



**Ramiro Délio Borges de Menezes**

IUCS. CESPU, GANDRA, PORTUGAL  
menezes7751@gmail.com

## Leis da Mecânica de Newton: segundo a leitura kantiana / *The Newtonian mechanics Laws according to Kant*

### Summary

Kant's interpretation of the mathematics of motion is to be found in this – *Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe* (1758) – in the form of one fundamental principle of kinematics. None of these propositions is especially original with Kant so far as the sheer mathematics goes, but the selection of just these motion's propositions and Kant's proof for each of them are at the very least strongly influenced by the special features of his critical philosophy.

**Key words:** Kant, philosophy.

### 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:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta e}{\Delta t} = de/dt = f'(t) \quad \text{ou} \quad v = f'(t)$$
$$s = \vec{v} \cdot f(t)$$

1 Cf. I. KANT, "Neurer Lehrbegriff der Bewegung un Ruhe (1758)", in: *Gesammelte Schriften*, Band II, Verlag von G. Reimer, Berlin, Akademie der Wissenschaft, 1912, 16-23.

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

$$Mc = f(e, t, \vec{v})$$

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

A ontologia regional da Física determina o existir (*esse*) fenoménico, que é o seu fundamento, nos “pontos-instantes variáveis” vectorialmente no 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 importante ser 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 ao 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>

2 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.

3 Cf. L. V. BURGOA, “Intuição pura o abstracción formal de Kant a T. de Aquino”, in: *Pensamiento*, 58 (2002), 88–89.

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

## 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 (*Lehrsatz*) 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, 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” (φορά = 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” (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>

5 Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, Band IV, Akademic, Berlin, G. Reimer, 1911, 495.

6 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.

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

8 Cf. I. KANT, “Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft”, in: *Kant’s Werk*,

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, o 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, 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 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 para o problema de calcular o movimento relativo de um ponto que se move e um sistema de coordenadas em movimento, que o problema da subtracção de dois movimentos. Mas, dando o princípio da relatividade do movimento, os dois problemas são facilmente equivalentes, o qual se poderá enunciar, segundo o mesmo 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 em movimento.

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>

---

*Gesammelte Schriften*, Berlin, Akademie der Wissenschaften, Band IV, Berlin, Verlag G. Reimer, 1911, 478–479.

9 Cf. B. RUSSEL, *The Principles of Mathematics*, London, G. Allen and Unwin Ltd, 1956, 458–460.

10 Cf. I. KANT, “Neurer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe (1758)”, in: Kant’s *Gesammelte Schriften*, Band II, Berlin, Verlag von G. Reimer, 1912, 20–23.

11 Cf. V. FOCK, *The Theory of Space, Time and Gravitation*, translated by N. Kemmer, New York, Macmillans, 1964, 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.

A partir da mesma proposição segue-se directamente que as velocidades  $v = de/dt$  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>

Assim, diremos que a inversão de Kant, sobre o procedimento do espaço relativo, se determina como representação intuitiva da composição do movimento, relativisticamente 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 que este se torna possível numa curvatura negativa. Mas, 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. Na foronomia, admitir um espaço absoluto, isto é, um espaço que, por não ser material, também não poderá ser objecto da – *Erkenntnis* –, como dado em si, significa algo que nem *per se*, nem nas suas consequências – como movimento no espaço absoluto – se pode perceber em vista da possibilidade da experiência, a qual deverá ser estabelecida sem ele. O espaço absoluto nada é “em si”, não é um – *Objekt* –, mas significa todo o espaço relativo, que sempre poderá ser pensado além do espaço dado e que eu faço retroceder até ao infinito para lá de todo o espaço, como a um espaço que este encerra e no qual posso admitir o primeiro como móvel.<sup>9</sup> Considerar o espaço como uma coisa real é confundir a generalidade lógica de um espaço empírico, enquanto aí contido, com o qual posso comparar todo o espaço empírico com uma generalidade física. A “mobilidade” de um objecto no espaço não se pode conhecer *a priori*, somente pensar. Como refere Selvaggi, sobre o conceito de espaço, no âmbito do idealismo de Kant: “*nec ipse negat rem in se, sed illam absolute incognoscibilem declarat: spatium et tempus non sunt nisi formae a priori pure subiecti cognoscentis et, magis in particulari, intuitiones purae sensus externi (spatium) et sensus interni seu imaginationis (tempus). Per has formas subjectivas, data amorpha, quae sensatio in sua passivitate recipit, primo informantur et ordinantur; et per eas fundatur possibilitas scientiae mathematicae, scilicet geometricae, quae considerat res ut extensas, et arithmeticae, quae illas considerat ut successionem habentes in série numerica*”.<sup>10</sup> (Selvaggi (1959), p. 106) Kant não só rejeita a realidade absoluta do espaço e do tempo, propugnada por Newton, como também considera todo o valor transcendental do conhecimento, afirmando terem espaço e tempo as condições subjectivas do conhecimento. Kant nega que o espaço e o tempo sejam, propriamente ditos, conceitos do intelecto ou categorias da razão, que não possuem propriedades do conceito universal, que se predica

