



Descartes e o fundamento metafísico da inércia natural dos corpos na correspondência com Mersenne

Djalma Medeiros¹
djalmamedeiros@uol.com.br

Resumo: Descartes não reconhece nenhuma inércia ou lerdeza natural nos corpos, porque inércia é sempre relativa aos corpos circundantes. É num sentido analógico que se pode falar de inércia natural, pois na matéria só há extensão, figura e movimento; e nenhuma qualidade intrínseca. Ele rejeita a visão kepleriana de inércia como propensão da matéria ao repouso e efetua a transição para a noção moderna de inércia como persistência do estado quer de repouso ou de movimento, a partir de demonstrações rigorosas fundamentadas em princípios de conservação justificados apelando-se à imutabilidade da natureza de Deus. Somente geometria e os princípios de conservação do movimento regulam o comportamento dos corpos físicos.

Palavras chave: Descartes; Mersenne; inércia; movimento; imutabilidade divina.

Abstract: Descartes recognizes no inertia or natural slowness in bodies, because inertia is always relative to the surrounding bodies. It is in an analogical sense that one can speak of natural inertia, since in matter there is only extension, figure and movement; and no intrinsic quality. He rejects the Keplerian view of inertia as propensity of matter to rest and makes the transition to the modern notion of inertia as persistence of the state either of rest or of movement, from rigorous demonstrations based on conservation principles justified by appealing to immutability of the nature of God. Only geometry and the principles of conservation of the movement regulate the behavior of physical bodies.

Keywords: Descartes; Mersenne; inertia; movement; divine immutability.

Dois aspectos são fundamentais na constituição da ciência cartesiana: primeiro, que o mundo opera de acordo com leis imutáveis estabelecidas por Deus quando de seu ato criador inicial e mantidas por seu subsequente poder conservador; segundo, que temos a capacidade inata, concedida por Deus, de descobrir tais leis. Essas são as regras consoante às quais se efetua as mudanças nas coisas materiais

[...] que Deus estabeleceu de tal modo na natureza, e das quais imprimiu tais noções em nossas almas que [...] não poderíamos duvidar que não fossem exatamente observadas em tudo o que existe ou se faz no mundo (Descartes, 1962, p.74; AT, VI, p. 41).²

1 Faculdade de São Bento- São Paulo.

2 Cito as traduções existentes em língua portuguesa. Na ausência dessas, eu mesmo fiz as traduções. Todavia, elas devem ser consideradas preliminares, pois uma tradução, no sentido rigoroso do termo, por si mesma constitui outro trabalho.

Descartes reteve a convicção que genuíno conhecimento significa um entendimento das causas do fenômeno. Por isso, tinha ressalvas ao método de Galileu de explorar fenômenos naturais por meio de idealizações que não pudessem ser diretamente intuídas. Para Descartes a busca por conhecimento verdadeiro sobre o mundo natural sempre significou a busca por princípios metafisicamente garantidos que servissem como fundações para explicações de fenômenos naturais.

Galileu tomou como seu ponto de partida o mundo que percebemos, um mundo já caracterizado por dados fenômenos, e procurou dar uma descrição matemática dos movimentos que observamos, ou melhor, das contrapartes idealizadas, que são uma aproximação de tais movimentos. Ele fez conhecer sua nova física em 1612 na obra *Discurso sobre as coisas que estão sobre a água, ou que nela se movem* e, também, em 1613 na *História e demonstração sobre as manchas solares e seus acidentes*. Galileu voltou a escrever a respeito da nova física nos seus dois maiores trabalhos publicados na década de 30: *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*, de 1632, e *Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências*, de 1638.

Descartes leu os *Discursos* de Galileu sobre as duas novas ciências na tradução de Mersenne e observa, numa carta a este de 1638, que embora Galileu tenha filosofado melhor que muitos e reconheça o valor do seu trabalho no tocante ao uso das matemáticas na descrição da natureza, ele falhara por não ter começado das primeiras causas, de maneira que seu sistema peca pela falta de elegância conceitual e talvez, devido a isso, não tenha chegado a um entendimento completo dos assuntos. Galileu, por exemplo, não perguntou por que os corpos caem ou por que os planetas se movem em torno do sol.³ Assim, suas leis de movimento parecem empíricas e contingentes e, portanto, contingentes em sua garantia. Diz Descartes:

Começarei esta carta com minhas observações sobre o livro de Galileu. Encontro, em geral, que ele filosofa muito melhor que o vulgo, apartando-se tanto como pode dos erros da Escola, e procura examinar as matérias físicas com razões matemáticas. Nisso estou inteiramente de acordo com ele e considero que não há outro meio para se encontrar a verdade. Mas parece-me que se equivoca muito na medida em que faz continuamente digressões e não se detém para explicar por completo uma matéria, o que mostra que não as têm examinado por ordem e que, sem haver considerado as primeiras causas da natureza, somente tem buscado as razões de alguns efeitos particulares, e assim tem construído sem fundamento (AT, II, p. 380).

Por isso, Descartes decide-se por uma abordagem geométrica mais radical que possa fornecer uma estrutura conceitualmente necessária e unir o sistema cósmico em uma moldura explanatória mecânica. Ele afirma que o único traço básico da matéria é sua extensão e que todas as suas outras características são redutíveis a (ou seja, logicamente deriváveis de) esse único traço. Isso significa ir além de Galileu, o qual tinha meramente sugerido que as qualidades secundárias⁴ de cor, temperatura etc. eram redutíveis ao aspecto primário da quantidade. Descartes, porém, reduz essa última a uma única propriedade - extensão -, o correlato da geometria euclidiana, então deixando a si próprio a tarefa de derivar, apenas da extensão, a impenetrabilidade, o peso e outras qualidades primárias.

3 É verdade que Galileu especulou que a resposta a qualquer uma dessas questões poderia também fornecer a resposta para a outra, mas ele se contentou somente com a descrição idealizada do movimento.

4 A distinção conceitual entre qualidades primárias e secundárias foi explicitada por Locke no *Ensaio sobre o entendimento humano*, livro II, capítulo 8. Nem Galileu nem Descartes utilizam os termos “primário” e “secundário” para designar as qualidades, porém, eles antecipam tal distinção quando apresentam as diferentes maneiras de se perceber os corpos. Cf. Galileu, *O ensaiador*, argumento 48 e Descartes, *Princípios da filosofia*, parte IV, artigo 198.

