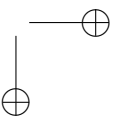
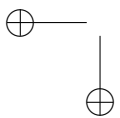
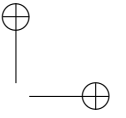
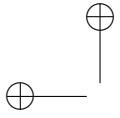


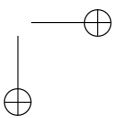
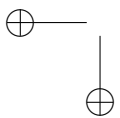
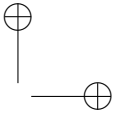
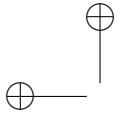
CICLO DE CONFERÊNCIAS DE ENRICO FERMI PROFERIDAS EM 1934 NA AMÉRICA DO SUL

Edição bilíngue



**CICLO DE CONFERENCIAS DE
ENRICO FERMI DICTADAS
EM 1934 NA AMÉRICA DEL SUR**

Edición bilingüe

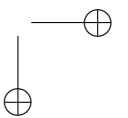
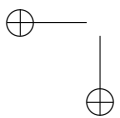
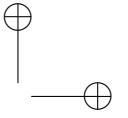
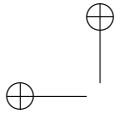


CICLO DE CONFERÊNCIAS DE ENRICO FERMI PROFERIDAS EM 1934 NA AMÉRICA DO SUL

Apresentação, organização e tradução de

**Francisco Caruso
Carlos García Canal**

Edição bilíngue



CICLO DE CONFERENCIAS DE ENRICO FERMI DICTADAS EM 1934 NA AMÉRICA DEL SUR

Presentación, organización y traducción de

**Francisco Caruso
Carlos García Canal**

Edición bilingüe

Copyright © 2025 Francisco Caruso, Carlos García Canal
1ª Edição

Direção editorial: Victor Pereira Marinho e José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Francisco Caruso

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ciclo de conferências de Enrico Fermi proferidas em 1934 na América do Sul = Ciclo de conferencias de Enrico Fermi dictadas em 1934 na América del Sur / apresentação, organização e tradução de Francisco Caruso, Carlos García Cana. – São Paulo: LF Editorial, 2025.

Ed. bilíngue: português/espanhol.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-527-0

1. Divulgação científica 2. Fermi, Enrico, 1901-1954 3. Física 4. Físicos - Biografia I. Caruso, Francisco. II. Cana, Carlos García. III. Título: Ciclo de conferencias de Enrico Fermi dictadas em 1934 na América del Sur.

25-247111

CDD-530

Índices para catálogo sistemático:

1. Física 530

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



LF Editorial

www.livrariadafisica.com.br

www.lfeditorial.com.br

(11) 2648-6666 | Loja do Instituto de Física da USP

(11) 3936-3413 | Editora

Prefácio



As muitas biografias dedicadas a Enrico Fermi o descrevem como um cientista totalmente imerso em suas pesquisas e desinteressado de todo o resto. Menos conhecido é o fato de ele, durante a sua carreira científica, ter realizado também um intenso trabalho de divulgação.

Encontrando-se – quase sozinho na Itália e entre os poucos no mundo – na frente mais avançada da nova física, Fermi acreditava que era sua tarefa difundir as descobertas que se multiplicavam no estudo dos fenômenos fundamentais da natureza. E o fez com grande eficácia, aproveitando a sua predisposição natural para tornar compreensíveis até os temas mais complicados.

Este programa pedagógico e cultural foi particularmente denso na década 1925-1935, que representou também para Fermi o período de máxima intensidade de investigação, demonstrando o fato de as duas atividades – a ciência e a sua comunicação – estarem interligadas de forma sistemática, sem que uma prejudicasse a outra.

Em 1934, enquanto se dedicava a pesquisas experimentais sobre nêutrons, pelas quais mais tarde receberia o Prêmio Nobel, Fermi empreendeu uma longa viagem à América do Sul, durante a qual realizou uma dúzia de conferências públicas sobre temas que iam da teoria atômica à estrutura do núcleos, da mecânica quântica à radioatividade artificial.

