

# A natureza da matéria e a explicação cartesiana dos fenômenos meteorológicos

Paulo Tadeu da Silva<sup>†</sup>

## Resumo

A presente exposição visa analisar alguns dos fenômenos explicados por Descartes em *Os meteoros*, um dos ensaios que acompanham o *Discurso do método*. Mais precisamente, pretende-se discutir em que sentido a exposição sobre a natureza da matéria – desenvolvida no primeiro discurso, intitulado “Da natureza dos corpos terrestres” – fornece elementos fundamentais para a explicação dos fenômenos abordados nos discursos seguintes.

## 1. Introdução

Em 1637 Descartes publica o *Discurso do método para bem conduzir sua razão e procurar as verdades na ciência, mais A dióptrica, Os meteoros e A geometria, que são as provas desse método*. Na introdução ao terceiro volume das obras completas de Descartes, editada por Beyssade e Kambouchner, Frédéric de Buzon afirma que os ensaios não tiveram o mesmo sucesso do *Discurso* e pergunta se podemos considerar a obra de 1637 como um livro (ver Beyssade & Kambouchner 2009, p. 15). De acordo com ele, tal questão pode ser levantada ao considerarmos o título da obra, que nos remete a elementos distintos: a proposição de um novo método e a apresentação de três tratados sobre matemática mista, física e matemática pura. Não pretendo discutir os aspectos ópticos ou matemáticos tratados por Descartes no primeiro e no terceiro ensaios que acompanham o *Discurso*. Minha abordagem estará circunscrita a *Os meteoros*. Nessa perspectiva, pretendo analisar alguns aspectos presentes nos discursos I, II, IV desse tratado.

O principal objetivo de Descartes em *Os Meteoros* consiste em apresentar uma teoria sobre a composição física dos corpos terrestres e, com ela, um conjunto de explicações sobre diferentes fenômenos meteorológicos, isto é, fenômenos que observamos sobre a terra e no céu próximo (ver Beyssade & Kambouchner 2009, p. 17). Mas como isso é feito? Segundo De Buzon, *Os meteoros* “são uma amostra de física não escolástica, explicando os fenômenos terrestres pela figura e o movimento, utilizando modelos mecânicos, e não mais pelas ‘formas’ e ‘qualidades’ da física antiga”(Beyssade & Kambouchner 2009, p. 16).

Há nessa interpretação de De Buzon alguns aspectos fundamentais, que serão os fios condutores de minha exposição, a saber, a utilização de modelos mecânicos e a explicação dos fenômenos terrestres por meio da figura e do movimento. De fato, parece-me que esses são dois pontos centrais, pois caracterizam o modo como Descartes dá conta da natureza dos corpos terrestres, dos vapores, das exalações e dos ventos, fenômenos explicados nos discursos I, II e IV de *Os meteoros*.

Dentre as obras científicas de Descartes é possível notar uma clara relação entre três textos: *O mundo* (1633), *Os meteoros* (1637) e os *Princípios de filosofia* (1644). Ainda que com diferenças significativas quanto a sua estrutura e seus objetos, não há dúvida quanto à relação entre esses

---

<sup>†</sup> Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC). Para contatar ao autor, por favor, escreva a: paulo.tadeu@ufabc.edu.br.

textos. Uma delas diz respeito à concepção de matéria proposta por Descartes, que fornece os fundamentos para a explicação dos fenômenos terrestres e celestes. Outra característica importante é a forma como Descartes encaminha a explicação desses fenômenos, à qual De Buzon faz referência na passagem transcrita acima. Mas além dessa relação, é preciso notar ainda o lugar ocupado por *Os meteoros*. E aqui, mais uma vez, De Buzon fornece algumas indicações importantes. Com a redação de *O Mundo* e do *Tratado do homem*, Descartes oferecia ao seu leitor um conjunto teórico voltado para uma física geral e uma fisiologia mecanicista. Contudo, esse conjunto parecia deixar em aberto o estudo dos corpos e dos fenômenos terrestres, assuntos investigados em *Os meteoros*. Como sabemos, Descartes abre mão da publicação de *O mundo* e do *Tratado do homem*, em virtude da condenação de Galileu. Com isso, segundo De Buzon, a única solução que então se apresentou a Descartes foi publicar obras relativas à física, mas não uma física, com o objetivo de “suscitar novas experiências e fazer assim progredir o conhecimento dos fenômenos” (Beysade & Kambouchner 2009, p. 22).