Segundo Descartes, “a natureza da matéria ou do corpo em geral⁵ [...] é apenas uma substância extensa em comprimento, largura e altura” (Descartes, 1997, p. 60; AT, IX-2, p. 65),⁶ e tudo quanto possa ser atribuído ao corpo, enquanto modo, pressupõe a extensão e não passa de dependência do que é extenso. “Por exemplo, não poderíamos conceber uma figura se não for uma coisa extensa, nem um movimento sem ser num espaço que é extenso” (Descartes, 1997, p. 46; AT, IX-2, p. 48). Além disso, como “só há uma matéria em todo o universo e [...] todas as propriedades que nela apercebemos distintamente apenas se referem ao fato de poder ser dividida e movimentada segundo as suas partes” (Descartes, 1997, p. 69; AT, IX-2, p. 75), então todos os fenômenos naturais podem ser explicados mecanicamente, ou seja, pelo movimento e choque dos corpos. Isso quer dizer que a física cartesiana é completamente redutível à geometria: a ciência da extensão. Outrossim, para Descartes, não há vazio no universo, isto é, espaço sem substância corpórea, “porque a extensão do espaço ou do lugar interior não é diferente da do corpo” (Descartes, 1997, p. 66; AT, IX-2, p. 71). Portanto, o mundo é um *plenum*, sem vazios. Porém, como o movimento não é dedutível da extensão, é necessário, em última análise, admitir que o *plenum* tenha sido posto em movimento por Deus, na criação. Este movimento é transferido de corpo a corpo por meio do contato entre eles. Consequentemente, o movimento possui duas causas: uma primária e universal, outra secundária e particular, cujo resultado são corpúsculos de matéria com algum movimento que previamente lhes faltava. A causa universal é uma lei de conservação, que é justificada por um apelo à imutabilidade da natureza de Deus. A partir da consideração da imutabilidade de Deus, podemos chegar ao conhecimento das leis ou causas particulares dos diversos movimentos dos corpos individuais.

Durante o período de 1629 a 1633, Descartes organizou uma compreensiva descrição de sua cosmologia mecânica, que resultou na obra *O mundo*, um trabalho escrito em francês que ele decidiu não publicar após ter recebido a notícia da condenação de Galileu. Na carta a Mersenne de novembro de 1633, ele diz: “Fiquei tão pasmo com isso, que quase decidi queimar todos meus papéis ou ao menos não permitir que alguém os veja” (AT, I, p. 270-1).⁷ A obra só seria publicada, postumamente, em 1664. Descartes começa com Deus e a ação de Deus em criar o mundo e mantê-lo na existência. Os mais fundamentais princípios físicos são as regras que governam o movimento local de toda porção de matéria, e é porque estas regras são diretamente impostas por Deus que é apropriado descrevê-las como leis da natureza (cf. Armogathe, 2008, pp. 265-77).

A noção de que a principal tarefa da ciência da natureza deva ser a descoberta das leis que governam o mundo natural emergiu, de uma maneira clara, pela primeira vez durante o século XVII. A larga aceitação no período pós-sofístico de uma antítese fundamental entre *nomos* (lei, ou convenção) e *phýsis* (natureza) implicara no caráter marginal de qualquer ideia de uma lei da natureza. É somente nos séculos posteriores, devido a influência da moral estoica, do direito romano e, sobretudo, da concepção cristã de um Deus criador e legislador do mundo, que a antítese *nomos-phýsis* paulatinamente se enfraquece, de modo que a ideia de uma lei da natureza se torna familiar e amplamente aceita a finais do século XIII. Como um desdobramento desse processo, no começo do século XVII a convicção da natureza ser governada por leis torna-se amplamente aceita; a

5 Isso significa que Descartes não faz distinção entre matéria e corpo em geral; assim, as duas expressões são usadas, no cartesianismo, como sinônimas.

6 Vale salientar que o ser extenso de algo não é esta ou aquela extensão particular perceptível, mas a extensão como característica essencial dependente “apenas do pensamento no sentido puro da *intelecção*” (Silva, 2001, p. 57).

7 Mas há outro motivo para não publicar sua obra. Na mesma carta, Descartes nota que “Já existem tantas visões em filosofia que são meramente plausíveis e que podem ser mantidas em debate que se minhas visões não são mais certas e não podem ser aprovadas sem controvérsias, eu jamais desejaria publicá-las” (AT, I, p. 271-2). Para quem pretende erigir o edifício da ciência em fundamentos seguros e indubitáveis, o não consenso sobre tal edifício é uma indicação de que a construção não é tão sólida como deveria ser.

terminologia de leis da natureza está disponível e é metafisicamente aceitável. Todavia, a orientação moral presente nas origens do conceito de leis da natureza engendrara leis demasiadamente gerais e sem uma formulação precisa para que pudessem ter uso efetivo na construção de explicações científicas. É Descartes quem faz a inovação decisiva ao formular uma ciência de corpos moventes em que as leis da natureza, concebidas especificamente como leis de movimento, são os princípios mais fundamentais de explicação: “Este papel de trazer a ideia de uma lei da natureza da margem da filosofia natural para seu centro é que faz de Descartes a mais importante figura singular em toda a história daquela ideia” (Milton, 1998, p. 686). Como para ele os princípios das coisas físicas são: “há corpos extensos em comprimento, largura e altura, que têm diversas formas e se movem de diversas maneiras” (Descartes, 1997, p. 19; AT, IX-2, p. 10), então as leis da natureza reduzem-se a um sistema quantitativo explicativo de caráter mecânico e baseado na geometria.

No tocante às conexões entre física e metafísica, o modelo da árvore do conhecimento sugere que Descartes considera a física como contínua à metafísica⁸. Sobre a questão de a física poder proceder por dedução rigorosa de princípios autoevidentes (ou, possivelmente, demonstrada metafisicamente), Descartes assume, na segunda parte dos *Princípios*, uma posição afirmativa⁹, oferecendo derivações das leis fundamentais da natureza a partir dos atributos de Deus, de maneira que o raciocínio científico é suposto ser pura dedução de premissas evidentes. Portanto, os fenômenos naturais podem ser descritos por leis - que são as leis dos movimentos dos corpos -, representáveis geométrica e analiticamente, e obtidas por demonstrações segundo os mesmos princípios demonstrativos aceitos na Matemática:

Confesso francamente que nas coisas corporais a única matéria que conheço é aquela que pode ser dividida, representada e movimentada de todas as maneiras possíveis, isto é, aquela matéria a que os geômetras chamam quantidade e que é objeto das suas demonstrações; nesta matéria só considero as suas divisões, figuras e movimentos. E, enfim, ao tratar deste assunto só tomarei por verdadeiro aquilo que tiver sido deduzido com tanta evidência que poderia ser considerado uma demonstração matemática. E uma vez que este processo permite explicar todos os fenômenos da Natureza [...], não penso que devamos aceitar outros princípios na Física, nem aliás devemos desejar outros para além daqueles que aqui se explicam (Descartes, 1997, p. 90-1; AT, IX-2, p. 102).

