

A linguagem e as formas da natureza: breve estudo da noção de *força* na filosofia e nas ciências do século XVIII¹

Isabel C. Fragelli

Pós-doutoranda junto ao Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo (USP), bolsista FAPESP, São Paulo, SP, Brasil

belfragelli@gmail.com

Resumo: O conceito de força exerceu um papel central nas transformações que ocorreram na ciência física na passagem do século XVII para o século XVIII. A forte reação ao sistema mecanicista de Descartes, no qual não havia propriamente um lugar para esse conceito, levou ao surgimento das teorias dinâmicas que, tais como as de Leibniz e Newton, tiveram forte influência no desenvolvimento da história natural setecentista. Buscando ainda determinar o domínio específico dos fenômenos vitais, diversos naturalistas da época importaram a noção de força da física clássica para suas teorias, nomeando com ele certos elementos que julgavam característicos da natureza orgânica.

Palavras-chave: força, Newton, Leibniz, Maupertuis, Haller, biologia.

The language and forms of nature: brief study of the notion of force in the philosophy and sciences of the 18th century.

Abstract: The concept of force played a central role in the transformations that occurred in physics during the transition from the 17th to the 18th century. The vivid reaction against Descartes's mechanistic system, in which there was no proper place for this concept, led to the emergence of dynamic theories which, like those of Leibniz and Newton, had a strong influence on the development of 18th century's natural history. While trying to determine the specific domain of vital phenomena, many naturalists of this period imported the notion of force from classical physics to their theories, naming with it certain elements that they claimed to be characteristic of organic nature.

Key-words: force; Newton; Leibniz; Maupertuis; Haller; biology.

1. As leis da natureza.

Em seu *Essai de Cosmologie* (1750), ao refletir a respeito das leis do movimento na natureza, Maupertuis faz um breve comentário sobre o emprego da noção de *força* na filosofia e nas ciências de sua época:

Vê-se, com isso, quão obscura é a ideia que pretendemos fazer da força dos corpos, se é que podemos chamar de ideia aquilo que, em sua origem, não passa de um sentimento confuso. E podemos julgar o quanto essa palavra, que inicialmente não exprimia nada além de um sentimento de nossa alma, está, nesse sentido, longe de poder pertencer aos corpos. Entretanto, como não podemos subtrair inteiramente a estes últimos uma espécie de influência de uns sobre os outros, conservaremos o nome *força*, se assim o quisermos, seja qual for sua natureza: mas não a mediremos senão por meio de seus efeitos; e sempre nos lembraremos de que a *força motriz*, o poder que um

Recebido em 29 de dezembro de 2017. Aceito em 23 de maio de 2018.



corpo em movimento possui de mover outros corpos, não passa de uma palavra inventada para suprir nossos conhecimentos, e que significa apenas um resultado dos fenômenos (MAUPERTUIS, 1984, p. 30).

O renomado físico francês, também conhecido pelas pesquisas que desenvolveu nos domínios das ciências da vida (tais como a embriologia e a fisiologia), acompanhou de perto as transformações que ocorreram na filosofia natural após a publicação dos *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, de Newton, em 1687. Foi Maupertuis, afinal, um dos principais responsáveis pela introdução das ideias do cientista inglês na Europa e, por conseguinte, também pelo combate à cosmologia mecanicista de Descartes no continente². Sua admiração pela obra do cientista inglês mostra-se não apenas em suas teorias físicas, mas também em suas teses a respeito da geração e do funcionamento dos corpos organizados, apresentadas principalmente em sua *Vénus Physique* (1745) e, mais tarde, no *Sistema da Natureza* (1754).

No contexto específico da passagem acima citada do *Essai de Cosmologie*, Maupertuis analisa as diversas concepções das leis do movimento desenvolvidas pelos filósofos modernos, expondo a famosa controvérsia em torno da medida da força motriz, segundo a qual se discutia se ela deveria ser equivalente à quantidade de movimento, como afirmavam os cartesianos, ou à força viva (*vis viva*), como queriam os leibnizianos. Ao mesmo tempo em que mostra as limitações de ambas as teses a respeito de qual seria, de fato, a grandeza que se conserva quando um corpo em movimento se choca com outro – isto é, se essa grandeza é a quantidade de movimento ou a *vis viva* –, Maupertuis sugere que esse fenômeno deve ser compreendido e deduzido a partir de um princípio da natureza mais geral do que os dois primeiros, por ele denominado *princípio de mínima ação*. No *Essai*, esse princípio é assim definido:

Quando ocorre alguma mudança na natureza, a quantidade de ação empregada para esta mudança é sempre a menor possível. (MAUPERTUIS, 1984, p. xxii).

O autor explica que, enquanto o princípio dos cartesianos valeria apenas para os corpos rígidos, o dos leibnizianos, ao contrário, valeria apenas para os corpos elásticos (Leibniz, na verdade, sequer admitia a existência de corpos rígidos), o que conferiria a cada um deles uma validade meramente parcial³. O princípio de mínima ação, por sua vez, por afirmar que a natureza tende a despender o *mínimo de ação possível* quando ocorre um choque entre dois corpos, sejam eles rígidos ou elásticos, é sem dúvida um princípio anterior a ambos e, de certo modo, os contém em si⁴.

Ora, se se trata de afirmar, por meio de um tal princípio, que a natureza atua segundo uma espécie de “economia” própria, então ele não pode consistir em uma simples lei empírica dos fenômenos naturais, pelo contrário: deve ser apresentado como uma espécie de “lei geral” que, ecoando o famoso princípio metafísico a ele superior, pelo qual se afirma que “a natureza age sempre pelas vias mais curtas e simples”, não deixa de sugerir uma compreensão finalista da natureza.

Mas retornemos, por ora, ao nosso problema inicial: ainda no *Essai*, Maupertuis afirma que a palavra *força*, enquanto estiver associada ao fenômeno do movimento, não exprimirá outra coisa senão

um certo sentimento que experimentamos quando queremos mover um corpo que estava em repouso, ou então alterar, ou interromper o movimento de um corpo que se move. (MAUPERTUIS, 1984, p. 29).

Na opinião do autor, alguns filósofos de sua época fizeram um emprego abusivo deste conceito, decerto um tanto “confuso”: atribuíram *força* não somente aos corpos que conhecemos, e dos quais podemos ter alguma experiência, mas também a outros “seres” jamais vistos por qualquer um deles. “Na filosofia moderna”, afirma, “não há palavra alguma que tenha sido repetida com tanta frequência quanto esta; e que tenha sido definida com tão pouca exatidão” (MAUPERTUIS, 1984, p. 29). Mas foi justamente essa sua obscuridade



que tornou muito cômodo seu emprego, não mais restrito a indicar algo que nos seja de algum modo acessível por meio da experiência, mas destinado também a preencher diversas lacunas do conhecimento humano, sem, contudo, esclarecer qualquer coisa a respeito do elemento desconhecido. Ao mesmo tempo, se o saber humano deve progredir, é preciso lançar mão de certos recursos heurísticos que, se não servem para explicar propriamente as coisas, servem ao menos para orientar a nossa experiência dos objetos – e é nesse sentido que pode, e deve haver um uso aceitável e legítimo do conceito de *força*. É verdade, dirá Maupertuis, que nós

(...) não concebemos claramente como os corpos agem uns sobre os outros. Mas eles agem, seja como causas imediatas, seja como causas ocasionais; e agem sempre com uma certa uniformidade, e segundo certas leis: e, se algo nos falta para explicar o modo como agem, não temos, por isso, menos direito de chamar de *efeito* aquilo que sempre sucede um fenômeno, e de *causa* aquilo que sempre o precede. (MAUPERTUIS, 1984, p. xv).

Em outras palavras, embora devamos admitir que a primeira causa do movimento permanece sendo um grande mistério para a ciência, seus efeitos, contudo, são observados na natureza e funcionam segundo leis compreensíveis e quantificáveis, de modo que não podemos negar que eles devam, de fato, possuir alguma causa. É por isso que, “se assim o quisermos”, poderemos conservar a palavra *força* para nos referirmos a essa causa, mas com a condição de que ela não indique nada além de algo que se manifeste por meio de efeitos no mundo empírico.

