

O MEMORÁVEL ERRO DE DESCARTES SEGUNDO LEIBNIZ: A QUESTÃO DA FORÇA VIVA

*Djalma Medeiros**

RESUMO

Em seus escritos de maturidade, Leibniz elabora uma série de objeções à noção cartesiana de extensão como a essência dos corpos. Em particular, esta noção é considerada incompatível com o próprio princípio cartesiano de conservação do movimento e mesmo a adição da noção de massa à extensão não é suficiente para dar conta das ações mecânicas. Para tanto, é necessário conceber a força ou ação motriz como uma realidade dinâmica e distinta, e acrescentar à teoria do movimento o princípio metafísico da equivalência entre a causa plena e o efeito inteiro. O erro de Descartes foi avaliar a força pela quantidade de movimento. Pois embora a estimativa da quantidade de movimento por mv (uma composição da quantidade de extensão m com a medida do movimento v) reflita a concepção cartesiana de corpo, ela, no entanto, não é conservada. O que é conservado é a força, estimada a partir da quantidade do efeito que ela é capaz de produzir, como altura a que um corpo pode elevar-se. Disso se segue que mv^2 é a quantidade que mede a força e, portanto, o que é conservado no movimento. O erro de Descartes tem implicações que vão além da mecânica e repercutem na própria metafísica, tornando inválido, num caso típico, a resposta cartesiana para a relação corpo e alma.

Palavras-chave: Descartes. Leibniz. Força viva. Dinâmica. Matéria.

* Professor de Filosofia da Faculdade de São Bento – São Paulo - SP. E-mail: djalma@correionet.com.br

ABSTRACT

In his mature writings, Leibniz elaborates a series of objections to the Cartesian notion of extension as the essence of bodies. Particularly, this notion is considered incompatible with Descartes' own principle of conservation of movement, and even the addition of the notion of mass to extension is not sufficient to account for mechanical actions. Thus, it is necessary to conceive of driving force or action as a dynamic and distinct reality, and add the metaphysical principle of equivalence between the full cause and the entire effect to the theory of movement. Descartes' error was to evaluate force by the quantity of movement. For although the estimate of the quantity of movement by mv (a composition of the quantity of extension m with the measure of movement v) reflects the Cartesian concept of body, it is not conserved. What is conserved is the force, estimated from the quantity of effect that it is capable of producing, as, for example, the height to which a body can raise itself. From this, it follows that mv^2 is the quantity that measures the force and, therefore, what is conserved in movement. Descartes' error has implications that go beyond mechanics and have repercussions on metaphysics itself, rendering invalid, as a typical case, the Cartesian answer to the relation between body and soul.

Keywords: Descartes. Leibniz. Living force. Dynamics. Matter.

A partir de 1686, Leibniz publica ou redige uma série de escritos¹

¹ Neste trabalho, cito preferencialmente as reconhecidas boas traduções existentes em língua portuguesa das obras de Descartes e Leibniz. Na ausência delas, e por um critério de proximidade, me refiro às boas traduções em espanhol ou em francês. O mesmo vale para outros pensadores. A edição canônica de Descartes é: *Oeuvres de Descartes*. ADAM, C. TANNERY, P. (Org.). Paris: Vrin, 1996 (nova edição), abreviada por AT. Já as edições canônicas de Leibniz, embora incompletas, são: *Die philosophischen Schriften*. GERHARDT, C. I. (Org.). Berlim: Weidmann, 1875-90, abreviada por GP; e GERHARDT, C. I. (Org.). *Leibnizens Mathematische Schriften*. Berlim: H. W. Schmidt, 1848-63, abreviada por GM.

que constituem a expressão madura da nova ciência da dinâmica que diz ter descoberto. Foi conduzido a isso, em parte, pelo cálculo infinitesimal, anunciado por ele em 1682 e publicado dois anos depois e que encontra aqui uma das primeiras e mais frutíferas aplicações. Ele insiste em dizer que o motivo do fracasso da física cartesiana não é tanto a impropriedade das suas ferramentas matemáticas, mas a impossibilidade de encontrar na mera extensão uma compreensão cabal dos seres materiais. Por outro lado, o magistério de Huygens lhe ensinara a apreciar a sutil conjunção de *razão e experiência* que os físicos matemáticos da geração que sucedeu Galileu e Descartes haviam conseguido. De fato, “nas regras verdadeiras de movimento há uma maravilhosa harmonia entre razão e experiência”,² dirá Leibniz. Porém, ele quer fazer algo mais do que isso: “vai tentar conseguir com respeito ao sábio holandês o que o fundador do racionalismo se propôs fazer para superar o toscano; uma teoria melhor fundada, que não se torne prisioneira dos ‘efeitos particulares’, senão que alcance as mais remotas causas dos fenômenos”.³

Os comentários que acompanham os escritos de Descartes sobre mecânica indicam que ele está cômico da importância de se apelar para a observação e a experimentação, principalmente como meio de decisão entre várias formas de explicação conflitantes:

[...] repassando meu espírito sobre todos os objetos que alguma vez se ofereceram aos meus sentidos, ousou dizer que não observei nenhum que não pudesse explicar assaz comodamente por meio dos princípios que achara. Mas cumpre que eu confesse também que o poder da natureza é tão amplo e tão vasto e que esses princípios são tão simples e tão gerais, que quase não notei um único efeito

² Leibniz. Advertências à parte geral dos Princípios de Descartes (1691/97). In: *Opuscles philosophiques choisis*. SCHRECKER, P. (Org.). *Texte latin et traduction*. Paris: Vrin, 2001, parte II, art. 53, p. 125 [GP, IV, p. 381].