Como nota Alquié (1967, p. 63, n. 2), Descartes pensa aqui na demonstração propriamente dita, aquela dos geômetras, em que o que se afirma é deduzido a partir de princípios. Embora Descartes esperasse oferecer uma demonstração de sua física a partir de sua metafísica, tal projeto jamais foi realizado em sua totalidade. A metafísica somente fundando, de uma parte, a verdade das ideias claras, de outra parte, na natureza, certos princípios de conservação. Mas há outro sentido, menos estrito, do que seja uma demonstração. Numa carta a Mersenne de 1638, Descartes apresenta essa posição:

Exigir de mim demonstrações geométricas numa matéria que depende da Física é querer que faça coisas impossíveis. E se alguém não quer nomear demonstrações senão as provas dos geômetras, é preciso dizer que Arquimedes nunca demonstrou nada na Mecânica, nem Vitellion na Ótica, nem Ptolomeu na

8 Ver a exposição na carta prefácio aos *Princípios* (AT, IX-2, p. 9-10; 14). Os dois primeiros princípios da filosofia, de cunho metafísico, são o *cogito* e Deus. O terceiro, de cunho físico, que há corpos que se movimentam. Os princípios das coisas corporais, ou físicos, deduzem-se do *cogito* e de Deus.

9 Embora às vezes pense a metafísica como sendo considerada somente preliminar ao pensamento científico, propondo fundamentos num sentido preferencialmente epistemológico, ao invés de um sentido axiomático, para as verdades da física.

Astronomia etc. o que, todavia, nunca se diz. Pois se contenta, em tais matérias, que os autores, tendo pressuposto certas coisas que não são manifestadamente contrárias às experiências, falam consistentemente e sem produzir paralelismos, mesmo que suas suposições não sejam exatamente verdadeiras. [...]. Esses que se contentam em dizer que não crêem nisso que escrevi, porque as deduzi de certas suposições por mim não provadas, não sabem o que demandam, nem o que demandar (AT, II, p. 142).

Ele tem em mente, aqui, um método de formular hipóteses a partir das quais os fatos observados podem ser deduzidos, o que nas teorias contemporâneas do método científico é conhecido como método hipotético-dedutivo¹⁰. As hipóteses de explicação que se usam em física podem ser úteis sem ser exatamente verdadeiras. Às vezes, existem maneiras diferentes de um fenômeno ser deduzido de seus princípios, e o experimento pode ser necessário para decidir entre eles (cf. AT, VI, p. 64-5).

Descartes estabelece, no capítulo 7 de *O mundo* (Descartes, 2009, pp. 81-105; AT, XI, pp. 36-48), as três regras fundamentais da mecânica, denominadas de “leis da natureza”, segundo as quais se fazem as mudanças na matéria:

- 1) que cada parte da matéria em particular permanece sempre no mesmo estado enquanto o encontro com outras não a obrigue a alterá-lo;
- 2) que, quando um corpo impele outro, não lhe poderá dar nenhum movimento, se não perder ao mesmo tempo o mesmo tanto do seu, nem lhe poderá tirar, se o seu não aumentar em igual quantidade;
- 3) que, quando um corpo se move, embora seu movimento se faça na maioria das vezes em linha curva e não possa jamais se fazer algum que não seja de forma circular [...], mesmo assim, cada uma de suas partes em particular tende sempre a continuar o seu em linha reta. E, assim, sua ação, isto é, a inclinação que elas têm ao se mover, é diferente de seu movimento.

No entanto, foi nos *Princípios da filosofia*, publicado em latim em 1644 e numa tradução francesa de 1647, que Descartes tornou pública a teoria física contida em *O mundo*, mas de uma maneira modificada e mais ampliada. As três regras da mecânica, agora mais enfaticamente chamadas de leis da natureza, aparecem numa ordem diferente, mas são essencialmente as mesmas, exceto que a nova terceira lei (a antiga segunda regra de *O mundo*) agora estabelece que o valor relativo da força de cada corpo para agir ou resistir, fundamental no processo de transmissão de movimento nos choques, depende não apenas da magnitude de cada corpo, como suposto antes, mas do produto de sua magnitude pela sua velocidade. As três leis da natureza são enunciadas nos sumários dos parágrafos 37, 39 e 40 da segunda parte dos *Princípios* (Descartes, 1997, p. 76-8; AT, IX-2, pp. 84-7):

- 1) cada coisa permanece no seu estado se nada o alterar; assim, aquilo que uma vez foi posto em movimento continuará sempre a mover-se;
- 2) todo o corpo que se move tende a continuar o seu movimento em linha reta;
- 3) se um corpo que se move encontrar outro mais forte, o seu movimento não diminui em nada; se encontrar um corpo mais fraco [que consiga mover], só perderá o movimento que lhe transmitir.

As duas primeiras leis, no seu conjunto, correspondem ao que na mecânica newtoniana é chamado de “lei da inércia”.¹¹ A terceira lei estabelece a conservação do movimento nos encontros

10 Como nota Laudan, “hoje está estabelecido que Descartes tinha uma sólida compreensão de algo como o método hipotético-dedutivo e que ele se dispunha a recomendar o seu emprego na ciência natural”. (Laudan, 2000, p. 40-1). Ver também AT, IX-2, p. 104-5; 108.

11 A “lei da inércia” é a primeira lei do movimento da mecânica newtoniana (cf. Newton, 1726, p. 13). Para algumas

entre os corpos. Essas leis, em associação com as sete regras dos choques,¹² constituem os pilares em que a mecânica cartesiana se apóia. Como mostramos ao longo do texto, as leis da natureza não encontram justificativa em algum tipo de raciocínio indutivo a partir de dados empíricos, mas fundamentam-se no mesmo princípio metafísico: por Deus ser imutável em sua natureza, Ele é imutável e simples em suas operações, conseqüentemente, a ação pela qual Ele mantém o mundo na existência possui o caráter de imutabilidade e simplicidade. Essa conservação do universo na existência requer a constante e regenerativa assistência da divindade já que “suas partes não dependem umas das outras nem nunca existem como um todo” (Descartes, 1997, p. 35; AT, IX-2, p. 34). Portanto, o fato de o universo existir agora não é garantia de que subsista um momento depois, a menos que Deus, enquanto causa que o produziu, continue a produzi-lo.

