

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Vol. III, Fasc. 4

Março de 1956

Albert Einstein

(1879-1955)

A morte de Albert Einstein ocorreu pelas seis horas e um quarto da manhã do dia 18 de Abril de 1955, no hospital de Princeton onde ingressara três dias antes. Por sua expressa determinação os principais órgãos do seu corpo foram reservados para estudo. O Dr. Thomas S. Harvey, patologista do Hospital de Princeton, retirou, por suas mãos, o cérebro de Einstein da caixa craneana e, de colaboração com o Dr. Harry Zimmermann, do Hospital Montefiore, de Nova Iorque, elaborou um plano de investigação destinado a conhecer minuciosamente a estrutura daquele cérebro privilegiado. O que então restou do corpo foi incinerado quinze horas após a morte e as suas cinzas lançadas ao vento.

Einstein, como as estrelas cadentes, atravessou o espaço, fulgiu, ardeu e dispersou-se no cosmos. Os estudantes de Princeton nunca mais sorrirão à passagem desse homem pequeno, mal vestido, que às vezes viam atravessar as ruas da cidade, em cabelo, despenteado, lambendo um sorvete saboroso.

*

* *

Albert Einstein nasceu em 14 de Março de 1879, em Ulm, cidade alemã do Wurttemberg, na margem esquerda do Danúbio,

perto de Munique, para onde sua família se transferiu um ano após o nascimento. Seu pai, Hermann Einstein, possuía uma pequena oficina de electroquímica que explorava de sociedade com um irmão. Deste tio paterno recebeu Einstein os primeiros contactos com a Matemática, e de sua mãe, Paulina Koch, o sentimento poético e a paixão musical, traços fundamentais da personalidade de Einstein. Do pai herdou o temperamento alacre, aberto e sincero, o prazer da gargalhada sem preconceitos e do gozo da vida livre, integrado na beleza das paisagens naturais.

A vida escolar de Einstein foi lenta e difícil. Magoava-se nas asperezas do ensino rígido, à maneira alemã da época, que lhe proporcionou este comentário: «Na escola primária os professores eram como sargentos; na secundária, como tenentes». Contudo, graças à orientação de seu tio e ao convívio de um jovem e inteligente estudante de medicina, Max Talmey, que frequentava a casa paterna, Einstein, à margem do ensino oficial, lia e estudava com afeição. Aos quatorze anos conhecia a Álgebra, a Geometria Analítica, e os Cálculos Diferencial e Integral.

Em 1894 surgiu a primeira perturbação da sua vida que tão agitada viria a ser. A oficina de Hermann Einstein não pros-

perava; os negócios corriam pèssimamente. O pai de Einstein, juntando a premente necessidade de renovar a vida ao desejo insatisfeito de ver horizontes novos, resolveu sair de Munique e instalar-se num lugar mais belo, mais de acordo com o seu temperamento de amante da natureza. Escolheu a Itália e instalou em Milão uma nova oficina de electroquímica.

Albert Einstein pretendeu continuar a frequentar o Ginásio, onde era interno, mas foi-lhe difícil suportar a solidão em que ficara. Para convencer o director do colégio a deixá-lo desistir do internato, obteve um certificado médico declarando que se encontrava em estado de depressão nervosa e que necessitava de um descanso prolongado junto dos pais. A sua saída, que Einstein julgava difícil, foi inesperadamente fácil. O colégio declarava-se satisfeito com a saída do aluno cuja presença naquela casa — declarou o professor chamando-o, uma tarde, ao gabinete — arruinava o respeito dos estudantes pelos seus mestres e pelo ensino.

Einstein chegou a Milão de tal modo impressionado e contrafeito com o ambiente escolar onde vivera que determinou renunciar à sua nacionalidade alemã. Renunciou e ficou «cidadão sem pátria» porque não podia, imediatamente, adquirir outra nacionalidade.

