

No primeiro centenário do nascimento de Henri Poincaré

por Ruy Luís Gomes

Em 24 de Setembro de 1904, realizou POINCARÉ, perante o Congresso Internacional de Artes e Ciências, reunido em St. Louis, uma conferência⁽¹⁾ intitulada «O estado actual e o futuro de Física Matemática», que as ulteriores e surpreendentes aquisições da Ciência não conseguiram desactualizar, antes consagraram como modêlo de síntese histórica e poder de previsão.

Por esse motivo, ao receber um convite para participar na elaboração deste número de homenagem ao «*main*» *Matemático Francês da segunda metade do século XIX*⁽²⁾, surgiu-me logo a ideia de a tomar para tema central, não pròpriamente de um artigo mas apenas de um comentário.

Mas — perguntará o leitor — será legítimo isolar de toda a sua obra, que abrange a teoria do potencial, luz, electricidade, calor,

capilaridade, electromagnetismo, hidrodinâmica, termodinâmica, probabilidade e ainda os problemas filosóficos do infinito e do contínuo, precisamente uma conferência sobre «... o futuro da Física Matemática», quando para nós contemporâneos da era atômica, esse futuro está já cinquenta anos para trás, e cinquenta anos no decorrer dos quais se operou uma verdadeira revolução em muitas das nossas concepções sobre o universo?

O próprio POINCARÉ preveniu o seu auditório, de 1904, que não esperasse uma profecia à «sensation», nem sequer um *prognóstico*... E sentem-se os seus cuidados, de se manter sempre no terreno menos traiçoeiro de um simples diagnóstico, que, afinal, para felicidade dos seus ouvintes e nossa ainda mais, o seu génio transpôs a cada passo.

Tivesse ele, no entanto, rompido abertamente com todas essas limitações, tivesse ele conseguido errar e a nossa admiração, ao comemarmos este centenário, seria ainda maior, se acaso isso é possível, pois os erros dos grandes homens são por vezes mais fecundos que os seus acertos, como tem sido salientado a propósito de alguns dos maiores. A impressão que se colhe, *hoje*, da leitura dessa conferência desfaz, porém, imediatamente todas as dúvidas ou pequenas preven-

(1) Foi publicada na íntegra, pela primeira vez, em *La Revue des Idées*, Paris, Nov. 15 1904, p. 801.818 e suponho que ainda não foi referida no nosso País. A ser assim, mais se nos impõe o dever de aproveitar esta oportunidade para a tornar acessível aos estudantes das nossas Universidades; é o que faremos utilizando a fotocópia existente na J. I. M.

(2) Palavras de D. J. STRUIK, *A Concise History of Mathematics*, Dover Publications, Inc., New York, 1948, p. 278.

ções que a nossa preocupação, *de sermos do nosso tempo*, teimasse em formular.

Com efeito, ultrapassando tudo aquilo que já não-será possível aceitar sem alterações, está o admirável estudo crítico da origem e evolução da Física Matemática, desde o paradigma Newtoniano — *fase das forças centrais* — até ao aparecimento das concepções de MAXWELL — *fase dos grandes princípios*: princípio de MAYER ou da conservação da energia, princípio de LAVOISIER ou da conservação da massa, princípio da igualdade de acção e reacção ou princípio de NEWTON, princípio da CARNOT ou da degradação da energia, princípio de menor acção e ainda princípio da relatividade⁽¹⁾.

Está ainda na clarividência com que, já em plena crise pré-relativista, na viragem do século XIX para o século XX, se firmou na convicção de que, a pesar de tudo . . . , a última batalha seria ganha pela Física-Matemática dos princípios.

Está também na lucidês com que, reflectindo sobre o fracasso, uma após outra, de todas as tentativas para medir a velocidade *absoluta* da Terra, foi até ao ponto de acrescentar aos princípios clássicos, o *princípio de relatividade*⁽²⁾ «as leis dos fenómenos físicos devem ser as mesmas, seja para um observador fixo, seja para um observador animado de um movimento de translação uniforme; de sorte que nós não temos e nem podemos ter nenhum meio de discernir se somos, sim ou não, arrastados por um semelhante movimento».

Ora, segundo este enunciado, o *princípio de relatividade* engloba não só as leis dos fenómenos do movimento dos corpos em particular as que se referem à *inércia*, como

ainda as da *propagação da luz*, nomeadamente naquele aspecto em que exprimem que a sua forma *não depende da velocidade da respectiva fonte*⁽¹⁾.

Por isso mesmo, pode dizer-se, sem receio de paradoxo, EINSTEIN construiu a *Relatividade* sobre um duplo *absoluto*: o da aceleração dos corpos materiais e o da propagação da luz (expressa geomètricamente no cone de luz); enquanto que GALILEU e NEWTON apenas consideravam o *absoluto-aceleração*. Regressando, porém, ao texto de POINCARÉ, desejamos salientar que há nele ainda uma alusão bem clara a uma *nova mecânica*: «Talvez devamos construir uma nova mecânica, que apenas entrevemos, na qual, crescendo a inércia com a velocidade, a velocidade da luz tornar-se-ia um limite intransponível».