Nos textos escolares de física, inércia é definida como a tendência de um corpo para permanecer no estado de repouso, se estiver em repouso, ou permanecer no estado de movimento retilíneo uniforme, se estiver em movimento. Essa noção, hoje tão familiar, foi introduzida no contexto da nova mecânica, embora um tanto confusamente, no começo do século XVII por Kepler. Todavia, as raízes da concepção inercial da matéria remontam ao neoplatonismo, com sua ênfase sobre a natureza espiritual e imaterial da realidade. De maneira a acentuar a fonte sublime e imaterial de toda força e vida no intelecto de Deus, neoplatônicos reduziram a matéria à impotência e a dotaram com inércia, no sentido de uma ausência absoluta de atividade espontânea. Também para os autores platônicos da patrística cristã, matéria era algo básico, inerte, sem forma e degradada, atributos que reaparecem na caracterização de Kepler da matéria como aquilo que é demasiadamente “degradada e desajeitada para mover a si mesma de um lugar para outro” (Kepler, 1868, p. 746). Ele foi quem primariamente atribuiu à matéria uma propensão inerente para a inércia, em sua busca por uma explicação dinâmica das órbitas elípticas do movimento planetário então descobertas. Necessitando de um conceito que expressasse a oposição, intrínseca na matéria, às forças motoras, Kepler formulou o conceito inercial de massa (cf. Jammer, 1997, pp. 52-8). Ele sustenta que corpos em movimento tendem ao repouso, e chama de *inércia* a propriedade dos corpos que causa isso. O material que forma as maiores partes da Terra tem repugnância ao movimento. Em sua *Epitome astronomiae copernicanae* de 1618, Kepler declara: “Inércia ou oposição ao movimento é uma característica da matéria; ela é mais forte quanto maior é a quantidade de matéria em um dado volume” (Kepler, 1866, p. 174-5). Ele, portanto, definiu inércia somente em termos de uma resistência ao movimento, quer dizer, daquilo que se opõe à força impressa, apoiando-se na suposição de que o repouso é um estado natural que não precisa ser explicado. Essa concepção kepleriana de inércia permanece, assim, ligada à física aristotélica.

Por sua vez, Galileu diz que um corpo persistirá perpetuamente em seu movimento atual, ou seja, sem mudança, sobre um plano horizontal, se não houver nenhuma causa para desacelerá-lo ou acelerá-lo. A ideia que deu ao sistema de Galileu propriedades semelhantes às inerciais é derivada de seu trabalho com planos inclinados. Um plano horizontal é um caso limite do plano inclinado em que a aceleração é nula, de modo que um corpo teria nele o mesmo movimento uniforme indefinidamente. Ele supôs que a conservação de movimento era devida à ação da força impressa ou ímpeto que persiste na ausência de acelerações ou desacelerações. Esse ímpeto realmente conecta o corpo ao vasto movimento compartilhado da Terra. Galileu entendeu a conservação de movimento, mas não rejeitou a ideia escolástica de ímpeto e de forças impressas. O ímpeto possui muitas das características da inércia, incluindo a manutenção do movimento, de modo que Galileu

diferenças entre Descartes e Newton no tocante à noção de inércia, ver Garber, 1992, p. 203.

12 As sete regras dos choques são apresentadas nos parágrafos 46 a 52 da segunda parte dos *Princípios*. Para um comentário às leis cartesianas do movimento e às regras dos choques, ver de Buzon & Carraud, 1994, pp. 96-116.

tinha em mente quase todos os atributos da inércia: conservação, tendência tangencial retilínea e a equivalência de repouso e movimento. Mas ainda pensava em termos de ímpeto e, por essa razão, falhou em entender a operação de forças dinâmicas. Isso impediu sua análise das forças e agências da natureza, como a gravitação (cf. Hooper, 1998, p. 171).

Mas, já em 1613, Isaac Beeckman havia rejeitado as ideias de forças impressas, em notas no seu jornal (cf. Beeckman, 1939, p. 24). Ele propôs que um corpo continuava a mover-se tal como tinha estado a mover-se enquanto não houvesse nenhuma causa atuando para reduzir sua velocidade ou fazê-lo parar. Beeckman deu o passo crucial em direção a uma perspectiva propriamente inercial ao negar a existência de qualquer *virtus impressa* num corpo móvel, citando a indiferença à mudança como o motivo da perseverança do movimento uniforme e dizendo que não havia razão suficiente para qualquer mudança. A pedra que foi jogada pela mão persiste em movimento não devido a alguma força sobre ela, nem devido ao horror ao vácuo, mas porque ela não pode não perseverar naquele movimento, surgido na mão pela qual ela foi movida. “Sendo uma coisa posta em movimento, ela nunca vai ao repouso, exceto devido a um impedimento externo” (Beeckman, 1939, p. 24). Ele desenvolveu os elementos de sua nova abordagem em discussões em 1619 e depois com seu jovem amigo matemático Descartes, que era então um soldado no exército de Maurício de Nassau. Beeckman defendeu que o mundo repousa ou move-se uniformemente, quer dizer, persevera, precisamente na ausência de tais forças impressas. Mas, semelhante a Galileu,¹³ Beeckman admitiu que um corpo poderia perseverar num movimento orbital circular. Como notado por Koyré (1966, p. 108-9, n. 2), tanto o movimento retilíneo usual quanto o circular são conservados de acordo com Beeckman, isto é, o princípio de Beeckman admite a persistência do movimento em geral, sem consideração pela direção imediata e curvatura da trajetória, ou seja, sua determinação. O princípio diz respeito à conservação do movimento e às causas formais da indiferente persistência do movimento.

