos dez autores citados por Schenberg, não são franceses apenas Mach, austríaco, e Alfred Berthoud (1874-1939), químico suíço, mas de língua francesa. Ainda assim, todos os livros citados por Schenberg em seu artigo são originalmente franceses ou traduzidos para o francês. Estão presentes alguns tratados que eram provavelmente usados por aqueles que queriam se aprofundar em algum ramo mais teórico da física, mas que, em geral, não tratavam dos assuntos que estavam na fronteira do conhecimento na década de 30³⁰. A utilização desse tipo de bibliografia devia ser frequente na formação do engenheiro da época³¹. Assim, embora Schenberg mobilize um conjunto de conhecimentos que não se reduzem àqueles que se espera para o simples ofício da engenharia, é dentro do contexto da formação de engenheiros que Schenberg encontra muitas das referências de seu artigo. A própria temática escolhida, a física clássica, dialoga com o conhecimento que era aprendido e ensinado nas escolas de engenharia, embora o viés epistemológico ultrapasse os interesses da tradição politécnica então dominante, como procuraremos esclarecer na próxima seção.

Por meio da epistemologia do início do século XX, o artigo reverbera questões epistemológicas mais antigas, como o problema da causalidade e a demarcação entre ciência e metafísica, e, ainda, menciona teorias físicas bem recentes para a época do artigo, tais como as breves referências aos trabalhos de Schödinger, Bohr e Heisenberg³², físicos cujas contribuições à física não faziam parte do repertório ordinário de conhecimentos dos politécnicos da década de 1930, como também pretendemos mostrar a seguir. Essas menções indicam que os interesses de Schenberg já não se reduzem apenas à física clássica. Por outro lado, a menção aos quânticos é feita muito de passagem e não é amparada por nenhuma referência, o que indica que Schenberg não estava disposto a desenvolver o assunto.

A dissonância do artigo de 1934 em relação à tradição politécnica

Caracterizamos, acima, a postura epistemológica de Schenberg em 1934 e procuramos explicitar com quais físicos e tradições da epistemologia da física Schenberg dialoga ao longo do artigo. Iremos, a seguir, mapear as principais tensões presentes no contexto científico brasileiro a que estavam submetidos aqueles indivíduos que se sentiam inclinados à pesquisa científica nas primeiras décadas do século XX e que, segundo cremos, são importantes para a compreensão do significado do discurso epistemológico de Schenberg no artigo de 1934.

A *Revista Polytechnica*, periódico em que o artigo de Schenberg foi publicado, era uma publicação do Grêmio da Escola Politécnica de São Paulo, e teve o seu primeiro número lançado em 1904. A revista era escrita e lida principalmente por estudantes e professores de engenharia e, em particular no início do século XX, teve a função de propagandear novos ideais tecnológicos e culturais³³. Os engenheiros paulistas e sua revista estavam engajados em um certo projeto de modernização do país³⁴, com o estado de São Paulo cumprindo o papel de centro irradiador³⁵.

No início do século XX o engenheiro não dispunha do prestígio de outras profissões liberais, como a de advogado, e a identidade do politécnico paulista foi se constituindo na disputa com bacharéis da Faculdade de Direito do Largo São Francisco pelos cargos da administração pública³⁶. Os politécnicos se entendiam mais bem preparados para a atuação na esfera pública por terem, em sua formação, a capacidade de resolver problemas técnicos, capacidade que

escaparia aos bacharéis de direito e, entre o fim do século XIX e início do século XX, era “uma camada intelectual que se caracterizaria pela ‘competência técnica’ e científica para atuar no campo das engenharias e constituir-se como domínio de ação de novas categorias sociais que se opunham à predominância do bacharel e beletrista”³⁷. É possível entender esse antagonismo como expressão de um processo de mudança na dinâmica da vida intelectual que se deu com a passagem do Império para a República Velha, já que a partir do final do século XIX a intelectualidade brasileira começou a se especializar, fazendo com que o prestígio público dos setores intelectuais mais enciclopédicos fosse decaindo pouco a pouco³⁸.

Diversos artigos da *Revista Polytechnica* expressam aspectos dessa construção de identidade do politécnico e seu ideal tecnicista³⁹, veiculando a imagem salvacionista do técnico que tiraria o país do atraso⁴⁰, e que, portanto, era merecedor de um papel de chefia na gestão pública. No ano anterior à primeira publicação de Mario Schenberg, a defesa da tecnocracia na *Revista Polytechnica* chega ao seu auge, com um artigo da revista defendendo as virtudes de um “prefeito engenheiro” em relação ao “prefeito leigo”⁴¹.

Seguindo a análise anterior, o artigo de Schenberg fica longe dessa defesa da tecnocracia, frequente nos discursos dos politécnicos paulistas de então. O tema, a epistemologia da física, parece destoante, como podemos perceber se compararmos com os temas mais frequentes na revista no primeiro terço do século XX:

*Observar o índice de assuntos das matérias publicadas nesse periódico desde sua primeira edição até o número 112, em dezembro de 1933, é encontrar um espelho de para onde se voltam os interesses da instituição na variação desse tempo. Quando de sua fundação, entre os seus cursos estava o de engenheiro agrônomo (extinto no regulamento de 1911) e, se poucos foram os seus formandos, apenas vinte e três entre 1901 e 1910, poucos foram também os artigos dessa área na Revista, apenas seis. Já artigos referentes à arquitetura, estabilidade, construções e assuntos tangentes à abordagem do saneamento urbano, com ênfase na utilização dos recursos hídricos do Estado, são constantes na Revista ao longo desse período [1904-1933] e indicativos desse diálogo persistente da Escola com a cidade [...]. Outros temas correntes nas páginas da Revista eram a eletricidade, as máquinas e os transportes na área das estradas de ferro que perpassam seus vários números. O diálogo com o setor de transportes ferroviário, já consolidado no Estado, foi muito intenso na Escola desde sua fundação [...]*⁴²

É possível perceber uma relativa marginalidade dos artigos relacionados à física entre as edições da Revista Politécnica, como nos denuncia o desconforto do engenheiro Diogo Dias de Barros, autor de um conjunto de artigos sobre *Núcleos atômicos múltiplos*, em 1930, nos quais trata de temas da física do século XX, como a constante de Planck, o efeito fotoelétrico, e a equação De Broglie, proposta poucos anos antes, e que se inicia com pedidos de desculpas: “Hesitamos em publicar este modesto estudo. Está elle tão fóra das preocupações realizadoras de nosso meio! De facto, não se trata de assunto prático, isto é, de immediata applicação. Porém, ‘a priori’, qual assunto susceptível de applicações? Agitar ideias, como aguas turvas, póde trazer á tona o desconhecido, o inesperado”⁴³.

À época da publicação do artigo de Schenberg, não havia em São Paulo nenhuma instituição que se dedicasse sistematicamente à pesquisa em física, e, mesmo na Escola Politécnica, talvez o único lugar em que a física contava com algum interesse, esta ciência era em geral entendida apenas como uma disciplina básica, conhecimento necessário ao exercício profissional, mas não uma área de investigação⁴⁴.

Se, por um lado, os assuntos mais teóricos ou epistemológicos da física e, de modo geral, das ciências não eram parte central da formação dos politécnicos, por outro lado, o domínio da ciência era parte da estratégia de afirmação profissional do engenheiro no início do século XX, como podemos perceber a partir da fala do representante do Grêmio, Pinheiro Lima, por ocasião da comemoração do décimo segundo aniversário da Escola Politécnica de São Paulo, em 1906: “Subordinada á Sciencia, que única entre todas, possui o glorioso titulo de exacta, presa directamente á Logica e á Philosophia, nas suas mais elevadas conclusões e concepções, a Engenharia, analysando profundamente o meio e os factores que nelle entram, investigando sem cessar sobre as causas e os efeitos dos phenomenos, é positivamente a mais útil escola de educação política”⁴⁵.