³ CAÑEDO-ARGÜELLES. Estudo preliminar. In: Cañedo-Argüelles, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinâmica*. Madri: Tecnos, 1991, p. XXX.

particular que eu já não soubesse ser possível deduzi-lo daí de várias maneiras diferentes, e [...] não conheço outro expediente, senão o de procurar novamente algumas experiências, que sejam tais que seu resultado não seja o mesmo, se explicado de uma dessas maneiras e não de outra.⁴

Porém, ao se mover na escada de fenômenos físicos crescentemente mais específicos, seu método de explicação, por meio de uma reaplicação sucessiva dos princípios de extensão e movimento, se torna cada vez mais difícil de ser usar. De fato, os próprios contemporâneos de Descartes já haviam notado algumas discrepâncias entre certas predições para o movimento resultante dos choques entre os corpos, obtidas por meio das sete regras deduzidas dos princípios cartesianos⁵ e os resultados experimentais. Essas discordâncias são difíceis de serem explicadas simplesmente pelas perturbações exercidas pelos fatores negligenciados em uma primeira aproximação. No entanto, Descartes afirma⁶ que com tempo e paciência, de que ele está frequentemente precisando, será possível resolver a dificuldade e, portanto, poderá encontrar uma explicação racional de todas as discrepâncias observadas. A atitude de Leibniz é diferente. O conflito deve ser resolvido dentro de um quadro racional em que seja possível estabelecer harmonia entre

⁴DESCARTES. Discurso do método (1637). In: *Descartes*. São Paulo: Abril, 1979, parte VI, p. 65 [AT, VI, p. 64-65].

⁵Estas regras são descritas nos artigos 45-52, da parte II, dos *Princípios da Filosofia*. Esta obra foi publicada em latim em 1644, e em francês em 1647. A tradução foi realizada por um amigo de Descartes, o padre Claude Picot. O filósofo aprovou essa tradução, embora haja diferenças importantes em relação ao texto latino. Neste artigo cito a tradução publicada em 1987 por Edições 70 de Lisboa, e que contém todas as quatro partes da obra, feita a partir da edição francesa. Há também em português uma edição bilingue, porém, apenas da primeira parte, traduzida a partir do texto latino e publicada pela Editora UFRJ em 2002.

⁶Cf. DESCARTES. *Princípios da filosofia* (1647). Lisboa: Edições 70, 1987, prefácio, p. 23-24 [AT, IX-2, p. 17-20].

exatidão geométrica e realidade física. Todavia, no que se refere às transformações mecânicas, há algo que tanto Descartes quanto Leibniz concordam: a existência ao longo dessas transformações de alguma quantidade relacionada ao movimento que é conservada.

Segundo Descartes, Deus, ao criar o universo, colocou neste a mesma quantidade tanto de movimento quanto de repouso, e a quantidade de movimento é preservada de tal maneira que o universo continua sua existência sem requerer a constante e regenerativa assistência da divindade. Isso ocorre porque é uma das perfeições de Deus não somente ser imutável em Sua natureza, mas também agir de uma maneira que nunca muda e, portanto, tendo posto em movimento as partes da matéria quando Ele as criou, as mantêm com o mesmo comportamento e com as mesmas leis. Logo, a causa primeira (mais universal) do movimento é Deus,

[...] cuja onipotência deu origem à matéria com o seu movimento e o repouso das suas partes, conservando agora no universo, pelo seu concurso ordinário, tanto movimento e repouso como quando o criou. Com efeito, dado que o movimento não é mais do que um modo na matéria que se move, tem por isso uma certa quantidade que nunca aumenta nem diminui, se bem que em alguma das suas partes umas vezes haja mais e outras menos. Por conseguinte, quando uma parte da matéria se move duas vezes mais depressa do que outra – sendo esta duas vezes maior do que a primeira –, devemos pensar que há tanto movimento na mais pequena como na maior, e que sempre que o movimento de uma parte diminui, o da outra aumenta proporcionalmente.⁷

Esta coordenação de tamanho (ou massa m , já que matéria é extensão) e velocidade v passa a ser representada por um produto chamado de quantidade de movimento. Torna-se, então, natural a

⁷DESCARTES. *Princípios da filosofia* (1647). Lisboa: Edições 70, 1987, parte II, art. 36, p. 75-76 [AT, IX-2, p. 83-84].

equivalência dos termos $(m, 2v)$ e $(2m, v)$, que serão interpretados dizendo-se que se uma força⁸ duas vezes maior é requerida para dar uma velocidade $2v$ a um corpo de massa m , então a mesma força é suficiente para dar a um corpo de massa $2m$ uma velocidade v . É verdade que Descartes, diz Costabel,

[...] foi mais cauteloso e, em particular, não subscreveu este dobramento simultâneo de força e velocidade; mas, ao legar à posteridade um conceito de velocidade privado do infinitamente pequeno acoplado com o princípio da conservação universal da quantidade de movimento, ele tem a responsabilidade por identificar o produto mv com a medida do princípio dinâmico ou da força.⁹

Ademais, Descartes considera separadamente a *quantidade de movimento* (o produto de tamanho e velocidade, independentemente de qualquer referência do movimento) e a *determinação de movimento* (que contempla a direção e o sentido do movimento). De fato, para ele é necessário “[...] prestarmos atenção à diferença entre o movimento de uma coisa e a sua determinação para um lado em vez de ser para outro, e essa diferença é a causa desta determinação poder mudar sem haver quaisquer alterações no seu movimento.”¹⁰

Isso ocorre porque um movimento não é contrário a outro, mas apenas ao repouso, assim como a determinação de um movimento para um lado não é contrária à sua determinação para outro. Na verdade, segundo Descartes, “[...] só há oposição apenas entre dois modos: entre o movimento e o repouso, entre a velocidade e a lentidão do movimento, desde que esta lentidão participe da natureza do repouso; e entre a determinação

⁸O termo “força” é usado aqui no sentido de ação motriz e não no sentido em que o termo é usado na segunda lei de Newton.

⁹COSTABEL, P. *Leibniz and dynamics*. Paris: Hermann, 1973, p. 22.

¹⁰DESCARTES. *Princípios da filosofia* (1647). Lisboa: Edições 70, 1987, parte II, art. 41, p. 79 [AT, IX-2, p. 87].

de um corpo em se mover para qualquer lado e a resistência dos outros corpos que encontra no seu percurso.”¹¹

Portanto, a quantidade de movimento cartesiana é uma magnitude escalar, absoluta, que se pode somar aritmeticamente no caso de calculá-la para um sistema de vários corpos. Porém, Huygens e os mecânicos posteriores perceberam que não é lícito separar a magnitude absoluta da determinação quando se estuda a quantidade de movimento de um ou vários corpos. Isso implica que a quantidade de movimento de um sistema não resulta da soma escalar das quantidades de movimento de seus membros, mas da soma vetorial delas, de acordo com a regra do paralelogramo (ou da soma algébrica separada de suas componentes na direção dos eixos coordenados $x, y, e z$).