Embora o conceito de inércia como perseverança possa ter sido sugerido a Descartes por Beeckman (cf. AT, X, p. 58), Descartes trabalhou silenciosamente com o princípio beeckmaniano de indiferença à mudança reelaborando-o em seu sistema mecânico. Os princípios cartesianos de persistência afirmam que a perseverança somente ocorre em movimentos uniformes e invariantes em linha reta. Descartes argumenta que por Deus manter a criação de instante a instante, Ele usa os meios mais simples e diretos de recriar movimentos, o que significa ter corpos em movimento contínuo retilíneo ao próximo ponto, no próximo tempo ou instante. Portanto, a expressão clara de Descartes da ideia de inércia retilínea marca um avanço sobre os sugestivos e incompletos trabalhos de seus predecessores.¹⁴

O primeiro estágio na conceituação inercial da matéria fora devido essencialmente ao trabalho de Kepler, ao conceber inércia como propensão da matéria ao repouso. Descartes, porém, não tomou emprestado de Kepler sua noção de inércia, pois a concebe de um modo diferente da formulação kepleriana. Numa carta a Mersenne, de dezembro de 1638, ele declara:

13 Dijksterhuis (1961, p. 352) observa que, de acordo com Galileu, uma partícula livre de influências externas (a gravidade não está entre elas) persevera num movimento circular cujo centro coincide com o centro da Terra. Isso é chamado de “inércia circular”. Somente para pequenas distâncias é que o movimento é considerado retilíneo (cf. Galilei, 2001, p. 99; 1897, p. 43).

14 O princípio de persistência do estado de um corpo também tinha sido proposto por Galileu no contexto da discussão sobre o movimento no plano inclinado. Ele entende que no caso limite de um plano de inclinação nula, um corpo em movimento não apresenta nem diminuição nem aumento de sua velocidade (cf. Galilei, 2001, pp. 226-9; 1897, pp. 171-3). Entretanto, deve ser ressaltado que o argumento apresentado por Galileu tem um caráter específico, pois se fundamenta na gravidade, enquanto o argumento de Descartes é de caráter geral.

Não reconheço nenhuma inércia ou lerdeza natural nos corpos, não mais que M. Mydorge aceita, e creio que simplesmente pelo caminhar um homem faz mover a massa inteira da terra, mesmo que pouco, já que ele está colocando seu peso ora sobre uma região, ora sobre outra. Mas eu não deixo de concordar com M. de Beaune, que os maiores corpos quando são empurrados por uma mesma força, como os maiores navios por um mesmo vento, se movem sempre mais lentamente que os outros. Isso talvez pudesse ser suficiente para estabelecer suas razões sem ter que recorrer a essa inércia natural,¹⁵ que não pode de forma alguma ser provada (AT, II, p. 466-7).

Descartes esclarece melhor sua posição na carta a de Beaune, de 30 de abril de 1639, em que discute o caso de um corpo que atinge a terra, a qual contém mil vezes mais matéria que o próprio corpo. Devido ao fato de que no curso do impacto a transferência de movimento confere à terra somente uma milésima parte da velocidade do corpo, pode-se dizer que “nesse sentido, tanto mais matéria um corpo contém, tanto mais *Inércia Natural* ele tem” (AT, II, p. 543). Não há propriamente no corpo uma propensão ao repouso, mas uma tendência a permanecer no mesmo estado, a qual é proporcional à sua quantidade de matéria. Na explicitação de sua concepção de inércia como congruente aos princípios de persistência, Descartes rejeita completamente a “inércia natural” como uma propriedade intrínseca da matéria. Isso é enfaticamente afirmado numa carta de 1644, cuja data e destinatário são desconhecidos: “Não considero haver qualquer inércia, *absolutamente falando*, ou de acordo com a natureza das coisas: inércia sempre é relativa aos corpos circundantes” (AT, V, p. 551). É somente num sentido analógico que se pode falar da inércia natural de um corpo. Pois a essência da matéria é a extensão espacial: a geometria e as leis de conservação do estado e da quantidade de movimento regulam o comportamento dos objetos físicos.

Ao enunciar as regras de colisão de corpos diferentes, que na terminologia contemporânea seriam descritos como corpos possuidores de massas¹⁶ diferentes, Descartes utiliza expressões semelhantes a “se corpo B é maior que C”, ou “se o corpo em repouso C é menor que B” (cf. Descartes, 1997, pp. 81-4; AT, IX-2, pp. 89-93). A quantidade de matéria (ou massa) de um corpo é para Descartes dada pelo tamanho ou volume desse corpo. Pois como todo corpo é feito do mesmo estofado, corpos de volumes iguais, e sem poros preenchidos por outros corpos, têm a mesma quantidade de matéria. Daí a equivalência entre a magnitude de um corpo e a sua massa (cf. Descartes, 1997, p. 61-2; AT, IX-2, p. 66-7). Isso se torna explícito na carta a Silhon, de março ou abril de 1648:

Se dois corpos diferentes recebem, cada um deles, a mesma quantidade de movimento que o outro, essa mesma quantidade de movimento não dá tanto mais velocidade ao maior como ela dá ao menor; e assim pode ser dito, nesse sentido, que quanto mais matéria um corpo contém, mais inércia natural ele tem. A isso se pode acrescentar que um corpo maior pode transferir seu movimento mais facilmente a outros corpos que um corpo menor pode <transferir>, e pode menos facilmente ser movido por eles. Assim, há uma espécie de inércia que depende da quantidade de matéria, e outra que depende da área das superfícies (AT, V, p. 136).

Todavia, peso e gravidade, em sua teoria física, resultam de uma complicada cinemática de vórtices: são aspectos meramente acidentais e em geral não estão em proporção à quantidade de matéria (cf. Descartes, 1997, p. 185; AT, IX-2, p. 213).

Assim, ao admitir que tudo se faz nos corpos por figura e movimento, sem a intervenção de alguma qualidade na matéria, Descartes rejeita a visão kepleriana de inércia como repugnância

15 A expressão “inércia natural” é usada por de Beaune.

16 Massa, nesse contexto, refere-se à quantidade de matéria.

ao movimento e efetua a transição para a concepção moderna de inércia como persistência do estado quer de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Na carta a Mersenne de 28 de outubro de 1640, encontramos:

É um grande engano admitir o princípio que nenhum corpo se move por si mesmo. Pois é certo que um corpo, desde que tenha começado a se mover, tem em si mesmo, por essa razão somente, a força¹⁷ de continuar a mover-se, justamente como, uma vez estando estacionário em certo lugar, ele tem, por essa razão somente, a força de continuar lá (AT, III, p. 213).

Para ele, portanto, corpos em repouso tendem a permanecer em repouso e corpos em movimento tendem a permanecer em movimento. De uma maneira geral, cada coisa particular, enquanto simples e indivisa, conserva o mais possível tanto a sua figura quanto seu estado de movimento ou repouso e nunca muda, a não ser por causas externas.

Se vemos que uma parte da matéria é quadrada, ela permanecerá assim se nada vier alterar a sua figura; e se estiver em repouso, nunca se moverá por si mesma; mas, uma vez posta em andamento, também não podemos pensar que ela possa deixar de se mover com a mesma força enquanto não encontrar nada que atrase ou detenha o seu movimento. De modo que, se um corpo começou a mover-se, devemos concluir que continuará sempre em movimento [e que nunca parará por si próprio] (Descartes, 1997, p. 76; AT, IX-2, p. 84).

