

## AS LEIS DA FORONOMIA: LEITURA KANTIANA

*Resumo:* Neste artigo, temos, como objectivo, apresentar o sentido e valor das leis da Foronomia, segundo a obra de Kant, *Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe*, numa perspectiva relativa aos princípios da cinemática, como novo nome para a teoria física do movimento. Naturalmente esta designação de Foronomia aparece distanciada das expressões e dos objectivos propostos por Newton. Daqui que a orientação kantiana vai noutra linha subjectiva, segundo as indicações do espaço e do tempo, como formas puras da sensibilidade externa e interna, respectivamente. Contudo, será conveniente não esquecer o papel que, segundo Kant, representará a Foronomia para a Física, em geral, e qual a sua fundamentação crítica, de acordo com os juízos sintéticos *a priori*.

*Palavras chave:* Kant, foronomia, espaço, tempo, movimento, cinemática, leis de Newton, ciência física e crítica.

### *THE PHORONOMIC LAWS ACCORDING TO KANT: THE LECTURE*

*Abstract:* Kant's interpretation of the mathematics of motion is to be found in this *Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe* in the form of one fundamental principle of kinematics, with a new name to the theory motion, that is phoronomy. There is a new meaning of the phoronomic position, according to Kant, that she is different from the aim of Newton. On the one hand, there are philosophical researches that have go deeper in the understanding of motion, pointing to a strong relationship between the space, and time according to Kant. On the other hand, there are so many aspects of thought that demand a increasingly prominent role of phoronomy in the physical science. However, the *a priori* sintectic judgment plays a very important role to the critique foundations of phoronomy.

*Key words:* Kant, phoronomy, space, time, motion, kinematic, Newton's laws, physical science, and critique.

## INTRODUÇÃO

O pensamento kantiano não se dirige ao aspecto ontológico sobre a natureza e sobre a causa do movimento, segundo a física<sup>1</sup>.

Segundo Kant, no domínio gnoseológico, é importante distinguir as limitações dos princípios fundamentais de equívocos na aplicação de um axioma. Contudo, o valor pragmático dos fundamentos metafísicos, segundo Kant, pela “Dialéctica Transcendental”, é o conhecimento —*Erkenntnis*— de Deus, da Liberdade e da Imortalidade, o qual fornece exemplos —*Beispiele*— na forma de intuições (*Anschauungen*) para ilustrar os conceitos puros do entendimento —*reine Verstandesbegriffen*— das metafísicas universais<sup>2</sup>.

Kant refere que isto será somente a doutrina da natureza corporal, que pode fornecer as formas e princípios da intuição externa —*a priori*— da sensibilidade pelo espaço. Mas, a coordenada temporal é fundamental, em cinemática, porque é ela que, em Física, a diferencia da Geometria, dado que o tempo é forma pura *a priori* da sensibilidade interna.

Kant ao ter reduzido a intuição ao âmbito da sensibilidade, só poderá, falar de “intuições puras” no plano sensível (espaço e tempo), independentemente das intuições empíricas.

Kant, ao fundamentar a Física, redescobre, a necessidade de um conhecimento denominado —*a priori*—, que se apresenta como necessário, universal e puro (conhecimento que é independente de toda a experiência) e que se aplica ao plano intelectual aos conceitos puros do entendimento (*Verstand*) ou categorias<sup>3</sup>. Com este estudo procuramos estabelecer a interpretação ou formulação da foronomia pela cinemática de Newton, que o filósofo estudou, em Koenigsberg, sob orientação do professor Knuzen<sup>4</sup>, e pela leitura da teoria abstracta do movimento.

1 Cf. I. Kant, 1912. “Neurer Lehrbegriff der Bewegung un Ruhe”, in: *Gesammelte Schriften*, Band II, Verlag von G. Reimer, Berlin, Akademie der Wissenschaft, pp. 16-23.

2 Cf. R. Palter, 1973, “Kant’s Formulation of the Laws of Motion”, in: P. Suppes, *Space, Time and Geometry*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, p. 95.

3 Cf. L. V. Burgoa, 2002. “Intuición pura o abstracción formal de Kant a T. de Aquino”, in: *Pensamiento*, 58, pp.88-89.

4 Cf. R. Dugas, 1955, *A History of Mechanics*, translated by J. R. Maddon, New York, Central Book, pp.35-36.

## 1. LEIS GERAIS DA FORONOMIA

Chegamos assim a considerar tal como Kant observa que a “foronomia” não é uma doutrina pura do movimento, mas, de preferência, uma doutrina da quantidade do movimento<sup>5</sup>.