Em particular, as cinco conferências realizadas em Buenos Aires, além de serem de grande interesse histórico (uma delas representa a primeira exposição pública da teoria do decaimento beta, obra-prima teórica de Fermi), ilustram perfeitamente o estilo comunicativo do grande físico italiano. “Se eu tivesse que resumir o perfil mental de Fermi em um único traço – escreveu seu amigo e colega Enrico Persico – eu diria que sua principal característica era uma capacidade prodigiosa de ver

imediatamente o essencial em tudo e focar diretamente nele com os meios mais simples.” A capacidade simplificadora de Fermi consistia em reformular problemas físicos de forma a realçar os seus aspectos fundamentais e assim torná-los mais claros e definidos, traçando um caminho gradual de abordagem à solução baseado em modelos e analogias, com o mínimo uso possível de formalismos. Esta estratégia é evidente tanto nos seus trabalhos de investigação como nas suas apresentações populares, como as reunidas neste volume.

Devemos, portanto, ser gratos a Francisco Caruso e Carlos García Canal por terem tornado estas cinco conferências acessíveis aos leitores de língua espanhola e portuguesa, o que nos permite apreciar não só o gênio de Enrico Fermi, mas também a sua capacidade insuperável de transmitir prazer ao público de física.

Vincenzo Barone

Università del Piemonte Orientale, Alessandria, Itália

Prefacio



En muchas biografías de Enrico Fermi se lo describe como un científico totalmente inmerso en sus investigaciones y desinteresado por todo el resto. Sin embargo, es menos conocido el hecho de que durante su carrera científica también realizó un intenso trabajo de divulgación.

Fermi, que era prácticamente el único en Italia y entre los pocos en el mundo en contacto con la nueva física, estaba convencido de que su tarea era también difundir los descubrimientos que se multiplicaban en los estudios de los fenómenos fundamentales de la naturaleza. Esa tarea la realizó con gran eficacia aprovechando su predisposición innata para hacer comprensibles los temas más complicados.

Este programa pedagógico y cultural fue particularmente intenso en la década 1925-1935, que representó también el periodo de máxima intensidad en las investigaciones de Fermi, demostrando que las dos actividades – la ciencia y su comunicación – están ligadas de manera sistemática y sin que se perjudiquen entre ellas.

En 1934, cuando se dedicaba a las investigaciones experimentales sobre neutrones por las que luego recibiría el Premio Nobel, Fermi emprendió un largo viaje a América del Sur. Durante este viaje realizó una docena de conferencias públicas sobre temas que cubrían la teoría atómica y la estructura de los núcleos, la mecánica cuántica y la radioactividad artificial.

En particular, las cinco conferencias realizadas en Buenos Aires además de tener un gran interés histórico (de hecho, una de ellas representa la primera exposición pública de la teoría del decaimiento beta, opera-prima teórica de Fermi) ilustran perfectamente el estilo comunicativo del gran físico italiano. Su amigo y colega Enrico Persico escribió: "Si tuviese que resumir el perfil mental de Fermi diría que su principal característica era

la de tener una capacidad prodigiosa para ver inmediatamente lo esencial en todo y enfocarse directamente en ello con los métodos más simples”. La capacidad de Fermi para simplificar se ponía de manifiesto al reformular los problemas físicos de manera de recalcar sus aspectos fundamentales y tornarlos entonces más claros y definidos, definiendo un camino gradual para abordarlos y obtener una solución basada en modelos y analogías con el mínimo posible de recursos formales. Esta estrategia es evidente tanto en sus trabajos de investigación como en sus presentaciones populares como las reunidas en este volumen.

Por lo tanto, debemos agradecer a Francisco Caruso y a Carlos García Canal por haber hecho accesibles a los lectores en español y en portugués estas cinco conferencias que nos permitirán apreciar no solamente el genio de Enrico Fermi, sino también su capacidad insuperable para transmitir placer al público de física.

Vincenzo Barone

Università del Piemonte Orientale, Alessandria, Italia

Apresentação



Enrico Fermi (1901-1954) foi, sem dúvida, um dos maiores físicos do século XX.¹ Foi agraciado com o Prêmio Nobel de Física, em 1938, em reconhecimento a seu trabalho de pesquisa sobre novos elementos radioativos, relacionados à descoberta das reações nucleares em nêutrons lentos.² Na verdade, Fermi havia descoberto a fissão do núcleo.