12 Cf. J. ARAÚJO MOREIRA, *Física Clássica, para aplicações médicas e biológicas*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1980, 35–48.

13 Cf. M. STRAUSS, *Modern Physics and its philosophy*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1972, 168–169.

de muitos. Kant reafirma a origem empírica destas intuições, negando não ser possível que aquelas derivem a partir da experiência, como sendo condições universais, necessárias e *a priori*. O espaço apresenta-se como uma intuição pura *a priori* da sensibilidade externa, tal como se indica pela Estética Transcendental. Kant refere-se ao espaço físico ou ao imaginário, como ser de razão, o qual se fundamenta na intuição extensiva e correlativa dos corpos físicos. A foronomia é uma concepção mecânica restritiva que não vingou, tendo sido a designação de Cinemática que se manteve desde Galileu e Newton para definir o capítulo que trata do movimento, independentemente das causas que o originam. Convém lembrar que a “foronomia” de Kant surgiu como crítica à teoria abstracta do movimento de Leibniz, não tendo, pois, aperfeiçoado o pensamento de Newton.

## 2. FUNDAMENTOS A PRIORI DAS PROPOSIÇÕES FORONÓMICAS

Segundo Kant, visto a “mobilidade” de um objecto no espaço não se poder conhecer *a priori* e sem o ensinamento da experiência, ela nem foi incluída na *–Kritik der reinen Vernunft–* entre os conceitos puros do entendimento. Este conceito, enquanto empírico, podia encontrar o seu lugar unicamente numa ciência da natureza que, enquanto metafísica aplicada, se ocupa de um conceito fornecido pela experiência embora segundo princípios *a priori*. Naturalmente que alguém encontra prazer em referir as três partes do teorema geral da foronomia pelo esquema da divisão de todos os conceitos puros do entendimento (*Verstand*) *sub specie*. Pela divisão do conceito de quantidade, observará que, dado o conceito de uma grandeza conter sempre o da composição do homogéneo, a teoria da composição dos movimentos é, ao mesmo tempo, a pura teoria quantitativa da mesma e segundo os três momentos do movimento que o espaço proporciona: o da *unicidade* da linha e da direcção; o da *pluralidade* das direcções numa só e mesma linha e, por fim, o da *totalidade* das direcções e igualmente das linhas segundo as quais o movimento pode ocorrer. Assim, tem a determinação de todo o movimento possível como *quantum*, muito embora a quantidade dos movimentos – num ponto móvel – consista apenas na velocidade.

Segundo a perspectiva kantiana, construir o conceito de um movimento composto será representar *a priori*, na intuição, um movimento enquanto ele resulta da reunião num móvel de dois ou mais movimentos.

Assim, segundo a Analítica Transcendental, o movimento e seus graus, gnoseologicamente segundo Kant, fundamentam-se nas categorias do entendimento, quando unificadas pelo esquematismo da *Verstand*, levando-nos aos juízos sintéticos *a priori*, onde se fundamentam os conceitos de movimento, velocidade e de espaço. A intuição pura *a priori* orienta-nos da Estética à Analítica Transcendentais. Para a construção dos conceitos exige-se que a condição da sua representação não se vá buscar à experiência. Também não se pressupõem certas forças, cuja existência se pode derivar apenas da experiência ou, em geral, que a condição da construção não deva ela própria ser um conceito que não pode dar-se *a priori* na intuição como, por exemplo, o de causa e efeito, acção e reacção.