Também, segundo o princípio cartesiano, a quantidade de movimento total de cada sistema não é afetada por nenhum processo interno que possa ocorrer nele. O princípio de conservação da quantidade de movimento expressa, portanto, uma propriedade invariável de toda classe de choques. No caso do choque elástico entre dois corpos, eles cedem e se amassam um contra o outro. Contudo, quando a ação deformadora é finda, começa a reação dos corpos elásticos, que recuperam a sua feição primitiva, dirigindo-se um contra o outro com idêntico vigor. Existem várias maneiras algébricas de expressar essa condição. Huygens encontra uma que depois terá grandes repercussões porque, entre outras coisas, se pode expressar na forma de um princípio homólogo ao de conservação da quantidade de movimento. Segundo essa formulação, no choque elástico, além da conservação da quantidade de movimento dos corpos (obtida vetorialmente), também “a soma dos produtos feitos da grandeza de cada corpo duro, multiplicada pelo quadrado de sua velocidade, é sempre a mesma antes e depois de seu choque”.¹² Vale salientar, que ao se multiplicar a velocidade por si mesma

¹¹ Ibid., parte II, art. 44, p. 80 (ibid., p. 88-89).

¹² Huygens, *Extrait d'une lettre [...] sur les regles du mouvement dans la rencontre*

esta perde seu caráter vetorial, de modo que o produto mv^2 não é uma magnitude orientada, mas escalar. Desse modo, Huygens resolve o problema do choque no nível teórico (na prática, não há corpos puramente elásticos nem totalmente inelásticos e, por isso, é necessário se introduzir para cada caso particular um coeficiente de elasticidade que expressa o grau de participação de ambos os casos extremos). Contudo, o problema reaparece num outro nível, porque, a partir de então, fica por definir a interpretação física das variáveis postas em jogo, sua fundamentação ontológica e a relação do choque com outras formas possíveis de interação. Essa é uma tarefa que Leibniz se propõe realizar.

Além disso, se o movimento deve sempre permanecer o mesmo ou é conservado, conseqüentemente, é essencial estabelecer uma lei de conservação universal em qualquer tentativa de uma explicação racional dos fenômenos físicos. Isso é algo que também Leibniz vai acatar. A presença ou ausência de uma conservação constitui, para ele, um critério crucial para a verdade ou erro de todo sistema de deduções lógicas desenvolvido a partir de alguns princípios simples. Diante disso, ele escolhe a força como a noção fundamental que irá dar conta da realidade física, porque

[...] é muito razoável a mesma força conservar-se sempre no universo. Igualmente se observa com nitidez, quando se presta atenção nos fenômenos, a inexistência do movimento mecânico perpétuo, porque, então, a força dum máquina, sempre um tanto diminuída devido à fricção e em breve terminada, se renovaria e por conseqüência aumentaria de *per se* sem qualquer impulso externo. Nota-se também não haver diminuição na força dum corpo, a não ser na medida em que ele a transmite a corpos contíguos ou às suas próprias partes, se possuem movimento independente.¹³

des corps (1669). In: *Oeuvres complètes*. HAAN, D. B. de; BOSSCHA, J.; KORTEWEG, D. J.; NIJLAND, A. A.; VOLLGRAF, J. A. (Org.). Haia: Martinus Nijhoff, 1888-1950, v. XVI, p. 180.

¹³ LEIBNIZ. Discurso de metafísica (1686). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril,

Todavia, embora tanto os cartesianos quanto Leibniz postulem a existência e conservação de algo, ou força, ao longo das interações mecânicas, há sérias divergências a respeito de como estimá-la. De fato,

Os cartesianos pretendem geralmente que se conserve a mesma soma de força, que sempre estimam pela quantidade de movimento. E, segundo eles, se alguns corpos transferem sua força ou uma parte de sua força a alguns outros, haverá no conjunto de todos estes corpos a mesma quantidade de movimento, ou soma dos produtos das massas multiplicadas por suas velocidades, que a que havia antes.¹⁴

Porém, Leibniz sabe, tendo aprendido de Huygens, que a quantidade de movimento mv no sentido cartesiano (em que a velocidade é considerada somente com respeito a sua magnitude e, portanto, sem levar em conta quer a sua direção, quer o seu sentido) não é conservada nos impactos dos corpos, mas somente a quantidade de movimento considerada vetorialmente. Ele também aprendeu de Huygens sobre a importância exercida pela elasticidade e a conservação de mv^2 nas colisões elásticas. No entanto, para Leibniz, por outro lado, a ideia de uma transmissão instantânea de movimento está absolutamente excluída. Há sempre produção ou comunicação progressiva e contínua, mesmo que possa ser mais ou menos rápida, e uma variação finita em velocidade requer um tempo finito durante o qual a matéria manifesta resistência ao fenômeno de movimento.¹⁵ A sua *lei de continuidade*, que exclui o salto na mudança, implica, outrossim, que

1979, art. 17, p. 132-33 [GP, IV, p. 442]

¹⁴ LEIBNIZ. Carta a Bayle (*Nouvelles de la république des lettres*, fevereiro de 1687). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 14-15 [GM, III, p. 43].

¹⁵ Cf. GUEROULT, M. *Leibniz: dynamique et métaphysique*. Paris: Aubier-Montaigne, 1967, p. 44-45.

[...] a quietude pode ser considerada como um caso especial de movimento, evidentemente um movimento evanescente ou mínimo, e que a igualdade pode considerar-se como uma desigualdade evanescente. Donde se deduz que se devem assinalar leis dos movimentos tais, que não haja necessidade de regras particulares para corpos iguais e em repouso, senão que estas nasçam de por si das regras dos corpos desiguais e em movimento.¹⁶

Com esses elementos, Leibniz elabora uma explicação das leis de impacto e do significado da conservação de mv^2 , e assim chega a um novo sistema explicativo do mundo físico. Esse sistema é caracterizado pelo fato de que a adição do conceito de massa à extensão não é suficiente para dar conta das ações mecânicas e do movimento. É necessário acrescentar o conceito de força e este é uma realidade dinâmica e distinta. A força não depende de truques matemáticos, pois ela é um conceito primário; também sua medida não depende da simples análise matemática, já que ela deve ser descoberta por meio daquilo que é fornecido pela natureza.

Enfim, diz Leibniz, que dentre as grandes e belas leis que o Criador propôs estão

[...] estas duas leis da Natureza que tenho sido o primeiro em dar a conhecer, das quais *a primeira é a lei da conservação da força absoluta* ou da ação motriz no universo, com algumas outras novas conservações absolutas que dependem dela e que explicarei algum dia, e *a segunda é a lei de continuidade*, em virtude da qual, entre outros efeitos, toda mudança deve acontecer por trânsitos não assinaláveis e jamais por saltos.¹⁷(grifos nossos).