Por trás desse debate em torno das leis do movimento reside uma outra controvérsia, mais profunda do que esta e já anunciada no argumento de Maupertuis, em torno do problema das causas finais. Sabe-se que, para Descartes, um dos maiores equívocos de Aristóteles, bem como de toda filosofia escolástica que o seguiu, foi o de ter “sempre argumentado a partir das causas finais” (DESCARTES, *Entretien avec Burman*; 1975, p. 47). Para o racionalista francês, trata-se de uma verdadeira arrogância da parte dos homens, cuja natureza é extremamente limitada, o fato de se julgarem capazes de compreender os objetivos de Deus ao criar o mundo, e é precisamente devido a essa limitação que o conhecimento de tais causas não é de utilidade alguma para a ciência do mundo físico:

Pois, sabendo já que minha natureza é extremamente fraca e limitada, e, ao contrário, que a de Deus é imensa, incompreensível e infinita, não mais tenho dificuldade em reconhecer que há uma infinidade de coisas em sua potência cujas causas ultrapassam o alcance de meu espírito. E esta única razão é suficiente para persuadir-me de que todo esse gênero de causas que se costuma tirar do fim não é de uso algum nas coisas físicas ou naturais; pois não me parece que eu possa sem temeridade procurar e tentar descobrir os fins impenetráveis de Deus (DESCARTES, *Meditações Metafísicas*, IV, § 7; 1979, p. 117).

Essa exclusão das causas finais no interior da ciência física corrobora inteiramente o dualismo radical proposto por Descartes, uma vez que a estrita cisão entre “substância pensante” e “substância extensa” acaba por conduzir, entre outras coisas, a uma completa redução da natureza ao mecanismo. Se Descartes não pôde aceitar a concepção animista da natureza elaborada por Aristóteles foi por julgar que os corpos são constituídos de mera matéria, e que a matéria, por sua vez, deve ser pensada apenas enquanto pura extensão. Nesse sentido, a verdadeira Física não será uma ciência das qualidades particulares da matéria (isto é, daquelas que acessamos por meio da percepção sensível), mas uma espécie de “geometria” associada ao estudo mecânico do movimento. A Parte II dos *Princípios da Filosofia* encerra-se com o artigo 64, no qual Descartes afirma, com toda clareza, que sua Física deverá aceitar somente os “princípios que também tenham sido aceites na Matemática”, e que tais princípios serão “suficientes para explicar (...) todos os fenômenos da natureza”:

(...) 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. (DESCARTES, 2006, p. 90).



Ora, se a matéria deve ser considerada apenas segundo suas qualidades geométricas, então não se pode supor que ela seja capaz de *engendrar*, por si mesma, o movimento de suas partes. Ao concebê-la como pura extensão, Descartes rejeita a ideia de que o mundo físico possa conter qualquer princípio ou fonte imanente de atividade, e decide banir de sua cosmologia todas aquelas “formas”, “forças” ou “qualidades ocultas” que povoavam a ciência dos antigos e que, no entanto, além de nada explicarem, apenas prejudicam a compreensão clara e distinta dos fenômenos naturais. Uma vez purificada desses elementos, a Física não deve mais julgar que um corpo possa *agir*, propriamente, sobre um outro: ao contrário do que pretendia a tradição aristotélica, a natureza, *não possui, em si mesma, o princípio do movimento e do repouso*, mas consiste em um simples mecanismo que, não podendo colocar-se sozinho para funcionar, necessita de um princípio dinâmico que lhe seja exterior e transcendente. Por isso, se a Física deverá explicar a natureza apenas segundo leis mecânicas, sem recorrer a princípios ocultos ou às causas finais, caberá à Metafísica propor uma explicação genética do mundo, mostrando ser Deus a causa primeira tanto da matéria quanto do movimento.

Para os propósitos de Descartes, porém, não bastaria apenas compreender a Criação: seria preciso também justificar a verdade e a constância das leis que regulam os fenômenos naturais. A solução por ele encontrada consiste em afirmar que Deus, uma vez tendo criado a natureza a partir de um ato de sua vontade, passará a conservá-la *tal como a criou* por meio de uma ação contínua. Mas a natureza não é exatamente o espelho de seu Criador: enquanto Deus é um ser perfeito, constante e imutável, ela é o lugar da diferença e da mudança. Por isso, o objetivo da Física não será outro senão o de conhecer a verdadeira causa dessas mudanças e diferenças entre os fenômenos e a *razão* segundo a qual elas correm. O entendimento do qual essa ciência deverá partir é o de que, se Deus jamais se altera, então a mudança não pode ser atribuída diretamente à sua ação, mas deve ser causada, de algum modo, *pela própria natureza*⁵. É por isso que a cosmologia cartesiana desenvolve-se sob dois níveis de causalidade: o da “causa primeira e universal”, que é Deus, enquanto autor da matéria e do movimento; e o das “causas segundas”, que são o próprio funcionamento regular da natureza, cujas leis exprimem o modo como Deus a conserva. Nos *Princípios da Filosofia*, Descartes estabelece três leis fundamentais da natureza: (I) “que cada coisa particular deve permanecer em seu estado, se nada o alterar”; (II) “que todo corpo que se move tende a continuar seu movimento em linha reta, e não em linhas curvas”; (III) “que, se um corpo que se move choca-se com outro mais forte, ele nada perde de seu movimento, ao passo que, quando se choca com um corpo mais fraco, perde a quantidade de movimento equivalente à que transfere ao outro” (*Princípios da Filosofia*, Parte II, §§ 37-42). Esta última exprime a lei de conservação da quantidade de movimento, da qual falamos mais acima. Sua justificativa metafísica reside, precisamente, na imutabilidade divina:

(...) como Deus conserva [as partes da matéria] ainda com a mesma ação e com as mesmas leis que lhes atribuiu aquando da sua criação, é necessário que agora conserve nelas o movimento com que as dotou, justamente com a propriedade que atribuiu a este movimento de não estar sempre presente nas mesmas partes da matéria, mas passando de umas para outras, de acordo com o modo como se interceptam. Assim, esta contínua mudança nas criaturas não é de modo algum contrária à imutabilidade de Deus, servindo até de argumento para a demonstrar. (DESCARTES, *Princípios da Filosofia*, Parte II, § 42; 2006, p. 79).

O mesmo se pode dizer das duas primeiras leis, que exprimem de outro modo a constância da ação divina e formam, juntas, o princípio de *inércia*. A observação desse princípio estabelece que o movimento originário atribuído por Deus à matéria, e por ele continuamente conservado, não é um movimento circular, ou curvo, mas um movimento retilíneo e uniforme. Mas, então, como é possível que as mudanças no interior da natureza se produzam efetivamente? A explicação oferecida por Descartes é relativamente simples: uma vez estando em movimento, as partes da matéria chocam-se umas com as outras, e esse choque não apenas altera a direção de seu movimento retilíneo originário, como também produz as diferenças de tamanho, de forma etc. que se observam entre elas⁶. As mudanças e as diferenças são efeitos das causas segundas, isto



é, são os “acidentes” que ocorrem devido ao curso normal da natureza, que se desenvolve mecanicamente sob aquelas leis. “Para melhor entender isso”, diz Descartes:

lembrai-vos de que, entre as qualidades da matéria, supusemos que suas partes tenham tido diversos movimentos desde o momento em que foram criadas e, além disso, que se tocassem todas em todos os lados, sem que houvesse algum vazio entre elas. Segue-se disso necessariamente que, desde então, ao começar a se mover, elas começam também a mudar e a diversificar seus movimentos pelo choque de umas com as outras; e, assim, 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 substância o mesmo efeito, se encontram, como por acidente, inúmeras diferenças nesse efeito. (DESCARTES, *O Mundo*, 2009, p. 81).

Apesar do mecanicismo estrito de sua ciência, que nega à matéria qualquer tipo de atividade inerente, Descartes não deixa de empregar termos como “força (*vis, force*)”, “esforço” (*conatus, effort*) ou “tendência” (*tendence*) em diversas ocasiões, o que, às vezes, parece tornar seu argumento um tanto equívoco. Na Parte III dos *Princípios da Filosofia*, por exemplo, ele afirma que o movimento circular de um corpo em uma órbita ocorre devido ao fato de que ele “tende” (*tendere*), ou se “esforça” (*conari*) naturalmente para continuar seu movimento em linha reta, o que, quando esse corpo é impelido a um movimento circular, pode ser compreendido como uma tendência a afastar-se do centro deste seu movimento. No § 56, porém, estando ciente da ambiguidade que o uso desses termos poderia causar para seu leitor, ele se justifica:

Quando digo que as pequenas esferas do segundo elemento realizam algum esforço (*conari*) ou, melhor, que elas possuem uma inclinação para se afastarem dos centros em torno dos quais giram, não pretendo que lhes seja atribuído qualquer pensamento do qual procede essa inclinação, mas apenas que elas são de tal forma situadas e dispostas a se moverem que se afastariam desse modo, se não fossem retidas por nenhuma outra causa. (DESCARTES, *Princípios da Filosofia*, Parte III, § 56)⁷.

