

RECEPÇÃO DA TEORIA DA RELATIVIDADE NO BRASIL ENTRE 1919 E 1934¹

Circe Mary Silva da Silva
UFES - Brasil

(aceito para publicação em junho de 2005)

Resumo

Em 1919, o matemático brasileiro Manoel Amoroso Costa (1885-1928) num artigo jornalístico saudou a teoria da relatividade de Einstein como a primeira grande notícia da ciência pura que a Europa legou após a I Guerra Mundial. O nome de Einstein começou a ser citado e iniciou-se o processo de recepção da teoria no país. As publicações brasileiras são reduzidas quando comparamos com as de outros países europeus, mas elas coincidem com o período de maior efervescência da teoria, que ocorreu na década de vinte. Apresentamos as principais contribuições para a divulgação da teoria no período de 1919 a 1934 e sua introdução no currículo de escola secundária e ensino superior.

Palavras-chave: teoria da relatividade, história da ciência, Albert Einstein

Abstract

In 1919, the Brazilian mathematician Manoel Amoroso Costa (1885-1928) in a journalistic article, greeted Einstein's theory of relativity as the first great notice about pure science that Europe had bequeathed after World War I. The Brazilian authors' publications on the theory of relativity were few when compared with those produced in other countries, and they occurred a few years after the spreading of the restricted theory of relativity in 1905, and of the general theory of relativity some years later. On the other hand, they coincided with the decade of the bigger burst of the theory, the twenties, when it also started in Brazil. We identify the Brazilians main contributions to the theory of relativity from 1919 to 1934 and its introduction in the intermediate schools and university curricula in Brazil.

Keywords: relativity theory, History of Science, Albert Einstein

¹ Pesquisa realizada com financiamento do Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte.

Introdução

O fato de a teoria da relatividade ter o selo da ciência produzida na Alemanha serviu para a aceitação rapidamente em países como a Rússia e a Polônia. No entanto, em outros países, como a França, o selo alemão foi um empecilho para a sua aceitação imediata. Contribuiu também para a sua rejeição pelos cientistas aplicados, experimentais e engenheiros o fato de que essa teoria estava impregnada do formalismo matemático.

Para Thomas Glick, a relatividade passou a ser associada com diferentes imagens de ciência mantidas por culturas diferentes, grupos sociais e profissionais diferentes. Em todos os países não-europeus visitados por Einstein nos anos 20 (Japão, Argentina, Uruguai, Brasil e também Espanha), ele e suas idéias eram símbolos de modernização.

Para alguns, a teoria da relatividade revelava atitudes básicas em relação à ciência: 1) para alguns a ciência não permitia dúvidas (positivismo); 2) para outros a ciência tinha que gerar certeza (tradição católica). Para aqueles inclinados a uma perspectiva relativista, a ciência não descobria verdades absolutas, o que era uma visão de ciência que permitia chegar a conclusões filosóficas e políticas diferentes. (Glick, p. 389).

A indagação sobre como essa teoria começou a ser divulgada no Brasil é o objeto do presente texto. Para isso, inicialmente situamos o panorama intelectual e político do período em que as idéias de Einstein começam a ter repercussão internacional.

O Brasil no início do século XX

Conforme Dantes (2005), houve no país, no final do século XIX, uma proliferação de escolas de engenharia, faculdades de medicina, museus de história natural e institutos ligados à área da saúde. Entre essas instituições, as de maior prestígio foram aquelas na área da saúde pública. Por outro lado, tanto na matemática quanto na engenharia, as pesquisas eram escassas e os raros interessados nessas ciências estavam ligados às faculdades politécnicas. Desde a proclamação da república em 1889, a classe rural dirigente no país estava perdendo a sua soberania e novas ideologias e organizações sociais surgiam. Viveram-se anos de manifestações de operários, de greves e assistiu-se à fundação do partido comunista brasileiro em 1922. A riqueza acumulada com o café estimulou o desenvolvimento industrial no país. Todavia, ainda não existia uma universidade no país, as escolas eram estabelecimentos isolados de ensino e não priorizavam a pesquisa.

No Brasil, a década de vinte do século XX caracterizou-se por ser um período de busca pela modernidade, um certo culto ao moderno. No domínio da literatura e das artes surgiu o movimento modernista. Além disso, existia muita insatisfação política e esta se estendia também ao movimento educacional, que buscava a modernização do país. O movimento dos educadores, desta época, era uma procura pelo “novo”. Isto é muito visível na obra e ação de Manuel Amoroso Costa, matemático da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Matemáticos, físicos, engenheiros, juristas, entre outros profissionais foram, sem dúvida, responsáveis por fortes discussões filosóficas e científicas da época, que culminaram com a criação da Sociedade Brasileira de Ciências, fundada em 1916, por 10 professores da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Em 1922, essa sociedade transformou-se na Academia Brasileira de Ciências, com características de uma instituição científica, conforme Ferreira (2000).

Esse ambiente ainda tímido para o desenvolvimento da pesquisa não se consistia no melhor espaço para o debate sobre as inovações em ciência e tecnologia que aconteciam nos países mais desenvolvidos. Assim, é compreensível que as novas idéias sobre a Física e, em particular, sobre a teoria da relatividade não tivessem a mesma receptividade e interesse como em países como Alemanha e França. É de se destacar também que o positivismo de Comte estava ainda muito arraigado nas escolas superiores, principalmente naquelas mais voltadas para as ciências exatas.

Primeiras referências de brasileiros à teoria da relatividade

A primeira referência de Amoroso Costa à teoria da relatividade aconteceu em 1919, por ocasião da presença da expedição inglesa, em Sobral, no Ceará, para observar o eclipse do sol. Nesse curto artigo jornalístico, que foi publicado seis dias após o anúncio oficial da Royal Society, como afirma Tolmasquim, sem usar uma linguagem matemática formalizada, Amoroso Costa procurou apenas chamar atenção para a teoria de Einstein que experimentalmente teria sido demonstrada. O autor afirma que os trabalhos de Einstein generalizam os de Lorentz sobre o princípio da relatividade. Aponta como consequência fundamental do sistema que a propagação da luz em um campo de gravitação não é retilínea nem tem velocidade uniforme. Ele diz: “Assim, o raio luminoso, que nos envia uma estrela, sofre um desvio apreciável, se bem que muito pequeno na vizinhança de um astro de forte massa, como o sol. Tudo se passa como se o raio fosse um fio pesado, que a atração solar deformasse, o observador terrestre deve então ver a estrela aparentemente deslocada, na direção do centro do sol, da posição que ocupa quando este se acha em outra região do céu” (Costa, 1995, p. 100). Embora reconhecendo que a nova teoria ampliou as fronteiras nesse domínio, afirmava que a mecânica newtoniana continuaria a existir, porque era mais simples e desempenhava o papel que lhe cabia em um domínio limitado. Saudou a nova teoria, como a primeira grande notícia da ciência pura que a Europa legou após a guerra. (O Jornal, 12/11/1919, apud Costa, 1995, p. 101).

Em 1922, surge um novo artigo do mesmo autor intitulado *à margem da teoria de Einstein*, também de divulgação científica, no *O Jornal*. Trata-se de uma reflexão filosófica sobre a ciência. Para ele, o “conhecimento científico é uma adaptação progressiva e recíproca do espírito e das coisas” (p. 114, Costa, 1995). Discutiu sobre as concepções de espaço e tempo, que segundo ele eram sombras que fogem diante de nós. Sempre que uma nova teoria revê ou modifica as propriedades atribuídas ao tempo e ao espaço, a filosofia realiza um movimento paralelo de reajustamento. Assim, o espaço do filósofo é de interpretação do espaço do geômetra. Em sua concepção, o espaço parece ter resistido a uma concepção puramente racional. Os filósofos admitiam que só existia um tempo, do qual são partes os diferentes intervalos de tempo. Essa concepção era aceita implicitamente pelos físicos. Com Einstein, pela primeira vez, a noção de tempo universal foi substituída por outra em que um tempo não é o mesmo para diferentes observadores. Nessa concepção, o tempo e o espaço não podem ser considerados como formas definitivas, anteriores às suas aplicações às coisas. Na concepção de espaço-tempo de Minkowski, o espaço e o tempo em si não têm sentido e devem ser absorvidos num único contínuo de quatro dimensões. A teoria de Einstein vai nessa mesma direção, mas avança, na medida em que realiza uma síntese em que o espaço, tempo e gravitação se combinam indissolúvelmente em uma

realidade única. Na visão de Amoroso Costa, o objeto final da teoria de Einstein é exprimir as leis dos fenômenos naturais de um modo independente do sistema de referência adotado pelo observador. A teoria de Einstein, para o autor, é harmoniosa e é uma lição que confirma as do passado, pois a experiência não se pode submeter a formas rígidas, impostas pela razão. Mas, por outro lado, a razão tem uma capacidade sem limites de criar novas formas e de construir sistemas cada vez mais complexos.