Entretanto a vida económica dos Einstein piorava progressivamente até que um dia o pai de Albert lhe declarou a impossibilidade de continuar a sustentá-lo e o convenceu a procurar um modo de vida. Einstein, cujo desejo era o de prosseguir os estudos, resolveu concorrer ao exame de admissão à Escola Politécnica Federal suíça, em Zurique, para onde partiu. Ficou reprovado nesse exame por falta de conhecimentos de ciências naturais e de línguas. Porém, os seus conhecimentos de Matemática impressionaram de tal modo os examinadores que o director da Escola o aconselhou a preparar-se nos assuntos que ignorava e a repetir o mesmo exame.

Foi em Aarau que Einstein obteve a necessária preparação, num ambiente escolar que o encantou e que teve de abandonar com saudade ao fim de um ano para concorrer de novo à Escola Politécnica de Zurique, em que foi admitido.

A estadia em Aarau permitiu, a Einstein, uma observação pessoal que iria definir a sua vida futura: não era pelas Matemáticas puras que se interessava, como julgara até aí; era pela Física. Em Zurique, o ensino da Matemática estava a cargo de Minkowski que, como leccionador, estava muito aquém de corresponder ao seu valor como cientista. É curioso que tendo sido Minkowski um dos matemáticos cuja poderosa capacidade intelectual mais auxiliou o progresso das teorias einsteinianas, foi também quem afastou Einstein do interesse pelo estudo da Matemática. Só mais tarde viria a interessar-se de novo.

Ao iniciar-se o século xx terminava Einstein o curso da Politécnica de Zurique. Tinha então vinte e um anos. Lançado para a vida, começou, como é natural em casos semelhantes, a dar lições, ocupação que muito lhe desagradava e que lhe criou profundas incompatibilidades sociais. Vivia quase com miséria, mal alojado, mal agasalhado, mal alimentado. O aspecto que apresentava impressionou um seu ex-camarada de estudos, Marcel Grossman, cujo pai, bem relacionado, conseguiu um emprego para Einstein em condições excepcionalmente boas. O emprego era em Berne, na Repartição de Patentes de Invenção, e o trabalho consistia em apreciar e dar o seu parecer sobre os relatórios que lhe eram apresentados.

Foi por esta época que se fez cidadão suíço e que casou com uma rapariga húngara, Mileva Maritsch, que fora sua colega na Politécnica e de quem veio a ter dois filhos.

*

* *

Agora, menos preocupado com os problemas mais instantes da existência quoti-

diana, pode Einstein entregar-se à meditação profunda das interrogações que o apaixonavam.

No princípio deste século a Física situara-se numa posição de compromisso que alarmava o espírito de muitos cientistas. Como é sabido, a teoria das ondas luminosas de Huyghens, prolongada mais tarde pelos trabalhos de Maxwell e de Hertz, exigia a concepção de um *éter* espacial, meio necessário à efectivação das vibrações que originam a propagação das ondas. Michelson, em 1881, procurou medir a velocidade da Terra através desse éter e, numa sucessão de famosas experiências, obteve, para essa velocidade relativa, um valor nulo. Dir-se-ia que a Terra, no seu movimento, arrasta consigo o hipotético éter; contudo o fenómeno conhecido por «aberração da luz das estrelas», prova que o éter não sofre qualquer influência devido ao movimento da Terra.

O resultado «negativo» das experiências de Michelson apresentava-se assim em profunda contradição com os conhecimentos da Física clássica, e nisso consistia, exactamente, a sua negatividade.

A interpretação deste resultado «negativo» foi conseguida por Einstein depois de sujeitar as ideias fundamentais e seculares da Física a uma crítica de excepcional agudeza, crítica a que ninguém se tinha atrevido não só pelas dimensões intelectuais que exigia de quem a formulasse como também por ser inverosímil suspeitar-se que a evidência das próprias ideias fundamentais da Física pudesse esconder algum erro. Foi, como escreveu Broglie, um admirável esforço do pensamento.

Sempre se acreditou que a medida da distância entre dois pontos do espaço tivesse um valor concretamente definido, independente do estado de repouso ou de movimento do observador que a avaliasse e necessariamente a mesma qual quer que fosse o observador. Análogamente o tempo decorrido no intervalo entre

dois fenómenos seria necessariamente o mesmo para qualquer observador, em repouso ou em movimento. Noutros termos: o espaço e o tempo tinham carácter absoluto.