Elemento identitário importante e fiadora da competência técnica dos engenheiros, a ciência, e a física em particular (“ciência exata”), ainda que relativamente marginalizada, encontrou na tradição politécnica um lugar dissonante para existir mesmo antes da fundação das universidades. Não é à toa que é na *Revista Polytechnica* que são publicados em 1934 os primeiros artigos de autoria dos professores italianos que vieram para a fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, de viés exclusivamente científico, como o artigo de Luigi Fantappiè, *La funzione filosofica della matematica nell'attuale momento scientifico* (nº 115), que trata das mudanças da relação entre a matemática e física, especialmente a partir do desenvolvimento da mecânica quântica, o artigo de Ettore Onorato, *La struttura della materia cristallina ed i Raggi X* (nº 115), que discute a natureza, se corpuscular ou ondulatória, do raio X, e o artigo de Gleb Wataghin, *Sobre a teoria quântica dos metais*, que trata dos avanços que a teoria quântica proporcionou à compreensão do comportamento dos elétrons nos metais (nº 116).

Iremos, a seguir, reconstituir alguns aspectos de uma tradição de engenheiros com *identidade científica* – ainda que numericamente pequena e relativamente marginal – que foi se constituindo nas escolas de engenharia no início do século XX e que teve papel importante na formação das universidades brasileiras nos anos 1930 e, certamente, papel importante também na formação inicial de Schenberg. Defendemos que o artigo de Schenberg pode ser lido como uma expressão de um processo que ocorreu ao longo das primeiras décadas do século XX em que a ciência passa, com a profissionalização crescente dos professores das disciplinas mais teóricas das escolas de engenharia, a se tornar o elemento central da identidade profissional desses professores, um processo de constituição de uma *identidade científica* que, ao longo do tempo, vai se autonomizando e se contrapondo à *identidade politécnica*.

Identidade científica versus identidade politécnica

166

Segundo Michel Paty, por influência de uma certa tradição francesa, havia no “Brasil, desde o início do século, uma corrente de física matemática, pela qual a física teórica se impôs pouco a pouco. Essa corrente era muito influenciada pela tradição da física matemática francesa, de Poincaré a Painlevé, Picard e Borel”⁴⁶. Para Paty, essa corrente de física matemática no Brasil espelha – guardadas as devidas proporções entre a ciência brasileira e a ciência francesa – uma tradição física francesa que, em linha gerais, privilegia o enfoque analítico, importando a formalização matemática mais que a formulação de enunciados de natureza física propriamente dita. Os primeiros representantes dessa tradição de física matemática no Brasil, segundo Paty, seriam Joaquim Gomes de Souza⁴⁷ e Otto de Alencar⁴⁸.

Apesar de não terem deixado trabalhos de primeira expressão, o tema de alguns escritos fez com que Gomes de Souza e Otto de Alencar assumissem uma importância simbólica⁴⁹ para um grupo de engenheiros que no início do século XX militava – para usar jargão da época – pelas “ciências puras”. Um dos expoentes dessa militância, Manoel Amoroso Costa (1885 - 1928)⁵⁰, que iria cumprir papel importante na defesa do ideal da ciência pura no início do século XX e que participou ativamente na fundação da Sociedade Brasileira de Ciências (1916), assim refere à figura de Otto de Alencar: “Dificilmente achareis entre nós quem tanto se tenha ocupado com as cousas abstratas e distantes das aplicações, como êsse nome raro, cuja vida se concentrou no pensamento desinteressado. A admiração de seus discípulos dedicou-lhe o pequeno monumento que orna o pátio da Escola; é ainda um discípulo agradecido, a quem êle ensinou o valor da ciência pura, que vem hoje aqui evocar a sua pessoa e obra”⁵¹. Após se apresentar como “discípulo agradecido” de Otto de Alencar, ao final de sua comunicação Amoroso Costa associa Otto de Alencar a Gomes de Souza:

Meus senhores, os nomes de Otto de Alencar e de Gomes de Souza, que uma circunstância feliz reuniu nesta conferência, mostram que o cultivo da matemática é tradicional na nossa velha Escola. Nenhum de vós ignora o que a técnica deve a essa ciência admirável, mas é sobretudo o seu valor educativo que justifica um estudo, como fazia o Mestre, estendido um pouco além dos limites que seriam estritamente suficientes para as aplicações.

*Nenhuma outra construção humana tem a unidade e a harmonia da construção matemática; nenhuma iguala na solidez e no equilíbrio perfeito da estrutura, na delicadeza dos detalhes.*⁵²

Amoroso Costa foi uma das figuras mais expressivas na constituição de uma identidade científica no contexto politécnico do início do século XX. Interessou-se 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 Paris⁵³, divididos em dois períodos distintos, tendo frequentado os cursos *Introdução à filosofia da ciência*, ministrado por Abel Rey⁵⁴, e *Teoria do conhecimento*, de Leon Brunschvicg⁵⁵. Em 1928, Costa apresenta, no Collège de France, uma comunicação intitulada *L'univers infini. Quelques aspects du problème cosmologique*, e ministra, na Universidade de Paris, o curso *Geometrias não-arquimedeanas*, o que dá uma dimensão da profissionalização de Costa ao redor das disciplinas mais teóricas⁵⁶.

Ao se referir à forma como Amoroso Costa expõe a teoria da relatividade em *Introdução à teoria da relatividade*, publicado em 1922, Paty insere Amoroso Costa na mesma linhagem de físicos matemáticos da tradição francesa a que nos referimos anteriormente. Segundo Paty, Amoroso Costa entendia a teoria da relatividade como “um edifício de natureza matemática, e interessavam-se [Amoroso Costa e outros expoentes dessa tradição] essencialmente pelas particularidades de sua forma matemática”⁵⁷.

Segundo Alves, Amoroso Costa faz parte de um conjunto de engenheiros que denominou *engenheiros-cientistas*, engenheiros do início do século XX que procuravam acompanhar o que se produzia em ciência no mundo, que tinham uma postura militante a favor da “ciência pura” e que se interessavam por filosofia da ciência. Esses engenheiros tinham uma inserção periférica nas escolas de engenharia, como se pode depreender a partir da inserção de suas publicações nas revistas de engenharia:

*Alguns artigos sem qualquer pretensão de contribuir para a engenharia ou outra aplicação de autoria desses engenheiros apareciam em algumas revistas de escolas de engenharia, inclusive sobre assuntos tão recentes como a Teoria da Relatividade. Artigos assinados sobretudo pelos que ensinavam as disciplinas mais científicas dessas escolas. Entretanto, esses artigos sobre as “ciências puras” permanecem minoria em relação àqueles mais compatíveis com os interesses da engenharia. Para que essas ciências tivessem lugar hegemônico em uma instituição, foram obrigados a criá-las.*⁵⁸

167

Em 1916 esses “engenheiros-cientistas”, embora em número reduzido, já tinham alguma expressividade e tiveram protagonismo na formação da Sociedade Brasileira de Ciências (SBC, futura Academia Brasileira de Ciências, a partir de 1922), cujo objetivo central era congregar aqueles que lutam pela “ciência pura”, como aponta Henrique Morize⁵⁹, primeiro presidente da SBC e também professor da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em discurso proferido em uma seção de 1917:

*[...] era indispensável que se fundasse um grêmio, onde aqueles que estudam as questões da ciência pura pudessem encontrar fraternal agasalho e no qual se promovesse a formação de um ambiente intelectual capaz de transformar a indiferença, ou mesmo hostilidade, com que a maioria habitualmente acolhe a publicação de tudo quanto não tem cunho de utilidade material, embora devam saber todos que receberam educação liberal corrente que muitas artes e indústrias têm como base pesquisas científicas e princípios abstratos.*⁶⁰

Schwartzman destaca, para além da marginalidade destes engenheiros com identidade científica congregados em torno da SBC, o conflito que representavam no interior da Escola Politécnica do Rio de Janeiro: “O papel da Academia Brasileira de Ciências foi muito mais cultural e intelectual, muito mais ‘pela’ ciência do que, propriamente ‘de’ ciências. Ela não tinha programas próprios de pesquisa e funcionava, em boa parte como uma espécie de ‘anti-congregação’ da Escola Politécnica, onde uma visão mais moderna de ciência ainda não havia penetrado”⁶¹.

Um dos episódios mais significativos da tensão entre *identidade científica* em relação à *identidade politécnica* ocorre quando Amoroso Costa escreve para *O Jornal*, em 1923, uma espécie de manifesto, sob o título *Pela ciência pura*. Neste texto, Costa defende a criação de “cursos de ciências puras” na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, menciona a resistência da congregação da Escola à criação destes cursos, e se refere, ainda, à moção enviada ao presidente da república em que a Academia Brasileira de Ciências propunha algo mais radical, a criação de uma Faculdade Superior de Ciências. O manifesto de Costa defende o “cultivo dessa suprema flor do espírito, que é a ciência pura, contemplativa e desinteressada” e a necessidade de “salvar a cultura de um pragmatismo que vai se tornando ameaçador”⁶². Este texto pode ser entendido como um dos episódios mais significativos da autonomização da *identidade científica* em relação à *identidade politécnica* não só pelo ideal que defende (a “ciência desinteressada”), mas principalmente com relação a quem o texto se contrapõe (a congregação da Escola Politécnica do Rio de Janeiro), e pelos objetivos que persegue (criação de uma faculdade de ciências independente).

Esse conflito entre a *identidade científica* e *identidade politécnica* no contexto das escolas de engenharia do início do século XX no Brasil pode ser entendido como expressão do conflito entre o que Terry Shinn, em seu artigo *Regimes de produção e difusão de ciência*, chama de *regime disciplinar* de produção e difusão de ciência e o *regime utilitário* de produção e difusão de ciência.

Segundo Shinn, a ciência é constituída de múltiplos regimes, que “demarcam as especificidades das formas particulares de treinamento e certificação, de designação de tarefas, de modos de trabalho, de critérios de validação, de sistemas de premiação, de trajetórias de carreira, de modalidades de produtos, da forma e da extensão dos mercados, e do vínculo entre a produção e a distribuição”⁶³. Em sua proposta de tipologia para os múltiplos regimes científicos, Shinn defende que as escolas de engenharia, com sua forma específica de produção de conhecimento e mercado para essas produções, seriam a base institucional do *regime utilitário*. Para esse autor, a produção de conhecimento dos praticantes do regime utilitário não tem como mercado os demais produtores de conhecimento pertencentes ao próprio regime:

[...] os praticantes do regime utilitário não estão dirigidos para si próprios – esta não é uma comunidade auto-referente. Seus membros não constituem o mercado do regime. Ao contrário, o escopo profissional do regime utilitário é vasto. Em geral, eles trabalham como técnicos e engenheiros. Entretanto, eles podem também frequentemente localizar-se em posições administrativas. Eles ocupam uma multiplicidade de nichos profissionais. O regime utilitário serve à indústria, ao setor de serviços da economia: está frequentemente associado com o trabalho técnico no serviço público. Aqui os praticantes empreendem tarefas estritamente técnicas, coordenam os esforços dos outros, ou administram⁶⁴.

Segundo Shinn, o mercado do regime utilitário acaba por determinar a seleção do objeto do conhecimento (voltada para o cliente) e a forma específica de produção de conhecimento (orientada para a produção de um artefato tecnicamente válido, útil, prático e vendável), o que determina, também, sua epistemologia específica (guiada pela capacidade performativa do artefato).

Trabalhos como *Dissertação sobre o modo de indagar novos astros sem auxílio das observações diretas*, de Gomes de Souza, *Lições sobre a teoria da Lua*, de Otto de Alencar e *Sobre a formação das estrelas duplas*, de Amoroso Costa certamente não têm o mesmo “cliente e mercado” que estão presentes para a produções científicas do regime utilitário. Não se propõem a servir aos interesses da indústria ou do setor de serviços e não se propõem à construção de nenhum artefato útil. São trabalhos cujo sentido pleno só se atinge dentro de um *regime disciplinar*, que, segundo Shinn, surge no século XIX (na Europa), com as seguintes características:

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. [...] O regime disciplinar constitui seu próprio mercado. Os praticantes são os consumidores de suas próprias produções. [...] A passagem da função de produção para a função de consumo é direta, sem qualquer mediação de forças exógenas.*⁶⁵

Em contraposição ao regime utilitário, um dos aspectos mais notáveis do regime disciplinar é ser autorreferente, ou seja, os tópicos da pesquisa surgem a partir de dentro das disciplinas, os critérios de avaliação da pesquisa também são constituídos internamente à disciplina e o mercado da produção disciplinar são os próprios praticantes das disciplinas. Ora, é este regime de produção científica que não existe no início do século XX brasileiro. De certo modo, as reuniões e revistas da SBC e da ABC, em que os membros apresentavam uns para os outros seus trabalhos, procura simular a orientação da produção científica e o mercado do regime disciplinar.

Os professores das disciplinas mais teóricas das escolas de engenharia – mais preocupados em “reproduzir o conhecimento disciplinar-padrão para o estudantes”, mais desvinculados dos objetivos de formação do futuro profissional de engenharia e, ao mesmo tempo, sem condições de “conduzir pesquisa original no interior da disciplina” – são, deste modo, os criadores de uma demanda pela formação de um regime disciplinar, demanda esta que se materializa nas lutas da SBC e da ABC pela criação das universidades no Brasil. O conflito entre a identidade politécnica e a identidade científica pode ser compreendido, portanto, como expressão de um conflito entre um regime utilitário já estabelecido e legitimado socialmente e um regime disciplinar quase inexistente e à procura de legitimação. Como o conhecimento da engenharia é cada vez mais formalizado e matematizado – características do aprendizado e da prática disciplinar –, é possível compreender por que foi no interior de uma escola politécnica que as tensões entre regime disciplinar e regime utilitário tenham aparecido de forma clara e se traduzido em duas identidades conflitantes.

A formação da identidade científica em Schenberg: a influência de Luiz Freire

169

Em 1933, Mario Schenberg, à ocasião com provavelmente 17 anos, transferiu seus estudos da Escola de Engenharia de Pernambuco para a Escola Politécnica de São Paulo. Em depoimento, Schenberg afirma que sua transferência foi motivada pela notícia de que em breve se fundaria a Universidade de São Paulo, na qual seria criada uma faculdade de ciências⁶⁶. Antes de vir para São Paulo Schenberg conheceu, em Recife, o professor Luiz de Barros Freire (1896-1963), professor que se insere na tradição de engenheiros com forte identidade científica descritos na seção anterior, e que era o membro correspondente da Academia Brasileira de Ciências em Pernambuco⁶⁷.