Nessa época surgem dois tipos de artigos: de divulgação e científicos. Entre os de divulgação, encontra-se o de Roberto Marinho de Azevedo, que além de usar uma linguagem simples apresenta exemplos acessíveis do significado da teoria:

Até Einstein, o esquema do Universo de Newton era o mais cômodo. A sua imagem tão simples [...] permitiu edificar uma mecânica celeste que conseguiu explicar, com exatidão até então desconhecida, o movimento dos astros [...] Essa ampliação levou, entretanto, a uma mudança profunda nos fundamentos da física e a uma concepção de Universo radicalmente diferente da de Newton e que permitiu resolver, de um só golpe, os enigmas da gravitação e da relatividade do movimento. É na concepção e não no domínio da aplicação real, ainda muito limitada, que está a grande superioridade da nova Teoria sobre a mecânica clássica. (Azevedo, apud Martins, p. 229)

Os artigos como “Sobre a theoria da estructura do espectro das raias do hydrogenio” e “A theoria da relatividade e as raias espectraes do hydrogenio” de Theodoro Ramos são científicos e foram dedicados a um público restrito, pois traziam uma linguagem matemática sofisticada.

Autores que não pertenciam ao círculo dos politécnicos também se aventuraram a escrever sobre o assunto. O confronto entre o velho e o novo chamava a atenção: deve-se substituir a “velha” geometria de Euclides por outra, uma “nova” que Einstein utiliza? Osvaldo Serpa levanta essa questão, em 1923, quando publicou na Revista do Brasil um artigo de divulgação (Martins: 1978)

Imagine o leitor se um cidadão se dirigisse ao homem primitivo e lhe dissesse: “Oh bobo, seu sistema de medir as distâncias pela fadiga é uma grande tolice”. Pois Einstein fez coisa semelhante. Dirigiu-se ao homem moderno, tomou-lhe a mão carinhosamente e disse: “Oh Flor da Ciência de Todas as Idades! Esse sistema de medir todas as coisas com a geometria de Euclides é improfícuo. Sua unidade métrica é inadequada. Serve apenas para medir as coisas na Terra. Torna-se porém absurda quando V., no espaço, tenta medir o Universo. (Serpa, apud Martins, 1978, v. 6, p. 285-286)

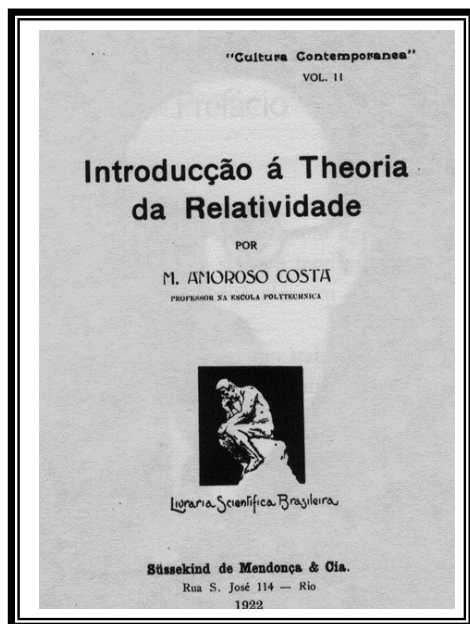
O livro de Manoel Amoroso Costa sobre a Teoria da Relatividade

Manuel Amoroso Costa nasceu no Rio de Janeiro e com quinze anos de idade ingressou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, onde se bacharelou em ciências físicas e matemáticas e engenharia civil. Nessa mesma escola, foi alguns anos mais tarde docente. Foi talvez um dos primeiros brasileiros a se interessar pela Filosofia da Matemática. Estudou em Paris, onde permaneceu aproximadamente três anos, freqüentando a Faculdade de Letras de Paris, tendo a oportunidade de ser aluno de Abel Rey, Leon Brunschwig e Henry Andoyer. Matemáticos franceses que tiveram papel importante na formação de

Amoroso Costa foram Poincaré e Borel. O intuicionismo está fortemente presente em suas discussões sobre a Matemática.

Emile Borel esteve no Rio de Janeiro, em 1922, nas comemorações do primeiro centenário da independência, proferindo conferências na Academia Brasileira de Ciências², inclusive, sobre a teoria da relatividade.

Sete anos após a descoberta das equações do campo gravitacional por Einstein, ou seja, em 1922, Amoroso Costa faz uma apresentação científica da teoria no seu livro *Introdução à teoria da relatividade*. Como Pyenson (1999) salientou, somente os cientistas mais dedicados gastaram tempo estudando a fundo a Teoria da Relatividade e procurando entender as complicadas fórmulas do cálculo tensorial. Amoroso Costa foi um deles, porque seu livro não fugiu da formalização matemática da teoria.



“Poucos livros posteriores possuem esta clareza, esta simplicidade, limpidez e compreensão da relatividade. O que há de particular nesta pequena obra é que ela pouco envelheceu. Podemos dá-la para os estudantes ler sem temer que eles encontrem interpretações abusivas que foram durante tanto tempo comuns na literature relativista” (Einsentädt e Fabris, Sociedade Brasileira de Física, 2005)

Apresentou, em sua *Introdução à Teoria da Relatividade*, 7 capítulos: esboço histórico; a relatividade do espaço, tempo e do movimento; o espaço não-euclidiano; teoria da relatividade restrita; a teoria dos tensores; a teoria da relatividade generalizada; cosmologia.

O objeto final da Teoria da Relatividade é exprimir as leis dos fenômenos naturais de forma independente do sistema de referência adotado, assim os sistemas de referência são flexíveis, se deformam continuamente e a curvatura do espaço varia a cada instante em qualquer ponto.

² Infelizmente, não há qualquer registro sobre essa conferência.

Qual a origem da teoria da relatividade? Segundo Amoroso Costa, sua origem encontra-se no desenvolvimento das teorias óticas e eletromagnéticas. Para Einstein, a teoria da relatividade especial surgiu da ótica e eletrodinâmica (Einstein, 1999).

Sua concepção de conhecimento científico emerge nas primeiras páginas. A ciência era por ele entendida como um “*sistema de símbolos*” que não pode alcançar a essência das coisas e, além disso, esse conhecimento era dinâmico porque se movimentava no mundo dos fenômenos, procurando desvendar suas relações. Assim, não se poderia conceber o conhecimento científico como verdade absoluta e sim como um saber relativo. Salientou o papel importante que Newton atribuiu ao espaço absoluto (sem relação com as coisas externas, que permanece sempre idêntico e imóvel); ao tempo absoluto e ao movimento absoluto, onde as leis da mecânica newtoniana são formuladas. Comparava as idéias de Newton com as de Poincaré, para quem não poderia existir um absoluto de posição nem de grandeza. Um avanço nas discussões fora alcançado por Minkowski (1908), que teve a idéia de fundir em um só os conceitos de espaço e tempo (“*os objetos de nossa percepção estão sempre em conexão com o lugar e o tempo, o elemento fundamental é o acontecimento, representado por um ponto com 4 coordenadas*”). No universo de Minkowski pode-se conceber uma infinidade de tipos de universos e de geometrias. Surgiu a hipergeometria, que generalizou a noção de distância.

Antes de abordar o espaço não-euclidiano, Amoroso Costa comentava sobre a geometria de Euclides, que constrói um sistema de verdades matemáticas deduzindo logicamente os teoremas, a partir dos postulados. Apesar do aparente rigor do sistema dedutivo da geometria de Euclides que atravessou séculos, ele usou nos seus raciocínios numerosos apelos à intuição. As geometrias não-euclidianas são apresentadas numa cronologia histórica, começando com Saccheri, Gauss, Lobatchevski, Bolya e Riemann. Atribuiu a Riemann a ampliação considerável das geometrias não-euclidianas. Foi essa geometria que serviu de base para Einstein construir sua teoria. Riemann generalizou a noção de espaço, fazendo surgir o espaço curvo de n-dimensões.

O autor apresenta sua concepção de Geometria como uma extensão à ciência dedutiva, parecendo “*um sistema ou uma rede de símbolos*” (p. 35). Assim, entendia que a geometria moderna tornara-se mais abstrata, abandonando os apelos à intuição. Todavia, isso não significava que ela tivesse se tornado uma lógica. Para Amoroso Costa, o raciocínio puramente lógico seria estéril, o progresso na dedução ocorre quando se “*introduz as restrições que definem as propriedades do espaço, no sentido amplo dessa palavra*” (p.36). Dessa forma, com uma concepção ampla de geometria, podemos também ampliar a idéia de ciência e não mais parecerá absurda a construção de uma mecânica não-newtoniana.