Foi sobre estas «verdades intangíveis» que Einstein fez incidir a luz do seu pensamento crítico, afirmando que eram falsas; que o espaço e o tempo têm carácter relativo, isto é, que os valores das suas medidas dependem do movimento relativo dos observadores.

Broglie, que é, incontestavelmente, um dos espíritos mais audazes e mais brilhantes da Física moderna, teve a nobre franqueza de escrever: «Os raciocínios de que Einstein se serviu para justificar a sua nova concepção do espaço e do tempo são, em geral, tão subtis, que é difícil desenvolvê-los correctamente».

Como todos os conhecimentos de Física assentam nas noções de espaço e de tempo, é evidente que a substituição dessas noções por outras, abalou todo o corpo da Física. Assim Einstein estabeleceu como novas «verdades», a invariância da velocidade da luz, o aumento da massa de um corpo quando a sua velocidade aumenta, a inércia da energia, a transformação recíproca massa-energia, a descontinuidade da luz, etc.

A exposição escrita destes primeiros trabalhos de Einstein foi publicada em 1905, na revista suíça *Annalen der Physik* com o título *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (Sobre a electrodinâmica dos corpos em movimento).

Aí se estabelecem as bases da teoria que ficou conhecida por «Teoria da Relatividade Restrita», por se referir apenas à relatividade dos movimentos uniformes e rectilíneos. O original entregue à redacção da revista constava apenas de trinta páginas manuscritas de papel de carta. Sobre o conteúdo dessas páginas, sobre o seu autor e a sua restante obra, já se escreveram, até hoje, cerca de quatro mil volumes.

*

* *

A emoção causada pela «memória» de Einstein no mundo científico passou por toda a gama de valores, desde a que faz ecoar a mais desdenhosa das gargalhadas até à que se traduz num autêntico deslumbramento. Há vinte e cinco anos que a Física se esforçava, baldadamente, por se desvincilhar dos embaraços criados pelas experiências de Michelson. A tentativa de interpretação imaginada por Fitzgerald e Lorentz, admitindo a possibilidade de uma contracção dos corpos materiais provocada pelo seu movimento através do éter, era pouco convincente por artificiosa. Einstein, sem artifício, embora seguindo raciocínios de apreensão difícil, abria um caminho novo e intensamente iluminado para o progresso subsequente da Física. Poincaré, em França, Lorentz, na Holanda, Max Planck, na Alemanha, e outros na vanguarda do pensamento científico, reconheceram no jovem funcionário da Repartição de Patentes de Berne, uma revelação surpreendente.

Após a publicação da Teoria da Relatividade, o professor Kleiner convidou Einstein para reger um curso de Física na Universidade de Berne, na situação de *Privatdozent*, categoria particular de professor cujos honorários são pagos pelos estudantes que desejam assistir aos cursos. Daí ingressou, em 1909, no cargo de professor «extraordinário» da Universidade de Zurique, abandonando Berne e o seu lugar na Repartição das Patentes.

O tempo que, então, leccionou em Zurique foi bastante curto. Em 1910 dava-se uma vaga na cadeira de Física Teórica na Universidade alemã de Praga, para a qual Einstein foi convidado. Era a primeira vez que lhe surgia a oportunidade de ocupar um lugar de carácter definitivo como professor universitário, o que lhe permitia receber honorários de maior vulto.

A sua estadia em Praga não foi isenta

de dificuldades, como aliás, normalmente, sempre sucedeu na sua vida. O temperamento de Einstein não lhe permitia encarar certos preconceitos sociais com aquela seriedade e gravidade que as conveniências exigem. Era um espírito crítico, de um criticismo folgazão e irreverente que escandalizava os seus iguais. São inúmeras as anedotas contadas pelos seus íntimos em que essa personalidade comprometedora se acentua. Por outro lado, Einstein era de origem judaica, motivo forte para que a sua presença na Europa Central da época fosse mal vista por grande número de pessoas.