## 2. As suposições sobre a matéria e a natureza dos corpos

No terceiro parágrafo do primeiro discurso de *Os meteoros*, Descartes adverte o leitor de que o conhecimento das coisas depende da determinação dos princípios gerais, segundo os quais a natureza opera. Contudo, para ele, tais princípios ainda não foram bem explicados. Ele espera, então, não apenas determiná-los, mas principalmente tornar suas suposições de tal modo simples e fáceis, que não se teria qualquer dificuldade em entendê-las. A primeira dessas suposições assume um papel fundamental, pois estabelece que todos os corpos são compostos de pequenas partes com diferentes figuras e espessuras. Uma vez que essas partes não estão tão perfeitamente ajustadas umas às outras, Descartes afirma que os intervalos entre essas partes são preenchidos por uma matéria muito sutil. Tal concepção, fundamental para explicação dos fenômenos naturais, será igualmente importante para a distinção entre corpos duros e corpos líquidos e, além disso, intimamente relacionada com a recusa cartesiana do vazio.<sup>1</sup>

Esse conjunto de suposições contempla, em linhas gerais, o seguinte: 1) a determinação da natureza da matéria; 2) a distinção entre corpos duros e líquidos, tendo em vista os diferentes estados da matéria e o movimento de suas partes; 3) a suposição de uma matéria sutil, responsável pelo preenchimento dos interstícios entre as pequenas partes que compõem os corpos e o meio no qual eles se encontram.

Suponho, primeiramente, que a água, a terra, o ar e todos os outros corpos que nos circundam são compostos de muitas pequenas partes de figuras e espessuras diversas, as quais nunca estão tão bem arranjadas, nem tão exatamente unidas, que não restem muitos intervalos em torno delas. E que esses intervalos não são vazios, mas preenchidos de uma matéria muito sutil, por intermédio da qual eu disse acima que a ação da luz é comunicada. A seguir, em particular, suponho que as pequenas partes das quais a água é composta são longas, unidas e escorregadias, tais como pequenas enguias, as quais, embora se juntem entrelaçando-se, jamais se impedem nem se agarram, de tal maneira que, por isso, elas não podem ser facilmente separadas, e, ao contrário, suponho que quase todas aquelas partes, tanto da terra como mesmo do ar e da maioria dos outros corpos, têm figuras tão irregulares e desiguais, de modo que elas não podem ser tão pouco entrelaçadas, que não se agarrem e se liguem umas às outras, assim como fazem os diversos ramos dos arbustos que crescem conjuntamente em uma sebe. E quando essas partes são ligadas dessa maneira, elas compõem os corpos duros, tais como a terra, a madeira ou outros semelhantes, ao passo que, se elas são simplesmente postas umas sobre as outras, sem serem senão muito pouco ou nada entrelaçadas, e se, com isso, elas forem tão pequenas que possam ser movidas e separadas pela agitação da matéria sutil que as circunda, elas devem ocupar muito espaço e compor os corpos líquidos muito rarefeitos e bastante leves, tais como os óleos ou o ar. (AT 2000, 6, pp. 233-234)

<sup>1</sup> Tais aspectos serão retomados na segunda parte dos *Princípios de Filosofia*, momento no qual o autor apresenta as razões para rejeitar a existência do vazio.

Encontramos nessa passagem não só as suposições acima mencionadas, como também a articulação entre elas. Em primeiro lugar, todos os corpos terrestres são caracterizados como compostos de pequenas partes ou corpúsculos de tal forma arranjados que há, entre eles, determinados intervalos. Contudo, como Descartes rejeita o vazio, supõe que esses intervalos são preenchidos por uma matéria muito sutil. É por meio do arranjo dessas partes que se constituem os diferentes tipos de corpos e meios nos quais estão dispostos (ar, água etc.). Se as pequenas partes estão arranjadas de tal modo que não possam ser facilmente separáveis, então elas constituem os corpos duros. Caso contrário, formam os líquidos. É interessante notar aqui o uso de uma analogia para explicar o modo como aquelas pequenas partes se organizam, pois Descartes descreve as partes da água como longas, unidas e escorregadias, comparando-as a pequenas enguias. Outro aspecto a ser observado diz respeito ao final da passagem, quando encontramos a articulação de três elementos: as pequenas partes que compõem a matéria, o movimento dessas partes e a ação da matéria sutil. Quando as partes da matéria estão dispostas umas sobre as outras, sem o mesmo entrelaçamento que caracteriza os corpos duros, elas são facilmente movidas pela agitação da matéria sutil, tal como ocorre com o ar e a água. Essa suposição terá um papel importantíssimo nos discursos posteriores, particularmente naqueles nos quais Descartes explica a natureza e a formação dos vapores, das exalações, dos ventos e das nuvens. Como ele dirá um pouco mais adiante, ainda no primeiro discurso, a maioria das pequenas partes que compõem a água é vergada mais ou menos, de acordo com a agitação e a força da matéria sutil que as envolve (ver AT 2000, 6, p. 238). Esse efeito, por sua vez, assume um papel de destaque na explicação dos mesmos fenômenos acima indicados.