A tendência de uma coisa permanecer no mesmo estado é, para Descartes, a primeira lei da natureza. Mas a que se deve essa tendência de um corpo permanecer no mesmo estado, quer de movimento ou de repouso? Isso se deve a imutabilidade de Deus. Ele é imutável, não somente em sua natureza, mas também em sua ação. “E como sua ação no mundo se manifesta pelo movimento” (Mouy, 1934, p. 20), sua imutabilidade particularmente se revela na maneira como Ele conserva a mesma quantidade de movimento na existência - quer dizer, ao fato

[...] de que Deus é imutável e de que, por agir sempre da mesma maneira, produz sempre o mesmo efeito. Pois, suponho que Ele tenha posto certa quantidade de movimento em toda a matéria em geral desde o primeiro instante em que a criou, é preciso admitir que conserve sempre a mesma quantidade, ou então não acreditar que aja sempre do mesmo modo (Descartes, 2009, p. 95; AT, XI, p. 43).

Ademais, o repouso é contrário ao movimento; e, por sua própria constituição, nada se torna o seu oposto ou destrói a si mesmo. Então, trata-se de um preconceito, advindo dos nossos sentidos, supor que os movimentos acabam naturalmente por si mesmos. Ocorre que os movimentos a nossa volta param muitas vezes devido a razões ignoradas por nossos sentidos e, assim, nos tornamos, desde o começo de nossas vidas, inclinados a crer que os movimentos terminam por si mesmos e que tudo no mundo tende ao repouso. Na verdade, “é requerida tanta ação para o movimento como para o repouso” (Descartes, 1997, p. 70; AT, IX-2, p. 77); por isso empregamos tanta força e tanta ação para fazer, por exemplo, deslizar um barco que está em repouso num lago calmo quanto para fazê-lo parar de repente enquanto se desloca.¹⁸ Resumindo, a primeira lei da natureza assevera que, na ausência de distúrbios externos, todos os modos e atributos da matéria são conservados de momento a momento exatamente no mesmo estado por meio do concurso criativo de Deus. Se uma partícula está em movimento, ela não irá parar por si mesma, e se uma está em repouso, ela não começará a se mover simplesmente.

17 Ou seja, o poder.

18 Este exemplo já fora usado antes por Galileu em uma carta de 1612 (cf. Galilei, 1895, p. 227).

“Esta equivalência ontológica entre repouso e movimento está no coração mesmo da nova ideia de movimento estabelecida por Descartes. Movimento e repouso são similarmente estados positivos de corpos que são conservados na ausência de ações externas” (Baigrie, 1993, p. 167).

A primeira lei afirma a conservação de repouso e movimento como estados da matéria. Ela não especifica em qual direção, isto é, se em alguma, os corpos se movem. É a segunda lei que dá a formulação explícita da natureza retilínea do movimento não perturbado:

[...] cada parte da matéria, considerada em si mesma, nunca tende a continuar o seu movimento em linha curva mas sim em linha reta, embora muitas destas partes sejam muitas vezes obrigadas a desviar-se porque encontram outras no caminho, e quando um corpo se move toda a matéria é conjuntamente movida e faz sempre um círculo [ou anel] (Descartes, 1997, p. 77; AT, IX-2, p. 85-6).

Mas por que todo corpo que se move está determinado a mover-se em linha reta e não em linha curva? Porque Deus conserva cada coisa por uma ação contínua e, por conseguinte, Ele não conserva o estado de movimento da matéria tal como possa ter sido anteriormente, mas sim como é precisamente no mesmo instante em que Ele o conserva.

Ora, acontece que, de todos os movimentos, somente o retilíneo é inteiramente simples e tem toda sua natureza compreensível em um instante. Com efeito, para concebê-lo é suficiente pensar que um corpo esteja em ação de se mover em certa direção, o que ocorre em cada um dos instantes que possam ser determinados durante o tempo em que ele se move. Em vez disso, para conceber o movimento circular, ou algum outro que possa existir, é preciso considerar ao menos dois de seus instantes, ou melhor, duas de suas partes e a relação que há entre elas (Descartes, 2009, p. 97-9; AT, XI, p. 44-5).

Por isso, todo corpo que se move está determinado a mover-se em linha reta e não em linha curva. O *insight* fundamental é que a direção retilínea é a única direção que pode ser unívoca e completamente definida em um dado momento do tempo. É, portanto, a única direção que pode ser conservada por Deus exatamente da mesma maneira que no momento prévio. Descartes reconhece que o movimento não ocorre num momento do tempo. Todavia, ele admite que Deus conserva um corpo justamente como ele é no momento em que é preservado. Se os movimentos curvos fossem os caminhos privilegiados descritos pelos corpos, como Kepler tinha assegurado em sua *Astronomia nova* de 1609, e por que o movimento curvo não tem toda sua essência compreendida em um instante, isso requereria que Deus considerasse ao menos duas partes do movimento com direções distintas, cada uma definida em um dado momento, uma implicação que conflita com a primeira lei de movimento que, na ausência de perturbações, afirma a conservação de instante a instante de cada modo da matéria exatamente no mesmo estado. De fato, se um corpo fosse descrever um caminho curvo, isso indicaria que alguma causa externa afetou seu estado inercial. Com a segunda lei, Descartes dissolve o tradicional problema concernente à causa do movimento, o qual houvera sustentado as teorias medievais do ímpeto, e dirige a investigação para a questão sobre o que causa mudanças de movimento, abrindo, assim, caminho para a dinâmica desenvolvida por Leibniz e por Newton.

As duas primeiras leis da natureza dependem da conservação da atividade de Deus. Juntas, elas sustentam que Deus conserva uma quantidade de movimento que é determinada numa única direção e que é mantida de um momento ao momento seguinte. Movimento é, portanto, na descrição de Descartes, uma série de ações que ocorrem em momentos discretos do tempo. Ademais, essa ação num dado momento do tempo não é a causa ou razão das subsequentes ações. Embora Descartes possa ser corretamente considerado como o proponente da lei da inércia, a coluna fundante da

moderna ciência da mecânica, para ele, todavia, movimento em linha reta não é não-causado, como Newton afirmará depois, mas é suportado pela atividade conservadora de Deus.