Durante a sua estadia em Praga, que abandonou em 1912, Einstein continuou a desenvolver os problemas criados pela sua Teoria da Relatividade. Foi por esta época que se relacionou com Georges Pick, matemático de elevada categoria, com quem dava longos passeios, quase diários, dedicados à discussão dos assuntos que o preocupavam. Pick auxiliou-o, orientando-o particularmente no desenvolvimento do Cálculo diferencial absoluto de Ricci e Levi-Civita.

É desta época (1911) o seu trabalho *Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes* (Influência da gravitação na propagação da luz). No ano seguinte (1912) publicou *Über die thermodynamische Begründung des photochemischen Äquivalenzgesetzes* (Sobre os fundamentos termodinâmicos da lei da equivalência fotoquímica).

Data também do mesmo ano de 1911 a reunião, em Bruxelas, a convite e a expensas de Ernest Solvay, onde se encontraram os mais gloriosos investigadores do tempo: Poincaré e Langevin, pela França, Rutherford, pela Inglaterra, Planck e Nernst, pela Alemanha, Lorentz, pela Holanda e Madame Curie, pela Polónia. Einstein e Hasenöhr representavam a Áustria. Aí, todos tiveram oportunidade de conhecer de perto o génio da Física a cuja obra votavam tão grande admiração.

*

* *

Em 1912, Einstein deixou Praga e ingressou, como professor de Física Teórica, na Escola Politécnica de Zurique, onde estudara. Aí encontrou o seu antigo discípulo Marcel Grossmann, então matemático distinto, com quem estreitou íntimas relações científicas e que o auxiliou no desenvolvimento da sua Teoria Geral da Gravitação. É desta época a sua viagem a Viena onde foi proferir uma conferência que ficou célebre e onde se relacionou com Ernest Mach, cujo pensamento filosófico influenciou profundamente Einstein na concepção da Teoria da Relatividade.

A sua demora na Politécnica de Zurique foi apenas de um ano. Planck e Nernst tinham-se deslocado proposadamente àquela cidade suíça para convidarem Einstein a aceitar o cargo de director de um Instituto de investigação científica que se projectava criar em Berlim. Seria nomeado professor da Universidade e membro da Academia de Ciências da Prússia. Einstein aceitou e partiu para Berlim onde iria viver durante vinte anos, de 1913 a 1933, uma vida cheia de surpresas em que sofreria os mais cruciantes golpes de toda a sua existência. Foi também nesta época que Einstein se divorciou da sua primeira mulher e se casou com Elsa Einstein, cujo apelido já lhe pertencia por ser sua parente.

Pouco depois de se estabelecer em Berlim, em Agosto de 1914, estalava a primeira grande guerra mundial. No tumulto das paixões que então se desencadearam, um grupo de noventa e dois intelectuais alemães, artistas e cientistas, publicaram e assinaram um manifesto em que afirmavam a sua concordância com as directrizes da política seguida pelo Governo. Einstein, que se declarava contrário à guerra, não quis assinar. A atitude, bastante arriscada naquelas circunstâncias, teve a justificá-la, em parte, a nacionalidade suíça de Einstein.

Foi durante a guerra, em 1916, que Einstein publicou a Teoria da Relatividade Generalizada (*Die Grundlagen der allgemeinen Relativitäts theorie*), na qual apresenta uma nova e revolucionária teoria da gravitação. Segundo ela, a geometria euclidiana deixa de ser válida, como sempre se admitira, em qualquer espaço que contenha massas criadoras de forças gravíticas, pois o espaço, em virtude disso, manifesta uma curvatura, que é definida pela distribuição das massas que originam o campo gravítico.

Se a teoria de Einstein de 1905 já exigia uma capacidade de compreensão pouco frequente, mesmo entre os cientistas, esta, de 1916, excedia em muito essa exigência. J. J. Thomson, o eminente físico inglês, prêmio Nobel da Física, que à data era presidente da Sociedade Real de Londres, teve a honestidade de declarar publicamente em sessão solene dessa mesma Sociedade, destinada a apreciar as consequências da nova Teoria de Einstein, pouco depois da sua publicação: «Devo confessar que ainda ninguém conseguiu exprimir com clareza o que significa, na realidade, a teoria de Einstein». E, ao mesmo tempo que considerava a Teoria da Relatividade como «um dos maiores monumentos da história do pensamento humano», insistia em afirmar que muitos cientistas se viam embaraçados para a entenderem.