Essas suposições fundamentam uma nova concepção sobre natureza da matéria e dos corpos,<sup>2</sup> bem como a explicação de um amplo conjunto de fenômenos terrestres, objetivo central de *Os meteoros*. É importante notar que tais suposições determinam uma concepção mecanicista da natureza, e isso por alguns motivos principais. Em primeiro lugar, Descartes reduz a matéria a propriedades de ordem geométrica e dotada de características que permitem um funcionamento puramente mecânico. No primeiro caso, as partes dos corpos terrestres são concebidas como passíveis de divisão de uma infinidade de maneiras e formadas por única matéria. Como diz o autor, os corpos “não diferem entre si senão como as pedras de várias diferentes figuras, que tivessem sido cortadas de um mesmo rochedo” (AT 2000, 6, p. 239). Em segundo lugar, essa concepção geométrica da matéria está articulada com uma concepção mecânica dos corpos, tal qual uma máquina, cujas partes são movidas pelo choque. A relação com máquinas ou construtos mecânicos não se coloca apenas nesse plano analógico, mas comparece ainda em outro, na medida em que tais mecanismos são utilizados como recursos importantes para a explicação de alguns fenômenos. Como veremos mais adiante, esse será o caso da eolípila, utilizada para a explicação da formação dos ventos gerados pela dilatação dos vapores. Isso posto, consideremos alguns aspectos concernentes às explicações presentes nos discursos II e IV de *Os meteoros*.

### 3. A mecânica dos vapores, das exalações e dos ventos

Os discursos II, IV e V de *Os meteoros* podem ser tomados como um bloco temático, tendo em vista a articulação dos fenômenos neles tratados. A geração de vapores e exalações decorre do processo de evaporação das pequenas partes que compõem a água, alguns tipos de ventos são

---

<sup>2</sup> Não obstante a declaração do autor ao final do primeiro discurso de *Os meteoros*, quando diz que não deseja romper a paz com os filósofos e, por isso, não nega as *formas substanciais* e as *qualidades reais*, é evidente que a proposta cartesiana afasta-se dessas formas de explicação dos corpos. Segundo Hattab (2009), os argumentos de Descartes contra as formas substanciais aparecem na correspondência com Henricus Regius, em janeiro de 1642. Para Descartes as formas substanciais não explicam nem os fenômenos naturais nem tampouco as máquinas (ver Hattab 2009, p. 16).

originados pelo movimento e dilatação dos vapores e, finalmente, as nuvens são formadas pela condensação destes últimos. A concepção sobre a natureza da matéria, tema do primeiro discurso, é amplamente utilizada para a explicação dos fenômenos em questão, contribuindo para a construção de uma mecânica dos fenômenos meteorológicos. De fato, é como se o conjunto dessa matéria, disposta em diferentes estados, funcionasse tal como uma máquina.