O que nem todos sabem é que, 4 anos antes de ser laureado com o Nobel, havia sido convidado pelo matemático e político brasileiro Theodoro Augusto Ramos (1895-1937), na época professor na Escola Politécnica de São Paulo, para integrar o corpo docente da USP. De fato, por decisão do então governador de São Paulo, Armando de Salles Oliveira (1887-1945), Ramos chefiou uma comitativa acadêmica que foi à Europa, em abril de 1934, contratar pesquisadores para a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP, criada em 12 de janeiro daquele ano. Apesar do convite e insistência do matemático brasileiro, Fermi preferiu permanecer na capital italiana, onde havia sido nomeado, em 1927, professor de Física Teórica da Universidade de Roma, cargo que ocupou até exatamente 1938, ano em que imigrou para os Estados Unidos, evitando que as leis raciais então implementadas na Itália pudessem atingir sua esposa, Laura Capon Fermi (1907-1977).

¹ Para uma breve biografia em português, veja J.M.F. Bassalo & F. Caruso. *Fermi*. São Paulo: Livraria da Física, 2013. Sobre seu modo de ser e sua visão da educação, consulte o artigo de H. Fleming. Enrico Fermi, Gênio e Simplicidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **18**, 274 (1996).

² Lembre-se que os nêutrons foram descobertos, em 1932, por James Chadwick (1891-1974), também vencedor do Prêmio Nobel.

No entanto, Fermi sugeriu a Theodoro Ramos³ convidar o jovem físico, de origem ucraniana, Gleb Vassielievich Wataghin (1899–1986), em quem Fermi “tinha confiança”. Wataghin, depois de ter se graduado em Física em Turim, em 1922, continuava a estudar e ensinar tanto na *Reale Accademia e Scuola di Applicazione Artiglieria e Genio* quanto no Politécnico e na Universidade daquela cidade italiana.⁴ Incentivado por Fermi e Eligio Perucca (1890-1965), Wataghin chegou ao Brasil em abril de 1934, onde fez história, ao se tornar um dos primeiros professores da recém-nascida USP e por ter criado um importante grupo de pesquisas experimentais de raios cósmicos no Brasil, o qual contribuiu para o desenvolvimento e a consolidação da pesquisa física experimental e teórica no país.⁵

Para que o leitor possa ter uma clara percepção do árido cenário científico e educacional no Brasil naquela época, transcreve-se, a seguir, a opinião do físico brasileiro Roberto Salmeron (1922-2020).

Não havia no país nenhuma escola especializada no estudo das ciências da natureza, ciências humanas ou literatura. As pessoas ficavam interessadas em matemática, física ou química em geral quando estudavam engenharia; os que se interessavam por biologia estudavam medicina; os especialistas em literatura vinham principalmente das escolas de direito, e assim por diante. Os cientistas de quase todos os campos da ciência, os filósofos e os escritores adquiriam a maior parte da sua educação profissional como autodidatas. Pouquíssimos tinham a oportunidade de aprimorar a sua educação na Europa.

Essa era a situação no Brasil quando a Universidade de São Paulo foi fundada, em 1934. As escolas superiores existentes na cidade foram reunidas com administração comum, mas, mais importante do que a junção das escolas do ponto de vista administrativo foi a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, a primeira fundada no país. Esta Faculdade teve enorme impacto sobre o desenvolvimento das ciências em São Paulo, com subsequente influência sobre outras universidades que foram fundadas posteriormente. Devido a esta influência, a fundação da Universidade de São Paulo foi o acontecimento mais importante na história das universidades brasileiras.

³ N. Studart, R.C.T. Costa & I.C. Moreira. Theodoro Ramos e os primórdios da Física Moderna no Brasil. *Física na Escola* 5, 34 (2004).

⁴ Enrico Predazzi. Gleb Wataghin. *Dialoghi: Rivista di Studi Italici* 3, 137 (1999).

⁵ C.L. Vieira & A.A.P. Videira. O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 33, a.n. 2603 (2011). Veja também F. Caruso, F. Silveira & A. Marques. The Compton scientific mission in Brazil in 1941: a perspective from national newspapers and documents of the time. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 46, a.n. e20240166 (2014).