Podemos, aqui, concordar com a explicação de Eduardo Barra, segundo a qual os termos “força”, “esforço”, “tendência” não devem indicar qualquer determinação essencial dos corpos, mas apenas algo que lhes “pertence transitariamente, em virtude de sua eventual situação ou disposição” (tal como um “modo” da matéria). Pois, se a Física cartesiana não deve contradizer-se nesse sentido, então essa maneira de empregar os termos não é mais do que uma simples “forma de falar” a respeito de certos fenômenos que, em última análise, devem ser explicados apenas pela via das causas eficientes, com base em princípios quantitativos e leis descritivas⁸. Isso deixa claro, para nós, que a filosofia cartesiana rejeita toda e qualquer nuance entre as duas substâncias, a pensante e a extensa: enquanto uma é o lugar da liberdade, a outra é o da necessidade; enquanto em uma há atividade, em outra há passividade. Ora, se é verdade que a noção de “força” é carregada de alguma obscuridade, como reconhecerá o próprio Maupertuis, é precisamente por ela sugerir uma passagem sutil, embora talvez pouco “distinta”, entre o sensível e o inteligível.

Não é por acaso, portanto, que o conceito de força (*vis*) será central na obra de Leibniz, e está na base das principais críticas por ele dirigidas à cosmologia cartesiana. Como se sabe, o filósofo alemão não apenas rejeita a ideia de que a natureza dos corpos é essencialmente passiva, como também procura reintroduzir as causas finais na ciência física. Para o argumento por ele desenvolvido em diversas obras, é fundamental demonstrar, a partir de um cálculo, que a real medida da força não é igual à quantidade de movimento, uma vez que disso se conclui que ambas as coisas – a força e a quantidade de movimento – são muito distintas uma da outra. O projeto leibniziano de uma ciência *dinâmica* da natureza, exposto principalmente em seu *Specimen Dynamicum*, contrapõe-se ao mecanicismo de Descartes ao afirmar que as afecções dos corpos não poderão ser corretamente explicadas se a matéria for considerada meramente como uma “substância extensa”. Centrada na noção de força, a ciência dinâmica deveria mostrar que a natureza não se reduz a uma substância material extensa cujas partes são dotadas de movimento, mas que ela contém em si também um elemento *ativo* imanente, uma *força viva* (*vis viva*):



Ainda que o peso ou a força elástica possam, e devam, ser explicados mecanicamente pelo movimento do éter, a razão última do movimento na matéria é a força impressa nesta última no momento da Criação; força inerente a cada corpo, mas que, devido à própria concorrência dos corpos, é limitada e obstruída na natureza de modos diversos. Afirmo, além disso, que essa força de agir é inerente a toda substância e sempre faz surgir alguma ação; e que, por conseguinte, a substância corporal, também ela, – tanto quanto a substância espiritual – jamais cessa de agir; algo que não compreenderam aqueles que julgaram consistir a essência dos corpos na mera extensão ou, ainda, na impenetrabilidade, e que acreditaram ser possível conceber um corpo em repouso absoluto. (LEIBNIZ, *De la réforme de la philosophie*, 2001, p. 167).

Se a matéria pudesse ser reduzida às suas qualidades geométricas (ou à pura extensão), ela seria totalmente indiferente ao movimento; mas o que se observa é precisamente o contrário, ou seja, que ela é impenetrável e se opõe ou resiste ao movimento: “a matéria não é indiferente ao movimento e ao repouso, como se supõe vulgarmente, mas exige, para ser movida, uma força ativa proporcional a seu tamanho” (LEIBNIZ, *De ipsa natura*, 2001, p. 217; grifo meu). O que Leibniz entende por *inércia natural* da matéria é, na verdade, uma força passiva de resistência que implica tanto a própria impenetrabilidade dos corpos (na medida em que eles “tendem” a ocupar o lugar em que estão e a não dividi-lo com qualquer outro corpo) quanto a oposição que exercem ao movimento (ou a qualquer forma de mudança, na medida em que essa força exprime, neles, uma “constância natural”)⁹. Mas é a partir disso que se compreende em que consiste propriamente a matéria: a matéria *enquanto tal*, ou a “matéria primeira”, como diz Leibniz, não é outra coisa senão a manifestação dessa força meramente passiva da natureza à qual damos o nome de *inércia*.

É verdade, porém, que a mera impenetrabilidade (ou a mera passividade) não pode existir *in concreto*: “uma matéria sem qualquer ação ou esforço é tão quimérica quanto um lugar sem corpo” (LEIBNIZ, *L'essence des corps*, 1994, p. 43)¹⁰. Todo corpo possui, em si, além dessa força passiva, também uma força *ativa*, que Leibniz entende como uma *entelêquia primeira*, ou uma força dinâmica imanente, responsável pelo movimento e pela mudança. A substância corporal, portanto, compreendida em sua unidade, é essencialmente uma *força primitiva* que se manifesta tanto em sua forma passiva (como capacidade de resistir) quanto em sua forma *ativa* (como capacidade de mover-se e modificar-se). É nesse sentido que sua concepção de substância está intimamente associada à noção de força: além da própria extensão, “é preciso haver um sujeito, isto é, uma substância à qual se possa atribuir a repetição ou a continuidade”. Pois o *extenso*, por si só, não é nada além de uma pluralidade ou coexistência das partes, enquanto que a verdadeira unidade, repetida e continuada, exige uma “noção anterior” (LEIBNIZ, *L'essence des corps*, 1994, p. 39): “a substância mesma das coisas consiste em sua força de ação e paixão” (LEIBNIZ, *De ipsa natura*, 2001, p. 209)¹¹.

Vemos, com isso, que o conceito de força possui sérias implicações metafísicas no interior da cosmologia leibniziana, permitindo, aliás, uma mediação entre os domínios da Física e da Metafísica. Em *De ipsa natura*, Leibniz afirma:

Seguramente, se nenhum vestígio for impresso nas coisas criadas por essas palavras divinas: *Que a terra produza, que os animais se multipliquem*; se, em seguida, as coisas se comportam como se nenhum comando tivesse intervindo, segue-se – visto que deve haver uma certa conexão entre a causa e o efeito, imediata ou mediata – ou bem que nada ocorre atualmente que seja conforme àquele comando, ou bem que esse comando teve força apenas para o momento em que foi dado e, por isso, deve ser constantemente renovado no futuro (...). Mas se, pelo contrário, a lei decretada por Deus deixou um certo vestígio gravado nas coisas, se as coisas receberam, por meio dessa ordem, a construção que lhes permite realizar a vontade do legislador, então é preciso reconhecer que as coisas criadas possuem uma certa eficácia, forma, ou força inerente, que temos o hábito de chamar de *natureza* e da qual deriva a série dos fenômenos, conforme à prescrição do primitivo comando. (LEIBNIZ, *De ipsa natura*, 2001, p. 205).

Ao contrário do que pensava Descartes, portanto, os princípios da ciência física (compreendida, inclusive, como uma ciência mecânica) têm origem antes na metafísica que na geometria, e é por isso que Leibniz se propõe a corrigir esse “afastamento exagerado” do elemento imaterial em sua compreensão da natureza,



vendo-se obrigado a “restaurar alguns entes ou formas” que haviam sido banidos pelos cartesianos (cf. LEIBNIZ, *Discurso de Metafísica*, § 18. In: NEWTON/LEIBNIZ, 1979, p. 134). Nesse sentido, o *Novo Sistema da Natureza e da Comunicação das Substâncias* (1695) antecipa uma ideia importante que Leibniz expõe na versão ulterior de seu sistema filosófico, a *Monadologia* (1714), ao afirmar que “os primeiros princípios absolutos da composição das coisas” (ou a “fonte de suas ações”) são “átomos de substância”. É claro que, se a substância é indivisível, então esse átomo não pode ser material, porquanto a matéria é divisível ao infinito; mas deve ser um “átomo formal”, isto é, um “ponto metafísico” que possui, em si, “algo de vital e uma espécie de percepção” (LEIBNIZ, *Système nouveau de la nature*, 1994, pp. 66 e 71). Posteriormente, a mônada será definida como uma substância simples, ou uma unidade de *força* presente por toda parte no universo¹² e que contém, em si, todas as determinações que lhe são próprias, inclusive aquelas que dizem respeito à sua história futura: “como todo estado presente de uma substância simples é uma continuação natural de seu estado passado, assim também o presente está prenhe do futuro” (LEIBNIZ, *Monadologia*, § 22. In: NEWTON/LEIBNIZ, 1979 p. 107).