Uma proposição fundamental e particular (*Lehrsatz*) da “foronomia” reparte-se então pela chamada composição de movimentos, especialmente com a composição de dois movimentos rectilíneos de um ponto material, relativamente a um terceiro, usualmente chamado de resultante, que matematicamente se denomina teorema da composição de velocidades. Não poderemos cometer o erro de pensar que Kant estaria interessado, meramente, em elaborar um princípio formal para resolver os movimentos dos quais outra proposição foronómica poderia ser inferida. Criticando o pensamento foronómico de Kant, poderemos asseverar, a partir da Álgebra, que, pelo estudo de características das grandezas, será suficiente definir outras espécies de grandezas, que axiomáticamente expressam as propriedades formais das leis da composição de velocidade. A grandeza vectorial é fisicamente importante porque possui as mesmas propriedades formais, quer quanto às velocidades, quer quanto ao movimento<sup>6</sup>.

Noutro extremo, a partir de uma aproximação formal da Álgebra, encontra-se a derivação de Newton sobre a composição dos movimentos. Do ponto de vista de Kant, a perspectiva da demonstração de Newton é insuficiente, porque faz uso do conceito de inércia e o conceito de força não tem lugar na “foronomia”<sup>7</sup>. Aquilo que Kant pretendeu fazer foi mostrar que a composição (*Zusammensetzung*) de dois movimentos poderá ser construída *a priori* pela intuição. Assim, a construção *a priori* requer uma forma pura da intuição e as únicas formas consideradas para a mente humana são ora o espaço, ora o tempo.

Como o tempo pode ser representado espacialmente, a forma pura da intuição espacial assume um papel central no estudo do movimento. A solução de Kant para o problema da “foronomia” (φωρά = movimento, usado por Leibniz na sua teoria abstracta do movimento), mostra que dois movimentos rectilíneos de um ponto material poderá, em certo sentido, ser adicionado no espaço. A solução é formulada na primeira e única proposição da “foronomia”: a composição de dois movimentos de um ponto singular pode somente ser pensado (*gedacht werden*) ao representar

5 Cf. I. Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, Band IV, Akademic, Berlin, G. Reimer, p. 495.

6 Cf. R. Palter, 1973, “Kant’s Formulation of the Laws of Motion”, in P. Suppes (edit.), *Space, Time and Geometry*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, p. 98.

7 Cf. I. Newton, 1965, *Principi Matematici della Filosofia Naturale*, a cura di A. Pala, Torino, Unione Tipografica Editrice, pp. 93-106.

(*vorstellen*) um dos movimentos no espaço absoluto e o outro no movimento equivalente de um espaço relativo com velocidade igual e oposta<sup>8</sup>.

Em qualquer problema, entretanto, existirá um espaço relativo, cujo estado de movimento é inespecífico e, isto é, para o problema em questão, o espaço absoluto<sup>9</sup>.

Segundo Kant, em detrimento de Newton, o “espaço absoluto” é um referencial indeterminado, sendo a função deste espaço uma ideia reguladora da *Vernunft*.

Na prova da proposição fundamental da foronomia, Kant considerou três casos, dependendo das descrições relativas de dois movimentos originais. No primeiro caso, os dois movimentos são colineares e têm a mesma direcção; no segundo caso, os dois movimentos são colineares, mas de direcção oposta; e, finalmente, um terceiro caso, onde os dois movimentos não são colineares. A prova de Kant, para o segundo e terceiro casos, faz uso da inversão do procedimento no espaço relativo, juntamente com o princípio da relatividade do movimento de Galileu.

Será importante ver que, nestes três casos, a adição de velocidades se conceitualizar intuitivamente, tal como aconteceu com a “adição das distâncias”.

Aquilo que Kant pretendeu realizar foi reduzir o problema da adição de dois movimentos oblíquos de um ponto singular ao problema de calcular o movimento relativo de um ponto. Mas, dando o princípio da relatividade do movimento, os dois problemas são facilmente equivalentes, o qual se poderá enunciar, segundo Kant: Todo o movimento, como objecto de uma experiência possível, poderá ser visto como movimento de um corpo num espaço, que está em repouso ou em movimento em direcções opostas com igual velocidade<sup>10</sup>.

A minha interpretação gnoseológica da “prova foronómica” de Kant apresenta uma consequência interessante, que se salienta não como difícil para formular uma analogia relativista da prova. Não parece incompatível com a ideia de espaço absoluto e com o princípio da relatividade restrita de Einstein<sup>11</sup>.