Ao abrir o terceiro discurso, dedicado ao exame da geração dos vapores e das exalações, Descartes afirma:

Se considerardes que a matéria sutil que está nos poros dos corpos terrestres, sendo algumas vezes mais fortemente agitada, seja pela presença do Sol, seja por alguma outra causa que possa existir, agita também mais fortemente as pequenas partes desses corpos, então entenderéis facilmente que ela deve fazer que aquelas partes que são bastante pequenas e, por isso, de tais figuras ou em tal situação, que elas são capazes de separar-se facilmente de suas vizinhas, afastam-se aqui e ali umas das outras, elevando-se no ar, e isso não por alguma inclinação particular que elas tenham para subir, ou por que o Sol tenha em si alguma força que as atraia, mas somente porque elas não encontram outro lugar no qual lhes seja tão fácil continuar seu movimento, assim como a poeira de uma estrada é levantada simplesmente por ser compelida e agitada pelos pés de algum transeunte. Pois, embora os grãos dessa poeira sejam muito mais grossos e mais pesados do que as pequenas partes das quais falamos, eles não deixam por isso de tomar seu curso para o céu. (AT 2000, 6, p. 239-240)

Como podemos notar, a abertura do terceiro discurso deixa clara a estratégia explicativa do autor. Utilizando as suposições enunciadas no primeiro discurso, o movimento das pequenas partes da matéria, da qual os corpos são compostos, é resultado da agitação da matéria sutil que preenche os interstícios desses últimos. Nesse contexto, há que se notar qual é o tipo de ação realizada pelo Sol. Lembremos que a luz não é “outra coisa senão um certo movimento” (AT 2000, 6, p. 234) e que o calor é uma sensação resultante da agitação das pequenas partes dos corpos que tocamos (AT 2000, 6, p. 236).<sup>3</sup> Logo, a ação do Sol se manifesta como o movimento que agita a matéria sutil, a qual coloca em movimento os corpúsculos que compõem os corpos terrestres. Ora, tal processo é inteiramente mecânico e semelhante ao movimento que se pode observar quando grãos de poeira são elevados do solo. O uso de analogias é um aspecto marcante de *Os meteoros*. Além daquela presente na passagem acima, há ainda outra bastante significativa, quando Descartes afirma que o mesmo tipo de fenômeno ocorre no processo de destilação, quando a água evaporada em um alambique carrega consigo algumas partes do óleo presente em plantas secas (AT 2000, 6, p. 241).

Mas resta saber como ocorre esse movimento que produz os vapores presentes no ar, a partir da água ou de outros corpos líquidos. É nesse contexto que encontramos a comparação entre o comportamento de uma linha amarrada a uma haste e o movimento dos vapores. Inicialmente, Descartes afirma que os vapores ocupam mais espaço do que a água, ainda que sejam feitos da mesma matéria, uma vez que as partes que compõem os vapores movimentam-se mais rapidamente do que as da água. Feita essa advertência, Descartes afirma:

[...] quando elas<sup>4</sup> têm a forma de um vapor, sua agitação é tão grande que elas giram muito subitamente para todos os lados, estendendo-se, da mesma maneira, em todo seu comprimento, de tal modo que cada uma das partes tem a força de afastar do entorno de si todas as partes que lhe são semelhantes e que tendem a entrar na pequena esfera que ela descreve, tal como vós as vedes representadas ao redor de *B*. E do mesmo modo, se fizerdes girar velozmente o pivô *LM* através do qual passa a corda *NP*, vereis que essa corda se manterá no ar completamente reta e estendida, ocupando desse modo todo o espaço compreendido no círculo *NOPQ*, de tal modo que não se poderá colocar nesse espaço qualquer outro corpo sem que a corda o atinja imediatamente com força para afastá-lo dela, ao passo que, se a fizerdes mover mais lentamente, ela se enrolará em si mesma em torno desse pivô e, assim, não mais ocupará o mesmo espaço. (AT 2000, 6, p. 242-243)

<sup>3</sup> Note-se que Descartes adverte que a matéria sutil é agitada pelo Sol ou qualquer outra causa. Assim, é importante lembrar que tal agitação pode ser ocasionada pelo fogo, que também deve ser concebido como o movimento de pequenas partes dotadas de um movimento violentíssimo e velocíssimo (Descartes, 2009 [1633], pp. 23-25).

<sup>4</sup> Isto é, as partes que compõem a água e os vapores.

A explicação é mecânica e as duas ilustrações presentes no texto ajudam o leitor a perceber o que Descartes tem em mente (ver figuras 1 e 2).



Figura 1 (AT 2000, 6, p. 242).