Porém, num mundo que é um *plenum*, há constantes choques entre os corpos. A terceira lei formula as condições sob as quais o estado de movimento de um corpo é alterado pelo estado de movimento de outro corpo, com o qual se choca:

[...] se um corpo em movimento encontrar outro¹⁹, tem menos força para continuar a mover-se em linha reta do que este para lhe resistir, perdendo a determinação e desviando-se mas sem nada perder do seu movimento; e se tiver mais força move consigo esse outro corpo e perde tanto movimento como aquele que lhe transmite (Descartes, 1997, p. 78; AT, IX-2, p. 86-7).

Assim, se num choque entre dois corpos um deles tem sua quantidade de movimento reduzida, o outro a tem aumentada no mesmo valor. Descartes assevera que isso ocorre dessa maneira para que a quantidade total de movimento no universo seja sempre conservada. Daí impõe-se a pergunta: por que Deus mantém no universo a mesma quantidade de movimento que lhe foi posta na criação? A resposta baseia-se ultimamente na constância de Deus, que Descartes assegura estar refletida no mundo criado. Pois, supondo que desde o primeiro instante da criação:

[...] as diversas partes da matéria, nas quais esses movimentos se distribuíram desigualmente, começaram a conservá-los ou a transferi-los de uma para outra, segundo a força de que dispunham para tal, é preciso necessariamente pensar que Ele as faça continuar sempre a agir assim (Descartes, 2009, p. 95; AT, XI, p. 43).

É porque Deus não é em si mesmo sujeito a mudança que Ele sempre cria pela mesma operação e traz sempre o mesmo efeito, e, assim, continua a produzir o universo de tal maneira que esse subsiste com a mesma quantidade de movimento que lhe foi dada no ato da criação. Em outras palavras, isso ocorre porque é uma das perfeições de Deus não somente a imutabilidade de sua natureza, mas também agir de uma maneira que nunca muda e, portanto, dando origem à matéria com o movimento e o repouso das suas partes, “conserva agora no universo, pelo seu concurso ordinário, tanto movimento e repouso como quando o criou” (Descartes, 1997, p. 75; AT, IX-2, p. 83).

Vale frisar que embora Descartes sustente uma visão voluntarista acerca de Deus poder alterar a verdade ou falsidade de proposições, tanto em matemática quanto em moral, ele não sustenta, no entanto, a visão de que Deus possa ordenar quaisquer leis da natureza sem restrição. Uma provável razão para tal posição assumida por Descartes (cf. Milton, 1998, p. 694) é que se Deus pudesse escolher quaisquer leis, então não haveria nenhuma maneira de se inferir, por um raciocínio metafísico, o que as leis da natureza deveriam ser. A física seria uma investigação puramente *a posteriori*, quer dizer, empírica, em que os tipos de argumentos *a priori* empregados na segunda parte dos *Princípios* não teriam lugar. Descartes foi levado a usar argumentos hipotéticos-dedutivos para os pormenores de sua física, mas empregando-os dentro de um arcabouço cujos princípios básicos foram estabelecidos por razões *a priori*. Ele fundamenta sua derivação das leis da natureza no caráter intrínseco do único ser não sujeito ao poder arbitrário de Deus, a saber, o próprio Deus. O princípio de imutabilidade que subjaz à derivação das leis da natureza não parece estar sujeito à divina escolha. Portanto, nada da concepção cartesiana de um Deus voluntarista está contida nos princípios metafísicos dos quais as leis de movimento são efetivamente derivadas.

Entretanto, apesar de Descartes afirmar que Deus é a única causa dos movimentos em cada estado do mundo, ele nega que possamos apontar Deus como a causa de qualquer mudança de

19 A tradução de Gama diz: “se um corpo em movimento não encontrar outro”, um provável deslize do tradutor ou impressor.

movimento nos corpos individuais. Devido ao argumento metafísico da imutabilidade e constância da essência divina, Deus cria as partes da matéria e as conserva na existência sempre pela mesma operação e, conseqüentemente, produz sempre o mesmo efeito. Portanto, nenhuma mudança no mundo jamais pode ser explicada pela maneira com que Deus o cria ou o conserva. A mudança deve ser concebida como surgindo da natureza da criatura, da própria matéria e movimento. Isso está explicado na carta a Mersenne de 26 de abril de 1643:

O que é ou existe permanece sempre no estado em que está, a menos que alguma causa externa o mude; assim não penso que possa haver qualquer *qualidade* ou *modo* que pereça por si mesmo. Se um corpo tem certa figura, ele não a perde a menos que ela lhe seja tomada pela colisão com algum outro corpo; similarmente, se ele tem algum movimento, continuará a mantê-lo, a menos que seja impedido por alguma causa externa. Provo isso por metafísica, pois Deus, que é o autor de todas as coisas, é inteiramente perfeito e imutável; e assim parece-me absurdo que qualquer coisa simples que exista, e, portanto, tenha Deus como seu autor, possa ter em si mesmo o princípio de sua destruição [...]. Como movimento não é uma *qualidade real*, mas somente um *modo*, ele pode ser concebido somente como a mudança pela qual um corpo deixa a vizinhança de alguns outros; e há somente duas espécies de mudanças a considerar: uma mudança em sua velocidade e uma mudança em sua direção (AT, III, p. 649-50).

De fato, Descartes supõe que as partes da matéria têm vários movimentos desde o instante de sua criação e, por não haver vazios, elas estão, por todos os lados, em contato umas com as outras. Disso segue-se necessariamente que desde o momento em que elas começaram a se mover, também variaram seus movimentos e sofreram mudanças à medida que se chocavam mutuamente. Assim, mesmo:

[...] se Deus as conserva subsequentemente da mesma maneira que as criou, Ele não as conserva no mesmo estado; isso quer dizer que, agindo Deus sempre igualmente e, por conseguinte, produzindo sempre em substâncias o mesmo efeito, se encontram, como por acidente, inúmeras diferenças nesse efeito. E é fácil de acreditar que Deus, que, como todos devem saber, é imutável, age sempre do mesmo modo (Descartes, 2009, p. 83-5; AT, XI, p. 37-8).