Para melhor acentuar a insuficiência da concepção de Newton relativamente às noções de espaço e de tempo, Einstein recorreu a um fenómeno celeste que se passa em desacordo com a teoria de Newton. É o caso do planeta Mercúrio cujo movimento não se segue dentro das previsões clássicas. A órbita de Mercúrio desloca-se, em torno do Sol, de um arco de 43,5 segundos por século, facto este para o qual não se encontrava explicação. A consideração da curvatura do espaço permitiu, porém, a Einstein interpretá-lo devidamente.

A confirmação das novas ideias de Einstein tornou necessária a observação de um

eclipse total do Sol que viria a dar-se em 29 de Março de 1919. A data foi esperada com a maior ansiedade pois, de certo modo, a ciência humana ia decidir o seu caminho futuro, entre a majestosa obra de Newton cujo pensamento iluminara o Universo durante três séculos, e a doutrina de Einstein, padrão erguido tão alto que a vista mal podia distingui-lo.

Os astrónomos ingleses, dirigidos por Eddington e distribuídos em duas expedições, instalaram-se em Sobral, ao norte do Brasil, e na nossa ilha do Príncipe, para a observação do eclipse solar. O êxito foi completo. Verificou-se o que Einstein afirmara: os raios luminosos eram, de facto, desviados pelo campo de gravitação solar e o valor do respectivo desvio concordava com o dos cálculos. O circunspecto *Times*, em Londres, encimava a respectiva notícia jornalística com o título: «Uma revolução na Ciência. As concepções de Newton derrotadas».

*

* *

Ao lado da extraordinária retumbância que as novas teorias físicas emprestavam ao nome do seu autor, começou a erguer-se, num ritmo crescente, após o armistício de 1918, uma violenta campanha doutrinária contra Einstein, em particular quando, em 1921, decidiu apoiar públicamente o movimento judaico que pretendia organizar uma pátria na Palestina. Por um lado os defensores das ideias racistas, por outro os físicos que se esforçavam por negar a razão de ser das novas doutrinas, por outro ainda os filósofos cujos sistemas se sentiam desamparados à luz das concepções da Relatividade, tudo se reunia para tornar insegura a presença de Einstein em Berlim. Escolheremos três frases, bastante eloquentes em si mesmas, para se avaliar o estado de confusão dos espíritos perante a obra científica e a pessoa de Einstein.

Uma, de Philipp Lenard, o físico alemão que se entregou ao estudo dos raios catódi-

cos e foi laureado com o prémio Nobel: «O exemplo mais frisante da perigosa influência dos círculos judeus no estudo da Natureza é-nos dado pelo sr. Einstein com as suas teorias de grande espalhamento matemático, cozinhadas com alguns conceitos já velhos e umas tantas arbitrariedades». Outra, de Wilhelm Wien, físico alemão, também laureado com o prémio Nobel, em conversa com Rutherford: «Os senhores, os ingleses, nunca conseguirão entender a Teoria da Relatividade porque ela exige uma sensibilidade, autenticamente alemã, para a especulação abstracta». E, por último, de Bouasse, físico francês. «O espírito francês, com as suas exigências de lucidez especificamente latina, não pode compreender a Teoria da Relatividade. Essa teoria é um produto das tendências teutónicas para a especulação mística».

Nos anos que se seguiram Einstein ausentou-se frequentemente da Alemanha acorrendo a vários países que o convidaram para a regência de cursos sobre a Teoria da Relatividade. O primeiro destes convites partiu da Universidade de Leide onde Einstein, atraído pela vida repousada da cidade, pensou em permanecer. O ministro da Educação da Alemanha receando que Einstein não regressasse à sua Escola escreveu-lhe, aconselhando-o a voltar para calar as bocas que especulavam com a sua ausência. Einstein regressou e, para mostrar a sinceridade da sua conduta, naturalizou-se alemão.