É interessante que, para Amoroso Costa, uma concepção mais ampla de Matemática traria como conseqüência uma concepção mais ampla de ciência. Quando apresenta a concepção de universo de Einstein, diz que ela é tão legítima como aquela em que estamos habituados e ainda mais que ela satisfaz melhor a nossa razão.

Como Latour identificou no texto semi-científico de Einstein “*Relativity: the special and the general theory*”, um discurso autoritário, verificamos que Amoroso Costa utilizou também uma linguagem que revelava o autoritarismo daquele que dominava o

conhecimento científico. Nessa época, esse conhecimento estava restrito a um grupo muito reduzido de intelectuais, no país.

Podemos concluir que houve por parte de Amoroso Costa uma aceitação da teoria da relatividade, como formulada por Einstein. Sua preocupação foi divulgar para um público seletivo (pelo menos com conhecimentos matemáticos universitários) a nova teoria que considerava harmoniosa e verdadeira.

Segundo os físicos Eisentädt e Fabris, Amoroso Costa “enxergou, com precisão, o que não era então muito freqüente, que a teoria de Einstein é uma teoria dos invariantes que serão projetados, exprimidos, relativamente a um sistema no qual eles serão medidos” (2005, p.8). Eles consideram o livro notável e o analisam com muita competência. Ao mesmo tempo, fazem comparações com outros autores, entre eles Carlos Penna Botto, o qual consideram banal e “que não chega a ser dramaticamente ruim, apesar de alguns erros técnicos grosseiros, mas é verborrágico [...]” (p. 8)

Carlos Penna Botto e o neo-relativismo einsteniano

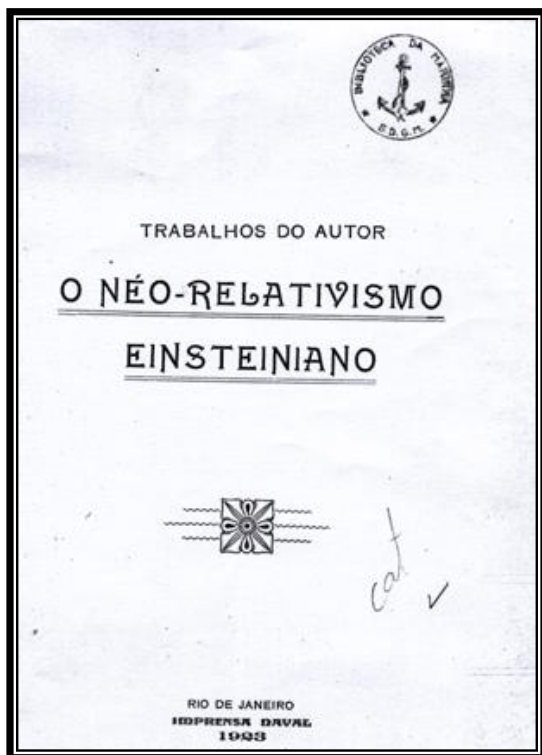
Sem dúvida, o texto de Carlos Penna Botto não é do mesmo estilo que o de Amoroso Costa. Ele pretendia apresentar um esboço da teoria de Einstein, distinguindo a relatividade clássica da teoria da relatividade de Einstein, a qual denominou de neo-relativismo. Ele não explica o porquê desse título. Para ele, há antagonismos entre as duas teorias, devidos as concepções de espaço e tempo absolutos. O que é relatividade clássica? Na mecânica clássica, o princípio da inércia afirma que “qualquer corpo isolado no espaço absoluto está ou imóvel ou animado de um movimento de translação retilíneo e uniforme” (p. 9). Se S é um sistema de coordenadas de Galileu, qualquer outro sistema S' só pode ser animado, em relação à S , de um movimento de translação retilíneo e uniforme. Como o tempo é absoluto, o princípio da relatividade clássica afirma que: “os fenômenos naturais definidos pelas leis da mecânica clássica são os mesmos para quaisquer sistemas de Galileu” (p. 11). Para ele, o ponto de partida de Einstein foi elucidar esses antagonismos existentes na relatividade clássica.

O autor abordou concepções fundamentais da teoria da relatividade: uma delas é a concepção de universo – um contínuo quadri-dimensional, aproximadamente esférico, finito e ilimitado, onde a matéria não se encontra repartida de um modo regular. Considera a hipótese do tamanho do universo de Einstein como a única parte metafísica de sua teoria.

Quanto ao éter, afirmava que Einstein, na teoria da relatividade restrita, ignorou-o. O princípio da relatividade restrita “não permite considerar o éter como constituído de partículas infinitesimais, que se possam deslocar no espaço e tempo” (p. 81). Já na relatividade geral, a existência do éter torna-se necessária, pois do contrário seria impossível a propagação da luz. No entanto, trata-se de um éter especial, que não possui propriedades mecânicas e cinemáticas. Assim, esse éter é relativo, é função da matéria e difere do éter de Lorenz, que é sempre o mesmo.

Conclui afirmando que a adoção da teoria da relatividade não implica o abandono dos resultados da mecânica e astronomia clássicas, mas sim que estas persistem como casos particulares e aproximações dessa teoria. Julga que a relatividade não é uma teoria metafísica, mas sim uma teoria que explica fatos para os quais a física clássica não

conseguia encontrar uma resposta satisfatória. Aceita a teoria porque ela se baseia em fatos e que experiências recentes teriam confirmado as previsões teóricas.



O livro tem 86 páginas e não traz referências bibliográficas. Na introdução, o autor afirma ter escrito o mesmo em 22 de maio de 1922.

Apresentamos no quadro abaixo, uma síntese comparativa dos conceitos fundamentais da teoria da relatividade restrita e generalizada conforme Penna Botto

Relatividade restrita	Relatividade generalizada
Espaço e tempo estão indissolivelmente ligados um ao outro e são essencialmente relativos. Não há medidas absolutas para espaço e tempo. O espaço é galileano	O espaço é Riemaniano
A velocidade de propagação da luz é uma velocidade limite e não pode ser ultrapassada.	A velocidade de propagação da luz não é mais invariante.
Podem ser empregadas as coordenadas cartesianas.	Sistema de coordenadas de Gauss. Não se empregam eixos rígidos e sim coordenadas curvilíneas que se

	deformam segundo a curvatura do espaço.
Não há campos de gravitação.	O campo de gravitação é um campo de força. Os campos de gravitação influem nos tempos, atrasando os relógios e diminuindo a frequência dos movimentos vibratórios atômicos.
A existência do éter é ignorada.	Admite a existência objetiva do éter, sem contudo, atribuir as propriedades cinemáticas clássicas.
Todo corpo material livre descreve uma geodésica no contínuo espaço tempo, geodésica que é uma trajetória retilínea.	Todo ponto material abandonado a si mesmo percorre uma geodésica; esta é uma linha curva nas vizinhanças das massas, isto é, dos campos de gravitação.
As noções de massa e energia confundem-se, a massa de um corpo dá a medida exata da sua energia total.	
	O universo deve ser finito e ilimitado.

Outro autor que escreveu sobre a relatividade foi **Luiz Cintra do Padro**, com o artigo intitulado *A synthese dos phenomenos physicos*, em 1934. O autor explica as idéias centrais sobre a teoria da relatividade restrita e geral. Embora considere a teoria arrojada, afirma que: “Os fatos astronômicos invocados como provas experimentais das teorias de Einstein não autorizam nem a sua adoção nem a sua rejeição” (p. 16). Sugere que foi a teoria de Lorentz sobre o tempo local que teria motivado Einstein a propor para a experiência de Michelson uma interpretação diversa, tendo como fundamento novos conceitos de tempo e espaço.

Para Einstein, o princípio da relatividade válido para os fenômenos mecânicos é aplicável também aos fenômenos eletro-magnéticos. Assim, as leis do eletro-magnetismo são as mesmas em todos os sistemas animados de translação uniforme e podem ser traduzidas por expressões matemáticas independentes do sistema de referência. Princípio da relatividade restrita estabelecido em 1905. A teoria de Einstein priva duma significação física as noções tradicionais de espaço e tempo absolutos.