E tanto basta para se apreciar, cinquenta anos depois, o alcance e a justeza das palavras proféticas do grande Físico-Matemático! Um ponto há, no entanto, em que POINCARÉ se deteve e não indicou, em termos assim explícitos, o sentido da solução — e esse ponto é o que diz respeito à *gravitação*.

Efectivamente, só EINSTEIN deu uma explicação satisfatória do fenómeno da gravitação, baseando-se, para isso, na equivalência entre a massa da inércia e a massa gravítica; equivalência que, como facto experimental, era já conhecida de NEWTON.

Mas essa explicação surgiu (já depois da morte de POINCARÉ) no decorrer dos anos de 1913 e 1914, quando EINSTEIN formulou a *Relatividade Geral*, associando a gravitação à inércia e estabelecendo que a matéria presente no universo é afinal a determinante dos fenómenos da gravitação-inércia e também do espaço e do tempo acessíveis à observação e experiência.

(1) POINCARÉ refere estes seis princípios.

(2) E. WHITTAKER, no 2.º vol. da sua documentadíssima *História das Teorias do Eter e Electricidade*, ed. Thomas Nelson and Sons Ltd, Edinburgh, 1953, salienta devidamente este resultado do *penetrante e original espírito* de POINCARÉ (p. 30, 31, Cap. II, A *Teoria da Relatividade* de POINCARÉ e LORENTZ).

(1) Traduz-se isto dizendo, quase como regra, que a velocidade da luz é constante. Mas é uma maneira errada de interpretar os factos, como tem sido posto em relevo por H. WEYL.

E só muito depois⁽¹⁾, em 1949-1950, lhe foi possível, com a colaboração de outros físicos teóricos, dar toda a relevância ao carácter *não-linear* das equações da gravitação, demonstrando que, por força disso, elas nos dão *também* os movimentos das massas potenciadas (e não apenas a estrutura do espaço e do tempo). É que essas equações não são *compatíveis* senão para *certos* movimentos dessas massas.

POINCARÉ presentiu, porém, o problema, como ressalta destas suas interrogações :

(1) Consultar SCHEIDEGGER, *Gravitational Motion*, Rev. Mod. Phys. Vol. 25, No. 2, 1953.

L'Etat actuel et l'avenir de la Physique Mathématique^(*)

par Henri Poincaré

Quel est l'état actuel de la Physique Mathématique ? Quels sont les problèmes qu'elle est amenée à se poser ? Quel est son avenir ? Son orientation est-elle sur le point de se modifier ? Le but et les méthodes de cette science vont-ils apparaître dans dix ans à nos successeurs immédiats sous le même jour qu'à nous-mêmes ; ou au contraire allons-nous assister à une transformation profonde ? Telles sont les questions que nous sommes forcés de soulever, en abordant aujourd'hui notre enquête.

S'il est facile de les poser, il est difficile d'y répondre. Si nous nous sentions tentés de risquer un pronostic, nous résisterions aisément à cette tentation en songeant à toutes les sottises qu'auraient dites les savants les plus éminents d'il y a cent ans, si on leur avait demandé ce que serait la Science au XIX^e siècle. Ils auraient cru être hardis dans leurs prédictions, et combien, après l'événement, nous les trouverions timides. N'attendez donc de moi aucune prophétie.

(*) Extraído do original publicado em *La Revue des Idées*, Paris, Nov. 1904.

«Eis-nos então em face dum problema que eu me limito a pôr. Se não há massa constante, que acontece à lei de NEWTON?»

«A massa tem dois aspectos, é ao mesmo tempo um coeficiente de inércia e uma massa gravítica (*attirante*) entrando como factor na atracção newtoniana. Se o coeficiente da inércia não é constante, a massa gravítica poderá sê-lo?»

«Eis o problema».

E se é certo que a resposta satisfatória a estas interrogações pertence a EINSTEIN, formulá-las é já um título de glória para POINCARÉ, embora não seja senão uma das muitas manifestações do seu extraordinário poder criador !

Mais si, comme tous les médecins prudents, je répugne à donner un pronostic, je ne puis pourtant me dispenser d'un petit diagnostic ; eh bien, oui, il y a des indices d'une crise sérieuse, comme si nous devions nous attendre à une transformation prochaine. Ne soyons pas toutefois trop inquiets. Nous sommes assurés que la maladie n'en mourra pas et même nous pouvons espérer que cette crise sera salutaire, car l'histoire du passé semble nous le garantir. Cette crise en effet n'est pas la première et il importe, pour la comprendre, de se rappeler celles qui l'ont précédée. Pardonnez-moi un court historique.

La Physique Mathématique, nous le savons, est née de la Mécanique céleste qui l'a engendrée à la fin du XVIII^e siècle, au moment où elle venait elle-même d'atteindre son complet développement. Dans ses premières années surtout, l'enfant ressemblait à sa mère d'une manière frappante.

L'Univers astronomique est formé de masses, très grandes sans doute, mais séparées par des distances tellement immenses qu'elles ne nous apparaissent que comme des points matériels ; ces points s'attirent en raison in-