Luiz Freire formou-se engenheiro civil pela Escola de Engenharia de Recife em 1918, e começou a lecionar na mesma escola em 1921, exercendo forte influência sobre inúmeros estudantes que mais tarde se tornariam pesquisadores destacados⁶⁸. Videira e Vieira o chamam de “semeador de vocações”⁶⁹. Entre os assuntos de interesses de Freire se encontravam, além da matemática, a física e a filosofia da ciência. Da mesma forma que em São Paulo algumas publicações de física encontravam algum lugar na *Revista Polytechnica*, é no *Boletim de Engenharia* – órgão de divulgação dos engenheiros de Recife que funcionou de 1923 a 1937 – que Freire publica, além de artigos sobre matemática, esclarecimentos sobre a teoria da relatividade (*Um interessante aspecto da teoria da relatividade*, de 1924; *A questão prévia contra a teoria de Einstein - contradita ao trabalho do físico H. Bouasse, de Toulouse - França, subordinado ao mesmo título*, de 1926; *A experiência de Michelson*, de 1926), sobre filosofia de ciência (*A filosofia de Henri Poincaré e seus incompreendores*, de 1924) e sobre raios cósmicos (*A maior barragem do mundo/ a nanografia / Novos raios de origem cósmica*, de 1927). Esses artigos mostram o interesse de Freire em se manter informado acerca das teorias e dos debates científicos da época.

A relação de Freire com a física e com a filosofia da ciência tem a marca do autodidatismo, expressão de uma atividade científica em um contexto em que não existem formas institucionalizadas de produção de conhecimento:

“sua produção científica espelha o seu autodidatismo: escrever artigos – muitos deles publicados em revistas pernambucanas – sobre diferentes temas”⁷⁰. Segundo Albuquerque e Hamburger: “Nos diversos depoimentos, Luiz Freire é apontado como um autodidata nas modernas teorias da matemática e da física, um filósofo da ciência e um lógico-matemático. É por alguns visto como físico teórico. Certamente não é considerado como um filósofo pelos filósofos ou um físico pelos físicos”⁷¹.

Freire e Schenberg se conheceram quando Schenberg tinha quinze anos, idade provável com a qual ingressou na escola da Engenharia de Recife. Segundo Freire:

*Tivemos a imensa honra de haver iniciado Mário Schoenberg no trato científico da matemática e da física, não nos escapando, desde o primeiro contato que com ele tivemos – foi em 1932, quando então era ele menino de 15 anos –, acharmo-nos em face dessas organizações privilegiadas de homem de ciência, raramente encontradas. As suas concepções, que não será ousadia de nossa parte classificá-las de geniais, certamente encontrarão, na renomada Cambridge e junto ao grande Dirac, campo propício à sua completa expansão*⁷²

A admiração era recíproca:

*Luiz Freire era considerado por Schenberg um professor brilhante; costumava frequentar sua casa aos domingos e escutar sua preleções e comentários, em que discorria desde a teoria dos conjuntos e os números transfinitos à mecânica quântica e à filosofia da ciência. As discussões com Freire, em parte, serviram de incentivo na compra de livros franceses sobre análise matemática e, em especial, sobre a teoria integral e a teoria dos conjuntos – assuntos preferenciais do prof. Freire e que entusiasmaram Mario Schenberg. Entre ambos, a admiração era recíproca, pois em 1939 chegava à cidade de São Paulo - recomendado por Luiz Freire - José Leite Lopes, atestando que Freire recomendara-lhe Mario Schenberg como uma promessa na física contemporânea.*⁷³

Schenberg assim se refere à influência de Freire no início de sua atividade como estudante:

*Em 1931, eu voltei [do Rio de Janeiro] para Recife e, então, entrei para a Escola de Engenharia de Pernambuco. Fiz vestibular e entrei. Na Escola de Engenharia, fiquei conhecendo – se bem que, diretamente, nunca fui, aluno dele – o professor Luiz Augusto Freire [sic], que foi realmente uma pessoa que me entusiasmou muito. Era uma personalidade extraordinária e, dos professores de Recife, foi o que mais me influenciou*⁷⁴.

E, em outro depoimento, Schenberg afirma que Freire o incentivou à pesquisa: “E esse professor Luiz Freire era uma personalidade muito marcante e ele se interessava por matemática e por física, mais por matemática do que por física, mas se interessava um pouco por física também e realmente o contato com ele me incentivou muito e eu já comecei a fazer algumas pequenas pesquisas em matemática nesse tempo que eu estava lá e depois eu vim para São Paulo”⁷⁵.

É de se esperar que o artigo que Schenberg escreve para a *Revista Polytechnica* tenha sido bastante influenciado pelo contato marcante e recente com Freire. Em carta escrita a Freire em 16 de dezembro de 1933, Schenberg afirma: “tinha escrito [a Freire] uma longa carta em que expunha os resultados das investigações que realizei acerca dos Princípios da Mecânica”⁷⁶. Nessa mesma carta, Schenberg explicita sua inclinação às teorias indutivas, defendendo a ideia de que “o único processo aconselhável numa elaboração aprimorada duma teoria física consistia em tomar princípios que resumissem grande número de experiências e aplicar-lhes o aparelho lógico-matemático”⁷⁷ e à necessidade da substituição das teorias dedutivas pelas teorias indutivas para a consolidação das leis e teorias:

*[...] creio que a física divide-se em dois campos, um de consolidação e outro de avanço, havendo uma diferença essencial de métodos, visto que no campo de avanço podem ser adoptados quaisquer métodos com tanto que conduzam a consequências certas, mas no campo da consolidação o único ponto de vista admissível é o que expus acima e que emprestei a Robin [que adota o ponto de vista indutivista]*⁷⁸.

Isso mostra que Schenberg considera Freire um interlocutor privilegiado, mesmo estando geograficamente distante. Além disso, o artigo de Schenberg também carrega a marca do autodidata: Eu ainda nem tinha me formado na Politécnica, quando comecei a fazer a primeira pesquisa sobre Física Teórica. Quando eu era estudante, fiz espontaneamente, sozinho e sem orientação, um trabalho em duas partes sobre os princípios da Mecânica. Uma parte, que era assim introdutória, eu publiquei na revista do Grêmio Politécnico⁷⁹.

O depoimento de José Leite Lopes nos dá uma imagem da forma como o professor Luiz Freire ia favorecendo, em seus estudantes, a formação de uma identidade científica que contrasta com a formação da identidade do engenheiro politécnico tal como caracterizamos na anteriormente:

À casa de Luiz Freire ia aos domingos, para conhecer livros de sua biblioteca (sem biblioteca particular não se podia estudar), para ouvir seus comentários e sábias digressões sobre questões e homens de ciência. De Luiz Freire ouvi suas impressões sobre o gênio de nosso Mario Schenberg, [...] sobre as figuras dos grandes matemáticos brasileiros, Joaquim Gomes de Souza, Otto de Alencar, Theodoro Ramos, Lélío Gama [...]. Por Luiz Freire aprendi a importância da teoria dos conjuntos, a polêmica sobre os números transfinitos. Preciosos eram seus comentários sobre as origens e a consolidação da mecânica quântica.⁸⁰

Schenberg teve um contato importante com esse ambiente em que “homens de ciência” que se tornaram símbolos importantes na constituição de uma identidade científica na primeira metade do século XX brasileiro eram temas das conversas dominicais: “O contato que eu tive com ele não foi dele ter sido meu professor em aula. Vamos dizer assim, foi um contato extracurricular. Eu conversava muito com ele”⁸¹.