8 Cf. I. Kant, “Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft”, in: *Kant's Werk, Gesammelte Schriften*, Berlin, Akademie der Wissenschaften, Band IV, Berlin, Verlag G. Reimer, pp. 478-479.

9 Cf. B. Russell, 1956, *The Principles of Mathematics*, London, G. Allen and Unwin Ltd, pp. 458-460.

10 Cf. I. Kant, “Neuerer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe (1758)”, in: *Kant's Gesammelte Schriften*, Band II, Berlin, Verlag von G. Reimer, pp. 20-23.

11 Cf. V. Fock, 1964, *The Theory of Space, Time and Gravitation*, translated by N. Kemmer, New York, Macmillans, pp. 20-25.

Assim, na cinemática clássica, está implicitamente assumido que existe um tempo universal e único para todos os observadores, em todos os referenciais, em estado de movimento uniforme, rectilíneo ou em repouso.

Assim, diremos que a inversão de Kant, sobre o procedimento do espaço relativo, se determina como representação intuitiva da composição do movimento, se formos capazes de compreender “intuitivamente” a adição das distâncias num espaço de Lobachevski (estrutura geométrica hiperbólica)<sup>12</sup>.

Porém, as leis gerais e o teorema de composição de velocidades receberam pelas categorias da *Verstand*, uma formalização pelos juízos sintéticos *a priori*, onde se fundamentam.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO DO MOVIMENTO

A arquitectura do conhecimento do fenómeno móvel, em Kant, é determinada por duas considerações: por um lado, a tabela das categorias (quantidade, qualidade, relação e modalidade), que, segundo o filósofo, torna exaustivas as determinações possíveis *a priori* ou especificações de qualquer conceito de movimento ou da matéria; e, por outro, o conteúdo deste conceito e geral de matéria, que é requerido em ordem a ser alguma coisa específica. A avaliação do papel central, que a tabela das categorias desempenha aqui, na filosofia de Kant, é o objectivo deste ensaio baseado na *Kritik der reinen Vernunft*, onde o filósofo considera o movimento como característica da matéria, que a doutrina metafísica da substância corporal toma como ponto de partida. O mesmo pensamento vamos encontrar em Hegel. A matéria é antes de mais objecto do sentido externo e este sentido só pode ser afectado pelo movimento (*Bewegung*). Kant considera que a determinação fundamental (*die Grundbestimmung*) da matéria será o movimento (*Bewegung*). Esta interpretação, não correcta, segundo os comentadores de Kant (a partir de 1883), não é meramente uma questão de definição, podendo ser considerada uma asserção contingente, dependente da plausibilidade, que é determinada pelos resultados fisiologia da percepção.

Presumivelmente o que Kant queria dizer era que, na linha do seu pensamento, seria uma prova *a priori* de que o movimento é fundamental para os corpos. Entretanto, uma espécie de corpos, como os localizados essencialmente num

12 Cf. J. Araújo Moreira, 1980, *Física Clássica, para aplicações médicas e biológicas*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 35-48; Cf. Strauss M., 1972, *Modern Physics and its philosophy*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, pp. 168-169.

espaço-tempo quadri-dimensional, afirma-se pelo invariante espacio-temporal de Minkowski, que ultrapassa a feronomia de Kant.

Isto torna difícil ver porque o estado de movimento de um corpo tem sentido *a priori* mais do que a sua localização no espaço-tempo. Porém, é verdade que o uso dos referenciais quadridimensionais não é completamente natural na cinemática clássica (newtoniana), como são fundamentais em cinemática relativística<sup>13</sup>.

Kant descreve o movimento (*Bewegung*) como relativo, e nenhum corpo está em repouso. De alguma forma critica o pensamento de Leibniz que associa o espaço, a matéria e o tempo ao movimento, dando a entender que o movimento se apresenta como uma questão insolúvel. Se Kant, na *Estética Transcendental*, postula que o espaço e o tempo são formas puras *a priori* da intuição (externa e interna)<sup>14</sup> para a construção intuitiva do movimento, então teremos simultaneamente as duas formas puras *a priori* da sensibilidade externa (espaço) e interna (tempo).

A lei do paralelograma, para a adição de velocidades, segundo Kant, em *Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe*, designa-se como lei fundamental da “feronomia”.

Naturalmente, que, segundo Newton, será o movimento e a força discutidos sob uma forma axiomática.