¹⁶ LEIBNIZ. O espécime de dinâmica (*Acta eruditorum*, abril de 1695). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinâmica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 88 [GM, VI, p. 249].

¹⁷ LEIBNIZ. O ensaio de dinâmica sobre as leis do movimento (por volta de 1696). In:

O princípio metafísico da equivalência entre a causa plena e o efeito inteiro vai servir para Leibniz estabelecer a sua teoria de movimento. Pois, em lugar do princípio cartesiano de estimar a força pela quantidade de movimento,

[...] se poderia estabelecer outra *Lei da natureza* que considero maximamente universal e inviolável, a saber, *que sempre há uma perfeita Equação entre a causa plena e o efeito inteiro*. Não somente digo que os efeitos são proporcionais às causas, senão ademais que cada efeito inteiro é equivalente a sua causa. E, ainda que este axioma seja totalmente metafísico, não deixa de ser dos mais úteis que se pode empregar em Física e proporciona o meio de reduzir as forças a um cálculo geométrico.¹⁸ (grifos nossos).

Sabemos que a causa do movimento ou tendência ao movimento não pode ser outra coisa que a força, e o efeito é o resultado de sua aplicação. Se conseguirmos definir e medir o efeito, teremos como estimar a força, já que há uma equivalência entre causa e efeito. Leibniz considera que “a força absoluta deve ser estimada pelo efeito violento que pode produzir”,¹⁹ e efeito violento é aquele “que consome a força do agente, como, por exemplo, dar tal velocidade a um certo corpo, elevar tal corpo a tal altura etc.”²⁰ O efeito é algo que se acumula e permanece dentro do móvel e somente é mensurável quando se esgota através de um movimento

CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p.121 [GM, VI, p. 229].

¹⁸ LEIBNIZ. Carta a Bayle (*Nouvelles de la république des lettres*, fevereiro de 1687). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 19 [GM, III, p. 45-46].

¹⁹ LEIBNIZ. O ensaio de dinâmica sobre as leis do movimento (por volta de 1696). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p.104 [GM, VI, p. 218].

²⁰ *Ibid.*, p.104 (*ibid.*, p. 218).

em que se vencem obstáculos e resistências, pois de outro modo prosseguiria indefinidamente. Ao enfrentar os empecilhos, o móvel necessita então recorrer à força imanente que possui em virtude de seu próprio movimento; cada passo resulta numa perda de velocidade e de força, até que uma e outra venham a desaparecer por completo: ao chegar a esse ponto, teremos a medida autêntica da força, definida pela magnitude do esforço e a longitude do trajeto durante o qual ela se manteve. Todavia, isso não implica no desaparecimento da força, pois a mesma quantidade de força é transferida para os obstáculos e resistências.

Um exemplo da equivalência entre a causa e o efeito encontra-se na queda e ascensão dos corpos. Pois é verdade que ao se remover os empecilhos acidentais, um corpo em queda pode ascender por si mesmo à altura original da qual partiu. Isso é necessário, porque de outro modo a mesma força não seria conservada, já que se o corpo subisse a uma altura menor, a força teria decrescido e o efeito total não mais seria equivalente à causa, mas seria menor. Também o corpo não poderia ascender por si mesmo a uma altura maior do que a inicial, já que nesse caso a força teria crescido e, por conseguinte, também não mais se conservaria.

Galileu estudou precisamente o movimento dos corpos ao elevar-se contra a gravidade²¹ e suas fórmulas são universalmente reconhecidas por todos. Em particular, ele estabeleceu que: (i) um corpo ao cair de uma certa altura adquire uma velocidade suficientemente grande para elevá-lo à mesma altura; (ii) a penetração de um corpo que cai dentro de um meio resistente é proporcional à altura da queda. Ele também demonstrou que no movimento naturalmente acelerado “a proporção entre as distâncias é igual ao quadrado da proporção entre as velocidades máximas”,²² ou seja, $d \propto v^2$ (o símbolo “ \propto ” significa “diretamente proporcional a”).

²¹ GALILEU. *Dois novas ciências* (1638). São Paulo: Nova Stela, 1985, p. 153-291, terceira e quarta jornadas [Favaro, A. *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Florença: Barbéra, 1928-38, v. VIII, p. 190-313].

²² *Ibid.*, p. 172 (*ibid.*, p. 210).

Para Leibniz, aí está o melhor critério para medir os efeitos mecânicos e, por meio destes, as causas que os produzem. Todo corpo em movimento pode ser desviado para que descreva uma trajetória vertical, e assim, o produto de sua massa pela altura a que pode elevar-se em virtude da força que lhe imprime seu próprio movimento proporcionará a estimativa do efeito que se busca calcular. Como $d \propto v^2$, daí se segue que mv^2 é a medida adequada do efeito, e, por ser todo efeito igual a sua causa, Leibniz estabelece que mv^2 é a quantidade que mede a força que é conservada no movimento. Entretanto, a força pode ser estimada não somente pela altura a que um corpo movente pode levantar-se, mas também pelo dano que um corpo pode causar num impacto. Vale frisar que numa colisão a força não se perde, mas se transforma no movimento interno das partículas constituintes dos corpos que colidem. Em todo caso, o certo é que a física cartesiana é incapaz de estimar a força corretamente.

Isso ocorre porque há duas características da força que devem sempre ser levadas em consideração: primeiro, ela é algo absoluto; segundo, ela é conservada. E o fato é que a quantidade de movimento não é capaz de avaliar a força corretamente. Na proposta cartesiana, a quantidade de movimento é dada pela massa vezes a velocidade escalar. Porém, embora mv seja uma grandeza absoluta, ela, todavia, não se conserva. Para que ela seja conservada²³ é preciso levar em conta a determinação (isto é, a direção e o sentido) do movimento. Mas, neste caso, a quantidade de movimento deixa de ser uma grandeza absoluta. Leibniz, por outro lado, ao propor que a força deva ser estimada por mv^2 , está satisfazendo ambos os requisitos necessários à força: pela operação de elevar a velocidade ao quadrado elimina-se o fator determinação e assim essa grandeza tem um caráter absoluto; já pela equivalência entre causa plena e efeito inteiro, e como mv^2 mede adequadamente o efeito, ela é então conservada.