Outro dado que deve ser recordado é que o total de artigos publicados por brasileiros no biênio 1933-34 é curiosamente idêntico ao número de artigos (12) do próprio Fermi.⁶

Em 4 de junho de 1934, a descoberta de dois novos elementos, denominados *ausonio* e *esperio*, foi anunciada pelo senador Orso Mario Corbino (1876–1937), durante um discurso intitulado “Risultati e prospettive della fisica moderna”, proferido em uma conferência oficial na *Accademia dei Lincei*, na presença do rei Vittorio Emanuele III.⁷ Este fato desagradou muito Fermi, pois era avesso a declarações sensacionalistas.

Esse foi um ano especial, ao qual muitos se referem como o *annus mirabilis* de Fermi, quando ele elaborou sua famosa teoria do decaimento β .⁸ Precisamente neste ano, Fermi visitou a América do Sul, em missão oficial do governo fascista, ministrando uma série de conferências na Argentina, no Brasil e no Uruguai, entre 30 de julho e 1º de setembro, data em que retornou para a Itália. Na Argentina, o físico italiano fez a primeira apresentação pública de sua teoria do decaimento β e de suas pesquisas no campo da radioatividade artificial.

Até o início da década de 2010, muito pouco se sabia dessa viagem. De fato, os únicos testemunhos conhecidos eram os de Laura Fermi e de Emilio Segrè (1905–1989).⁹ Laura Fermi, no seu *Átomos em família*, dedica um capítulo de apenas três páginas, cujo título é “Interlúdio Sul-americano”, à viagem que fez com seu marido, a qual foi vista pela família Fermi como uma boa oportunidade para fugir do calor do verão em Roma. Até então, estas duas fontes se constituíam na descrição mais completa daquela viagem e testemunho da passagem de Fermi por

⁶ As fontes de comparação são: F. de Azevedo (Org.). *As Ciências no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1994, v. 1, p. 207 e E. Fermi. *The Collected Papers of Enrico Fermi*. Chicago: University Press, 1962, 2v. Esta comparação pontual não significa que os autores aprovelem qualquer critério numerológico para avaliar a atividade científica, independente da época. Seu propósito é mostrar como era incipente a pesquisa em Física no país, corroborando a opinião de Roberto Salmeron.

⁷ O.M. Corbino. *Conferenze e Discorsi*. Roma: Pinci, 1937, p. 67.

⁸ E. Fermi. Tentativo di una Teoria della Emissione di Raggi Beta. *Ricerca Scientifica* **4**, p. 491 (1933); Tentativo di una Teoria Dei Raggi β . *Nuovo Cimento* **11**, p. 1 (1934); Versuch Einer Theorie der β -Strahlen. *Zeitschrift für Physik* **88**, p. 161 (1934). Essa contribuição de Fermi foi o marco de um enfoque teórico que acabou levando, décadas mais tarde, à *teoria eletrofraca*.

⁹ L. Fermi. *Atoms in the Family. My Life with Enrico Fermi*. Chicago: University Press, 1954; E. Segrè. *Enrico Fermi, Physicist*. Chicago: University Press, 1970.

Buenos Aires e Córdoba, na Argentina, Montevideu, no Uruguai, seguido de São Paulo e Rio de Janeiro, no Brasil. Todas as conferências foram dadas em italiano, na presença de um público sempre muito numeroso e demonstrando grande interesse pelo trabalho de Fermi. A partir de 2014, algumas pesquisas históricas contribuíram para esclarecer muito dessa viagem, principalmente na Argentina¹⁰ e no Brasil.¹¹

Na Argentina, a Universidade de Buenos Aires, que havia sido fundada em 12 de agosto de 1821,¹² gravou e traduziu suas cinco *Conferências* para o espanhol.¹³ Até onde se conseguiu apurar, não houve iniciativa semelhante no Brasil. Esses textos, embora citados, não foram incluídos nos *Collected Works* de Fermi.

Na Argentina, as palestras tiveram início em 2 de agosto e abordaram os seguintes temas:

1. Características que distinguem a física atômica da física dos corpos ordinários;
2. O conceito de medida e seu criticismo;
3. os elementos fundamentais da estrutura nuclear (parte 1);
4. os elementos fundamentais da estrutura nuclear (parte 2);
5. a desintegração artificial dos núcleos.