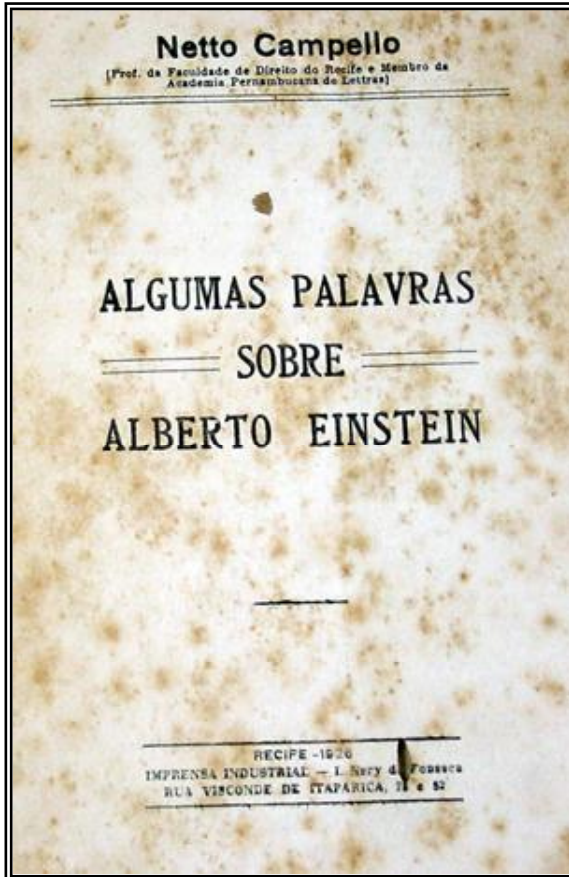
Em 1911, Einstein estendeu o princípio da relatividade a qualquer sistema animado ou não de translação uniforme, admitindo a existência de forças de gravitação que substituem as forças de aceleração.

Assim, o princípio da relatividade generalizada estabelece que todas as leis físicas são as mesmas em qualquer sistema e podem ser traduzidas por expressões matemáticas independentes do sistema de referência. O genial cientista vem trabalhando na chamada teoria do campo unitário, que procura explicar também os fenômenos do eletromagnetismo por modificações especiais da estrutura métrica do espaço.

Citando Max Planck: “A ciência não comporta o repouso contemplativo, que se satisfaz com os conhecimentos adquiridos. Ela exige um trabalho incansável, uma avançada ininterrupta para metas que acreditamos entrever mas que nunca havemos de atingir” (p.18)

Fora do círculo dos politécnicos, surgiram artigos e livretos sobre Einstein e a sua teoria.

Netto Campanello, mesmo distante geograficamente do centro do país, não ficou alheio às discussões sobre a teoria da relatividade que aconteciam principalmente no centro do país. Impressionado com a leitura do livro de Charles Nordmann - *Einstein et l'Univers* – publicado em Paris em 1921 e a visita de Einstein ao Brasil em 1925, publicou um opúsculo sobre o tema intitulado *Algumas palavras sobre Einstein*. Nesse texto, questiona: terá a teoria de Einstein destruído a de Newton? Não responde diretamente a essa questão, mas



Netto Campanello, professor da Faculdade de Direito de Recife e membro da Academia Pernambucana de Letras, publicou em 1926 um livreto sobre Einstein.

mostrava-se conhecedor dos debates que aconteciam no Colégio de França, envolvendo Painlevé e Hadamard, e suas objeções à teoria de Einstein. Afirmava que mesmo que a teoria parecesse inacessível a muitas pessoas, ele acreditava que a teoria estava se divulgando com muita facilidade entre os continentes. Em sua opinião, o ano de 1919 foi aquele em que a teoria de Einstein foi comprovada, com a deflexão dos raios de luz. Refere-se a outros brasileiros que já haviam escrito sobre a relatividade no Brasil, entre eles: João Batista Ribeiro de Andrade Fernandes (1860-1934), filólogo que estudou na

Escola Politécnica do Rio de Janeiro e escreveu sobre a teoria da relatividade em 1921 (Notas de um estudante).

O autor refere-se a Einstein como gênio incomparável, matemático e filósofo, genial pensador, maior vulto do século, sábio, prodigioso pensador, notável pensador, etc. A excessiva adjetivação e a denominação de gênio para Einstein revela uma situação similar à encontrada na Europa, na época, em que tanto cientistas quanto jornalistas usam expressões semelhantes para referirem-se ao cientista. Pode-se afirmar que, na década de vinte, começa-se a criar o “mito Einstein”.

O jurista Francisco Cavalcante Pontes de Miranda (1892-1979) e as discussões sobre a teoria da relatividade

Francisco Cavalcante Pontes de Miranda, jurista e filósofo, foi aquele que começou no Brasil, num estilo próprio, o neo-positivismo. Encontra-se entre os primeiros brasileiros a se manifestar sobre a teoria da relatividade. A favor ou contra a teoria da relatividade? Somos de opinião que o autor manteve-se numa posição intermediária: em alguns pontos concordou com Einstein e em outros foi crítico.

Publicou, em 1922, a obra *Sistema de ciência positiva do direito*. A introdução consta de três partes: 1 - Quantitatividade e Ciência; Princípio da Relatividade; Naturalidade do Fenômeno Jurídico.

Segundo Roberto Cafarelli, existiu uma correspondência entre Albert Einstein e Pontes de Miranda sobre as questões filosóficas da teoria da relatividade. Essas cartas ainda não foram encontradas. Segundo Tomalsquim no Arquivo Albert Einstein em Jerusalém não consta correspondência entre os dois.

Das 25 comunicações da sessão de Filosofia e História da Ciência, 18 eram sobre Einstein ou a teoria da relatividade. O texto de Pontes de Miranda intitulava-se *Representação do espaço (Vorstellung vom Raume)*.

Em 6 de maio de 1925, em *O Jornal*, escrevia um artigo intitulado *Espaço – Tempo – Matéria* um dos problemas filosóficos da teoria da relatividade generalizada. Inicia com as seguintes indagações: O espaço encurva-se à mercê da matéria ou a matéria cria o espaço? Qual dos dois é dependente, o espaço ou a matéria? O real, segundo Pontes de Miranda, é o espaço-tempo-matéria. Decompô-lo, como Eddington, ou como Weyl, é abstrair. O espaço pré-existe ou deriva da matéria?

Uma das questões delicadas da filosofia da teoria da relatividade é a colocada acima, se o espaço pré-existe ou se ele se deriva da matéria.

Pontes de Miranda faz uma crítica aos físicos, dizendo que é preciso abordar o problema sob o ponto de vista filosófico. “Na Matemática todos os vossos pontos de vista sem serem verdadeiros, são defensáveis”. Os pontos de vista de Einstein e Eddington se chocam.

Segundo Pontes de Miranda, para Einstein não existe o espaço em si, mas sim o espaço de referência (Bezugsraum). Normalmente, se ensina Geometria sem estabelecer uma relação entre os conceitos e as experiências cotidianas. O matemático puro pode se contentar com isso, ele se contenta em considerar as proposições demonstradas sem erro lógico, a partir de axiomas. A consideração se a geometria euclidiana é verdadeira ou falsa, não tem nenhum sentido para o matemático puro. Ao contrário, para o físico, tem sentido

em falar de verdade ou exatidão das proposições geométricas. Ou seja, da fisicalização das geometrias.

Com Eddington, ao contrário, parece haver um retorno às idéias de Descartes, sobre a concepção de espaço em si. “A posição de Eddington não é sem parentesco, sem ligações com certos fatores da mentalidade inglesa, cuja fórmula em tudo é assegurar pelo compromisso de não ver as contradições – o máximo possível de evolução com o mínimo possível de destruição de velhas formas”. Ponte de Miranda continua falando da mentalidade inglesa, que é mais predisposta ao empirismo e ao mesmo tempo assaz confiante e interessada pelas inovações.

Para o autor, a teoria da relatividade, tal como se acha em Einstein, Weyl e Eddington deve ser considerada mais como uma descrição matemática.

Muito interessante é a posição epistemológica que Pontes de Miranda assume: “O trabalho filosófico precisa ser feito junto com a crítica epistemológica para mostrar a sua significação, o seu valor e o que permite pensar-se sobre os problemas fundamentais da filosofia”.

O real é o espaço-matéria-tempo. Não se pode decompô-lo como deseja Eddington ou Weyl, se tomados um a um eles são abstrações assim como em geometria a linha e o ponto. Tomar, então, espaço, matéria e tempo isolados seriam abstrações da física, tanto quanto o ponto e a linha seriam abstrações da Matemática. O acontecimento do universo é compacto espaço-matéria-tempo. O real espaço-matéria-tempo é o que mais satisfaz o espírito moderno.

Pontes de Miranda introduziu a equação “tensor de Riemann-Cristoffel” dizendo que esta

$$R_{\mu\nu} = 0$$

era a condição necessária para a euclidianidade do espaço-tempo.

Continua argumentando que a teoria relatividade generalizada assenta justamente, que o universo é curvo e o espaço finito. Quid inde? “Todos sabemos que Einstein partiu da lei acima, mas as dificuldades foram insuperáveis, teve então de adotar um termo corretivo”.