Todas essas considerações permeiam a assim chamada controvérsia

²³ O que ocorre somente na ausência de causas externas, segundo a mecânica newtoniana.

das forças vivas, que perdura por meio século e envolve os mais importantes estudiosos da filosofia natural. Leibniz iniciara a polêmica num artigo publicado na *Acta eruditorum* de março de 1686, com o título: “Breve demonstração do memorável erro de Descartes e outros sobre a lei natural, pela qual querem que a quantidade de movimento seja conservada por Deus sempre igual, da qual abusam inclusive na mecânica”. Neste escrito, ele introduz mv^2 como medida da força e mostra que Descartes assim como outros hábeis matemáticos erraram por acreditarem que a quantidade de movimento mv , isto é, a velocidade multiplicada pela grandeza do móvel, convém inteiramente à força motriz (*vis motrix*) ou, para falar geometricamente, que as forças estão na razão composta das velocidades e dos corpos. Como a mesma força conserva-se sempre no mundo, ao tornarem equivalentes a força e a quantidade de movimento, acreditaram, assim, que também se podia dizer que a quantidade de movimento se conserva. Isso em parte ocorreu porque, ao notarem que nas cinco máquinas simples (a alavanca, o torno, a polia, a cunha e o parafuso) a massa e a velocidade se compensam mutuamente e, portanto, existe um equilíbrio quando o produto de suas massas e velocidades virtuais (as velocidades que teriam se em movimento) são iguais, passaram a estimar a força motriz pela quantidade de movimento. Mas forças em equilíbrio ou forças mortas (pois nelas ainda não existe movimento) não produzem efeitos e como as forças devem ser medidas pelos seus efeitos, Leibniz propõe ser a altura máxima a que se pode levantar um peso o que deve ser usado para medir a força viva (isto é, a força associada ao movimento real). Logo, a força motriz é distinta da quantidade de movimento no sentido cartesiano. De fato,

[...] é de acordo com a razão que a soma da potência motriz da natureza seja a mesma e que não decresça, posto que observamos que não se perde nem diminui a força de nenhum corpo sem que se transmita a outro, já que precisamente por isso o movimento mecânico perpétuo jamais ocorre [...]. Acontece que Descartes, que considerava equivalentes *a força motriz e a quantidade de*

movimento, havia sustentado que Deus conserva a mesma quantidade de movimento no mundo.²⁴ (grifo nosso).

No entanto, deve ser salientado que na verdade Descartes não afirmou exatamente a equivalência entre força motriz e a quantidade de movimento, nem também definiu a quantidade de movimento como massa vezes velocidade. Ele diz que a quantidade da força de cada corpo para agir ou resistir “deve ser avaliada tendo em conta o tamanho do corpo a que pertence, a superfície resultante da separação dos corpos, a velocidade do movimento e as maneiras como os diversos corpos se interceptam”.²⁵ Em todo caso, a posteridade simplifica suas posições atribuindo-lhe essas noções como Leibniz faz.

Em sua análise do problema da mensuração da força, Leibniz, usando o princípio que a descida real iguala a subida potencial, o qual tem suas raízes nos problemas mecânicos debatidos na Idade Média, e o fato de que a velocidade de um corpo em queda livre independe de sua massa, como mostrado por Galileu, estabelece o seguinte: (i) “um corpo que cai de uma certa altura adquire uma força²⁶ tal que, se volta a subir de novo, se sua direção é tal e nada externo o impede”;²⁷ (ii) “é necessário tanta força para elevar um corpo A pesando uma libra até uma altura CD de quatro toesas,²⁸ como a que faz falta para elevar um corpo B de quatro libras até a altura EF de uma toesa”.²⁹

²⁴ LEIBNIZ. Breve demonstração do memorável erro de Descartes... (*Acta eruditorum*, março de 1686). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 4 [GM, VI, p. 117].

²⁵ DESCARTES. *Princípios da filosofia* (1647). Lisboa: Edições 70, 1987, parte II, art. 43, p. 80 [AT, IX-2, p. 88].

²⁶ Ou poder de ação motriz.

²⁷ LEIBNIZ. Breve demonstração do memorável erro de Descartes... (*Acta eruditorum*, março de 1686). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 4 [GM, VI, p. 117].

²⁸ Antiga medida de comprimento equivalente a um metro e vinte centímetros.

²⁹ LEIBNIZ. Breve demonstração do memorável erro de Descartes... (*Acta eruditorum*,

Leibniz observa que essas suposições são admitidas pelos cartesianos assim como por outros filósofos e matemáticos.³⁰ Donde se segue que o corpo A, ao cair da altura CD, adquire exatamente a mesma força que o corpo B se deixado cair da altura EF. Pois o corpo A, depois que pela sua queda de C atinge D, aí tem a força de ascender novamente a C, pela suposição 1, isto é, tem a força suficiente para levantar um corpo pesando uma libra (isto é, seu próprio peso) à altura de quatro toesas. E similarmemente o corpo B, depois que pela sua queda de E atinge F, aí tem a força de ascender novamente a E, pela suposição 1, isto é, tem a força suficiente para levantar um corpo pesando quatro libras (isto é, seu próprio peso) à altura de uma toesa. Portanto, pela suposição 2, a força do corpo A quando atinge D, e a força do corpo B quando atinge F são iguais.

Todavia, no que diz respeito à quantidade de movimento encontra-se uma grande discrepância em relação ao esperado segundo a concepção cartesiana. De acordo com Galileu, a distância percorrida por um corpo que cai é proporcional ao quadrado de sua velocidade. Como a distância CD é quatro vezes maior que a distância EF, então a velocidade máxima adquirida pela queda CD é duas vezes maior que a velocidade máxima adquirida pela queda EF. Por conseguinte,

multipliquemos, pois, o corpo A, que é 1, por sua velocidade, que é 2: o produto ou quantidade de movimento será 2; continuando, multipliquemos o corpo B, que é 4, por sua velocidade, que é 1: o produto ou quantidade de movimento será 4. Portanto, a quantidade de movimento, que é a do corpo (A) existente em D, é a metade da quantidade de movimento do corpo (B) existente em F e, contudo,

março de 1686). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 5 [GM, VI, p. 118].

