

## LEIS DO MOVIMENTO SEGUNDO KANT \*

### Introdução

A preocupação de Kant é gnoseológica, uma vez que o sentido está em determinar as condições de possibilidade puras *a priori* do movimento. O pensamento kantiano não se dirige ao aspecto ontológico sobre a natureza (essência, como princípio dinâmico) e sobre a causa do movimento, segundo a física aristotélica. A essência do fenómeno cinemático (movimento) é dada pela Física Teórica e isso sabe-o Kant.<sup>1</sup>

Segundo a filosofia da Física, a lei geral do movimento dá-nos a essência:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta e}{\Delta t} = \frac{de}{dt} = f'(t) \quad v = f'(t)$$

$$s = v \cdot f(t)$$

Daqui se segue que o movimento cinemático é constituído por três variáveis ou como uma função geral:

$$Mc = f(e, t, v)$$

Logo, o movimento, segundo a cinemática, será um conjunto transfinito de “pontos” (E) e “instantes” (T), intensivos ( $\hat{v}$ ), acto-potenciais.

A ontologia regional da Física determina o existir (*esse*) fenoménico, que é o seu fundamento, nos “pontos-instantes variáveis” vectorialmente pelo concreto, como um *esse cinematicum*. A coordenada mais importante do movimento cinemático reside na vectorial pela velocidade.

Segundo Kant, para o progresso da Física, no domínio cognoscitivo, é necessário distinguir as limitações dos princípios fundamentais de meros equívocos na

aplicação de um axioma. Logo, 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 nota que isto será somente a doutrina metafísica 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, como Kant elabora na Estética Transcendental.

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

Kant, ao fundamentar a Física, redescobre, de alguma maneira, a necessidade de um conhecimento denominado – *a priori* –, que se apresenta como necessário, universal e puro (conhecimento que é totalmente independente de toda a experiência) e que se aplica no plano intelectual aos conceitos puros do entendimento (*Verstand*) ou categorias.<sup>3</sup> Com este estudo procuramos estabelecer a interpretação ou formulação kantiana para as leis do movimento na Física de Newton, que o filósofo estudou, em Koenigsberg, sob orientação do professor Knuzen.<sup>4</sup>

### 1. Leis Gerais e Composição do Movimento segundo Kant

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

Uma proposição fundamental e particular (*Lehratz*) da “foronomia” reparte-se então com a 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 de teorema da composição de velocidades ( $Vr = u \pm v$ ). Não poderemos cometer o erro de pensar que Kant estaria interessado, meramente, em elaborar algum princípio formal para compor ou para resolver os movimentos dos quais outra proposição foronómica (cinemática) poderia ser deduzida. 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,

\* Homenagem no bicentenário da morte do filósofo da “Aufklärung” a 12/02/1804.

<sup>1</sup> Cf. I. KANT, “Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe (1758)”, in: *Gesammelte Schriften*, Band II, Verlag von G. Reimer, Berlin, Akademie der Wissenschaft, 1912, 16-23.

<sup>2</sup> Cf. R. PALTER, “Kant’s Formulation of the Laws of Motion”, in: P. SUPPES, *Space, Time and Geometry*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1973, 95.

<sup>3</sup> Cf. L. V. BURGOA, “Intuición pura o abstracción formal de Kant a T. de Aquino”, in: *Pensamiento*, 58 (2002), 88-89.

<sup>4</sup> Cf. R. DUGAS, *A History of Mechanics*, translated by J. R. Maddon, New York, Central Book, 1955, 35-36.

<sup>5</sup> Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, Band IV, Akademik, Berlin, G. Reimer, 1911, 495.

que axiomáticamente expressam as propriedades formais das leis de composição para os elementos. 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, que é feita a partir da primeira lei das duas leis do movimento. Do ponto de vista de Kant, a perspectiva da demonstração de Newton é insuficiente, porque faz uso dos conceitos de inércia e o conceito de força ( $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ) 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 (*Gemüth*) são ora o espaço, ora o tempo.

Mas, como o tempo *per se* 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” (φορῶν = movimento, usado por Leibniz na sua teoria abstracta do movimento), mostra que dois movimentos rectilíneos de um ponto material poderão, em certo sentido, ser adicionados no espaço. A solução é formulada na primeira e única proposição da “foronomia” (Kant, 1883): a composição de dois movimentos de um ponto singular pode somente ser pensado (*gedacht werden*) ao representar (*vorstellen*) um dos movimentos no espaço absoluto e o outro pelo movimento equivalente de um espaço relativo com velocidade igual e oposta.<sup>8</sup>

Para Kant, toda a descrição do movimento necessita de um referencial cinemático (sistema de pontos materiais) ou espaço relativo. Em qualquer problema, entretanto, existirá um espaço relativo, cujo estado de movimento é inespecífico e, isto é, para o problema em questão, no espaço relativo imóvel ou 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,

<sup>6</sup> Cf. R. PALTER, “Kant’s Formulation of the Laws of Motion”, in P. SUPPES (edit.), *Space, Time and Geometry*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1973, 98.