Na primeira carta que escreve a Luiz Freire em 6 de maio de 1933, após sua chegada a São Paulo, ficamos sabendo do interesse de Schenberg pelos trabalhos de Otto de Alencar:

Tive hoje a oportunidade de adquirir a coleção dos V annos iniciaes da Revista dos Cursos da Polytechnica, contendo as seguintes memórias de Otto de Alencar:

Aplicações geom. Da que. De Riccati.

Suplemento à memória: Aplicações etc.

Lições sobre a theoria das fun. Symétricas.

Estudo da Lua

Uma lição sobre a theoria dos parâmentos differenciaes

A memória sobre os parâmetros differenciaes parece-me a mais interessante contendo interessantes propriedades dos symbolos de Christoffel e do tensor de Riemman-Christoffel, seria interessante averiguar qual a parte devida a Alencar pois, parece-me, desconhecia os trabalhos de Ricci e Levi-Civita⁸².

Trata-se, segundo cremos, de um forte indício da importância dessa certa tradição de engenheiros com identidade científica na formação inicial de Schenberg e na orientação de seus valores científicos e escolhas no início de sua carreira.

Considerações finais

No início deste artigo, analisamos o trabalho *Os princípios da mecânica* de 1934 e fizemos uma caracterização da postura epistemológica de Schenberg à ocasião. Um aspecto importante dessa postura epistemológica diz respeito à inclinação de Schenberg às teorias indutivas, ou seja, uma inclinação às teorias formuladas a partir de uma espécie de ascensão dos fenômenos às leis e das leis à teoria. Para além de uma inclinação ao indutivismo, podemos dizer, em

linhas gerais, que a concepção de teoria física de Schenberg nesse artigo se baseia na ideia de *teoria representativa* de Pierre Duhem, uma concepção que, se lançarmos mão de uma classificação redutora, podemos afirmar como assemelhada à uma concepção instrumentalista de teoria física e carregada de crítica antirrealista. Essa concepção instrumentalista e antirrealista de teoria física foi bastante importante na primeira metade do século XX, sendo mesmo fundamental nos debates a respeito da interpretação dos fenômenos quânticos, em particular para o grupo de físicos reunidos ao redor a figura de Niels Bohr.

Após a análise e caracterização da postura epistemológica de Schenberg em 1934, procuramos reconstituir as principais tensões a que estavam submetidos aqueles indivíduos que se sentiam inclinados à atividade científica no contexto politécnico nas primeiras décadas do século XX, período que antecede a criação das universidades brasileiras. Ou seja, procuramos os elementos mais significativos do contexto científico para a compreensão do artigo de Schenberg. Acreditamos que os dois principais polos de tensão para compreensão do contexto do artigo se constituem ao redor, de um lado, da *identidade politécnica*, expressão de um regime de produção e difusão utilitário de ciência – polo dominante que se caracterizava, *grosso modo*, por uma formação voltada para a capacitação técnica do engenheiro, sendo a ciência entendida como tendo uma função predominantemente utilitária –, e, de outro lado, o polo dominado, que se constitui ao redor de uma *identidade científica*, expressão de uma luta pela constituição de um regime de produção e difusão disciplinar de ciência, que pouco a pouco vai se autonomizando da identidade politécnica, e que se caracteriza pela competência matemática, pela abertura para as inovações científicas, pela defesa da criação de instituições de pesquisa científica “desinteressada”, pela defesa da “ciência pura”.

Na reconstrução dos elementos do contexto politécnico mais significativos para a compreensão do artigo de Schenberg, passamos por alguns personagens, como Gomes de Souza, Otto de Alencar e Amoroso Costa, que, segundo cremos, se configuraram como figuras de forte poder simbólico que tiveram papel importante para a constituição de um campo de forças, no início do século XX, que vai agir na formação inicial de Mário Schenberg. A força simbólica desses personagens foi constituindo uma identidade científica que se materializou na fundação da Sociedade Brasileira de Ciências e se fez presente nas conversas de domingo à casa de Luiz Freire, talvez as situações formativas mais importantes pelas quais passou Schenberg enquanto estudava na Escola de Engenharia de Pernambuco. Segundo cremos, são essas as forças que agem quando Mário Schenberg decide escrever sobre a epistemologia da física, quando decide se mudar de Recife para São Paulo com o objetivo de cursar uma universidade que ainda nem passou a existir e quando, em São Paulo, procura os trabalhos de Otto de Alencar para discutir com Luiz Freire⁸³.

O artigo de Schenberg, nos parece, é herdeiro dessa formação de uma identidade científica que foi se constituindo a partir de dentro da tradição politécnica, e, em boa medida, em contraponto à identidade politécnica. Temos alguns indicativos dessa herança, por exemplo, pela forma autoidata como escreve seu artigo, pelo tipo de bibliografia utilizada e pela inclinação à filosofia da ciência. Ainda que a postura epistemológica de Schenberg não possa ser entendida como uma compreensão epistemológica inédita, é possível perceber que Schenberg procura dialogar com o debate epistemológico de sua época, e também é possível perceber uma forte carga autoral e crítica na forma como apresenta o seu artigo, características também presentes nos textos escritos pelos engenheiros com identidade científica da geração anterior. Se considerarmos o que o artigo afirma e o que o artigo omite, há, implícita, uma defesa da “ciência pura”, já que procura discutir o significado da ciência, seus objetivos, a forma como se desenvolve, a partir de critérios internos à ciência, sem nenhuma menção a necessidades utilitárias.

A defesa da ciência pura em um espaço social em que a mesma não está legitimada envolve a adoção de um discurso epistemológico que precisa, justamente, dar credibilidade ao conhecimento produzido. A epistemologia adotada por Schenberg é antirrealista, mas isso não pode ser confundido com uma postura anticientífica. Pelo contrário, é um posicionamento típico de quem busca eliminar qualquer traço metafísico do que se admite como conhecimento válido. Assim, o trabalho epistemológico de Schenberg é a expressão de uma identidade científica frente à tradição politécnica vigente à época.

Notas e referências bibliográficas

Alexander Brilhante Coelho é mestre e doutorando em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo. E-mail: alexpoxtz@gmail.com

Ivã Gurgel é professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. E-mail: gurgel@usp.br-