³⁰ Por exemplo, a segunda suposição pode ser averiguada por uma balança: se num lado um corpo de uma libra desce quatro toesas, no outro lado um corpo de quatro libras pode ser levantado em uma toesa.

as forças averiguadas pouco antes eram iguais em ambos os casos. Assim, pois, há uma grande diferença entre a força motriz e a quantidade de movimento, de tal maneira que uma não pode ser estimada pela outra.³¹

A força deve ser estimada a partir da quantidade do efeito que ela é capaz de produzir; como, por exemplo, da altura a que ela pode levantar um corpo pesado de magnitude e natureza conhecidas, mas não deve ser calculada a partir da velocidade que ela pode imprimir a um corpo. Pois para dar o dobro de velocidade a um mesmo corpo é necessário não o dobro da força, mas quatro vezes o seu valor, isto porque é a quantidade que é conservada é mv^2 , e a força deve ser estimada por ela. De fato, se multiplicarmos a massa do corpo A, que é 1, pelo quadrado de sua velocidade, que é 4, o produto ou força será 4; por outro lado, se multiplicarmos a massa do corpo B, que é 4, pelo quadrado de sua velocidade, que é 1, o produto ou força será 4. Portanto, a força do corpo (A) existente em D é igual à força do corpo (B) existente em F. Todavia, é verdade que em máquinas simples há equilíbrio quando o tamanho de um corpo é compensado pela velocidade de outro que originou a disposição das partes da máquina; ou quando as magnitudes (no mesmo tipo de corpo) são recíprocas das velocidades; ou quando a mesma quantidade de movimento aparece de uma maneira ou de outra. Porém, aqui também ocorre que a quantidade do efeito ou a altura de subida ou descida será a mesma, qualquer que seja o lado do equilíbrio que se escolha para produzir o movimento. Assim, é por acidente que nesse caso a força possa ser estimada a partir da quantidade de movimento. Mas, de um modo geral,

³¹ LEIBNIZ. Breve demonstração do memorável erro de Descartes... (*Acta eruditorum*, março de 1686). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 6 [GM, VI, p. 118].

[...] as forças estão na razão composta dos corpos (de mesma gravidade específica ou solidez) e das alturas que produzem a velocidade, a saber, aquelas das quais tais velocidades podem ser adquiridas ou, mais geralmente (porque às vezes não se produzem ainda nenhuma velocidade), das alturas na eminência de produzi-las, e na verdade não das velocidades mesmas em geral, apesar de que isto pareça plausível à primeira vista e muitos o tenham crido.³²

O tema do erro dos cartesianos no tocante à mensuração da força será recorrente nos subsequentes escritos de Leibniz. Por exemplo, numa carta a Bayle de 1687, ele observa que os cartesianos também podem ter sido levados a acharem que a quantidade de movimento se conserva por notarem que corpos cujas velocidades são inversamente proporcionais às suas extensões se detêm mutuamente, seja numa balança, seja fora dela. Mas o problema é que eles não consideram nos seus cálculos da conservação da quantidade de movimento o que ocorre com a determinação do movimento.

Por isso se tem crido que suas forças eram iguais, *tanto mais quanto que não se via nos corpos mais que a velocidade e a extensão*. Mas aqui é onde se houvera podido empregar utilmente a distinção que há entre a força e a direção ou, melhor, entre a força absoluta que faz falta para conseguir um efeito subsistente (por exemplo, para elevar tal peso a tal altura, ou para esticar em certo grau tal mola), e a força para avançar até um lado determinado, ou para conservar sua direção. Porque ainda que um corpo 2 com uma velocidade 1 e um corpo 1 com uma velocidade 2 se detenham ou se impeçam mutuamente de avançar, não obstante, se o primeiro pode elevar uma libra a dois pés de altura, o segundo poderá elevar uma libra a quatro pés de altura. O que é paradoxal, mas indubitável,

³² LEIBNIZ. Breve demonstração do memorável erro de Descartes... (*Acta eruditorum*, março de 1686). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinâmica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 7-8 [GM, VI, p. 119].

depois do que acabamos de dizer. Poder-se-ia contudo, dar alguma interpretação nova ao princípio da quantidade de movimento, e por meio desta correção permaneceria universal,³³ mas não é fácil de encontrar³⁴ (grifos nossos).

Ademais, o argumento cartesiano, que infere a conservação da mesma quantidade de movimento no mundo a partir da constância de Deus, é tão fraco que não pode convencer ninguém. De fato, eles não deram nenhuma demonstração dessa lei de conservação.

Realmente, mesmo se a constância de Deus é absoluta e ele nada deve mudar, exceto de acordo com as leis de uma ordem estabelecida há muito tempo, deve ainda ser perguntado o que é que Deus decidiu conservar nas séries de mudanças. Poderia ser a quantidade de movimento, mas poderia muito bem ser algo diferente dela, por exemplo, a quantidade de força. Eu demonstrei que é, de fato, preferencialmente a quantidade de força que é preservada, e que isto é diferente da quantidade de movimento. Eu também demonstrei que muito freqüentemente ocorre que a última mude, enquanto a quantidade de força é sempre permanente.³⁵

³³ De acordo com a mecânica newtoniana, a quantidade de movimento, obtida vetorialmente, sempre se conserva, desde que não haja causas externas atuando no sistema de corpos. No caso de um corpo que sobe ou desce, a quantidade de movimento não se conserva porque há uma causa externa atuando (a gravitacional), a qual não é considerada pelos cartesianos. Já nos choques entre corpos, a quantidade de movimento se conserva porque as causas são internas. Os cartesianos erraram aqui porque só levaram em conta o módulo da quantidade de movimento.

³⁴ LEIBNIZ. Carta a Bayle (*Nouvelles de la république des lettres*, fevereiro de 1687). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; DONÍS, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 23-24 [GM, III, p. 48].

³⁵ LEIBNIZ. Advertências à parte geral dos Princípios de Descartes (1691/97). In: SCHRECKER, P. (Org.). *Opuscules philosophiques choisis. Texte latin et traduction*. Paris: Vrin, 2001, parte II, art. 36, p. 87 [GP, IV, p. 381].