Essas análises nos levam a compreender o modo como Leibniz procura reinserir as causas finais em sua cosmologia. No *Discurso de Metafísica*, aliás, ele contesta as afirmações de Descartes a respeito da utilidade dessas causas para a Física logo após expor sua contraprova do princípio de conservação da quantidade de movimento¹³. Como lemos nessa obra (em especial nos §§ 19 a 21), a ciência deverá encontrar uma maneira de conciliar a via teleológica e a via mecanicista (ou das causas eficientes):

Acho mesmo que vários efeitos da natureza podem demonstrar-se de dupla forma, a saber: pela consideração da causa eficiente, e ainda, independentemente desta, pela consideração da causa final, recorrendo, por exemplo, ao decreto de Deus produzir sempre o efeito pelas vias mais fáceis e determinadas, como mostrei em outro lugar quando expus a razão das regras da catóptrica e da dióptrica. (LEIBNIZ, *Discurso de Metafísica*, § 21. In: NEWTON/LEIBNIZ, 1979, p. 138).

Leibniz reafirma, portanto, o famoso princípio de Fermat (também admitido por Maupertuis, como vimos mais acima) mostrando que, de fato, a via das causas finais é a mais fácil e mais adequada para compreender corretamente os fenômenos da reflexão e da refração da luz¹⁴. Um outro exemplo fundamental da utilidade das causas finais para a ciência da natureza diz respeito – como não poderia deixar de ser – à compreensão dos seres vivos. “Todos os que veem a admirável estrutura dos animais”, escreve:

são obrigados a reconhecer a sabedoria do autor das coisas. Aconselho aos que têm algum sentimento de piedade e mesmo de verdadeira filosofia a afastarem-se das frases de alguns espíritos demasiadamente pretensiosos, que dizem que vemos porque temos olhos, e não dizem que os olhos foram feitos para ver. É difícil poder-se reconhecer um autor inteligente da natureza, quando se está seriamente baseado nestes sentimentos que tudo atribuem à necessidade da matéria ou a um certo acaso (...), visto que o efeito deve corresponder à sua causa, e até se conhece melhor pelo conhecimento da causa, e é desarrazoado introduzir uma inteligência ordenadora das coisas, para logo em seguida, em vez de recorrer à sua sabedoria, servir-se exclusivamente das propriedades da matéria para explicar os fenômenos. (LEIBNIZ, *Discurso de Metafísica*, § 19. In: NEWTON/LEIBNIZ, 1979, pp. 135-136).

Leibniz foi um dos primeiros a questionar as explicações mecanicistas dadas por Descartes sobre a geração e o funcionamento dos seres vivos, que foram alvo de diversas críticas ao longo de todo o século XVIII. Mas não nos ocupemos agora do desenvolvimento e das consequências desse debate: por ora, cabe apenas mencionar que, embora o conceito de mônada (e, por conseguinte, também o de força) permita a Leibniz justificar a imanência das causas finais na natureza, seu estudo das substâncias compostas (isto é, dos corpos) pretende-se essencialmente mecanicista. Mesmo que o universo natural organizado sob as causas eficientes seja mais uma expressão ou reflexo do projeto “arquitetônico” do Criador, a força viva existente nos corpos não deve ser entendida como uma entidade criadora e organizadora, mas como a própria substância do mundo material por meio da qual aquele projeto se desenvolve e se realiza mecanicamente¹⁵.



Assim, a ciência possui à sua disposição ambas as vias, a das causas finais e a das causas eficientes, sem que uma contradiga a outra, e deverá fazer uso de cada uma delas de acordo com o que for mais conveniente em cada caso particular.

Uma maneira muito distinta de reabilitar a noção de força no interior da ciência física é a que foi proposta por Newton. Sua teoria da gravitação recupera o antigo debate em torno da possibilidade de existir, na natureza, uma força de atração entre os corpos, uma vez que ela parecia implicar que houvesse entre eles uma “ação à distância”. Antes de Newton, Descartes tentara explicar o movimento dos corpos celestes a partir de princípios essencialmente cinemáticos (cf. JAMMER, 2011, p. 140): a gravidade da Terra, diz ele, não consiste em outra coisa senão “no fato de que as partes do pequeno céu que a rodeia, ao girarem muito mais depressa que as partes desta em torno de seu centro, tendem também com mais força a se afastar dele e, por conseguinte, empurram-nas em direção a ele” (DESCARTES, *O Mundo*, 2009, p. 155)¹⁶. Segundo a famosa teoria cartesiana dos vórtices, o próprio choque entre as partes da matéria teria produzido, ao longo do tempo, diversos “turbilhões” que se encontram justapostos em todo o universo e cuja organização interna se dá em função do tamanho e da velocidade das partículas que os compõem. Embora, posteriormente, a teoria de Newton tenha superado a teoria cartesiana, a ideia da gravitação não foi tão facilmente aceita pelos filósofos e cientistas da época, principalmente na medida em que ela parecia estar associada à ideia de uma atração entre os corpos¹⁷. Com efeito, tanto Leibniz quanto Descartes julgavam extremamente problemático o emprego do conceito de atração na Física, pois não lhes parecia razoável supor que um corpo pudesse causar o movimento de outro senão mediante o contato (ou impacto)¹⁸.

A verdade, porém, é que o próprio Newton jamais pretendia afirmar que um corpo pudesse, de fato, agir sobre um outro à distância. A formulação teórica de sua teoria da gravitação não estabelece que deva haver, na natureza, uma força de atração propriamente dita, devido à qual um corpo pudesse causar o movimento de um outro “através do vazio” ou sem um *meio*. A esse respeito, as seguintes palavras presentes na Questão 31 da Óptica são bastante claras:

De que modo essas atrações devam ser efetuadas é algo que não considero aqui. O que chamo de atração pode efetuar-se por meio de um impulso, ou de outras maneiras que desconheço. Emprego essa palavra aqui para significar apenas em geral qualquer força por meio da qual os corpos tendem uns em direção aos outros, seja qual for a causa.

Vemos, assim, que Newton se abstém de oferecer uma determinação clara e precisa do que deva ser a natureza da força gravitacional. A razão disso é a de que, para a elaboração teórica da lei da gravitação, pouco lhe importava saber se essa força era ou não a causa de uma ação à distância: uma vez que a experiência conduz à descoberta de uma determinada lei da natureza, por meio da qual é possível compreender e quantificar corretamente um certo conjunto de fenômenos, o cientista pode se permitir um certo agnosticismo com relação ao conhecimento das causas. “Pois devemos aprender”, prossegue Newton nessa mesma passagem,

a partir dos fenômenos da natureza, quais corpos se atraem uns aos outros, e quais são as leis e propriedades da atração, antes de investigarmos a causa pela qual a atração se efetua. (NEWTON, Query 31, *Opticks*; 2014, p. 376)¹⁹.

A essência da Física (ou Filosofia Natural) deve, então, consistir em investigar as forças da natureza a partir dos fenômenos com base em uma metodologia essencialmente indutiva, e em descobrir e determinar as leis que os regulam, ainda que não se possa estabelecer o estatuto ontológico de suas causas. É, portanto, para fins especulativos que todos os fenômenos passíveis de serem explicados com base em uma determinada lei matemática poderão ser compreendidos como efeitos de uma causa incógnita, nomeada *força*. Diferentemente de Leibniz, Newton não propõe uma determinação metafísica deste conceito, mas emprega-o, no interior de sua ciência dinâmica, como uma espécie de conceito-limite da experiência. Isso nos permite observar, juntamente com Sarah Carvalho, um interessante aspecto das diferenças entre os dois autores: enquanto



Leibniz “privilegia as causas em relação às leis”, por julgar que somente as primeiras “provam e explicam”, Newton, ao contrário, “rejeita justamente a investigação das causas, em favor daquela das leis” (CARVALLO, 2004, pp. 60-61). As análises que apresentamos até aqui certamente corroboram essa afirmação.

Para nós, porém, importa menos observar essas diferenças do que mostrar, de um modo geral, a importância da noção de força para o desenvolvimento da ciência moderna após Descartes, e, por conseguinte, também para a própria crítica da cosmologia cartesiana. A reinserção deste conceito no vocabulário científico abrirá novos caminhos para a ciência também no que diz respeito ao estudo dos seres vivos e, por esse motivo, ele será amplamente empregado pelos naturalistas do século XVIII. À medida que o paradigma cartesiano perdia cada vez mais sua força entre estes últimos, as tensões que o estudo da dinâmica produzirá no interior da concepção mecanicista da natureza serão essenciais para traçar os rumos da fisiologia e da embriologia setecentistas.