- 1 Não se sabe com certeza se Schenberg nasceu em 1914 ou 1916 (Cf. 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., p. xi.). Luiz Freire, professor de Schenberg a respeito do qual falaremos mais adiante, afirma que o conheceu em 1932, quando Schenberg tinha 15 anos (cf. VIDEIRA, Antonio A. P. VIEIRA, Cássio L.. Luiz Freire: semeador de vocações. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, 2013, p. 5), o que é um indício de que Schenberg deve ter nascido em 1916, data que adotaremos neste trabalho.
- 2 Iremos manter a grafia original nas citações deste artigo.
- 3 SCHENBERG, Mário. Os princípios da mecânica. *Revista Polytechnica*. São Paulo, n. 114, 1934. p. 195.
- 4 Paul Painlevé (1863-1933) foi um matemático francês. Ensinou na École Polytechnique, Collège de France, e École Normale Supérieure. Em 1923, a Revista Brasileira de Engenharia, do Rio de Janeiro, publicou uma tradução de seu artigo *La théorie classique et la théorie einsteinienne de la gravitation*, publicado originalmente em *Compte-rendus de l'Académie des sciences*, no ano anterior.
(Cf. 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. 165).
- 5 PAINLEVÉ, Paul. *Les Axiomes de la Mécanique*. Paris: GAUTHIER-VILLARS ET CIE ÉDITEURS, 1922. p. 1 (tradução nossa).
- 6 SCHENBERG, 1934, op. cit., p.195.
- 7 DUHEM, Pierre [1906]. *A teoria física: seu objeto e sua estrutura*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2014. p. 46)
- 8 SCHENBERG, 1934, op. cit. p. 195
- 9 MACH, Ernst. *The Science of mechanics: a critical and historical account of its development [1883]*. Chicago/ London: The Open Court London Publishing, 1919. p. 481 (tradução nossa)
- 10 MACH, 1919, op. cit., p. 485 (tradução nossa).
- 11 SCHENBERG, 1934, op. cit. p. 195.
- 12 Há interpretações mais sofisticadas para o significado de “economia” em Mach, que vão mais além que a ideia de economizar um *experimento*. Fitas aponta para a dimensão da economia do trabalho intelectual: “conceitos científicos, as leis, as teorias devem ser entendidas como uma forma de economizar o trabalho intelectual de tal modo que a experiência adquirida fique registrada” (FITAS, Augusto J. S. *Mach: o positivismo e as reformulações da mecânica no séc. XIX*. In: Atas do 3º Encontro de Évora sobre História e Filosofia da Ciência, Évora, Universidade de Évora, 1998, p. 122). Essa economia do trabalho intelectual, assim, não precisaria ser entendida meramente como uma economia no tempo gasto para pensar, mas, como explicita Videira, na viabilidade do indivíduo carregar consigo uma imagem do mundo: “Seria a economia de pensamento, para Mach, o reconhecimento da finitude do intelecto humano? Penso que sim. Segundo o filósofo austríaco, a mente humana é limitada e, desse modo, é como que obrigada a proceder economicamente para que possa espelhar no seu interior a imensa riqueza existente no mundo externo. Sendo impossível ao ser humano apreender a realidade em toda a sua totalidade, só lhe restaria formular uma descrição do real que estivesse ao seu alcance, donde a exigência de que tal descrição fosse econômica. Em outras palavras, a economia aqui significa a possibilidade de o homem trazer consigo, ou seja, memorizar, a natureza ‘concretizada’ nas representações, como as leis científicas.” (VIDEIRA, Antonio A. P. O naturalismo como atitude: Mach em disputa com a metafísica. *Principia*. Florianópolis V. 13, n. 3, 2009. p. 381)
- 13 DUHEM, 2014 [1906], op. cit., p. 48.
- 14 SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 195-6.
- 15 DUHEM, 2014 [1906], op. cit., p. 31.
- 16 DUHEM, 2014 [1906], op. cit. p. 45.
- 17 DUHEM, 2014 [1906], op. cit. p. 47.
- 18 PESSOA JR., Osvaldo. *Conceitos de física quântica* (Vol. 1). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 102-3.
- 19 POPPER, Karl R. [1954]. *Três concepções acerca do conhecimento humano*. São Paulo: Ed. Abril Cultural, 1975. (Coleção Os Pensadores).
- 20 Um trecho do artigo *On the notions of causality and complementarity*, de Niels Bohr, ilustra essa postura instrumentalista: “Todo o formalismo [da teoria quântica] deve ser considerado como uma ferramenta para a obtenção de previsões, de caráter determinista ou estatístico, no que diz respeito à informação obtida em condições experimentais descritas em termos clássicos e especificada por meio de parâmetros que entram nas equações algébricas ou diferenciais das quais as matrizes ou as funções de onda, respectivamente, são soluções. Não é possível interpretar pictoricamente estes símbolos, como já é indicado pelo uso de números imaginários; e mesmo funções reais derivadas como densidades e correntes só devem ser consideradas como expressando as probabilidades para a ocorrência de eventos individuais observáveis em condições experimentais bem definidas” (BOHR, Niels. *On the notions of causality and complementarity*. *Dialéctica* v. 2, 1948. p. 314, tradução nossa). Segundo Popper, o instrumentalismo se tornou “dogma aceito”, “concepção oficial da teoria física” após a proposta do *princípio da complementaridade* de Bohr, que implicaria em aceitar o formalismo da teoria quântica e renunciar “à tentativa de interpretar a teoria atômica como uma descrição de algo” (POPPER, 1975 [1954], op. cit., p. 388). Osvaldo Pessoa Jr. assim se refere à postura antirrealista de Bohr: “O primeiro capítulo [do antirrealismo na história da física quântica] está associado à noção de *complementaridade*: ‘uma realidade independente no sentido físico ordinário não pode ser atribuída nem aos fenômenos, nem aos agentes da observação’ (Bohr, 1928). Defendia-se que a teoria só trata do observável: uma realidade não-observada pode até existir, mas ela não é descritível pela linguagem humana” (PESSOA JR., 2006, op. cit., p. 104).
- 21 Gustave Robin foi um físico e matemático francês da segunda metade do século XIX.