Entretanto, sucediam-se os convites para novas conferências e cursos. A sua palavra fez-se ouvir em Praga, em Viena de Áustria, em Nova Iorque, em Princeton, em Londres (onde depositou uma coroa no túmulo de Newton), no decurso de 1921; em Paris, em Xangai, em Kobe e na Palestina, em 1922 Em 1923 regressou à Europa visitando a Espanha onde conversou com Afonso XIII.

Foi no decurso de 1922 que Einstein recebeu o prémio Nobel da Física, data já tardia na sua vida de cientista mas justifi-

cada por certa dificuldade que houve em adaptar a natureza dos trabalhos de Einstein à orgânica da atribuição daquele prémio. Segundo as condições estabelecidas o prémio Nobel só deve ser referido a descobertas das quais a humanidade possa tirar proveito indiscutível. Ora como a Relatividade ainda era motivo de acirrados ataques, a Fundação Nobel rodeou a dificuldade atribuindo o prémio a Einstein em virtude da sua descoberta da lei da foto-electricidade e pela sua contribuição para a teoria dos quantos, evitando pronunciar se directamente sobre a Relatividade. Einstein, que nunca se entendeu com dinheiro, depressa se desfez das centenas de contos do prémio oferecendo metade à sua primeira mulher e o restante a uma obra de caridade.

Nos anos que se seguiram até 1930 a vida de Einstein foi quase toda passada em Berlim, entregue ao desenvolvimento das suas teorias particularmente no aspecto matemático em que muito o auxiliaram o húngaro Lancelotti e o austríaco Walther Mayer. Foi durante esse período de tempo que Louis de Broglie apresentou (1924), como tese de doutoramento, em Paris, as suas admiráveis ideias sobre o que depois se chamou a *Mecânica Ondulatória*, que Davison e Germer descobriram a difracção dos electrões (1927), que Heisenberg consolidou os alicerces da *Mecânica Quântica*, e que Bohr organizou a teoria do átomo.

Nos fins de 1930 Einstein partiu para a Califórnia, a convite do *Institute of Technology*, onde trabalhava Millikan. Nesse ano, e nos dois seguintes, Einstein passou aí os invernos, em Pasadena, regressando periodicamente a Berlim, até 1933 em que o advento do hitlerismo o decidiu, no regresso, a instalar-se na Bélgica, país que conhecia muito bem e onde foi recebido, por várias vezes, como hóspede no palácio do rei Alberto, de quem era amigo.

Em Berlim, numa noite agitada (3 de Março de 1933) uma multidão de estudantes lançou numa fogueira, defronte do edi-

fício da Ópera, ao som de canções patrióticas, as obras de Einstein. Apesar de se encontrar afastado do centro daquelas manifestações, o rei da Bélgica, receoso pela sorte do amigo, ordenou que se mantivesse permanentemente protegido por dois guardas da sua confiança.

Preocupados com o destino de Einstein, foram vários os organismos científicos de todo o mundo, entre eles a Universidade de Madrid, que se apressaram a convidá-lo oferecendo-lhe as suas pátrias como novo lar e as suas cátedras que consideravam imensamente dignificadas com a presença de homem tão notável. De todos os convites Einstein preferiu o de Abraham Flexner, pessoa de avultada fortuna que dispusera grande soma de dinheiro ao serviço da instrução e da investigação científica nos Estados Unidos e viera propositadamente à Europa contratar professores para a organização de um novo instituto (*Institute for Advanced Study*) perto de Princeton.

Foi aí, num ambiente de trabalho sereno, que Einstein passou a última fase da sua existência, desde o inverno de 1933 até ao ano da sua morte, período de vinte e dois anos onde couberam alguns dos acontecimentos de maior vulto na história contemporânea: a segunda grande guerra mundial e o desenvolvimento dos estudos sobre energia atómica. Nesse entretanto, em 1941, naturalizou-se cidadão americano.

Em Princeton, com o auxílio do matemático Walther Mayer, que viera de Berlim, e, principalmente, com a colaboração de Leopold Infeld, fisico polaco, Einstein pôde reatar, serenamente, o desenvolvimento das suas ideias. É desta época a sua Teoria unitária do campo de forças e da matéria, segundo a qual a massa de uma partícula é a própria concentração do campo em dadas regiões e, o movimento da massa, uma sucessão de modificações sofridas pelo campo. Relativamente à Física Nuclear os seus trabalhos teóricos incidiram sobre a unificação das leis que regem os fenómenos

gravíticos, electromagnéticos e os relativos às partículas subatómicas.