2. A ciência da vida.

A teoria dos fenômenos vitais é, sem dúvida, uma das partes mais problemáticas da obra de Descartes. Sua fisiologia, tal como apresentada em caráter “provisório” em seu famoso tratado *O Homem*, pretende oferecer uma compreensão do corpo humano baseada nos mesmos princípios da ciência exata da natureza que fundamentam sua Física. Como o autor indica já nos primeiros parágrafos da obra, toda a explicação mecânica do funcionamento geral dos órgãos e de suas respectivas funções no organismo (mesmo os fenômenos químicos são entendidos como fenômenos mecânicos) deverá partir da suposição de que o corpo dos seres vivos é análogo a uma máquina, de modo que a observação dos fatos deverá confirmar a aplicabilidade desse modelo sugerido *a priori*. Assim, é a partir dessa hipótese do “animal-máquina” que Descartes deduz toda a configuração anatômica do corpo humano, bem como a articulação ou agenciamento de suas partes, excluindo dos processos fisiológicos qualquer tipo de força ou princípio vital:

Desejo que vós considereis que todas essas funções são naturalmente decorrentes, nessa máquina, somente da disposição de seus órgãos, assim como os movimentos de um relógio ou de um outro autômato decorrem da disposição de seus contrapesos e de suas rodas. Desse modo, nessa máquina não é necessário conceber nenhuma alma vegetativa ou sensitiva, nem algum outro princípio de movimento e de vida, além de seu sangue e seus espíritos agitados pelo calor do fogo que queima continuamente em seu coração, e que não é de natureza diferente da de todos os fogos que estão nos corpos inanimados. (DESCARTES, *O Homem*, 2009, p. 415).

É certo, porém, que na ideia do animal-máquina reside um fundamento teleológico, uma vez que as máquinas “produzidas pelos homens”, com as quais se conserva a analogia, são sempre frutos de algum projeto, logo, de uma intencionalidade. Com efeito, essa “provisória” fisiologia, que não escapa à modelização técnica, deveria ser completada por uma embriologia verdadeiramente mecanicista, com base na qual o próprio processo de formação daquele corpo já constituído pudesse ser explicado sem qualquer recurso às causas finais. Em um ensaio intitulado *Descrição do corpo humano*, no qual expõe suas teses embriológicas, Descartes procura mostrar que a geração dos organismos deve ser concebida como um processo epigenético no qual a formação do embrião depende dos líquidos seminais tanto do macho quanto da fêmea (ele aborda essencialmente a reprodução sexuada dos animais) que, quando combinados, provocam uma fermentação responsável pela agitação das partículas da matéria e pela produção de calor. A partir desse processo meramente mecânico de fermentação se daria, em primeiro lugar, a formação do coração e, em seguida, a estruturação de todo o corpo organizado²⁰.

Sem explorarmos os detalhes dessa embriologia mecanicista, convém apenas ressaltar que ela permanece inacabada, uma vez que Descartes admite não possuir um conhecimento suficiente de toda a composição do material reprodutor dos animais, de modo que lhe fosse possível deduzir a série de causas eficientes que



explicaria a organização dos corpos vivos: “Se conhecêssemos bem quais são todas as partes da semente de qualquer espécie de animal em particular, por exemplo, do homem”, afirma, “poderíamos deduzir, a partir de razões inteiramente matemáticas e certas, toda a figura e conformação de cada um de seus membros” (DESCARTES, *Description du corps humain*, 1996, vol. XI, p. 277). A ausência desse conhecimento faz com que Descartes sempre remeta a explicação da organização do corpo animal ao modelo já acabado apresentado pela estudo da fisiologia, o qual não escapa à explicação técnico-teleológica. Por esse motivo, uma expressa contradição permanece no interior da biologia cartesiana: embora Descartes pretendesse elaborar uma teoria da formação dos corpos organizados baseada apenas nas leis do movimento, a incapacidade de apreender esses fenômenos em toda sua complexidade torna insuperável a dependência dessa teoria à hipótese do modelo técnico de sua fisiologia. Com efeito, o fato de que as inferências apresentadas pelo autor possuem, em geral, um estatuto meramente hipotético torna a fundamentação racional de sua biologia um tanto frágil e simplista, razão pela qual muitos ressaltaram seu caráter “fictício” ou “romanesco” (cf. DUCHESNEAU, 1998, p. 75).

Ao longo do século XVIII, os naturalistas buscaram soluções para essa oposição entre os dois princípios explicativos, o do modelo técnico e o do mecanicismo integral. Entre as teses de Descartes, aquela que lhes parecia ser a mais problemática não era a do corpo-máquina, mas a da epigênese mecanicista, já que a embriologia cartesiana ficou muito longe de conseguir demonstrar a ideia de que a formação dos corpos vivos se realiza gradualmente, mas sem finalidade (ou, se quisermos, de que a matéria possa organizar-se “às cegas”, apenas devido ao movimento e ao choque de suas partes). Para diversos autores, entre eles Leibniz, a solução não consistiria em negar o mecanicismo na biologia, pois ele sempre será fonte de “ideias claras”, mas apenas em reconhecer sua insuficiência para a compreensão dos fenômenos específicos da geração, permitindo que o investigador, neste último caso, faça uso do princípio da causalidade final. No § 64 da *Monadologia*, Leibniz expõe sua famosa definição do organismo como “máquina natural”:

Assim, cada corpo orgânico de vivente é uma espécie de Máquina divina ou de Autômato natural, excedendo infinitamente todos os autômatos artificiais, porquanto uma máquina feita pela arte do homem não é máquina em cada uma de suas partes. Por exemplo: o dente de uma roda de latão tem partes ou fragmentos que já não são, para nós, algo artificial, e relativamente a seu uso nada possui de característico da máquina a que a roda se destinava. As máquinas da Natureza porém, ou seja, os corpos vivos, são ainda máquinas nas suas menores partes, até ao infinito. Eis o que distingue a Natureza e a Arte, quer dizer, a Arte Divina e a nossa. (LEIBNIZ, *Monadologia*, § 64. In: LEIBNIZ/NEWTON, 1979, p. 112).

Após Descartes, a teoria embriológica que pareceu mais adequada para os naturalistas que pretendiam conservar a tese mecanicista na ciência do vivo foi a da pré-formação dos germes. Pois o fracasso da epigênese cartesiana levou essa teoria a um outro caminho: se a formação dos corpos organizados deveria ser compreendida como um processo gradual, porém não redutível às leis do movimento, então a única maneira de explicá-lo seria com base na admissão de algum princípio, elemento ou força capaz de *organizar* a matéria desses corpos segundo fins específicos (atribuindo àquele processo uma direção). Não por acaso a epigênese encontra-se, nesta época, muito associada às teorias vitalistas, para as quais a verdadeira compreensão dos processos vitais obriga-nos a reconhecer que a natureza não pode consistir apenas em matéria extensa e movimento, mas deve conter também alguma outra “qualidade” (decerto uma “qualidade oculta”, na opinião dos cartesianos) responsável pela produção do vivo. Ora, no caso da pré-formação dos germes, Deus seria o único responsável por criar todas as gerações de seres vivos no ato da Criação, conferindo a cada um deles, desde o início dos tempos, uma determinada forma. Aqui, portanto, ao contrário do que ocorre na epigênese, o desenvolvimento dos corpos organizados não passa de um mero crescimento de partes já formadas, de modo que a natureza não é propriamente responsável pela geração (ou, se quisermos, pelo engendramento da forma organizada), mas apenas pela realização dos processos mecânicos daquele crescimento.



O caso de Leibniz, contudo, é um tanto particular. Ele afirma que os organismos nos remetem à ordem metafísica da causalidade final, uma vez que o mecanicismo é insuficiente para explicar a origem da vida; todavia, enquanto máquinas existentes no interior da ordem natural, eles também devem ser regidos pelas mesmas leis mecânicas que regem os corpos inanimados. Como dissemos mais acima, a teoria da pré-formação permite-lhe conservar o mecanicismo na biologia e, ao mesmo tempo, conciliá-lo com o finalismo (necessário para explicar a geração, pois apenas Deus pode originar a vida). A diferença entre a “máquina humana” e a “máquina da natureza”, tal como o autor a compreende, parece justificar a especificidade do vivo com relação aos seres inanimados da natureza. Todavia, ao inserir no universo material um princípio ativo tal como o da força viva, Leibniz parece sugerir uma espécie de “organicismo” universal no qual a vida estaria presente por toda parte, de modo que não seria possível distinguir o vivo e o não vivo. “De minha parte”, diz ele, “considero (...) não ser conforme

nem à ordem, nem à beleza, nem à razão da criação que somente uma porção muito insignificante da matéria seja dotada de um princípio vital, ou de uma atividade imanente, ao passo que a grande perfeição exige que a totalidade da matéria seja disso provida. (LEIBNIZ, *De ipsa natura*, 2001, p. 223).