Independentemente dos dados locativos que se referenciam no conceito de movimento, segundo Kant, teremos que salientar que este depende do espaço e do tempo ao ponto de ser considerado como forma pura da sensibilidade, quer externa, quer interna, para o espaço e para o tempo, respectivamente. O movimento locativo, que é estudado na foronomia, é uma forma de intuição empírica, que posso pensar mas não conhecer. Aqui fica claro que a concepção foronómica de Kant se manifesta como descrição gnoseológica, sendo impossível uma fundamentação ontológica para o movimento, até porque este, para se constituir pela Analítica Transcendental, como juízo sintético *a priori*, necessita da tabela das categorias, tornando-o pela *Verstand* como algo de pensado, esquecendo o movimento cinemático. Na verdade, Kant considera dentro do movimento locativo várias espécies, as quais poderão ser “rotatórios” (sem mudança de lugar) ou “progressivos”. Estes, porém, poderão compreender o espaço ou ser movimentos limitados a um espaço.

À primeira espécie pertencem os movimentos em linha recta ou também em linha curva, que não retornam a si mesmos; à segunda, surgem os movimentos que retornam a si mesmos. Os últimos são os circulares ou oscilatórios, isto é, movimentos em círculo. Os primeiros percorrem o mesmo espaço sempre na mesma direcção. Os segundos, alternadamente e em sentido contrário, são como pêndulos que oscilam. Aos dois graus de movimento pertence ainda a vibração – *motus tremulus* –, que não é um movimento progressivo de um corpo, mas movimento alternativo de uma matéria que não alterará o seu lugar.

Na foronomia, admitir um espaço absoluto, isto é, um espaço que, por não ser material, também não poderá ser objecto da – *Erkenntnis* –, como dado em si, significa algo que nem *per se*, nem nas suas consequências – como movimento no espaço absoluto – se pode percepcionar em vista da possibilidade da experiência, a qual deverá ser estabelecida sem ele. O espaço absoluto nada é “em si”, não é um – *Objekt* –, mas significa todo o espaço relativo, que sempre poderá ser pensado além do espaço dado e que eu faço retroceder até ao infinito para lá de todo o espaço, como a um espaço que este encerra e no qual posso admitir o primeiro como móvel.

Considerar o espaço como uma coisa real é confundir a generalidade lógica de um espaço empírico, enquanto aí contido, com o qual posso comparar todo o espaço empírico com uma generalidade física.

A “mobilidade” de um objecto no espaço não se pode conhecer *a priori*, somente pensar.

Como refere Selvaggi, sobre o conceito de espaço, no âmbito do idealismo de Kant: “*nec ipse negat rem in se, sed illam absolute incognoscibilem declarat:*

*spatium et tempus non sunt nisi formae a priori pure subiecti cognoscentis et, magis in particulari, intuitiones purae sensus externi (spatium) et sensus interni seu imaginationis (tempus). Per has formas subjectivas, data amorpha, quae sensatio in sua passivitate recipit, primo informantur*

*et ordinantur; et per eas fundatur possibilitas scientiae mathematicae, scilicet geometricae, quae considerat res ut extensas, et arithmeticae, quae illas considerat ut successionem habentes in serie numerica*". ( Selvaggi, 1959, p.106 )

Kant não só rejeita a realidade absoluta do espaço e do tempo, propugnada por Newton, como também considera todo o valor transcendental do conhecimento, afirmando terem espaço e tempo as condições subjectivas do conhecimento.

Kant nega que o espaço e o tempo sejam, propriamente ditos, conceitos do intelecto ou categorias da razão, que não possuem propriedades do conceito universal, que se predica de muitos. Kant reafirma a origem empírica destas intuições, negando não ser possível que aquelas derivem a partir da experiência, como sendo condições universais, necessárias e *a priori*. O espaço apresenta-se como uma intuição pura *a priori* da sensibilidade externa, tal como se indica pela Estética Transcendental. Kant refere-se ao espaço físico ou ao imaginário, como ser de razão, o qual se fundamenta na intuição extensiva e correlativa dos corpos físicos. A foronomia é uma concepção mecânica restritiva que não vingou, tendo sido a designação de Cinemática que se manteve desde Galileu e Newton para definir o capítulo que trata do movimento, independentemente das causas que o originam.

Convém lembrar que a “foronomia” de Kant surgiu como crítica à teoria abstracta do movimento de Leibniz, não tendo, pois, aperfeiçoado o pensamento de Newton.