¹⁰ A. de Angelis & J.M. Kenny. Enrico Fermi in Argentina and his lectures in Buenos Aires, Córdoba e La Plata. *Quaderni di Storia della Fisica* **24**, p. 117 (2020). Sugere-se também o vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=NjfxNFJ_HOQ&t=71s>, acessado em 18 de novembro de 2024.

¹¹ Tendo como principal fonte as notícias de jornais brasileiros da época, tem-se: E. Caruso & A.J. Marques. Sobre a viagem de Enrico Fermi ao Brasil e 1934. *Estudos Avançados* **28**, n. 82, p. 279 (2014); Enrico Fermi: de Roma a Estocolmo, passando por São Paulo e Rio de Janeiro. *ConCiência* (UNICAMP) **164**, p. 1 (2014); Viaggio di Enrico Fermi in Sudamerica nel 1934. *Quaderni di Storia della Fisica* **25**, p. 3 (2021). Veja também I.C. Moreira. A viagem de Fermi ao Brasil em 1934 e suas entrevistas e conferências. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **44**, a.n. e20220204 (2022).

¹² Só esse dado, por si só, sugere a grande diferença cultural e científica entre Argentina e Brasil, naquela época, contraposto à fundação da USP, primeira universidade Brasileira, em 1934.

¹³ Conferencias pronunciadas por el professor de la Universidad de Roma, Doctor Enrico Fermi. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, serie B, Publicación N° 15. Buenos Aires, 1934. Recentemente, a primeira tradução completa das Conferências para o inglês foi republicada in A. de Angelis & J.M. Kenny, *op. cit.*

No Brasil, as duas primeiras palestras foram em São Paulo e as restantes, no Rio de Janeiro. Os assuntos, segundo os jornais da época,¹⁴ foram:

1. A constituição da matéria;
2. transformações dos elementos químicos e novos elementos;
3. a evolução da Física no século XX;
4. a produção artificial dos corpos radioativos;
5. modelos estatísticos dos átomos.

Há, claramente, uma enorme superposição de temas, o que leva a crer que os conteúdos das palestras tenham sido praticamente os mesmos. Assim, o escopo desta edição bilíngue é divulgar, pela primeira vez, o texto das Conferências de Fermi em língua portuguesa, acompanhada dos originais em língua espanhola.

O leitor encontrará aqui cinco textos de divulgação correspondendo a suas Conferência editadas em Buenos Aires, dotados de uma clareza admirável, muito didáticos e, deve-se acrescentar, todos os temas foram abordados com um enfoque que se mantém atual até hoje. Fermi mostra ter um grande interesse em explicar para o público a dinâmica da investigação científica e as principais conquistas da Física para o grande público, sugerindo ser um grande divulgador da Física. Na realidade, desde jovem, ele se dedicou a isso. Seu primeiro texto de divulgação, sobre a Relatividade, foi escrito em 1922, quando tinha apenas 21 anos, e publicado no ano seguinte. Fermi continuou escrevendo sobre divulgação da Ciência até 1952. Seus escritos, em italiano, foram coligidos por Vincenzo Barone e publicados na Itália, em 2009.¹⁵

Os editores agradecem à Universidade de Buenos Aires, que providenciou a publicação das Conferências em espanhol, a Alessandra Balbi pelo auxílio na digitalização dos originais e a José Roberto Marinho, Edi-

¹⁴ E. Caruso & A.J. Marques. Sobre a viagem de Enrico Fermi ao Brasil e 1934. *Estudos Avançados* **28**, n. 82, p. 279 (2014)

¹⁵ E. Fermi. *Atomi Nuclei Particelle. Scritti Divulgativi ed Espositivi 1923–1952*, a cura di V. Barone. Torino: Universale Bollati Boringhieri (2009).

tor-chefe da LF Editorial, por tornar esse livro uma realidade, em comemoração aos 90 anos da visita de Fermi à América-latina.

Os editores

Presentación



Enrico Fermi (1901-1954) fue sin duda uno de los físicos más importantes del siglo XX¹⁶ Recibió el Premio Nobel de Física en 1938 en reconocimiento a sus investigaciones sobre nuevos elementos radioactivos en relación con reacciones nucleares con neutrones lentos.¹⁷ En realidad, Fermi había descubierto la fisión nuclear.