- 22 ROBIN, Gustave (*Thermodynamique Generale*, Ed. Gauthiers Villars, 1901) apud SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 196.
- 23 Segundo Hume, o “hábito é, pois, o grande guia da vida humana. É aquele princípio único que faz com que nossa experiência nos seja útil e nos leve a esperar, no futuro, uma sequência de acontecimentos semelhante às que se verificaram no passado” (HUME, David [1748]. *Investigação sobre o entendimento humano*. São Paulo: Ed. Abril Cultural, 1973. p. 146)
- 24 “Este acto de fé é um dos pontos capitaes da Sciencia, é o chamado Princípio da Causalidade” (SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 196)
- 25 PAINLEVÉ (op. cit.) apud SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 196.
- 26 MACH, 1919 [1883], op. cit., p. 483.
- 27 SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 196.
- 28 DUHEM, 2014 [1906], op. cit., p. 46-7.
- 29 SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 197.
- 30 Além de *Thermodynamique Generale* (1901), de Gustave Robin, podemos citar *Theorie de L’electricité* (1896), de Aimé Vaschy; *Cours de L’electricité* (1914), de Jean- Baptiste Pomey.
- 31 Segundo Danon, ainda na década de 1940, se verificava a importância dos tratados franceses: “Na época da nossa formação [anos 40], todos nós, inclusive os que estudaram na velha Escola Politécnica, fomos fortemente influenciados pela física francesa dos séculos dezanove e vinte. ... [Na França,] figuras importantes como Poincaré e Madame Curie certamente deram uma enorme contribuição. Mas a física francesa se cristalizou em alguns manuais e tratados tais como o Ganon Manouvrier, o Tourpin e outros, datados quase do princípio do século, e que tratavam muito pouco da física moderna. A física que estudamos estava dirigida para os engenheiros: forças, equilíbrio, gravidade, flúidos – em outras palavras, o que é conhecido como física clássica, e muito pouco da física moderna” (DANON, Jacques. A. *Jacques Danon (depoimento, 1977)*. Rio de Janeiro: CPDOC, 2010. p 5-6).
- 32 “Os deductivistas taxam de infecundo o methodo inductivo, embora reconheçam as vezes sua superior elegância. Não nos parece justificada essa opinião, que é annullada pelos trabalhos de Vaschy, Pomey, Robin, e entre os modernos notam-se também essa tendência em Schrödinger, Bohr, Heisenberg [...]” (SCHENBERG, 1934, op. cit., p. 197).
- 33 APROBATO FILHO, Nelson. Passa(n)do em Revista Polytechnica: na trilha das mulas... os (des)caminhos da modernidade paulista. *Tempos Históricos*. Paraná, v. 13, 2009. p. 142.
- 34 Como afirma Alves a engenharia e a ciência “eram, já naquele momento, consideradas fundamentais para concretizar esse anseio que abrange o desejo de romper com o passado e ingressar em uma nova era. [...] O engenheiro era bastante requisitado para uma série de ações visando ‘modernizar o país’ ou ‘torná-lo civilizado’” (ALVES, José J. A. *Novos paradigmas da Ciência e os Engenheiros-Cientistas no Brasil de início do século XX. Quipu: Revista da Sociedade Latino-americana de História das Ciências e da Tecnologia*. México, v. 12, n. 13, p. 333-341, 1999. p. 355).
- 35 Segundo Aprobato Filho, os artigos da revista “tinham por objetivo, por ideal, criar uma aparência positiva tanto da instituição, de si próprios enquanto profissionais, mas principalmente da região brasileira à qual pertenciam. Embora declarassem abertamente que para o progresso integral de São Paulo tornava-se necessário levar a cabo projetos de engenharia em Estados como o Paraná e o Mato Grosso, mesmo assim consideravam o território paulista como uma espécie de exemplo nacional de modernidade, um modelo a ser seguido, quando não imposto” (APROBATO FILHO 2009, op. cit., p. 162).
- 36 Cf. SOUZA, Ana Cláudia Ribeiro de. *Escola Politécnica e suas múltiplas relações com a cidade de São Paulo 1893-1933*. Tese (Doutorado em História). PUC, São Paulo, 2006. p. 107-123.
- 37 ALVES, Isidoro. M. S. Modelo Politécnico, Produção de Saberes e Formação do Campo Científico. 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. 66.
- 38 SÁ, Diminichi Miranda de. *A ciência como Profissão: médicos, bacharéis e cientistas no Brasil (1895-1935)*. Rio de Janeiro: Editora Fio Cruz, 2006. p. 14.
- 39 “Essa tendência em considerar o técnico, ou mais especificamente engenheiro, como o profissional mais capacitado para gerir os destinos de uma cidade – de um Estado ou até mesmo de um país – tendia a paulatinamente se acentuar. A fórmula tecnicista de administrar o meio urbano e de tirar o melhor partido possível do dinheiro público começou a se configurar nesse período” (APROBATO FILHO, 2009, op. cit., p. 153).
- 40 “A imagem que a Escola Politécnica constrói de si é a de que eles representam o futuro do progresso do Brasil, tido como um país jovem no sentido de fraco e inexperiente diante das nações civilizadas [...]” (SOUZA, 2006, op. cit. p.104).
- 41 Cf. RESENDE, Nelson de. Prefeito tecnico ou prefeito político? Uma lição da guerra constitucionalista. *Revista Polytechnica*. São Paulo, n. 107, 1933.
- 42 SOUZA, 2006, op. cit., p. 92-3.
- 43 BARROS, Diogo D.. Núcleos Atômicos Múltiplos. *Revista Polytechnica*. São Paulo, n. 97, 1930. p. 23.
- 44 Segundo Schwartzman: “Como no Rio, a Politécnica de São Paulo era destinada ao ensino profissionalizante de engenharia, sendo a física entendida mais como matéria básica necessária a este tipo de ensino do que como uma ciência. Seu ensino era principalmente livresco [...]. O pouco de pesquisa acadêmica que ali se fez decorreu da iniciativa de alguns professores autodidatas, e não de formas institucionalizadas da atividade científica. Trabalho aplicado, no entanto, havia: a Escola Politécnica se voltou, desde o início, para trabalhos relacionados com a construção de estradas de ferro e trabalhava muito próxima das empresas responsáveis pelas construções ferroviárias, pela geração de energia elétrica e pelo sistema de bondes da cidade. O Laboratório de Resistência dos Materiais da Escola era utilizado para o teste de equipamentos e materiais tanto para os setores ferroviários quanto para os de energia elétrica.” (SCHWARTZMAN, Simon. *Formação da comunidade científica no Brasil*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979. p. 113)
- 45 GREMIO POLYTECHNICO, O XII aniversário da Escola Polytechnica. *Revista Polytechnica*, São Paulo, n. 11, 1906. p. 293.
- 46 PATY, 1996, op. cit., p. 168-9.
- 47 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 de forma autodidata cálculo diferencial e integral, mecânica e astronomia. 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 auxilio 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, escola que daria origem, em 1874, à Escola