Ildeu de Castro Moreira considerou as colocações de Pontes de Miranda superficiais e pouco claras quando defendeu sua visão filosófica da questão sobre o espaço-matéria-tempo (p. 186). Todavia, o texto que Miranda apresentou no Congresso de Napoli foi muito bem fundamentado, mostrando com clareza as idéias do autor sobre a concepção de espaço.



O texto “Vorstellung vom Raume” foi publicado nos Atti del V Congresso internazional di Filosofia, Napoli, 1925

O autor apresenta historicamente as dificuldades surgidas em torno do conceito de espaço, desde os tempos de Euclides, afirmando que as dúvidas levaram ao surgimento das hipergeometrias, com Lobatscheskij, Riemann (1854) e Helmholtz (1876). Após essa data, surgiram os trabalhos de Zoellner, Minkowski e Einstein.

Em sua opinião, o importante nesse movimento científico é a seguinte tese:

“Não se deve tomar a Geometria a priori, a qual os fenômenos se apóiam, o fato decisivo é que a experiência é a base para aceitação de uma ou outra geometria, as quais se admite de modo intuitivo. O racionalismo aspira uma ciência, na qual a racionalidade da realidade se baseia, na qual se podem reduzir aos seus elementos, e na qual apenas a razão se deriva. As disciplinas matemáticas colocam-se numa tal convicção, e os matemáticos estão entre aqueles que acreditam que a clareza racional da natureza leva-nos até os seus limites extremos. Mas, quando tanto na Física quanto nas Ciências Naturais, as contradições surgem, aumentam-se as exigências fortes contra uma epistemologia temerária; as representações físicas que se apóiam em espaços não euclidianos, a fim de estabelecer as provas, nas próprias disciplinas matemáticas, principalmente quando se deseja admitir uma explicação da realidade como evidente. Nesse caso, o que decidirá dentro da Geometria é a experiência”. (p. 559-560).

Para explicar como as percepções óticas se relacionam com a qualidade e quantidade, Miranda utilizou exemplos usados pelos críticos de Einstein: Gehrke e Stumpf: Nós vemos as letras nas páginas de um livro porque elas têm cor, se não tivessem, nós não a veríamos. Assim, é algo que nós podemos perceber porque elas possuem uma forma espacial³. Temos o sentimento de que tais sensações possuem um conteúdo espacial, um elemento; o que nos leva a acreditar que a diversidade tem uma outra razão de existência. Ele continua sua argumentação afirmando que o mesmo acontece com outras sensações como o odor, o barulho, o gosto, que parecem ter uma propriedade espacial do ver, do ouvir ou do degustar, ou ainda como de um espaço ótico, de um espaço que precisa ser preenchido, não como formado de pequenos elementos como pontos, mas um espaço formado de diminutos pedacinhos.

Para entendermos essa concepção, é preciso fugirmos ao Antropocentrismo (Antropozentrismus), pois este nos leva a considerar o mundo físico e astronômico como um espaço euclidiano.

Uma vez que o conjunto das relações pode ser simplificado em grande medida pela abstração e como as disciplinas matemáticas podem lançar mão da dedução, os matemáticos podem considerar qualquer tipo de espaço que eles desejem, de uma dimensão até um espaço n-dimensional, não importando se ele é euclidiano ou não-euclidiano, se ele é arquimediano ou não.

A partir daí, Miranda afirmava haver uma variedade muito grande de escolhas para a análise da realidade. Podia-se, segundo ele, entrar num mundo de ficção, uma vez que na matemática pode-se abstrair e manter as relações que se precisa, dessa forma é possível se

³ „Die Buchstaben des Buches sind schwarz, und deswegen sehen wir sie, wir würden sie jedoch nicht sehen, wenn sie farblos wären, die Farbe ist eben erforderlich, damit wir sie sehen können, und die Farbe wird ursprünglich sein und unmittelbar als irgend etwas wahrgenommen werden, was eine räumliche Form besitzt“ (p. 560).

criar diferentes sistemas geométricos que tenham algum interesse para aquilo que se propõe e dar assim uma contribuição à teoria do conhecimento.

Bastante original é sua concepção de espaço social. Na Sociologia, segundo ele, prova-se que existe espaço social apenas onde há matéria, onde há uma energia social. Conclui dizendo: “há apenas um espaço social, aquele em que relações sociais ocorrem”⁴ (p.565).

A oposição à Teoria da Relatividade na Alemanha e França

A aceitação de novas teorias nem sempre ocorre sem tropeços. Como dizem os físicos: “*Na verdade, você nunca entende uma nova teoria. Você simplesmente a utiliza*” (Schwartz, 1984, p. 151), com a teoria da relatividade, que significou uma verdadeira revolução na física, aconteceu uma divisão entre aqueles que a entenderam ou não e a aceitaram e aqueles que não a aceitaram e começaram a combatê-la. Na Alemanha, país onde vivia Einstein, houve um forte movimento de oposição à teoria. Um exemplo disso pode ser comprovado no livro *Hundert Autoren gegen Einstein*⁵, publicado em 1931, editado por Israel, Hans; Ruckhaber, Erich; Weinmann, Rudolf; Del-Negro, Walter.

Os autores mostraram as críticas de opositores de Einstein, afirmando que estava longe de existir uma unanimidade a favor da teoria da relatividade “RTH”, e desta teoria ocupar um lugar científico seguro. Existiam argumentos irrefutáveis assim como uma complexa coleção de observações contraditórias na teoria, que foram superficialmente demonstradas⁶.

Entre os críticos encontramos Hans Driesch de Leipzig, que apontava, na teoria, a falta de um conceito claro de uma “realidade empírica”, ou da “natureza”, na qual o tempo forçosamente esteja. Nesse sentido, tanto faz se a natureza é concebida como uma aparição – visão ou não. Não se dá conta de que aquilo que é denominado de Metageometria não é nenhuma Geometria, mas apenas um capítulo de uma pura teoria de relações, que não satisfaz o concreto. A existência de muitos tempos simultâneos é um pensamento não realizável, impossível. A RTH não tem nenhum significado como concepção do mundo⁷.

Por sua vez, o Professor P. Lenard de Heidelberg dizia: “Se imaginarmos um trem que faz claramente um movimento assimétrico, se através do resultado da inércia tudo no trem se desarruma, enquanto lá fora tudo fica inalterado, assim eu penso que nenhuma

⁴ „...gibt es nur einen sozialen Raum, wo sich soziale Verhältnisse vorfinden“.

⁵ Tradução: Cem autores contra Einstein.

⁶ So konnte es der Allgemeinheit vorenthalten bleiben, dass die RTH, weit entfernt, ein sicherer wissenschaftlicher Besitz zu sein, neuerdings durch unwiderlegbare Argumente als ein Komplex in sich widerspruchsvoller Behauptungen, als denkunmöglich und überflüssig nachgewiesen ist. p.3

⁷ Es fehlt der klare Begriff ‘Die eine empirische Wirklichkeit’ oder ‘Natur’, welche unweigerlich in der einen Zeit ist. Es ist dabei gleichgültig, ob Natur als ‘Erschneigung’ oder im Sinne des Realismus gefasst wird. Es wird übersehen, dass sogenannt Metageometrie gar keine Geometrie, sondern nur ein Kapitel aus der reinen relationstheorie ist, welches anschaulich nicht erfüllt ist. Dass ‘gleichzeitig’ viele ‘Zeiten’ sein sollen, ist es unvollziehbarer Gedanke. Die RTH hat gar keine weltanschauliche Bedeutung. (p. 7-8)

pessoa de bom senso tirará outra conclusão de que foi no trem, que o movimento se alterou ao contrário e não o meio ambiente”⁸

Para David Rowe, os mais proeminentes críticos anti-Einstein foram Ernst Gehrcke e Philipp Lenard, ambos físicos experimentais.

As críticas de Gehrcke começaram em 1911. Para ele, Einstein era um charlatão. Por outro lado, Einstein procurava ignorar as provocações de Gehrcke, dizendo que suas argumentações eram superficiais.

Ao mesmo tempo, o anti-semitismo emergia como o maior tema na vida política alemã. Em 1919, Einstein escreveu a Paul Ehrenfest que o “*anti-semitismo era forte em Berlin, principalmente no meio culto*”⁹. Os historiadores, por outro lado, argumentavam que foi Einstein e não seus críticos, quem primeiramente chamou a atenção da imprensa para o anti-semitismo.

Na França, no mesmo período, as idéias de Einstein começavam a ser notícia nos jornais, não apenas em Paris, mas também em outras localidades. Em 1921, escrevia Léon Daudet, no jornal diário *Action Française*, que a teoria de Einstein provocava uma certa euforia nas mais diversas pessoas. A Einstein, referia-se como aquele “judeu alemão”, do qual emanava uma fascinação psicomoral e corporal e de nenhuma maneira uma força persuasiva de suas idéias. Solicitava que se procurasse ter um pouco de resistência a tamanha fascinação.