Com efeito, aquela diferença entre as duas máquinas não é tão clara quanto pode parecer à primeira vista. No *Système nouveau de la nature*, Leibniz diz que ela não deve ser entendida apenas como uma diferença “do grande para o pequeno”: é preciso reconhecer “a verdadeira e imensa distância que há entre as mais ínfimas produções e mecanismos da sabedoria divina e as maiores obras-primas da arte de um espírito limitado; essa diferença não consiste apenas no grau, mas no gênero, mesmo” (LEIBNIZ, *Système nouveau de la nature*, 1994, p. 70). Ocorre, porém, que, em sua definição de cada uma dessas máquinas, essa afirmação parece desmentir-se. Se aquilo que distingue a máquina humana da máquina divina é o fato da primeira ser finita e a outra, ao contrário, ser organizada ao infinito (porquanto é máquina também “nas suas menores partes”) e possuir uma unidade mais complexa do que a daquela, então essa distinção deve ser, na realidade, antes de grau do que de natureza. Como nos mostra J.-P. Coutard, a diferença entre o vivo e o não vivo no interior do pensamento leibniziano dissolve-se ao observarmos que, para o filósofo, “todo o universo, seja ele o do vivo ou não, consiste apenas em máquinas, e que por toda parte há finalidade”. Em última análise, o mecanismo de toda a natureza, e não apenas da natureza viva, exprime a ordem dos fins determinada por Deus segundo o princípio da harmonia pré-estabelecida; apenas, nos organismos, essa ordem divina revela-se de forma mais manifesta. Por isso, prossegue Coutard, “o limite entre o vivo e o inerte”

acaba por se confundir na obra [de Leibniz], refugiando-se na presença simbólica de uma “mônada”. É também esse reducionismo latente do vital ao mecânico que leva o autor a afirmar a vida por toda parte, ou melhor, a ver em toda a natureza a “ordem e o artifício” divinos. Nesse sentido, justamente aquilo que ultrapassa o mecanismo fenomênico – a saber, o finalismo do “melhor”, para Leibniz – é também aquilo que, contudo, reconduz o vivo à ordem finalizada do mecânico almejada pelo Criador. (COUTARD, 2007, pp. 313 e 318).

Argumentando em favor do preformacionismo, Leibniz critica abertamente aqueles que pretendiam explicar os seres vivos a partir de certos princípios tais como a “natureza plástica”, a “alma” etc.²¹. Se esses princípios, como pretendem seus autores, são capazes de organizar a matéria segundo fins somente na medida em que obedecem aos desígnios e à direção que lhes é comunicada por Deus, então eles não possuem “vantagem alguma” diante das máquinas. Dito de outro modo, se a *ideia* da organização deve estar em Deus, já que nenhuma “natureza” ou “alma” pode contê-la em si, então qual o motivo de supor a existência destes últimos? Apesar dos esforços de Leibniz nesse sentido, a pré-formação começará a perder sua força a partir de meados do século, momento em que as mais diversas versões da epigênese passarão a ser admitidas com maior frequência pelos naturalistas. Ao mesmo tempo, embora Leibniz não abandone o modelo do corpo-máquina, sua teoria da força viva compreendida no interior do sistema da monadologia foi fundamental para o desenvolvimento do conceito de organismo na ciência moderna. Isso nos mostra



que, ao lado de Newton, também ele foi o responsável pelo estabelecimento de uma concepção dinâmica da natureza que, ao longo do século XVIII, se tornaria absolutamente essencial para a compreensão da especificidade dos fenômenos vitais.

A evolução mais significativa no âmbito da fisiologia da época foi realizada pelo médico suíço Albrecht von Haller. Dando continuidade a algumas pesquisas já elaboradas por outros investigadores (como o italiano G. Baglivi) a respeito da importância da fibra na anatomia orgânica, Haller desenvolve sua famosa teoria da irritabilidade da fibra muscular. Em sua *Dissertation sur les parties irritables et sensibles des animaux*, ele define a “parte irritável” do corpo animal como sendo aquela que “se torna mais curta quando um corpo estranho a toca com alguma força” (HALLER, 1755, p. 5). Haller propôs-se a investigar essa propriedade nos organismos a partir de certos estudos dos movimentos do coração por meio dos quais se observava que, mesmo após a morte do animal, esse órgão continuava a bater por alguns instantes. Como nos explica Shirley Roe, além desses movimentos de contração dos músculos que se dão após a morte, também os movimentos involuntários dos corpos vivos levaram Haller a supor a existência de uma qualidade específica do tecido muscular, por ele entendida como uma *força*:

O que, então, nos impede de admitir a irritabilidade como uma propriedade do glúten animal, do mesmo modo como reconhecemos que a atração e a gravidade são propriedades da matéria em geral, sem que possamos determinar suas causas? A experiência nos ensinou a existência dessa propriedade; ela possui uma causa física, sem dúvida, que depende do arranjo das partes últimas, mas que não podemos conhecer porque não pode ser apreendida por meio de experiências tão grosseiras quanto aquelas a que estamos limitados. (HALLER, 1755, p. 77)²².

Vemos aqui, com toda clareza, a forte inspiração newtoniana na maneira como Haller concebe essa força. Segundo o autor, assim como a força de atração pode ser identificada a partir da observação dos fenômenos, ainda que sua natureza permaneça desconhecida, também a irritabilidade pode ser reconhecida a partir da experiência, embora não se possa alcançar o conhecimento de sua causa. A irritabilidade é, portanto, o signo de uma propriedade inerente a uma determinada estrutura da anatomia corporal (a fibra muscular) que, por isso mesmo, atesta a especificidade de certos “movimentos vitais” ou fisiológicos. Enquanto defensor de mecanicismo e adepto da pré-formação²³, Haller acredita que os processos fisiológicos deverão ser explicados com base em leis mecânicas, mas admite, apesar disso, que o “cálculo” desses processos deve ser muito mais complexo do que aquele que regula a esfera dos corpos inanimados:

No animal, diversos mecanismos são completamente estranhos às leis mecânicas comuns; pequenas causas provocam grandes movimentos; a velocidade dos humores diminui muito pouco devido a causas que, segundo as leis admitidas, deveriam anulá-la; certos movimentos insinuam-se devido a causas profundamente desconhecidas; fibras frágeis produzem movimentos violentos, certos encolhimentos das fibras se produzem etc., ultrapassando todo o cálculo²⁴.

É por isso que sua teoria, decerto de um mecanicismo mais “brando” do que aquele que encontramos nas teorias de muitos de seus predecessores (tais como a de seu mestre Boerhaave), realizou um passo muito importante para a autonomização da ciência fisiológica. No domínio da embriologia, por sua vez, outros autores fizeram um emprego muito semelhante da noção de força para explicar a formação progressiva dos organismos. Entre eles, Needham, Buffon e Maupertuis, três autores com teorias distintas, porém muito próximos uns dos outros, identificam-se por afirmarem, cada um à sua maneira, que a força de atração (ou ao menos alguma força análoga a ela) exerce um papel fundamental na formação dos organismos. Needham julgava que a epigênese poderia realizar-se, na verdade, não apenas na atividade de reprodução dos corpos “mais complexos”, mas por toda parte na natureza onde houvesse matéria orgânica, graças à atuação de uma *força vegetativa*. A epigênese associa-se, em sua teoria, à ideia de uma geração espontânea do vivo segundo a qual a vida poderia surgir naturalmente a partir da simples decomposição de uma matéria orgânica. A força vegetativa seria responsável pela associação (ou reassociação) das partes desta matéria, o



que daria origem aos corpos organizados. Como bem nos explica A. Pichot, a teoria de Needham assimila de Leibniz, por um lado, a ideia de que a matéria não é meramente passiva, algo que ele compreende a seu modo, supondo que a atividade inerente à matéria consiste em uma “vegetação”; e de Newton, por outro, a ideia de que a força vegetativa (que, tal como uma força de atração, também permite o agrupamento das partes da matéria) não pode ser conhecida em sua essência, mas apenas identificada e estudada a partir de seus efeitos no mundo natural (cf. PICHOT, 2008, p. 437).