### 3. SENTIDO DAS PROPOSIÇÕES FORONÓMICAS

Segundo Kant, visto a “mobilidade” de um objecto no espaço não se poder conhecer *a priori* e sem o ensinamento da experiência, ela nem foi incluída na – *Kritik der reinen Vernunft* – entre os conceitos puros do entendimento. Este conceito, enquanto empírico, podia encontrar o seu lugar unicamente numa ciência da natureza que, enquanto metafísica aplicada, se ocupa de um conceito fornecido pela experiência embora segundo princípios *a priori*.

Naturalmente que alguém encontra prazer em referir as três partes do teorema geral da foronomia pelo esquema da divisão de todos os conceitos puros do entendimento (*Verstand*) *sub specie*. Pela divisão do conceito de quantidade, observará que, dado o conceito de uma grandeza conter sempre o da composição do homogéneo, a teoria da composição dos movimentos é, ao mesmo tempo, a pura teoria quantitativa da mesma e segundo os três momentos do movimento que o espaço proporciona: o da *unicidade* da linha e da direcção; o da *pluralidade* das direcções numa só e mesma linha e, por fim, o da *totalidade* das direcções e igualmente das linhas segundo as quais o movimento pode ocorrer. Assim, tem a determinação de todo o movimento possível como *quantum*, muito embora a quantidade dos movimentos – num ponto móvel – consista apenas na velocidade.

Segundo a perspectiva kantiana, construir o conceito de um movimento composto será representar *a priori*, na intuição, um movimento enquanto ele resulta da reunião num móvel de dois ou mais movimentos.

Assim, segundo a Analítica Transcendental, o movimento e seus graus, gnoseologicamente segundo Kant, fundamentam-se nas categorias do entendimento, quando unificadas pelo esquematismo da *Verstand*, levando-nos aos juízos sintéticos *a priori*, onde se fundamentam os conceitos de movimento, velocidade e de espaço.

A intuição pura *a priori* orienta-nos da Estética à Analítica Transcendentais. Para a construção dos conceitos exige-se que a condição da sua representação não se vá buscar à experiência. Também não se pressupõem certas forças, cuja existência se pode derivar apenas da experiência ou, em geral, que a condição da construção não deva ela própria ser um conceito que não pode dar-se *a priori* na intuição como, por exemplo, o de causa e efeito, acção e reacção.

Independentemente dos dados locativos que se referenciam no conceito de movimento, segundo Kant, teremos que salientar que este depende do espaço e do tempo ao ponto de ser considerado como forma pura da sensibilidade, quer externa, quer interna, para o espaço e para o tempo, respectivamente.

O movimento locativo, que é estudado na foronomia, é uma forma de intuição empírica, que posso pensar mas não conhecer. Aqui fica claro que a concepção foronómica de Kant se manifesta como descrição gnoseológica, sendo impossível uma fundamentação ontológica para o movimento, até porque este, para se constituir pela Analítica Transcendental, como juízo sintético *a priori*, necessita da tabela das categorias, tornando-o pela *Verstand* como algo de pensado, esquecendo o movimento cinemático.

Na verdade, Kant considera dentro do movimento locativo várias espécies, as quais poderão ser “rotatórios” (sem mudança de lugar) ou “progressivos”. Estes, porém, poderão compreender o espaço ou ser movimentos limitados a um espaço. À primeira espécie pertencem os movimentos em linha recta ou também em linha curva, que não retornam a si mesmos; à segunda, surgem os movimentos que retornam a si mesmos. Os últimos são os circulares ou oscilatórios, isto é, movimentos em círculo. Os primeiros percorrem o mesmo espaço sempre na mesma direcção. Os segundos, alternadamente e em sentido contrário, são como pêndulos que oscilam. Aos dois graus de movimento pertence ainda a vibração – *motus tremulus* –, que não é um movimento progressivo de um corpo, mas movimento alternativo de uma matéria que não alterará o seu lugar.

#### 4. 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, torna 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, que a doutrina metafísica da substância corporal toma como ponto de partida.<sup>14</sup> Assim, 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 e derivada, dependente da plausibilidade e que é determinada pelos últimos resultados em fisiologia da percepção.

Kant adianta que a mobilidade dos corpos é um conceito empírico, dado que ele 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 espacio-temporal 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 é qualquer sentido *a priori* mais do que a sua localização no espaço-tempo. Assim, 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 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 no – *Metaphysiche Anfangsgründe der Naturwissenschaft* – (IV, Akademie, 467–479) apresenta uma outra interpretação para o movimento e suas propriedades, que este denominou de – *foronomia* – Mas, I. Newton, logo no prefácio ao – *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* – apresenta as leis do movimento, ou leis mecânicas, como da acção da reacção, ou:

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

14 Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, Band IV, Berlin, Verlag von G. Reimer, 1911, 137–149.