O matemático Paul Painlevé¹⁰, membro da Academia de Ciências de Paris, iniciou um debate na academia sobre as teorias de Einstein. Embora admirando o gênio do autor, apontava falhas na teoria. A posição de Painlevé sobre a teoria, associada ao seu prestígio, provocou mais manifestações desfavoráveis do que favoráveis à teoria da relatividade, na França. Para Painlevé, a ciência iria permanecer muito mais clássica do que pensavam os einsteinianos. O matemático Picard, na Academia de Ciências, sem discordar muito de Painlevé, assinalava que a magnífica construção científica de Einstein estava incompleta e não acabada.

Jornalistas franceses viam exageros nas manifestações sobre a teoria da relatividade, como Jacques Barty, em 1921: “Por pouco, o cobrador lhe dará conselhos sobre a teoria de Einstein e o comerciante de jornais vos dirá se há ou não pessoas na lua. Não estou seguro que esse frenesi serve para o avanço da ciência...” (*Homme Libre*, 28 de outubro de 1921). Charles Nordmann, astrônomo do Observatório de Paris, que durante a I Guerra Mundial inventou a localização de canhões pelo som, escreveu o livro “*Einstein & l’ univers*”, em 1921, justificando a necessidade de escrevê-lo: “... é preciso que certas teorias, certas idéias sejam acessíveis não só aos matemáticos. Eu quis expor numa linguagem para todo

⁸ Man lasse nun den gedachten Eisenbahnzug eine deutlich ungleichförmige Bewegung machen. Wenn hierbei durch Trägheitswirkung alles in Zuge zu Trümmern geht, während draussen alles unbeschädigt bleibt, so wird, meine ich, kein gesunder Verstand einen anderen Schluss ziehen wollen, als den, dass es eben der Zug war, der mit Ruck seine Bewegung geändert hat, und nicht die Umgebung, p.90.

⁹ Hier ist starker Antisemitismus und wütende Reaktion, wenigstens bei den ‘Gebildeten’.

¹⁰ Paul Painlevé, matemático e político francês, nasceu em 1863 e morreu em 1933. A partir do trabalho de Poincaré sobre equações diferenciais de segunda ordem não-lineares, ele descobriu os transcendentais Painlevé. Ao lado de suas atividades matemáticas, foi ministro da defesa na Primeira Guerra Mundial. Além disso, foi um entusiasta da aviação, tendo se tornado o primeiro passageiro da aviação, devido a sua amizade com Orville e Wilbur Wright.

mundo, com palavras simples e claras e acessíveis a toda pessoa culta, a extraordinária revolução que efetuou-se no espírito humano” (8 de dezembro de 1921, *Jornal Télégramme*, redação). Comparou a teoria de Einstein com a de Copérnico, uma teoria nova sobre o mundo que contraria as idéias correntes. Apresentou pelo menos duas razões que mostram a importância da nova teoria: “... a princípio elas mudam a nossa idéia de mundo exterior. Nós acreditávamos que o espaço e tempo: indicação de lugar e hora exata dos acontecimentos poderiam ser definidos com precisão. Einstein mostrou que não é nada disso. ...Einstein mostrou que o tempo e espaço, tal como nós o consideramos, não tem existência real” (8 de dezembro de 1921, *Jornal Télégramme*, redação).

A oposição à teoria de Einstein na França teve alguma repercussão no Brasil, uma vez que existia uma forte influência intelectual francesa no país.

Manifestações Anti-relatividade no Brasil

No Brasil, vamos encontrar opositores à teoria da relatividade entre os engenheiros e positivistas, tanto engenheiros da Escola Politécnica do Rio de Janeiro quanto da Escola Naval. A seguir, apresentamos um exemplo de opositores de cada uma dessas instituições. Licínio Athanasio Cardoso nasceu no Rio Grande do Sul. Bacharelou-se em Matemática na Escola Militar, foi capitão honorário do Exército e docente de Mecânica da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Escreveu várias obras, entre elas: *Theoria da Rotação dos Corpos*, em 1887, *Theoria Elementar das Funções* em 1891, *O Ensino que nos convêm*, em 1925. Foi fervoroso defensor das idéias positivistas.

O artigo intitulado “relatividade imaginária” foi publicado em 16 de maio de 1925, no *O Jornal*. Nele, Licínio Cardoso confessava não ter entendido a teoria da relatividade, lendo os textos originais de Einstein, pois havia coisas que pareciam muito simples e outras que simplesmente não compreendia, por exemplo porque Einstein afirmava que não valia o teorema das velocidades para a realidade. Perguntava Cardoso, por que eu não consigo ver a verdade nova, o sublime nessa teoria? Lendo a bibliografia secundária, como Gaston Moch, Jean Becherel, Amoroso Costa, Paul Langevin, Max Born, entre outros, ele continuava com dúvidas. A concepção do contínuo para ele era razoável, mas dentro de certos limites. Em sua opinião, havia fenômenos em que as coordenadas tempo e espaço estavam ligadas, como os fenômenos da cinemática, mas havia outros infinitos fenômenos em que não havia dependência entre espaço e tempo, por exemplo, aqueles que estabeleciam correlação entre as propriedades dos corpos. Ele exemplificava dizendo: “eu considero apenas dois fenômenos correlatos, a temperatura e a dilatação. A um certo acréscimo **a** na temperatura de um corpo corresponde um acréscimo **b** no seu volume, consoante o respectivo coeficiente de dilatação. Seja este acréscimo de temperatura adquirido no tempo 1 ou no tempo 2 ou 3, o acréscimo de volume é ganho no mesmo tempo” (Cardoso, *O Jornal*). Assim, entendia que os dois fenômenos variavam simultaneamente sem subordinação ao tempo. Dava ainda outros exemplos de fenômenos que não tinham dependência de tempo: temperatura, volume e coesão ou também, temperatura, coesão, volume e elasticidade. Com isso, ele concluía que era possível haver contínuos mais ou menos complexos tanto nas ciências físico-químicas quanto na Biologia, Sociologia e Antropologia.

Ao tomar conhecimento dos escritos de autores anti-Einstein, como H. Bonasse, J. Roux, Stéfan Christesco¹¹, entre outros, aumentou-lhe a convicção de que as idéias relativistas careciam de fundamentação. Todavia, salientava não concordar com algumas das argumentações do anti-relativista Christesco, que se baseava na hipótese metafísica do ultra-éter. Comentava que H. Bonasse, por exemplo, não considerava a teoria da relatividade como uma teoria física e sim como uma hipótese metafísica. J. Roux falava sobre anomalias na teoria de Einstein, criticando o ultra-éter. Referia-se também a algumas críticas feitas por Nordmann¹² e Moch.



Uma das principais críticas de Licínio Cardoso residia no uso das fórmulas das transformações de Lorentz por Einstein. Especificamente, Licínio Cardoso falava do círculo vicioso no qual Einstein entrou quando ao estabelecer dedutivamente a fórmula de Lorentz, que relaciona o tempo local em função da coordenada do local. Considerou-o como uma realidade física, admitindo preliminarmente a existência desse tempo. Outra crítica residia na dedução da expressão das distâncias percorridas em dois sistemas de coordenadas, onde desprezou a velocidade relativa, pois esta era infinitamente um pequeno relativo. Assim, as

¹¹ Provavelmente trata-se de Stéfan Christesco, engenheiro da École du génie maritime de Paris, que publicou, em 1922, a obra "L'ultra-ether de l'univers et les anomalies des théories d'Einstein". No jornal *Temps*, em 23 de abril de 1922, saíram algumas notas se referindo aos novos livros publicados, entre eles, o de Christesco e suas palestras que receberam um público numeroso, proferidas na sala da Sociétés savantes. Numa dessas conferências, Christesco apresentou sua concepção sobre a luz, dizendo que a luz é de natureza físico-psicológica, dependendo do aparelho visio-cerebral. A nota do jornal *Lanterne*, de 25 de abril de 1922, explica alguns aspectos da crítica do autor: "L'une des caractéristiques importantes de cette magistrale étude est aussi celle, où l'auteur relie l'évolution de la substance vivante, représentant un état de la matière, à celle des énergies cosmogènes étheroniques, constituant un ultra-cosmos, représentant un premier état de la matière, où notre univers flotte, comme une simple cellule, en même temps que d'autres univers constitués par les nébuleuses que l'on a découvertes". O jornalista considerou o trabalho de Christesco como uma obra interessante nesse gênero de estudo e que apresenta pela primeira vez na filosofia científica um sistema tão amplo, original e completo dessa teoria.