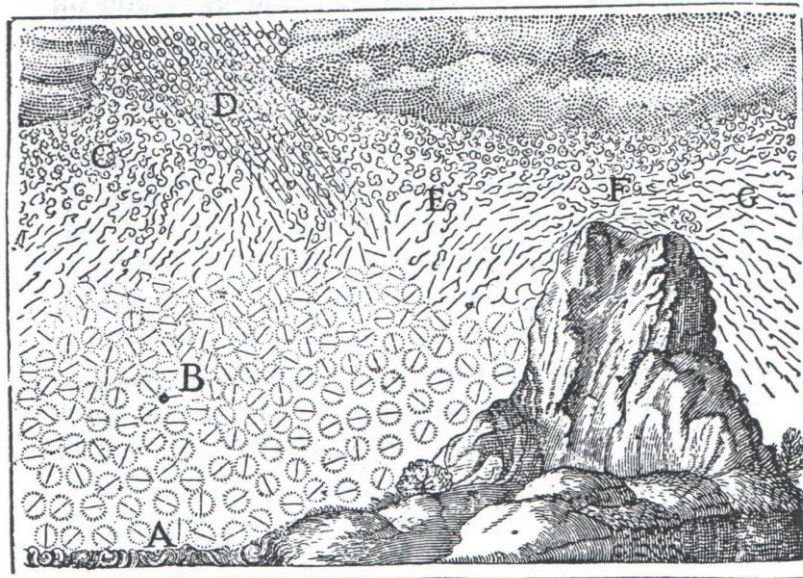


Figura 2 (AT 2000, 6, p. 244).

Os pequenos filetes que compõem a água, ao ganharem um movimento bastante veloz, giram muito rapidamente, tal como a corda NP fixada no pivô LM. A analogia do pivô não serve apenas para indicar como se daria tal movimento, mas também para mostrar o estado de tais filetes, quando o movimento não é tão veloz. Ao supor o movimento mais lento da corda no referido pivô, Descartes tem em vista a configuração daqueles filetes que compõem a água. Lembremos que no primeiro discurso de *Os meteoros*, Descartes descreve as partes da água como longas, unidas e escorregadias, comparando-as a enguias (ver AT 2000, 6, p. 233). Como sabemos, a matéria que compõe os corpos terrestres é a mesma, mas a sua configuração e movimento determina diferentes tipos de corpos. Nesse caso, os filetes de água, por intermédio de um movimento extremamente veloz, dão origem aos vapores. Tais vapores, por seu turno, dão origem aos ventos mais extensos que “imperam sobre a face do mar e da terra” (AT 2000, 6, p. 265). Nesse momento, encontramos novamente o recurso a determinados instrumentos mecânicos e, com eles, uma explicação mecânica dos ventos. Valendo-se de uma eolípila (ver figura 3), Descartes explica a formação dos ventos.

E porque esse vento artificial pode ajudar-nos muito a entender quais são os naturais, será aqui oportuno que eu o explique. *ABCDE* é uma bola de cobre ou de outra tal matéria, totalmente oca e fechada, exceto

por ter uma pequeníssima abertura no lugar marcado *D*, e, estando a parte dessa bola *ABC* cheia de água e a outra *AEC* vazia, isto é, contendo somente ar, se é posta sobre o fogo, então o calor, agitando as pequenas partes da água, faz que muitas delas elevem-se acima da superfície *AC*, onde, rodopiando, estendem-se e empurram-se mutuamente, esforçando-se para afastarem-se umas das outras, do modo acima explicado.<sup>5</sup> E porque as pequenas partes da água não podem assim afastar-se senão enquanto algumas saem pelo orifício *D*, todas as forças com as quais elas empurram-se mutuamente conspiram em conjunto para expulsar pelo orifício todas as partes que dele estão mais próximas e, assim, causam um vento que sopra daí para *F*. E porque há sempre novas partes dessa água, as quais, sendo elevadas pelo calor acima da superfície *AC*, estendem-se e afastam-se entre si enquanto saem pelo orifício *D*, esse vento não cessa até que toda a água da bola seja exalada, ou antes, até que tenha cessado o calor que a faz exalar. Ora, os ventos comuns que imperam no ar fazem-se quase da mesma maneira que este aqui [...]. (AT 2000, 6, p. 265-266)

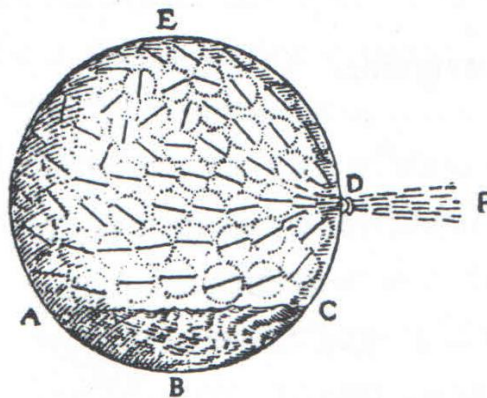


Figura 3 (AT 2000, 6, p. 266).