- Politécnica do Rio de Janeiro. A sugestão de que Joaquim Gomes de Souza tenha sido o primeiro físico-matemático Brasileiro aparece, anteriormente, e um trabalho que o físico Joaquim da Costa Ribeiro escreveu em 1955 (RIBEIRO, Joaquim Costa. A física no Brasil. In: AZEVEDO, Fernando de. (org). *As ciências no Brasil*. São Paulo: Melhoramentos, 1955), no qual tentava dar conta da história da física no Brasil até o momento, e que se tornou referência para inúmeros trabalhos acerca da história da física no Brasil. Além de ser considerado, pela parte da historiografia que segue Costa Ribeiro, o fundador da física-matemática no Brasil, construiu-se ao redor da figura de “Souzinha”, como foi apelidado, a fama de gênio. Boa parte da historiografia mais recente, no entanto, relativiza a genialidade e a qualidade da obra de Gomes de Souza (cf. ARAUJO, Irene C. *Joaquim Gomes de Souza (1829 - 1864): A construção de uma imagem de Souzinha*. 2012. 155f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012) e minimiza a possibilidade de ele ser uma espécie de fundador da física matemática no Brasil (cf. D'AMBROSIO, Ubiratan. Joaquim Gomes de Souza, o “Souzinha” (1829 - 1863). In: MARTINS, R.A et al. (Ed). *Filosofia e história da ciência no cone sul: 3º Encontro*. Campinas: AFHIC, 2004). Videira e Vieira afirmam que boa parte da historiografia a respeito de Gomes de Souza é laudatória e procuram no movimento em prol da ciência pura dos primeiros anos do século XX brasileiro a origem de um certo ufanismo ao redor de seu nome. (VIDEIRA, Antonio A. P.; VIEIRA, Cássio L.. *Reflexões sobre a historiografia e história da física no Brasil*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. p. 9).
- 48 Em 1893, Otto de Alencar Silva (1874-1912), com 19 anos, graduou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Concluiu o curso, estuda, de forma autodidata e sem orientação, matemática, física-matemática e mecânica celeste (SILVA, Clóvis. P. A contribuição de Otto Alencar Silva para o desenvolvimento da ciência no Brasil. *Revista da SBHC*. Rio de Janeiro, n.19, 1998). A partir de 1895 passa a ensinar geometria analítica, cálculo diferencial e integral e mecânica celeste na Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Os trabalhos de Otto de Alencar versam majoritariamente sobre matemática, embora os temas da física não estejam totalmente ausentes. Paty, para apoiar sua colocação de que Otto de Alencar seria um expoente da física-matemática brasileira, cita os trabalhos *Lições sobre a teoria da Lua*, a apresentação e análise do texto *La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes*, de Poincaré, e uma coleção de notas e memórias intitulada *Física e Eletrotécnica*, de 1906 (cf. PATY, Michel. Les débuts de la physique mathématique et théorique au Brésil et l'influence de la tradition française. In PETITJEAN, Patrick; JAMI, Catherine and MOULIN, Anne-Marie (eds.). *Science and Empire, historical studies about scientific development and european expansion*, Dordrecht: Kluwer, 1992.). Os artigos sobre física de Otto de Alencar, segundo Paty, embora não contenham ideias inéditas, são trabalhos didáticos com forte senso crítico e esforço de reflexão.
- 49 O poder simbólico de Gomes de Souza é algo relativamente persistente. Recentemente, no início de 2018, o jornal eletrônico Nexa, publicou uma lista com “10 pesquisadores notáveis da história nacional”. Nessa lista aparece Gomes de Souza, ao lado de Oswaldo Cruz, Carlos Chagas e César Lattes. A lista pode ser encontrada no seguinte endereço eletrônico: <<https://www.nexojournal.com.br/interativo/2018/02/06/Voc%C3%AA-conhece-estes-cientistas-brasileiros-Fa%C3%A7a-o-teste>> Acesso em 29 de julho de 2018.
- 50 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 (cf. 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). 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 (cf. GAMA, Lélio. A obra de Amoroso Costa. In. COSTA, Manoel A. *As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios*. São Paulo: Editora Grijalbo, 1971. p. 30-1). Aprovado, assume a seção de Topografia e Astronomia. Em 1924 é nomeado professor catedrático de *Trigonometria Esférica, Astronomia Teórica e Prática de Geodésia*.
- 51 COSTA, Manoel Amoroso [1918]. Conferência sobre Otto de Alencar. In. COSTA, Manoel A. *As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios*. São Paulo: Editora Grijalbo, 1971. p. 67.
- 52 Idem, p. 86
- 53 SCHWARTZMAN, 1979, op. cit., p. 111.
- 54 Abel Rey (1873-1940) foi um professor de história e filosofia da ciência da Sorbonne. Fundou, em 1932, Institut d'Histoire des Sciences et Techniques, sendo sucedido em sua diretoria do instituto por Gaston Bachelard, em 1940 (cf. CHIMISSO, Cristina. The tribunal of philosophy and its norms: history and philosophy in Georges Canguilhem's historical epistemology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. Milton Keynes, n. 34, 2003.).
- 55 Leon Brunschvicg (1869-1944) foi um filósofo francês, professor de filosofia da Sorbonne de 1909 até a ocupação da França pelos nazistas. Par uma exposição da filosofia de Brunschvicg. (cf. BRITO, Rosa M. de. *O neokantismo no Brasil*. Manaus: Editora Universidade do Amazonas, 1997).
- 56 SANTOS, 1971, op. cit., p. 23-4.
- 57 PATY, 1996, op. cit., p. 170.
- 58 ALVES, 1999, op. cit., p. 338.
- 59 Henrique Morize (1860-1930) foi presidente da Academia Brasileira de Ciências de 1916 a 1926. Morize se formou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1890. Antes de se formar, havia ingressado, em 1884, no Imperial Observatório do Rio de Janeiro (depois Observatório Nacional), como aluno astrônomo, lugar onde trabalhou até o fim da vida, tornando-se seu diretor em 1908. Em 1898 é nomeado professor catedrático de física experimental e meteorologia na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, defendendo a tese de cátedra *Raios cathodicos e de Roentgen – estudo theorico e experimental da descarga de gazes rarefeitos* (uma parte deste trabalho gerou de uma nota publicada nos *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*). Cf. (VIDEIRA, Antonio A. P. *Henrique Morize e o ideal da ciência pura na república velha*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003).
- 60 MORIZE, Henrique (Sociedade Brasileira de Ciências: discurso proferido na seção de 15 de junho de 1917. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências*, v. 1, n.1, p. 3-10, jan. 1917) apud VIDEIRA, 2003, op. cit., p. 70.
- 61 SCHWARTZMAN, 1979, op. cit., p. 164
- 62 COSTA, Manoel Amoroso [1923]. Pela ciência pura. In. COSTA, Manoel A. *As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios*. São Paulo: Editora Grijalbo, 1971. p. 151.
- 63 SHINN, Terry. Regimes de produção e difusão de ciência: rumo a uma organização transversal do conhecimento. *Scientiae Studia*. São Paulo, v. 6, n.1. 2008. p. 13.
- 64 Idem, p. 23.
- 65 Idem, p. 17.

- 66 “Em 1933 vim para a Politécnica de São Paulo. Esta transferência fiz com mais dois amigos. Nós havíamos visto em uma publicação da Politécnica que estavam cogitando criar uma Faculdade de Ciências e esse foi o motivo que me atraiu realmente para São Paulo.” (SCHENBERG apud CEDRAN, Lourdes. (Coord.). *Diálogos com Mario Schenberg*. São Paulo: Nova Stella, 1985. p. 24.
- 67 Cf. VIDEIRA; VIEIRA, 2013, op. cit. p. 3
- 68 Segundo Albuquerque e Hamburger, entre os alunos de Freire, destacam-se: “Mario Schenberg (Universidade de São Paulo), José Leite Lopes (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CBPF, do Rio de Janeiro), Ricardo Palmeira (Universidade da Califórnia, Estado Unidos), Ricardo Ferreira (CBPF-RJ e Universidade Federal de Pernambuco), Fernando Souza Barros (Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ), Maria Laura Mouzinho (UFRJ), Hervásio de Carvalho (Comissão Nacional de Energia Nuclear), Samuel Mac Dowell (Pontifícia Universidade Católica, do Rio de Janeiro, hoje na Yale University, Estados Unidos) e Leopoldo Nachbin (UFRJ e Instituto de Matemática Pura e Aplicada, do Rio de Janeiro)”. ALBUQUERQUE, Ivone F. M.; HAMBURGUER, Amélia I. Registros de Interações de Luiz Freire (Recife, 1896 – 1963) com o Contexto Francês de Idéias. 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. 211.
- 69 VIDEIRA; VIEIRA, 2013, op. cit.
- 70 VIDEIRA; VIEIRA, 2013, op. cit., p. 3)
- 71 ALBUQUERQUE; HAMBURGER, 1996, op. cit., p. 212
- 72 FREIRE apud VIDEIRA; VIEIRA, 2013, op. cit. p. 5. Freire escreve sobre Schenberg no contexto de uma matéria para o Diário do Pernambuco, em 1938, sobre as experiências que Giuseppe Occhialini, Mario Schenberg e Marcelo Damy estavam fazendo para determinar a influência da latitude sobre os raios cósmicos. Em seguida, Schenberg iria à Europa estudar com Paul Dirac, mas acabou estudando com Enrico Fermi.
- 73 OLIVEIRA, Alecsandra M. *Schenberg: crítica e criação*. São Paulo: Edusp, 2011. p. 31-2.
- 74 SCHENBERG, Mário [1978]. *Mário Schenberg (depoimento, 1978)*. Rio de Janeiro: CPDOC, 2010. p. 2.
- 75 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. 9.
- 76 Carta escrita por Mario Schenberg a Luiz Freire em 16 de dezembro de 1933. Uma reprodução da carta encontra-se no Arquivo Histórico do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.
- 77 Idem.
- 78 Idem
- 79 SCHENBERG, 2010 [1978], op. cit., p. 3.
- 80 LOPES apud ALBUQUERQUE; HAMBURGER; 1996, op. cit., p. 211
- 81 (SCHENBERG, 2010 [1978], op. cit., p. 43)
- 82 Carta escrita por Mario Schenberg a Luiz Freire em 6 de maio de 1933. Uma reprodução da carta encontra-se no Arquivo Histórico do Instituto de Física da Universidade de São Paulo
- 83 Idem.

[Artigo recebido em Setembro de 2019. Aceito para publicação em Dezembro de 2019]