¹² Charles Nordmann participou do Congresso de Filosofia em Napoli, em 1924, e encontra-se entre os vários autores que debateram sobre a teoria da relatividade. Seu texto intitula-se *Einstein ou Bergson?*

expressões obtidas por Einstein eram para Licínio Cardoso nada mais do que fantasias e não retratavam nunca uma realidade.

Embora Einstein tenha visitado o Brasil em 1925 e proferido várias palestras sobre a teoria da relatividade, Licínio Cardoso não mudou sua opinião após essa visita: “*depois de o haver ouvido em duas conferências nada achei que modificar ao meu juízo*”.

As críticas de Cardoso apresentadas na Academia Brasileira de Ciências, do qual era membro, pouco eco tiveram, porque a maioria dos membros participantes era defensor da teoria. Pouco tempo após a visita de Einstein, Cardoso faleceu e rompeu-se assim a forte oposição.

Theophilo Nolasco Almeida, professor da Escola Naval, no Rio de Janeiro, não se entusiasmou muito com a nova teoria einsteiniana. No opúsculo intitulado *Einstein versus Michelson*, publicado em 1930, revela não ter ficado muito impressionado com a teoria da relatividade, pois para ele, em “...ciência não há fanáticos e isto porque nela não há dogmas” (p. 3). Faz uma incursão histórica mostrando que as idéias de Einstein sobre espaço e tempo não são totalmente inovadoras. Para ele, Epicuro já teria esboçado o mesmo que Einstein: “O tempo por si só não existe, mas sim pelos objetos sensíveis, do que resulta o passado, o presente e o futuro (...). Não se concebe o tempo independentemente do movimento, ou do repouso das coisas” (p. 6). Para Poincaré, tempo e espaço só podem ser relativos, para isso mostrou ser impossível representar o espaço vazio e daí a relatividade irreduzível do espaço. Ainda, em 1777, Diderot já falava em quatro dimensões.

O autor compara Newton e Einstein dizendo: Einstein não foi Newton, nem Newton foi Einstein. Newton, segundo ele, tudo mediu porque acomodou tudo dentro do horizonte da atmosfera, enquanto Einstein dela se afastou tanto que a perdeu de vista. Ele estava convencido de que a ciência pura já havia dado muito e estava estacionada.

Almeida reclama em seu texto que Einstein não se posicionou claramente em relação ao éter: nem afirmou nem negou. Para ele, todavia, “o ether não é tão eminentemente fluído, nem tão eminentemente elástico como parece” (p. 22).

Concluindo, afirma que Einstein não foi marinheiro e se foi só navegou a vapor e que não foi também aeronauta, pois se fosse acautelar-se-ia no ether como no ar e compreenderia que a diretriz etérea é a diagonal do espaço. Estava convicto de não ter abalado o edifício construído por Einstein com a sua interpretação, mas dizia que sábios como Einstein ofuscavam, emudeciam e sugestionavam as inteligências.

Pode-se concluir que a discordância principal de Almeida com relação às teorias de Einstein prendem-se ao fato de que ele continuava aceitando o eter luminoso que Einstein havia descartado, na relatividade restrita.

A teoria da relatividade no ensino

No período analisado, as instituições que estiveram ligadas a alguma forma de transmissão da teoria da relatividade foram: Escola Politécnica do Rio de Janeiro, Escola Politécnica de São Paulo e Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Escola Naval (RJ) e Colégio Pedro II (RJ).

A Escola Politécnica do Rio de Janeiro desempenhou um papel importante no ensino porque foi por muito tempo a única instituição a oferecer conhecimentos das ciências exatas em um nível mais aprofundado.

As primeiras conferências sobre a teoria da relatividade que se têm notícia ocorreram na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, entre abril e maio de 1922. Essas conferências foram proferidas por Manoel Amoroso Costa e no mesmo ano publicadas em forma de livro (já referido). Todavia, esse tema não constava dos programas de Física da referida escola. Foram comunicações esporádicas proferidas por aquele estudioso, que se destacava da maioria dos professores por sua atualização com relação às teorias físicas e matemáticas modernas que estavam sendo divulgadas por seus criadores e seguidores. Em setembro de 1922, Emile Borel esteve no Brasil e proferiu uma conferência sobre a teoria da relatividade no Rio de Janeiro. Essas são as primeiras conferências que se tem notícia para divulgar a nova teoria no Brasil. Em 8 de maio de 1925, durante a visita de Einstein ao Brasil, a Escola Politécnica foi novamente palco para a teoria da relatividade, quando o físico pôde expor sua teoria falando tanto da teoria da relatividade restrita quanto da generalizada.

Na Escola Politécnica de Paris, por outro lado, no período de 1920-1925 começa o ensino da teoria da relatividade com o curso de Jean Becquerel dedicado totalmente ao princípio da relatividade e à teoria da gravitação (Biezunski, 1981). Todavia, Paul Painlevé aborda a teoria da relatividade em seu curso de mecânica apenas em 1924-1925. Entre 1925 e 1936, desapareceu o ensino da teoria da relatividade nessa instituição, segundo Biezunski. É importante também ressaltar que a introdução da teoria da relatividade na Escola Politécnica de Paris não foi feita sem alguma reserva, porque ela não aparece como fazendo parte de lições não exigidas nos exames.

Na Escola Naval, tem-se conhecimento de uma conferência proferida por Theophilo de Almeida, em 1930.

No Colégio Pedro II, escola secundária considerada modelo no País, encontra-se uma referência à relatividade, no trabalho do professor de Física George Summer, que submete à congregação do colégio uma tese intitulada *A experiência de Michelson*, em 1926. Todavia, a presença do tema relatividade em um programa de ensino só aconteceu no final da década de vinte, exatamente nessa escola.

Em 1929, o programa de ensino de física para o quinto ano do curso secundário, nessa escola, constava dos seguintes temas: acústica, ótica, eletricidade e física prática. O último tópico em eletricidade intitulava-se: idéias gerais sobre a teoria da relatividade. Os livros indicados eram: *Physica* de Ganot, tratado de *physica* de Raul Romano e *Elementos de physica* de Padua Dias. Já no programa de 1931, não há explicitamente o estudo da teoria da relatividade, mas o título “exposição sumária das teorias modernas da Física”. No programa de física de 1943, não há mais referência à teoria da relatividade, nem a noções sobre física moderna. Esse era o currículo prescrito, não se tem mais informações que possam de fato mostrar que esse ensino aconteceu no período acima definido.

O currículo do curso de bacharelado em Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo estava assim estruturado, na década de trinta:

Ano	Disciplinas
1.	Física geral e experimental (1. parte) Cálculo Vetorial Geometria Analítica e projetiva Análise Matemática (1. parte)
2.	Física geral e experimental (2. parte) Mecânica racional Análise Matemática (2. parte)
3.	Teorias físicas e históricas da física Física geral e experimental (exercícios de física) Análise Matemática

O programa da disciplina de Física Teórica do terceiro ano era constituído dos seguintes conteúdos:

Complementos de eletromagnetismo: equações de Maxwell; Potências; Ondas eletromagnéticas; Propriedades elétricas dos meios ponderáveis.

Relatividade restrita: grupo de Galileu; grupo de Lorentz; relatividade do espaço e tempo; invariabilidade das equações de Maxwell; relatividade da massa e energia; representação geral de Minkowski.

Introdução à mecânica quântica: dualidade onda-corpúsculo; efeito Compton; difração e interferência das ondas eletrônicas; concepções de Broglie; equação de Schrödinger; átomo de hidrogênio; série de Balmer; princípio de exclusão de Pauli; classificação periódica; princípio da indeterminação.

O professor da disciplina de Física Teórica era o ítalo-russo Gleb Wathagin, que esteve no Brasil no início da década de trinta. Ele chegou ao Brasil em 1934, foi contratado pela recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, onde lecionou entre 1934 e 1950. Na Escola Politécnica regeu a cadeira de "Física, I e II". Foi introdutor das pesquisas em Física de Altas Energias no Brasil. Foi um dos principais cientistas trazidos por Theodoro Ramos e criador da tradição mais importante de pesquisa física no País. Seus trabalhos foram iniciados numa sala do Edifício Paula Souza. Entre outros, foram seus alunos na Escola Politécnica de São Paulo: Marcello Damy de Souza Santos (1914), Mário Schenberg, Júlio Rabim, Cândido da Silva Dias e Cavalcanti Albuquerque.

Após a década de trinta do século XX, o entusiasmo pela teoria da relatividade arrefeceu nos meios acadêmicos. Não encontramos outras publicações posteriores a esse período, mas isso não significa que elas não existiram.