Contudo, Leibniz observa que concorda com Descartes que movimento, como uma coisa simples, persevera até ele ser destruído por uma causa externa, embora a conservação não seja somente com respeito à quantidade, mas também com respeito à determinação do movimento. De fato, “a distinção entre quantidade e determinação de movimento é correta, e que algumas vezes uma pode variar enquanto a outra é preservada. Mas, por outro lado, acontece freqüentemente que elas mudem simultaneamente, e realmente as duas tendem a manter-se mutuamente”.³⁶ Enfim, enquanto a opinião dos cartesianos de que se conserva a quantidade de movimento absoluta mv está em pugna com todos os fenômenos, a conservação da força mv^2 “está admiravelmente confirmada pelos experimentos”.³⁷

Para Leibniz, a correta distinção que se deve estabelecer entre força e quantidade de movimento é muito importante não somente na física e na mecânica, em que é útil para encontrar as verdadeiras leis da natureza e regras do movimento, mas também, entre outras razões, para julgar “a necessidade do recurso a considerações metafísicas independentes da extensão, a fim de explicar os fenômenos dos corpos”³⁸ e melhor compreender os princípios. Ele mostra que a noção cartesiana de corpo, alicerçada somente na extensão e suas modificações, é incompatível com o próprio princípio cartesiano de conservação do movimento, porque embora a estimativa da quantidade de movimento por mv , uma composição da quantidade de extensão (massa) com a medida do movimento (velocidade), reflita a concepção cartesiana de corpo, ela, todavia, não é conservada.

³⁶ Ibid., parte II, art. 40-44, p. 101 [GP, IV, p. 374].

³⁷ LEIBNIZ. Exame da física de Descartes (maio de 1702). In: OLASO, E. de (Org.). *Escritos filosóficos*. Buenos Aires: Charcas, 1982, p. 441 [GP, IV, p. 398].

³⁸ LEIBNIZ. Discurso de metafísica (1686). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril, 1979, art. 18, p. 134 [GP, IV, p. 444].

De fato, se no movimento somente for considerado aquilo que ele compreende precisa e formalmente, isto é, uma mudança de lugar, então ele não é algo inteiramente real, e quando vários corpos mudam de posição entre si, é impossível determinar, pela simples consideração destas mudanças, a qual deles se deve atribuir o movimento ou o repouso, como se pode mostrar geometricamente. Porém, a força ou causa próxima dessas mudanças é algo mais real, e existe bastante fundamento para atribuí-la a um corpo de preferência a outro, pois só por esse meio se pode conhecer a quem o movimento pertence, porque “*se move* aquilo em que há uma mudança de posição e há por sua vez uma razão da mudança”.³⁹ (grifo nosso). Isso implica que é necessário introduzir no corpo algo, diferente de extensão, figura e movimento, a partir do qual se estabeleça um princípio de conservação universal. Este algo é a força ínsita no corpo, que é conservada e deve ser estimada a partir da quantidade do efeito que ela é capaz de produzir, como a altura a que o corpo pode elevar-se. Disso se segue que mv^2 é a quantidade que mede a força e, portanto, que é conservada no movimento. Logo, “pode-se julgar não consistir apenas na extensão e suas modificações tudo o que se concebe no corpo, como se persuadem os nossos modernos”.⁴⁰

Escrevendo a Bayle, acerca de sua nova lei de conservação, Leibniz também comenta a respeito das consequências metafísicas desta lei:

Adicionarei uma advertência de interesse para a Metafísica. Tenho mostrado que a força não deve estimar-se pela composição da velocidade e da magnitude, senão pelo efeito futuro. Contudo, parece que a força ou potência é algo real desde o presente, e o efeito futuro não o é. Do que se segue que haverá que admitir nos corpos algo diferente da magnitude e da velocidade, a menos que se queira

³⁹ LEIBNIZ. Princípios metafísicos da matemática (1714/16). In: OLASO, E. de (Org.). *Escritos filosóficos*. Buenos Aires: Charcas, 1982, p. 584 [GM, VII, p. 20].

⁴⁰ LEIBNIZ. Discurso de metafísica (1686). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril, 1979, art. 18, p. 134 [GP, IV, p. 444].

negar aos corpos toda a potência de obrar. Pelo demais, creio que, todavia, não concebemos perfeitamente a matéria e a extensão mesma.⁴¹

O que Leibniz parece ter em mente é isto: para os cartesianos, tudo que há no corpo deve ser geométrico, possuir tamanho e velocidade. Mas se a habilidade para realizar uma tarefa é conservada, por exemplo, a habilidade que um corpo tem para levantar a si próprio a uma certa altura, então não é tamanho vezes velocidade que é conservado, mas tamanho vezes o quadrado da velocidade. Isso quer dizer que nem tamanho nem velocidade (nem seu produto) podem representar num corpo, em um tempo t , a habilidade que este corpo tem em algum tempo futuro para realizar uma tarefa. Isto porque a quantidade v representa a distância percorrida no tempo presente, porém v^2 representa a distância a ser percorrida no futuro e, portanto, é uma medida da tarefa a ser realizada.

Uma outra implicação metafísica importante da não conservação da quantidade de movimento cartesiana diz respeito à relação entre alma e corpo. Desde que foi reconhecido que pensamento e extensão não têm conexão mútua, e diferem inteiramente quanto ao gênero, muitos filósofos modernos reconhecem não haver comunicação física entre alma e corpo, a despeito da comunicação metafísica sempre subsistir, que faz a alma e o corpo comporem um e o mesmo suporte, ou o que é chamado uma pessoa. Essa comunicação física não pode existir porque, se existisse, “[...] poderia fazer que a alma mudasse o grau da velocidade e a linha de direção de quaisquer movimentos que estão no corpo, e que vice-versa o corpo mudasse a seqüência dos pensamentos que estão na alma. Mas este efeito não pode ser inferido de nenhuma noção concebida no corpo e na alma”.⁴² Pois,

⁴¹ LEIBNIZ. Carta a Bayle (*Nouvelles de la république des lettres*, fevereiro de 1687). In: CAÑEDO-ARGÜELLES, J. A.; Donís, M. R. (Org.). *Escritos de dinámica*. Madri: Tecnos, 1991, p. 24 [GM, III, p. 48].