<sup>7</sup> Cf. I. NEWTON, *Principi Matematici della Filosofia Naturale*, a cura di A. Pala, Torino, Unione Tipografica Editrice, 1965, 93-106.

<sup>8</sup> Cf. I. KANT, “Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft”, in: *Kant’s Werk, Gesammelte Schriften*, Berlin, Akademie der Wissenschaften, Band IV, Berlin, G. Reimer, 1911, 478-479.

<sup>9</sup> Cf. B. RUSSEL, *The Principles of Mathematics*, London, G. Allen and Unwin Ltd, 1956, 458-460.

finalmente, um terceiro caso, onde os dois movimentos não são colineares. Ao que parece a insuficiência lógica da prova encontra-se no primeiro caso.

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.

Será importante ver que, nestes três casos, a adição de velocidades se conceitualiza 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 para o problema de calcular o movimento relativo de um ponto que se move e um sistema de coordenadas em movimento, que será o problema da subtracção de dois movimentos. Mas, segundo o princípio da relatividade do movimento, os dois problemas são facilmente equivalentes, como 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 como repouso de um corpo e movimento do espaço, em direcções opostas, com igual velocidade.<sup>10</sup>

Finalmente, a terceira orientação que encontramos, numa perspectiva crítica, na prova do apelo para que seja a mesma regra para as determinações em que o ponto em movimento está localizado no sistema de coordenadas.

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

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

A partir da mesma proposição segue-se directamente que as velocidades ( $v = \frac{de}{dt}$ ) determinam as mesmas regras da adição das distâncias, sendo o tempo o mesmo para todos os observadores ( $t = t'$ ), de acordo com o grupo de transformação de coordenadas de Galileu.<sup>12</sup>

Porém, 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>13</sup>

Tem sido discutida a possibilidade de uma intuição do espaço não-euclidiano, porque recentes estudos experimentais do espaço visual biocular sugerem

<sup>10</sup> Cf. I. KANT, “Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe (1758)”, 20-23.

<sup>11</sup> Cf. V. FOCK, *The Theory of Space, Time and Gravitation*, translated by N. Kemmer, New York, Macmillans, 1964, 20-25.

<sup>12</sup> Cf. J. ARAÚJO MOREIRA, *Física Clássica, para aplicações médicas e biológicas*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1980, 35-48.

<sup>13</sup> Cf. M. STRAUSS, *Modern Physics and its philosophy*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1972, 168-169.

que este se torna possível numa curvatura negativa. Mas, as leis gerais e o teorema de composição de velocidades<sup>14</sup> receberam, pelas categorias da *Verstand*, uma formalização pelos juízos sintéticos *a priori*, onde se fundamentam.

## 2. Fundamentação metafísica das Leis 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, tornam exaustivas as determinações possíveis *a priori* ou especificações de qualquer conceito de movimento ou da matéria *in genere*, e, por outro, o conteúdo deste conceito inicial e geral de matéria, que é requerido em ordem a ser alguma coisa definida ou 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, onde a doutrina metafísica da substância corporal toma como ponto de partida.<sup>14</sup> 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 (*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 e derivada, dependente da plausibilidade e que é determinada pelos últimos resultados da fisiologia da percepção.

Kant adianta que a mobilidade dos corpos é um conceito empírico, dado que pressupõe a percepção de alguma coisa, que se move.<sup>15</sup>

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 espaço-tempo quadri-dimensional, afirma-se pelo invariante de Minkowski:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$$

Isto torna difícil ver porque o estado de movimento de um corpo será um sentido *a priori* mais do que a sua localização no espaço-tempo. É verdade que o uso dos referenciais quadridimensionais não é completamente natural na cinemática clássica (newtoniana), como são fundamentais em cinemática relativística.<sup>16</sup>

Kant apresenta o estudo do movimento como intuição de todas as outras propriedades do móvel. Assim, Kant descreve o movimento (*Bewegung*) como relativo e nenhum corpo está em repouso. De alguma forma, critica o pensamento de

<sup>14</sup> Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, Band IV, 137-149.

<sup>15</sup> Cf. *Ibidem*, IV, 482.

<sup>16</sup> Cf. A. DIAS GOMES, *A Relatividade de A. Einstein*, Lisboa, Sá da Costa, s/d, 30-45.

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) respectivamente<sup>17</sup> para a construção intuitiva do movimento, então teremos simultaneamente as duas formas puras *a priori* da sensibilidade externa (espaço) e interna (tempo).