Tanto Buffon quando Maupertuis rejeitavam a ideia da geração espontânea. Para ambos, a epigênese deveria ocorrer apenas na reprodução dos seres organizados (ou dos corpos “mais complexos”, como queria Needham). Para Buffon, o embrião se forma a partir da mistura dos líquidos seminais tanto do macho quanto da fêmea, e seu desenvolvimento ocorre graças à atuação de certas forças análogas à atração que produzem, no organismo, a associação das partes da matéria orgânica obtidas mediante a nutrição. Esse processo de estruturação do corpo organizado não se daria às cegas, mas seria de alguma forma orientado por uma espécie de “molde interior”, elemento responsável, segundo o autor, por conferir à matéria assimilada uma determinada forma:

Da mesma maneira pela qual nós podemos fazer moldes que nos permitem conferir à parte externa dos corpos uma determinada figura que nos agrada, suponhamos que a natureza possa fazer moldes por meio dos quais ela confere [aos corpos] não apenas a figura exterior, mas também a forma interna; não seria esse um meio pelo qual a reprodução poderia ser operada? (BUFFON, *Histoire des animaux*. In: BUFFON, 2007, p. 153).

Com base nesse princípio do molde interior, Buffon procura solucionar o problema da compreensão teleológica da epigênese. Ora, é justamente isso que faltará à primeira versão da teoria de Maupertuis, apresentada em uma de suas obras mais importantes sobre o tema da geração, o ensaio *Vénus Physique* (1745). Assim como Buffon, ele também afirma que o embrião se forma a partir da combinação do material seminal de ambos os progenitores e, a partir daí, a estrutura corporal do organismo se constitui gradualmente. Para explicar esse processo, ele parte do modelo químico das forças de atração entendidas como “afinidades”, modelo este concebido, em particular, pelo famoso químico da época E.-F. Geoffroy. Uma vez que o líquido seminal deveria conter, em si, pequenas partículas de cada uma das partes do corpo do progenitor, a formação dos organismos poderia ocorrer de modo análogo ao da formação de uma árvore de Diana, ou seja: devido à atração, por afinidade, dessas pequenas partículas àquelas que são suas vizinhas nos corpos de origem. Nas palavras do autor:

Por que, se essa força existe na natureza, não teria ela lugar na formação do corpo dos animais? Que haja em cada uma das sementes partes destinadas a formar o coração, a cabeça, as entranhas, os braços, as pernas, e que estas partes tenham cada uma maior afinidade de união com aquela que, para a formação do animal, deve ser sua vizinha, do que com qualquer outra; o feto se formará e, fosse ele ainda mil vezes mais organizado do que é, ele se formaria. (MAUPERTUIS, *Vênus Física*, 2005, p. 133).

Mais tarde, no *Sistema da Natureza* (1756), após ter sido alvo de diversas críticas, Maupertuis irá rever sua teoria da geração, reconhecendo que apenas uma “atração cega” não poderia dar conta da estruturação dos organismos. Inspirado por Leibniz, ele passa a atribuir àquelas partículas seminais dos progenitores algumas propriedades psíquicas, tais como a percepção e a inteligência, o desejo e a memória, devido às quais a forma da composição geral resultante da aproximação e da combinação daquelas poderia ser justificada. Como explica o professor Maurício Ramos,

Esse princípio de inteligência será a nova fundamentação de todas as explicações sobre a geração dos corpos organizados na teoria de Maupertuis. Associados às partes seminais, o desejo e a aversão estabelecerão as necessárias preferências que essas partes deverão exibir ao combinarem-se para a adequada estruturação do embrião. A memória terá um papel ligado à hereditariedade: a posição correta que cada parte ocupa no todo orgânico pode ser retomada ou reencontrada quantas vezes forem necessárias graças à lembrança que a partícula guarda da posição ocupada no organismo ao longo das gerações. (RAMOS, 2009, p. 278).



Em solo alemão, a epigênese foi difundida principalmente por C. F. Wolff, que, ao longo das últimas décadas do século XVIII, desenvolveu uma longa e famosa controvérsia com Haller em torno dos problemas da geração. Em sua teoria, apresentada no ensaio *Teoria da geração* (1759), Wolff afirma a existência de um princípio vital na natureza por ele denominado *vis essentialis*, ou *força essencial*. Esse princípio não é exatamente um princípio de estruturação orgânica (como seria, por exemplo o *Bildungstrieb* de Blumenbach), mas uma força de nutrição responsável por realizar uma “assimilação íntima” da matéria do corpo vivo ao longo de seu processo de formação. A respeito da atuação dessa força nas plantas, ele escreve:

Deve, então, existir uma força por meio da qual os líquidos presentes na terra que as cerca são reunidos, impelidos a penetrarem as raízes, distribuídos por toda a planta, em parte depositados em diversos lugares, em parte também novamente excretados.

Sejam quais forem os fatores que a produzam, ou seja:

(...) seja ela uma força atrativa ou uma força propulsora, ou deva ela sua origem ao ar dilatado, ou seja ela, ainda, composta por todos esses fatores e outros mais, de todo modo ela produz os mencionados efeitos [da nutrição] e deve ser admitida no momento em que os líquidos nutritivos são atribuídos às plantas, o que já foi comprovado pela experiência. Isso basta para o presente objetivo, e designarei essa força como uma força essencial (*vis essentialis*) da planta. (WOLFF, §§ 1 e 2; 1896, pp. 11-12).

Para além das obras dos naturalistas, a noção de força possui um papel importante nas teorias da natureza de Goethe, Schelling e, em particular, de Herder. Na obra deste último, esse conceito não apenas é bastante complexo, como vai muito além de sua aplicação às ciências da vida. Unindo Leibniz a Espinosa, Herder compreende a força como conceito fundamental de sua concepção organicista da natureza como um todo, concepção esta que, como se sabe, ressoará em todo o pensamento do Idealismo alemão. Por isso, a sequência desse estudo da noção de força no interior do período aqui abordado (algo que infelizmente extrapola os limites propostos para o presente artigo) talvez pudesse se dar em uma terceira parte, intitulada “Organicismo”.

NOTAS

1. Este artigo foi redigido a partir do texto de uma conferência apresentada no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de São Carlos (DFMC/UFSCar) no dia 27 de junho de 2017, sob o título *O conceito de força nas ciências da vida do século XVIII*. Ele faz parte da pesquisa de Pós-Doutorado que está sendo desenvolvida pela autora no Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP (FFLCH/USP), com o apoio da FAPESP.

2. Entre os anos de 1746 e 1759, Maupertuis presidiu a Academia Real de Ciências de Berlim.

3. “Mas a conservação da quantidade de movimento é uma verdade apenas em certos casos. A conservação da força viva tem lugar apenas para certos corpos. Nem uma, nem outra, portanto, pode ser tomada por um princípio universal, e tampouco por um resultado geral das leis do movimento” (MAUPERTUIS, 1984, p. 41).

4. Ver a excelente explicação deste problema elaborada pelo professor Maurício de Carvalho Ramos no capítulo 3 de seu livro sobre Maupertuis, *A geração dos corpos orgânicos em Maupertuis*: “O resultado teórico principal da aplicação do princípio de mínima ação às leis do movimento é a demonstração da validade tanto do princípio de conservação da quantidade de movimento como do princípio de conservação da força viva, se interpretados segundo a economia de ação na produção dos movimentos. Vimos que, segundo a exposição de Maupertuis, tanto um como outro desses princípios não podiam ser tomados como princípios gerais, já que o primeiro se aplicava apenas a certos casos e o segundo não era válido para os choques com corpos rígidos. A verdadeira grandeza que é economizada na natureza em todos os fenômenos mecânicos (como foi demonstrado também ser verdadeiro para o movimento da luz) é a quantidade de ação. A prova de Maupertuis revela que, tanto na conservação da quantidade de movimento



no choque de corpos rígidos como na conservação da quantidade de força viva nos choques de corpos elásticos, o que está ocorrendo é, na realidade, uma tendência de minimizar nos dois casos a quantidade de ação despendida na produção dos efeitos que o choque terá no movimento dos corpos. Podemos dizer que essa diferença de grandezas que se conservam segundo o tipo de corpo envolvido é um efeito secundário ou uma espécie de ajuste para que a quantidade de ação seja a mínima possível. Assim, os princípios de conservação da quantidade de movimento e da força viva passam a ser casos particulares do princípio da mínima quantidade de ação” (RAMOS, 2009, p. 64, nota 3).