Considerações finais

Semelhante a outros países, houve no Brasil tanto oposição quanto adesão às idéias de Einstein. A compreensão dos conceitos fundamentais da teoria da relatividade não era simples para as pessoas, que se manifestavam na imprensa, mesmo entre aqueles que possuíam uma formação acadêmica. Uma certa cautela com relação à teoria encontra-se em alguns textos, em que os autores procuram chamar a atenção para o perigo que a aceitação brusca de novas idéias pode trazer para a ciência. A época de maior efervescência das

discussões sobre a teoria da relatividade coincidiu com as que ocorreram nos demais países. É interessante observar, no currículo de uma escola secundária no Rio de Janeiro, a inclusão dos conceitos fundamentais da teoria da relatividade. Embora, não podemos ter certeza se de fato esse ensino ocorreu, pelo menos ele fazia parte do currículo prescrito no final da década de vinte do século XX.

Semelhante ao que ocorreu na Espanha e em Portugal, em que a recepção da relatividade foi dominada pelos matemáticos¹³, no Brasil, os professores de matemática das escolas politécnicas também exerceram um papel fundamental, entre eles é digno de menção Manoel Amoroso Costa e Theodoro Augusto Ramos (1895-1936). Segundo Studart, Costa e Moreira, se Ramos “tivesse submetido seu trabalho – A theoria da Relatividade e as raias espectraes do hydrogenio – a uma revista de penetração internacional, ele seria citado hoje nos textos que tratam da história da Física Moderna” (p. 32). Theodoro Ramos foi professor de Cálculo Vetorial na Escola Politécnica de São Paulo e publicou, em 1939, baseado em suas notas de aula o livro “Leçons sur le Calcul Vectoriel” em Paris pela Livrarie Blanchard. Nessa obra, incluiu um capítulo sobre o cálculo tensorial em que revela a atualidade de suas leituras. Refere-se aos trabalhos de Levi-Civita – “Vereinfachte Herstellung der Einsteinschen Einheitlichen Feldgleichungen, publicado nos Anais da Academia de Berlin, em 1929. Além disso, cita a obra de Levi-Civita – “The absolute differential calculus”, de 1927, entre outras. Podemos constatar que Theodoro Ramos estava muito familiarizado com a base matemática necessária para entender a teoria da relatividade, assim como Manoel Amoroso Costa. Ambos podem ser considerados como dois matemáticos pioneiros que contribuíram para a divulgação da teoria da relatividade no Brasil.

Bibliografia

- ALMEIDA, Theophilo Nolasco. **Einsteine "versus" Michelson**. Rio de Janeiro: Imprensa Naval, 1930.
- AZEVEDO, Roberto Marinho. O princípio da relatividade. Revista de Ciencias, Rio de Janeiro, jan-fev 1920 (parte 1) e mar-abr 1920 (parte 2).
- _____. A teoria da relatividade einsteiniana. Revista Brasileira de Engenharia, 1921, jul.
- BARROUIN, Affonso. A ilusão de Einstein, ou A Relatividade de Einstein e a Relatividade de Galileu. Rio de Janeiro: Jacinto Ribeiro dos Santos, 1925.
- BOTTO, Carlos Penna. **O néo-relativismo einsteiniano**. Rio de Janeiro: Imprensa Naval, 1923.
- CAMPANELLO, Netto. **Algumas palavras sobre Alberto Einstein**. Recife: Imprensa Industrial, 1926.
- COSTA, Manoel Amoroso. **Introdução à teoria da relatividade**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1995. 2. edição.
- _____. A teoria de Einstein . O Jornal , 149, Rio de Janeiro, 12 of November, 1919.

¹³ Além dos matemáticos espanhóis, também o francês Tullio Levi-Civita esteve ministrando cursos sobre a teoria da relatividade em 1921, na Espanha.

- _____. À margem da teoria de Einstein. O Jornal, ano 4, n. 971, 19/03/1922.
- _____. A Teoria da Relatividade: esboço histórico. Revista Brasileira de Engenharia, 1922, mai, 3(5).
- COUTINHO, Gago. **Tentativa de interpretação simples da teoria da relatividade restrita**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 1926.
- DANTES, Maria Amélia Mascarenhas. As Ciências na história brasileira. Cienc. Cult. vol.57 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005.
- EINSTEIN, Albert. **The special and the general theory**. Chicago: Henry Regnery, 1931.
- EINSTEIN, A.; Lorentz, H.; Minkowski, H. **O princípio da relatividade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989.
- FERREIRA, A. M. A construção da ciência no Brasil e a SBPC. Brasília: Editora da UnB, 2000.
- FITAS, A. J. S. The Portuguese Scientific Community and the Theory of Relativity In the 20 th-Century Period Between the Wars (1910 to 1940). Disponível < <http://evunix.uevora.pt/~afitas/HFC.htm>>. Capturado em 20/08/2005.
- FOLSING, Albrecht. **Albert Einstein: eine biographie**. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1993.
- FREIRE, Luiz de Barros. Um interessante aspecto da teoria da relatividade. Boletim de Engenharia, Recife, ano 2, 1 (1), 1924.
- GLICK, Thomas. **The comparative reception of relativity**. Dordrecht: Reidel, 1987.
- Israel, Hans; Ruckhaber, Erich; Weinmann, Rudolf; Del-Negro, Walter. **Hundert Autoren gegen Einstein**. Leipzig: Voigländer, 1931.
- Jean Eisenstaedt; Júlio C. Fabris. Amoroso Costa e o primeiro livro brasileiro sobre a Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V. 26, n. 2, (2004), p. 185-192.
- LATOUR, Bruno. A relativistic account of Einstein' Relativity. **Social Studies of Science**, v. 18, (fev. 1988), p.3-44.
- MARTINS, Wilson. **História da Inteligência Brasileira**. V.6. São Paulo; Clutrix, 1979.
- Miranda, Francisco Cavalcanti Pontes. **Sistema de ciência positiva do Direito**. Rio de Janeiro, 1922.
- _____. Vorstellung vom Raume. **Atti del V Congresso Internazionale di Filosofia**. Guido della Valle (ed.). Napoli: Società Anonima editrice Francesco Perrella, 1925. p. 559-565. (V Congresso Internazionale di Filosofia, Napoli, 5-9 maio de 1924).
- MOREIRA, Ildeu; Videira, Antonio. (Org.) **Einstein e o Brasil**. Rio de Janeiro: EDUF RJ, 1995.
- MORIZE, Henrique. Resultados obtidos pela comissão brasileira do eclipse de 29 de maio de 1919. revista de Ciencias, Rio de Janeiro, 4(3), mai-jun, 1920.
- PRADO, Luiz Cintra. A synthese dos phenomenos physicos. **Revista Polytechnica**. São Paulo, janeiro-fevereiro 1933.
- PYENSON, Lewis; Sheets-Pyenson, Susan. **Servants of nature: a history of scientific institutions, enterprises and sensibilities**. London: Fontana Press, 1999.
- _____. An end to national science: the meaning and the extension of local knowledge. **History os Science**, xl, (2002)p. 252-290.

RAMOS, Theodoro Augusto Ramos.. Leçons sur le Calcul Vectoriel. Paris: Librairie Blanchard, 1930.

_____. Sobre a theoria da estrutura do espectro das raias do hydrogenio. **Revista Polytechnica. São Paulo**, Ago 1923.

_____. A theoria da relatividade e as raias espectraes do hydrogenio. **Revista Polytechnica. São Paulo**. Nov. 1923.

RACHE, Pedro Demosthenes. A Relatividade e sua Aplicação ao Estudo dos Fenômenos Físicos. Belo Horizonte: Imprensa Oficial de Minas Gerais, 1932.

SCHWARTZ, Joseph. **Conheça Einstein**. São Paulo: Proposta editorial, 1984.

SILVA, Circe Mary Silva. Relativitätstheorie in Brasilien: Rezeption, Opposition und Öffentliches Interesse. In: (Org.) Jürgen Renn. **Albert Einstein - Ingenieur des Universums. 100 Autoren für Einstein**. Berlin; Wyley-VCH, 2005.

STUDART, Nelson.; Costa, Rogerio.; Moreira, Ildeu. Theodoro Ramos e os primórdios da Física Moderna no Brasil. **Física na Escola**, v. 5, n. 2, 2004, p. 34-36.

SUMMER, George. A experiência de Michelson. Rio de Janeiro: Colegio Pedro II, 1926. These apresentada à Congregação do Colegio Pedro II para o concurso ao cargo de professor cathedratico da cadeira de Física do mesmo colégio.

TOMALSQUIM, Alfredo. Constituição e diferenciação do meio científico brasileiro no contexto da visita de Einstein em 1925. **E.I.A.L.**, v. 7, n.2, 1996, p.25-44.

_____. **Einstein: o viajante da relatividade na América do Sul**. Rio de Janeiro: Vieira &Lent, 2003.

Circe Mary Silva da Silva

Professora do Programa de Pós Graduação em
Educação da UFES

E-mail: Circe@npd.ufes.br