A posição kantiana na – *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* – (IV, Akademie, 467-479) apresenta uma outra interpretação para o movimento e suas propriedades, que se denominou de *foronomia*.

Mas, I. Newton, logo no prefácio aos – *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* –, apresenta as leis do movimento, ou leis mecânicas, como da acção da reacção ou:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Para a lei do paralelograma, na adição de velocidades, Kant em *Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe* (1758), designa-a como lei fundamental da “foronomia”.

Naturalmente que, segundo Newton, serão o movimento e a força discutidos sob uma forma axiomática, tal como o refere: “the moderns, rejecting substantial forms and occult qualities, have endeavoured to subject the phenomena of nature to the laws of mathematics”.<sup>18</sup>

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

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

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

$$E = v \cdot f(T)^{19}$$

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

<sup>17</sup> Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, in: *Gesammelte Schriften*, Band IV, 60-75.

<sup>18</sup> Cf. I. NEWTON, *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*, translated from latin, Berkeley, University Press, 1946, XVII.

<sup>19</sup> Cf. H. REICHENBACH, *Philosophy of Space and Time*, translated from german, New York, Dover, 1958, 10-25.

cinemático. Aponta-o como conjunto de grandezas, mas não refere a natureza das mesmas. Kant não atingiu o fundamento ontológico da lei geral do movimento.<sup>20</sup>

Criticando Kant, ontologicamente, poderemos afirmar que o movimento é a passagem contínua e sucessivo-fluente (espaço e tempo) intensivamente (velocidade) do móvel do  $(P - I)_{n-1}$  ao  $(P - I)_{n+1}$ . Será um *fieri* espacio-temporal intensivo ou forma progressiva do existir relativamente em  $(P - I)_n$ , onde surge o movimento, ontologicamente, como acto--potencial.

Enquanto que Kant fixa o “movimento” no âmbito da intuição pura *a priori*, dada pelo esquematismo do entendimento, pela Analítica Transcendental, na categoria da “Grandeza”, referimos que poderemos inteligir, mas não conhecer *per se* o movimento.

### Conclusão

Os juízos sintéticos *a priori* que fundamentam, em definitivo, 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 cinemática (leis gerais, universais e necessárias), que tornam a Física, segundo o pensar kantiano, como possível gnoseologicamente.<sup>21</sup>

Na física clássica, são possíveis Juízos Sintéticos, porque são princípios que subsumem os fenómenos sob conceitos puros do entendimento (*Verstand*), transformando-se num sistema natural. Este sistema precede todo o conhecimento empírico da natureza. Se definido num sistema *a priori*, então será determinado como ciência pura da natureza física no caso do movimento.

Desta sorte, os Juízos Sintéticos podem ser 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.<sup>22</sup>

A função cognoscitiva caracteriza-se no Juízo Sintético *a priori* como grau máximo do conhecimento objectivo. Logo, os Juízos Sintéticos são tais que, em virtude do predicado, vão além do conceito do sujeito, uma vez que aquele contém algo que não é pensado no conceito último [ $s = v \cdot f(t)$ ].

O entendimento (*Verstand*) capta os fenómenos no espaço e no tempo, segundo a cinemática, e dá-lhes uma forma, submete-os 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, em Kant é gnoseológico.

<sup>20</sup> Cf. R. D. BORGES DE MENESES, “Teoria do Juízo segundo Kant”, in: *Humanística e Teologia*, 23 (2002), 220-221.

<sup>21</sup> Cf. I. KANT, *Prolegomena to any Future Metaphysic*, translation from german, Manchester, University Press, 1966, 39-40.

<sup>22</sup> *Ibidem*, 40-42.

Segundo o filósofo da “Aufklärung”, temos conhecimentos (juízos) em que surgem universalidade e necessidade, bem como condições de possibilidade. Claro será que isso não pode proceder da experiência, deverá provir de outra fonte *a priori*, tornando o movimento cognoscível ( $v = e/\rho$ ).<sup>23</sup>

Mas, esta experiência inclui, para 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 ou “con-forma” os dados das impressões sensíveis (intuições empíricas) dos instantes concretos (tempo positivo). 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 cinemático *a priori*, universal e necessário.

Kant conseguiu fazer uma interpretação da Cinemática Clássica, o que já não é possível para a Mecânica Relativista de Einstein, nem para a Física Quântica. Aqui Kant teria de fazer uma nova extensão do juízo *a priori*. Apenas conseguiu uma fundamentação gnoseológica da Cinemática Clássica.

RAMIRO DÉLIO BORGES DE MENESES

<sup>23</sup> Cf. J. W. KANE; M. M. STERNHEIM, *Physics*, New York, J. Wiley and Sons, 1988<sup>3</sup>, 6-11.