⁴² LEIBNIZ. *Essais de théodicée* (1710). BRUNSCHWIG, J. (Org.). Paris: GF-Flammarion, 1969, §59, p. 137 [GP, VI, p. 135].

embora não se possa dizer que seja sobrenatural dar uma nova força a um corpo, desde que outro perca o mesmo tanto, Leibniz assegura “[...] ser sobrenatural que todo o universo dos corpos receba uma nova força, e, assim, que um corpo ganhe força sem que outros a percam em quantidade igual. Eis por que digo também ser insustentável que a alma dê força ao corpo, porque então todo o universo dos corpos receberia uma nova força”.⁴³

Porém, “Descartes quis capitular e fez depender da alma uma parte da ação do corpo”.⁴⁴ Pois, por acreditar que a mesma quantidade de força na matéria, tal como medida pela quantidade de movimento, é conservada nos corpos, ele julgou impossível que a influência da alma pudesse violar essa lei dos corpos, aumentando ou diminuindo a força do corpo. Mas, e essa é a capitulação, considerou que a alma pudesse, no entanto, ter o poder de mudar a direção dos movimentos que se fazem no corpo mudando o curso dos espíritos animais⁴⁵ tal como um cavaleiro, que apesar de não dar força ao cavalo que ele monta, o controla guiando aquela força para qualquer direção que ele deseje, por meio da rédea, do bocado, das esporas e de outros instrumentos. Todavia, diferentemente do cavaleiro ao guiar seu cavalo,

[...] não há instrumentos que a alma se possa servir para este resultado, nada enfim, nem na alma nem no corpo, isto é, nem no pensamento nem na massa, que pode servir para explicar esta mudança de um pelo outro. Em uma palavra, que a alma muda a

⁴³ LEIBNIZ. Quinta carta a Clarke (meados de agosto de 1716). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril, 1979, §94, p. 212 [GP, VII, p. 413].

⁴⁴ LEIBNIZ. *Essais de théodicée* (1710). BRUNSCHWIG, J. (Org.). Paris: GF-Flammarion, 1969, §60, p. 137 [GP, VI, p. 135].

⁴⁵ “A máquina do corpo é de tal forma composta que, pelo simples fato de ser essa glândula <pineal> diversamente movida pela alma ou por qualquer outra causa que possa existir, impele os espíritos animais que a circundam para os poros do cérebro, que os conduzem pelos nervos aos músculos, mediante o que ela os leva a mover os membros”. DESCARTES. *As paixões da alma* (1649). In: *Descartes*. São Paulo: Abril, 1979, art. 34, p. 230 [AT, XI, p. 355].

quantidade da força e que ela muda a linha da direção, estas são duas coisas igualmente inexplicáveis.⁴⁶

Segundo Leibniz, a razão para Descartes acreditar na possibilidade de a alma mudar a direção do corpo “foi desconhecer-se no seu tempo a lei da natureza que garante também a conservação da mesma direção total na matéria”.⁴⁷ De fato, observa Leibniz, duas verdades importantes sobre a natureza têm sido descobertas desde os dias de Descartes: “A primeira é que a quantidade de força absoluta que se conserva de fato é diferente da quantidade de movimento, como tenho demonstrado alhures; a segunda descoberta é que se conserva ainda a mesma direção em todos os corpos, em conjunto, que se supõe agir entre si, de qualquer maneira que eles se choquem”.⁴⁸

Se isso tivesse sido conhecido por Descartes, ele poderia ter considerado a direção do corpo como sendo tão independente da alma quanto à quantidade de força do corpo também é independente dela; e diz Leibniz: “creio que isso o teria levado direto à hipótese da harmonia pré-estabelecida, ao lugar a que estas mesmas regras me levaram”,⁴⁹ o sistema que “faz os corpos atuarem como se (embora seja impossível) não houvesse almas; as almas, como se não houvesse corpos, e ambos como se mutuamente se influenciassem”.⁵⁰ Em outras palavras,

[...] se esta nova lei da natureza que eu demonstrei tivesse sido conhecida nos dias de Descartes, de acordo com a qual não somente

⁴⁶ LEIBNIZ. *Essais de théodicée* (1710). BRUNSCHWIG, J. (Org.). Paris: GF-Flammarion, 1969, §60, p. 137 [GP, VI, p. 136].

⁴⁷ Leibniz. *Monadologia* (1714). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril, 1979, §80, p. 113 [GP, VI, p. 620-21].

⁴⁸ LEIBNIZ. *Essais de théodicée* (1710). BRUNSCHWIG, J. (Org.). Paris: GF-Flammarion, 1969, §61, p. 137 [GP, VI, p. 136].

⁴⁹ *Ibid.*, §61, p. 137-38 [*ibid.*, p. 136].

⁵⁰ LEIBNIZ. *Monadologia* (1714). In: *Newton Leibniz (I)*. São Paulo: Abril, 1979, §81, p. 114 [GP, VI, p. 621].

a mesma quantidade da força total dos corpos em inter-relação é conservada, mas também sua direção total, ele poderia indubitavelmente ter sido levado ao meu sistema de harmonia pré-estabelecida, pois ele poderia ter reconhecido que é exatamente tão razoável dizer que a alma não muda a quantidade da direção do corpo como é negar à alma o poder de mudar a quantidade de sua força, ambos sendo igualmente contrários à ordem das coisas e as leis da natureza, já que ambos são igualmente inexplicáveis.⁵¹

Leibniz se orgulha de ter descoberto a conservação da força não somente como um agregado total, mas em qualquer direção ao longo de todas as interações mecânicas e de como essa descoberta o auxiliou a entender a relação da alma com o corpo: “de fato, não encontrava modo algum de explicar como o corpo faz passar algo a alma ou vice-versa, nem como uma substância pode se comunicar com outra substância criada. Descartes havia abandonado aqui a partida até onde podemos saber por seus escritos”.⁵²

Para Leibniz, esse princípio físico da conservação da força estabelece uma clara circunscrição da influência modificadora da alma sobre os processos físicos da natureza, impelindo-o em direção à noção da harmonia preestabelecida entre alma e corpo, que ele julga ser a única maneira factível para reconciliar os fatos da psicologia com aqueles da física. Em suma: a descoberta feita por Leibniz da conservação da força, em qualquer direção dada, e de como estimá-la, tem consequências que extrapolam os limites próprios da mecânica, adentrando no interior mesmo da metafísica.

Data de registro: 18/07/2011

Data de aceite: 24/08/2011

⁵¹ LEIBNIZ. Considerações sobre os princípios de vida e as naturezas plásticas... (maio de 1705). In: FRÉMONT, C. (Org.). *Principes de la nature et de la grace. Monadologie*. Paris: GF-Flammarion, 1996, p. 95 [GP, VI, p. 540].

⁵² LEIBNIZ. Novo sistema da natureza... (*Journal des savants*, 27 de junho de 1695). In: OLASO, E. de (org.). *Escritos filosóficos*. Buenos Aires: Charcas, 1982, p. 466-67 [GP, IV, p. 483].