Em Kant, o sucesso destacado dos físicos matemáticos (e de modo especial para o próprio Newton) requiere uma explicação em termos de insuficiências fundamentais das faculdades do conhecimento humano sobre a intuição e sobre o entendimento.

A explicação de Kant será que os físicos matemáticos descobriram que a necessidade de uma disciplina sintética —*a priori*—, que se denominará de “ciência da natureza”, realizada fora de um processo de construção matemática, é fundada na “intuição pura”.

Daqui se aúfere, que o problema inicial dos fundamentos da ciência da natureza poderá demonstrar que o movimento é “grandeza” genuína, significando que os movimentos podem, perante grandezas espaciais ou temporais, ser adicionados ou subtraídos, tal como se encontra na equação geral do movimento.

A crítica kantiana a esta lei fundamental da cinemática restringe-se ao domínio gnoseológico, deixando de lado o esse ou a forma de existir do movimento. Aponta-

13 Cf. A. Dias Gomes, 1945, *A Relatividade de A. Einstein*, Lisboa, Sá da Costa, pp. 30-45.

14 Cf. I. Kant, 1911, *Kritik der reinen Vernunft*, in: *Gesammelte Schriften*, Band IV, Berlin, Verlag von G. Reimer, pp. 60-75.

o como um conjunto de grandezas, mas não refere a natureza das mesmas. Logo, Kant não atingiu o fundamento ontológico da lei geral do movimento<sup>15</sup>.

Criticando Kant, poderemos afirmar que o movimento é a passagem contínua e sucessivo-fluente (espaço e tempo) da intensivamente (velocidade) do móvel do.

Enquanto que Kant fixa o “movimento” no âmbito da intuição pura *a priori*, dada pelo esquematismo no entendimento, pela Analítica Transcendental, na categoria da grandeza referindo que posso entender, mas não conhecer *per se* o movimento.

## CONCLUSÃO

Os mesmos juízos sintéticos *a priori* que fundamentam, a física clássica de Newton, segundo Kant, são, antes de tudo, juízos *a priori* (universais e necessários), mas somente sintéticos, enquanto “devem fundamentar” o carácter progressivo do conhecimento da foronomia, que tornam a Física, segundo o pensar kantiano, como possível gnoseologicamente<sup>16</sup>.

Na física clássica, são possíveis os Juízos Sintéticos, porque subsumem os fenómenos aos conceitos puros do entendimento (*Verstand*). Este sistema precede todo o conhecimento empírico da natureza. Quando definido num sistema *a priori*, será determinado como ciência pura da natureza física no caso do movimento (foronomia).

Desta sorte, os Juízos Sintéticos podem ser juízos da experiência, que nos ensinam como determinadas coisas são construídas, mas jamais como elas devam necessariamente ser assim e não possam ser constituídas de outro modo, como se pode verificar pela lei geral do movimento.

O entendimento (*Verstand*) capta os fenómenos no espaço e no tempo, no caso da foronomia, e dá-lhes uma forma, submete-o às categorias e dá-lhes carácter objectivo. A representação só possui esse quando informado e integrado no conceito puro. Para nós, este *esse* é ontológico, enquanto que em Kant é gnoseológico.

Segundo o filósofo da “Aufklärung”, temos conhecimentos (juízos) em que intervem universalidade e necessidade, bem como condições de possibilidade.

15 Cf. R. D. Borges de Meneses, 2002, “Teoria do Juízo segundo Kant”, in: *Humanística e Teologia*, 23, pp. 220-221.

16 Cf. I. Kant, 1966, *Prolegomena to any Future Metaphysic*, translation from german, Manchester, University Press, pp. 39-40.

Claro está que isso não pode proceder da experiência, deverá provir de outra fonte *a priori*, tornando o movimento cognoscível<sup>17</sup>.

Esta experiência inclui, segundo Kant, a forma imposta pelo sujeito e é o que já se encontra no plano da sensibilidade, na qual a intuição pura interna (tempo) configura os dados das impressões sensíveis (intuições empíricas) dos instantes concretos. A ligação entre o espaço e o tempo, pela velocidade, origina uma representação do movimento, que é dada numa categoria do entendimento (*Verstand*) tornando possível um juízo foronómico *a priori*, universal e necessário.

RAMIRO DÉLIO BORGES DE MENESES

17 Cf. J. W. Kane; M. M. Sternheim, 1988: *Physics*, New York, Wiley and Sons, pp. 6-11.