15 Cf. *Ibidem*, IV, 482

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

17 Cf. I. KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, in: *Gesammelte Schriften*, Band IV, Berlin, Verlag von G. Reimer, 1911, 60–75.

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

Naturalmente, que, segundo Newton, será 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 mathematical”.<sup>18</sup>

Por outro lado, 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*).

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

Daqui se aúfere, 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:

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

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 cinemático. Aponta-o como um conjunto de grandezas, mas não refere a natureza das mesmas. Assim 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) da 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 no entendimento, pela Analítica Transcendental, pela categoria da “Grandeza” referimos que posso inteligir, mas não conhecer *per se* o movimento.

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

19 Cf. H. REICHENBACH, *Philosophy of Space and Time*, translated from german, New York, Dover, 1958, 10–25.

20 Cf. R. D. BORGES DE MENESES, “Teoria do Juízo segundo Kant”, in: *Humanistica e Teologia*, 23 (2002), 220–221.

## CONCLUSÃO

Os mesmos 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 os 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. Quando 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 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.<sup>22</sup>

A função cognoscitiva caracteriza-se no Juízo Sintético *a priori* como grau máximo do conhecimento objectivo. Assim, 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  $[s = \vec{v} \cdot f(t)]$ .

O entendimento (*Verstand*) capta os fenómenos no espaço e no tempo, no caso da cinemática e dá-lhes uma forma, submete-as 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.

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

Mas, esta experiência “formada” inclui, para o mesmo 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:  $v = f'(t)$ .

21 Cf. I. KANT, *Prolegomena to any Future Metaphysic*, translation from german, Manchester, University Press, 1966, 39–40.

22 *Ibidem*, 40–42.

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

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. Mas, a dinâmica estudaria o movimento como qualidade da matéria. A Mecânica interessa – e se pelas relações externas entre objectos físicos, que se movem dinamicamente e se expressam pela categoria da relação. Tudo isto surge na procura de um vínculo entre a *Kritik der reinen Vernunft* e as *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, tal como aparece na fenomenologia que se ocupa do movimento ou do repouso da matéria, perante os sentidos externos, pela categoria da modalidade, no intuito de estabelecer nexos entre as teorias físicas de Kant e de Newton. Contudo, deveremos criticar esta fenomenologia, dado que a Mecânica integra, *per se*, dois capítulos, a saber, a “foronomia” (cinemática) e a Dinâmica. O esquema de Kant não está de acordo com as teorias axiomáticas e formalizadas da Mecânica de Newton. A foronomia, segundo a lógica formal, é isomorfismo da Mecânica. O esquematismo kantiano, para fundamentar a mecânica de Newton, não se aplica na fundamentação da Mecânica Relativista e também será ultrapassada pela fenomenologia da Mecânica Quântica.

## REFERENCIAS / BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M., FINN, E. J. (1970): *Física, Mecânica*, Volumen I, Madrid, Aguilar.
- ALVEZ, A.S. (1988): *Mecânica Geral*, Coimbra, J.N.I.C.
- AQUINO, S. T. (1953): *In Octo libris de Physico auditu sive Physicorum Aristotelis Expositio Commentaria*, Napoles, M. D. Auria Pontificus Editor.
- BORGES DE MENESES, R. D. (1989): “Per multum spatium in pouco tempore”, *Humanística e Teologia*, 10.
- CASSIRER, E. (1972): *Kants Leben und Lehre*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- KANT, I. (1968a): *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, in: *Kants Werke, Akademie Textausgabe*, Band IV, Berlin, Walter de Gruyter & Co.
- KANT, I. (1968b): *Kritik der reinen Vernunft*, in: *Kants Werke*, Band III, Berlin, Walter de Gruyter & Co.
- KOMPANEYITS, A. (1965): *Theoretical Physics*, Moscow, Mir Publishers.
- LANDAU, L., LIFCHITZ, E. (1969): *Mécanique*, Moscow, Éditions Mir.
- MENDES DE SOUSA ALVES, V. (1998): *Ensaio de Filosofia das Ciências*, Braga, Publicações da Faculdade de Filosofia.
- SELVAGGI, PH. (1959): *Cosmologia*, Romae, Apud Aedes Universitatis Gregorianae.