Esta é, em traços largos, a biografia daquele pequeno homem de atitudes irreverentes, a quem Haldane se referia quando o apresentou ao público selecto do *King's College*: «Meus senhores. Encontra-se na vossa presença o Newton do século xx, o homem que operou, na história do pensamento humano, uma revolução mais profunda do que a de Copérnico, a de Galileu e a do próprio Newton».

RÔMULO DE CARVALHO

Professor no Liceu D. João III

Bibliografia das «Memórias» fundamentais respeitantes à relatividade

(por ordem cronológica da sua publicação)

- 1 — MICHELSON — *American Journal of Science*, 22, 1881, 120; MICHELSON e MORLEY — *Idem*, 31, 1886, 377.
- 2 — LORENTZ — *Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern* (Ensaio sobre a teoria dos fenómenos eléctricos e ópticos nos corpos em movimento) — Leide, 1895, §§ 89-92.
- 3 — LORENTZ — *Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity less than of light* — *Proceedings of the Academy of Sciences of Amsterdam*, 6, 1904.
- 4 — EINSTEIN — *Zur Elektrodynamik, bewegter Körper* (Sobre a Electrodinâmica dos corpos em movimento) — *Annalen der Physik*, 17, 1905.

- 5 — EINSTEIN — *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energiegehalt abhängig?* (Dependerá a inércia de um corpo da energia que possui?) — *Annalen der Physik*, 17, 1905.
- 6 — MINKOWSKI — Conferência efectuada em Colónia, em 21 de Setembro de 1908, na 80.^a reunião dos físicos e naturalistas alemães, sobre o espaço e o tempo.
- 7 — EINSTEIN — *Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes* (Sobre a influência da gravitação na propagação da luz) — *Annalen der Physik*, 35, 1911
- 8 — EINSTEIN — *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie* (O fundamento da Teoria Geral da Relatividade) — *Annalen der Physik*, 49, 1916.
- 9 — EINSTEIN — *Hamiltonsches Princip und allgemeine Relativitätstheorie* (O Principio de Hamilton e a Teoria Geral da Relatividade) — *Sitzungsberichte der Preussischen Akad. d. Wissenschaften*, 1916.
- 10 — EINSTEIN — *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie* (Considerações cosmológicas sobre a Teoria Geral da Relatividade) — *Sitzungsberichte der Preussischen Akad. d. Wissenschaften* 1917.
- 11 — EINSTEIN — *Spiele Gravitationsfelder im Aufßer der materiellen Elementarteilchen ein wesentliche Rolle?* (Representará o campo de gravitação um papel essencial na estrutura das partículas elementares da matéria?) — *Sitzungsberichte der Preussischen Akad. d. Wissenschaften*, 1919.
- 12 — WEYL — *Gravitation und Elektrizität* — *Sitzungsberichte der Preussischen Akad. d. Wissenschaften*, 1918.

(Todas estas «memórias», à excepção da primeira, foram publicadas em 1923, pela editorial americana Dover, traduzidas em língua inglesa por W. Perrett e G. B. Jeffery, com o título *The Principle of Relativity*).

O que devemos a Einstein

Um dos fenómenos mais relevantes que nos aponta a história da Ciência dos últimos anos é a extraordinária influência que as ideias de Einstein exerceram não só sobre as teorias científicas contemporâneas como também sobre as suas aplicações.

A beleza e a grandeza dessas ideias são tais que tornam supérfluas, e até despropositadas, quaisquer palavras laudatórias.

Preferimos substituí-las, neste lugar, pela tentativa de tornarmos acessíveis algumas dessas ideias aos profanos ou àqueles que não são especializados nestes assuntos. Tentaremos, o melhor que pudermos, seguir o pensamento de Einstein nalguns dos seus trabalhos, assinalar o momento próprio em que se afastou dos caminhos já trilhados e apontar as regiões desconhecidas para que