No es muy conocido el hecho que, 4 años antes de recibir el Nobel, había sido invitado a formar parte del cuerpo de profesores de la USP por el matemático y político brasileño Theodoro Augusto Ramos (1895-1937), en ese momento profesor de la Escuela Politécnica de San Pablo. De hecho, por decisión del entonces gobernador del Estado de San Pablo, Armando de Salles Oliveira (1887-1945), Ramos estuvo al mando de una comitiva académica que viajó a Europa, en abril de 1934, para contratar investigadores para la Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras (FFCL) de la USP, creada el 12 de enero de ese año. A pesar de la invitación e insistencia del matemático brasileño, Fermi prefirió permanecer en la capital italiana ya que había sido designado en 1927 profesor de Física Teórica de la Universidad de Roma. Este cargo lo ocupó hasta 1938, año en que emigró a los Estados Unidos para evitar que las leyes raciales que se habían implementado en Italia pudiesen alcanzar a su esposa Laura Capon Fermi (1907-1977).

¹⁶ Para una breve biografía en portugués, ver J.M.F. Bassalo & F. Caruso. *Fermi*. San Pablo: Livraria da Física, 2013. Sobre su modo de ser y su visión de la educación se puede consultar el artículo de H. Fleming. Enrico Fermi, Genio y Simpleza, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **18**, 274 (1996).

¹⁷ Recordar que los neutrones fueron descubiertos en 1932 por James Chadwick (1891-1974), también merecedor del Premio Nobel

En cualquier caso, Fermi sugirió a Theodoro Ramos¹⁸ que invitara al joven el Fermi "tenía confianza". Wataghin, después de graduarse en Física en Turín en 1922, continuaba estudiando y enseñando en la Reale Accademia e Scuola di Applicazione Artiglieria e Genio además en el Politécnico y la Universidad de aquella ciudad italiana.¹⁹ Incentivado por parte de Fermi y de Eligio Perucca (1890-1965), Wathaghin llegó al Brasil en abril de 1934, donde hizo historia al ser uno de los primeros profesores de la recién fundada USP y por haber creado un importante grupo de investigación experimental de rayos cósmicos en Brasil, contribuyendo al desarrollo tanto de investigación experimental como teórica en el país.²⁰

A fin de que el lector tenga una clara percepción del árido panorama científico y educacional en Brasil de esa época, se transcribe la opinión al respecto del físico brasileño Roberto Salmeron (1922-2020).

En el país no había ninguna escuela especializada en el estudio de las ciencias de la naturaleza, ciencias humanas o literatura. Las personas que se interesaban en matemática, física o química lo hacían cuando estudiaban ingeniería. Los interesados en biología cuando estudiaban medicina y los especialistas en literatura se relacionaban con las escuelas de derecho, etc. Los científicos de casi todos los campos, los filósofos y los escritores adquirían la mayor parte de su formación profesional de manera autodidáctica. Muy pocos tenían la posibilidad de perfeccionar su educación en Europa.

Esa era la situación en Brasil cuando fue creada la Universidad de San Pablo en 1934. Las escuelas superiores preexistentes en la ciudad fueron reunidas con una administración común. Pero lo más importante fue la creación de la Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras de la USP, que fue la primera que se fundó en el país. Esta facultad tuvo un impacto enorme sobre el desarrollo de las ciencias en San Pablo con la subsecuente influencia sobre otras universidades que fueron creadas posteriormente. Debido a esta influencia, la fundación de la Universidad de San Pablo fue el acontecimiento más importante en la historia de la universidades brasileñas.

Otro dato que se debe recordar es que el número total de artículos científicos publicados por brasileños en el bienio 1933-34 es curiosamente

¹⁸ N. Studart, R.C.T. Costa & I.C. Moreira. Theodoro Ramos e os primórdios da Física Moderna no Brasil. *Física na Escola* 5, 34 (2004).

¹⁹ Enrico Predazzi. Gleb Wataghin. *Dialoghi: Rivista di Studi Italici* 3, 137 (1999).

²⁰ C.L. Vieira & A.A.P. Videira. O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 33, a.n. 2603 (2011). Veja también F. Caruso, F. Silveira & A. Marques. The Compton scientific mission in Brazil in 1941: a perspective from national newspapers and documents of the time. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 46, a.n. e20240166 (2014).