Todavia, surgem algumas dificuldades metafísicas ao se tentar estabelecer uma teoria coerente da mudança apoiada sobre esses princípios. Mudanças não podem ser atribuídas a Deus, pois Ele é imutável. Contudo, embora cada estado sucessivo do mundo segue-se diretamente da operação criativa de Deus, as diferenças entre estados sucessivos não devem ser explicadas da mesma maneira. Nem a mudança pode ser explicada pela matéria tomada simplesmente como substância extensa. Toda mudança origina-se de alguma maneira do movimento que Deus pôs na matéria no ato da criação, e assim deve ser vista originando-se de Deus somente indiretamente, ou como por acidente. Mas nenhuma mudança ocorre a partir da mera posse de movimento como um estado momentâneo de uma parte da matéria; esse conceito de movimento não tem conseqüências adicionais a não ser diferenciar aquela parte como um corpo individual. De modo a fornecer uma teoria da mudança, Descartes é levado a dar outras funções ao movimento. De sua análise da mudança resulta duas atribuições ao movimento distintas, uma cinemática e uma dinâmica, cada qual diferindo de maneira significativa da ideia de movimento em sua função metafísica.²⁰

Deve-se salientar que para muitos pensadores do século XVII, tais como Descartes, Malebranche e Leibniz, princípios de conservação são particularmente importantes porque manifestam a constância da ação de Deus em governar o mundo e mantê-lo na existência.

²⁰ Para uma exposição sobre os atributos cinemático e dinâmico do movimento ver Anderson, 1976, p. 208-9).

Suas discordâncias são acerca de quais quantidades são conservadas, e não se tais princípios são fundamentais. Leibniz, por exemplo, considera que a verdadeira medida da quantidade de força motriz (*vis viva*) é mv^2 e não mv , como supunha Descartes.²¹ A conservação da força viva é uma das leis fundamentais da natureza, derivável diretamente do axioma metafísico de que um efeito é igual em força a sua causa. Todavia, é o fato de a força viva ser derivável de um princípio de conservação que faz com que ela mereça o estatuto de lei.

Em suma, na elaboração da sua concepção da inércia, Descartes rejeita a “inércia natural” como uma qualidade intrínseca da matéria. A essência da matéria é a extensão, de maneira que a geometria e os princípios de conservação do estado e da quantidade de movimento, dependentes da imutabilidade de Deus, regulam o comportamento das coisas físicas por meio de leis. Podemos afirmar que Descartes, mais do que nenhum outro filósofo, elaborou a ideia moderna de lei da natureza ao concebê-la especificamente como lei do movimento exprimível geométrica e algebricamente, fazendo da extensão e do movimento os princípios explicativos da física.

Referências bibliográficas

- ADAM, C.; TANNERY, P. (orgs.) (1897-1913) *Oeuvres de Descartes*. Paris: Léopold Cerf (abreviado por AT).
- ALQUIÉ, F. (org.) 1967. *Descartes: Oeuvres philosophiques*. Tome II. Paris: Garnier.
- ANDERSON, W. E. 1976. “Cartesian motion”. In: MACHAMER, P. K.; Turnbull, R. G (orgs.) *Motion and time, space and matter*. Columbus: Ohio State University.
- ARMOGATHE, J.-R. 2008. “Deus legislator”. In: DASTON, L.; Stolleis, M. (orgs.) *Natural law and laws of nature in early modern Europe: jurisprudence, theology, moral and natural philosophy*. Farnham: Ashgate.
- BAIGRIE, B. S. 1993. “Descartes’s mechanical cosmology”. In: HETHERINGTON, N. S. (org.) *Encyclopedia of cosmology*. Nova Iorque: Garland.
- BEECKMAN, I. 1939. *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634*. WAARD, C. de (org.) Tome premier. Haia: Martinus Nijhoff.
- BUZON, F. de; CARRAUD, V. 1994. *Descartes et les “Principia” II: corps et mouvement*. Paris: PUF.
- COTTINGHAM, J. 1995. *Dicionário Descartes*. Traduzido por H. Martins. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- DESCARTES, R. 1962. “Discurso do método”. In: *Obra escolhida*. Traduzido por J. Guinsburg e B. Prado Júnior. São Paulo: Difel.
- DESCARTES, R. 1997. *Princípios da filosofia*. Traduzido por J. Gama. Lisboa: Edições 70.
- DESCARTES, R. 2009. “O mundo”. In: *O mundo ou O tratado da luz & O homem*. Traduzido por C. A. Battisti e M. C. O. F. Donatelli. Campinas: Unicamp.
- DIJKSTERHUIS, E. J. 1961. *The mechanization of the world picture*. Oxford: Clarendon.
- GALILEI, G. 1895. In: *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale*. FAVARO, A. (org.) Vol. V. Florença: G. Barbèra.
- GALILEI, G. 1897. In: *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale*. FAVARO, A. (org.) Vol. VII. Florença: G. Barbèra.
- GALILEI, G. 2001. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Tradução P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso.
- GARBER, D. 1992. *Descartes metaphysical physics*. Chicago: The University of Chicago.
- HOOPER, W. 1998. “Inertial problems in Galileo’s preinertial framework”. In: MACHAMER, P. (org.) *The Cambridge companion to Galileo*. Cambridge: Cambridge University.

21 Ver a discussão sobre esse tema em Medeiros (2011, pp. 267-91).

- JAMMER, M. 1997. *Concepts of mass in classical and modern physics*. Mineola: Dover (original de 1961).
- KEPLER, J. 1866. *Epitome astronomiae copernicanae*. In: *Opera omnia*. FRISCH, C. (org.) Vol 6. Frankfurt: Heyder & Zimmer.
- KEPLER, J. 1868. *In capita Aristotelis de motu terrae*. In: *Opera omnia*. FRISCH, C. (org.) Vol 7. Frankfurt: Heyder & Zimmer.
- KOYRÉ, A. 1966. *Études galiléennes*. Paris: Hermann.
- LAUDAN, L. 2000. Teorias do método científico de Platão a Mach. Tradução de B. Barbosa Filho. In: *Cadernos de história e filosofia da ciência*, série 3, v. 10, n. 2.
- MEDEIROS, D. 2011. “O memorável erro de Descartes segundo Leibniz: a questão da força viva”. *Educação e filosofia*, vol. 25, número especial (Dossiê: Descartes e o grande século).
- MILTON, J. R. 1998. Laws of nature. In: GARBER, D; Ayers, M. *The Cambridge history of seventeenth-century philosophy*. Cambridge: Cambridge University.
- MOUY, P. 1934. *Le développement de la physique cartésienne 1646-1712*. Vrin: Paris.
- NEWTON, I. 1726. *Philosophiae naturalis principia mathematica*. 3. ed. Londres: Regiae Societatis.
- SILVA, F. L. e. 2001. *Descartes: a metafísica da modernidade*, São Paulo: Moderna./dez., 2017.

Revista digital: www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/modernoscontemporaneos



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.