5. Cf. a seguinte passagem de *O Mundo, ou Tratado da Luz*: “Pois desse simples fato de que Ele continua a conservá-la assim, segue-se necessariamente que deve haver inúmeras mudanças em suas partes, as quais, não podendo, parece-me, ser atribuídas propriamente à ação de Deus, porque ele jamais se altera, eu as atribuo à natureza; e as regras segundo as quais se fazem essas mudanças, eu as denomino *leis da natureza*” (DESCARTES, 2009, p. 83).

6. Cf. a seguinte passagem de *O Mundo, ou Tratado da Luz*: “(...) somente Deus é o autor de todos os movimentos que há no mundo, enquanto existem e enquanto são retos, mas são as diversas disposições da matéria que os tornam irregulares e curvos” (DESCARTES, 2009, p. 101). Apesar das diferenças observáveis na matéria, ela constitui, em sua essência, uma substância homogênea: “Só há uma matéria em todo o universo e só a conhecemos porque é extensa” (DESCARTES, *Princípios da Filosofia*, Parte II, § 23; 2006, p. 69).

7. A tradução é de Eduardo Barra, citada a partir do artigo (BARRA, 2003, p. 320). A respeito deste mesmo problema, cf. também o verbete “Força” do *Dicionário Descartes* de John Cottingham (COTTINGHAM, 1995, p. 68).

8. Cf. BARRA, 2003 pp. 316 e 320. Assim como o movimento, também o *conatus* pode ser compreendido como um “modo” da matéria. Cf. o § 36 da Parte II dos *Princípios de Filosofia*: “o movimento não é mais do que um modo da matéria que se move” (DESCARTES, 2006, p. 75).

9. “Assim como, na matéria, a *inércia* natural opõe-se ao *movimento*, também há, inerente aos corpos, e mesmo a toda substância, uma *constância* natural a opor-se à *mudança*” (LEIBNIZ, *De ipsa natura*, 2001, p. 217).

10. Leibniz compartilha com Descartes a idéia de que o espaço é pleno.

11. A respeito dessa análise das forças, cf. a interessante análise feita por Jean-Pierre Coutard (2009) em seu livro *Le vivant chez Leibniz*.

12. Como as mônadas “não possuem portas nem janelas”, não há, propriamente, influência de uma sobre a outra. É por esse motivo que todo movimento depende necessariamente de uma força motriz inerente ao corpo que se move. Em última instância, o fenômeno do choque é explicado com base no princípio da harmonia universal, que Leibniz emprega também para refutar a tese do influxo (a *via da influência*, como ele diz no *Novo Sistema*) em favor de sua teoria da interexpressão entre as substâncias. Cf. a esse respeito os §§ 7 e 11 da *Monadologia*.

13. Essa contraprova é apresentada no § 17 do *Discurso de Metafísica*.

14. Leibniz oferece uma explicação detalhada das regras dessas ciências em seus escritos matemáticos, cf., em particular, o *Tentamen Anagogicum. Essai anagogique sur la recherche des causes*, de 1697.

15. Cf. a esse respeito as *Considérations sur les principes de vie et les natures plastiques. Éclaircissements sur les natures plastiques* (1705).

16. Cf. também PICHOT, 2008, p. 316.

17. Como bem aponta Alexandre Koyré, a partir de Newton, atração e gravitação tornaram-se conceitos praticamente intercambiáveis, embora na realidade não o sejam. Cf. *La gravitation universelle, de Kepler à Newton*. In: KOYRÉ, 1968, p. 11.



18. Cf. o § 45 da correspondência de Leibniz com Clarke. É sempre importante lembrarmos, como faz Max Jammer, que, segundo a perspectiva monadológica de Leibniz, “não havia transmissão de força implícita” nos impactos, “mas sim liberação recíproca de atividade intrínseca” (JAMMER, 2011, p. 211).

19. Cf. também a seguinte passagem dos *Princípios*: “Aqui emprego a palavra *atração* em sentido geral, para qualquer esforço feito por corpos para se aproximarem uns dos outros, seja esse esforço oriundo da ação dos próprios corpos, como quando tendem uns para os outros ou se agitam uns aos outros por influências [*spirits*] emitidas; ou decorra da ação do éter ou do ar, ou de qualquer que seja o meio, corpóreo ou incorpóreo, impelindo corpos ali localizados, de alguma maneira, uns em direção aos outros” (NEWTON, 2016, I, p. 251).

20. Descartes dirá que o coração, por ser a fonte do calor vital (que, contudo, em nada difere do calor normal presente nos corpos inanimados), será o primeiro órgão a se formar. Todo o processo é descrito na Quarta Parte do tratado, cf. DESCARTES, *Description du corps humain*, 1996, vol. XI, p. 252.

21. Cf. em particular as controvérsias de Leibniz com Cudworth e Stahl.

22. Cf. também ROE, 1981, p. 34.

23. Ainda que ele tenha se aproximado brevemente da epigênese em um determinado momento de sua trajetória.

24. Passagem dos *Elementa physiologiae corporis humani* (1757), citada por Duchesneau, 2012, p. 199.

REFERÊNCIAS

BARRA, E. S. O. 2003. A metafísica cartesiana das causas do movimento: mecanicismo e ação divina. *Scientiae Studia*, vol. 1, n° 3.

BUFFON. 2007. *Oeuvres*. Paris: Gallimard (coll. Bibliothèque de la Pléiade).

CANGUILHEM, G. 2015. *Études d’histoire et de philosophie des sciences*. Paris: Vrin.

CARVALLO, S. 2004. La controverse sur la vie, l’organisme et le mixte (Introduction). In: STAHL/LEIBNIZ. *Controverse sur la vie, l’organisme et le mixte*. Paris: Vrin.

COTTINGHAM, J. 1995. *Dicionário Descartes*. Trad. de Helena Martins. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

COUTARD, J.-P. 2007. *Le vivant chez Leibniz*. Paris: L’Harmattan.

DESCARTES. 1975. *Entretien avec Burman. Manuscrit de Göttingen*. 2ª ed. Paris: Vrin.

_____. 1979. *Meditações Metafísicas*. In: DESCARTES, R. *Os Pensadores*. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural.

_____. 1996. *Description du corps humain*. In: *Oeuvres*. Publiés par Ch. Adam et P. Tannery. Paris: Vrin, vol. XI.

_____. 2006. *Princípios de Filosofia*. Lisboa: Edições 70.

_____. 2009. *O Mundo, ou Tratado da Luz / O Homem*. Campinas: Edit. Unicamp.

DUCHESNEAU, F. 1998. *Les modèles du vivant, de Descartes à Leibniz*. Paris: Vrin.



- _____. 2012. *La physiologie des Lumières*. Paris: Classiques Garnier.
- GASKING, E. 1967. *Investigations into Generation, 1651-1828*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- HALL, T. S. 1968. Biological Analogs of Newtonian Paradigms. *Philosophy of Science*, vol. 35.
- HALLER, A. von. 1755. *Dissertation sur les parties irritables et sensibles des animaux*. Trad. de M. Tissot. Lausanne: M. M. Bousquet.
- JAMMER, M. 2011. *Conceitos de força. Estudo sobre os fundamentos da dinâmica*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- KOYRÉ, A. 1968. *Études newtoniennes*. Paris: Gallimard.
- LEIBNIZ. 1969. *Essais de Théodicée*. Paris: GF-Flammarion.
- _____. 1982. *Specimen Dynamicum*. Hamburg: Felix Meiner.
- _____. 1994. *Système nouveau de la nature et de la communication des substances (et autres textes)*. Paris: GF-Flammarion.
- _____. 2001. *Opuscules philosophiques choisis*. Paris: Vrin.
- MAUPERTUIS. 1984. *Essai de cosmologie*. Paris: Vrin.
- _____. 2005. Vênus Física. *Scientiae Studia*, São Paulo, vol. 3, nº 1.
- NEWTON. 2014. *Opticks*. Mineola: Dover.
- _____. 2016. *Princípios matemáticos da filosofia natural*. São Paulo: Edusp, vol. I.
- NEWTON/LEIBNIZ. 1979. *Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural.
- PICHOT, A. 2008. *Histoire de la notion de vie*. Paris: Gallimard.
- RAMOS, M. 2009. *A geração dos corpos orgânicos em Maupertuis*. São Paulo: Editora 34.
- ROE, S. 1981. *Matter, Life, and Generation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- STAHL/LEIBNIZ. *Controverse sur la vie, l'organisme et le mixte*. Introd. de Sarah Carvalho. Paris: Vrin, 2004.
- WOLFF, C. F. 1896. *Theorie von der Generation* (tradução alemã da 1ª edição, de 1759). Leipzig: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, 1896.
- _____. 1764. *Theorie von der Generation*. Berlin.