Descartes utiliza um modelo explicativo para a formação dos ventos. Nele fica evidente a atuação de alguns componentes abordados anteriormente, quando o autor descreve a formação dos vapores, tal como a ação do calor sobre a água e a produção dos vapores resultantes desse processo. Aqui, entretanto, o objetivo consiste na explicação da formação dos ventos, que resultam do movimento dos vapores produzidos pelo aquecimento da água. Mas, de modo diferente daquele presente na utilização do pivô para a explicação do comportamento de cada parte dos vapores, a eolípila reproduz, quase que exatamente, aquilo que ocorre na região terrestre. Nota-se que aquele movimento giratório, próprio dos vapores, tem como um de seus efeitos, a produção dos ventos. Contudo, como adverte o autor, há algumas diferenças entre a situação artificial exposta e as evaporações naturais. Em primeiro lugar, os vapores não são gerados apenas da água, mas também das terras úmidas, neve e nuvens. Em segundo lugar, em condições naturais, os vapores são impedidos de propagarem-se para todos os lados por conta de outros fatores, inexistentes na eolípila, como a resistência de outros vapores, das nuvens, montanhas ou de ventos contrários.

#### 4. Conclusão

Essa breve exposição sobre o primeiro, segundo e quarto discursos de *Os meteoros* coloca em evidência a abordagem mecanicista de Descartes na explicação dos fenômenos naturais. Tal abordagem contém algumas características fundamentais da filosofia natural sustentada pelo autor. Em primeiro lugar, o mundo natural é reduzido a dois componentes básicos, a saber, matéria e movimento. Em segundo lugar, a explicação desse mundo requer tanto o apelo à experiência quanto o uso de analogias que coloquem em evidência o caráter mecanicista da natureza corpórea.

Quanto ao primeiro aspecto, é preciso notar que sua concepção sobre a natureza da matéria, central para a explicação de todos os fenômenos naturais, não se alinha com o atomismo. De fato,

<sup>5</sup> Trata-se da explicação sobre o movimento dos vapores (ver AT 2000, 6, pp. 241-243).

tanto em *Os meteoros* quanto nos *Princípios de filosofia*, Descartes nega a existência do vazio (ver AT 2000, 6, p.233, Descartes 2006, pp. 66-67) e dos átomos (ver AT 2000, 6, pp. 238-239, Descartes 2006, p. 68). Para o autor, as partes da matéria são indefinidamente divisíveis e os interstícios dos corpos são preenchidos pela matéria sutil, que está sempre em movimento e contribui diretamente para o movimento dessas partes. Tal concepção, portanto, afasta-se de outras sustentadas por seus contemporâneos, como Gassendi, que defende uma concepção atomista da matéria inspirada em Epicuro e Lucrecio (ver Gassendi 2009). Assim, se compreendermos o mecanicismo como uma concepção que “oferece uma imagem geral de como o mundo físico deve ser explicado, quais são os seus constituintes últimos, e quais processos nele ocorrem no nível mais fundamental” (Gaukroger 2008, p. 254), é evidente que Descartes e Gassendi defendem concepções distintas, ainda que compreendam o mundo natural em termos de matéria e movimento.

Quanto ao segundo aspecto, cumpre lembrar que o recurso à experiência é, sem qualquer sombra de dúvida, um dos traços característicos das explicações presentes em *Os meteoros*. Além daquilo que encontramos nos discursos aqui abordados, o recurso à experiência é algo notável em todo o restante do texto, cujos exemplos mais flagrantes encontram-se na descrição da neve e do granizo (tema do sexto discurso) e na explicação do arco-íris (apresentada no oitavo discurso). As analogias, por sua vez, estão intimamente relacionadas tanto com a concepção mecanicista cartesiana, quanto com o seu recurso à experiência. Alguns fenômenos, tais como o movimento das partes que compõem os vapores, por exemplo, são comparados com construtos mecânicos: tal é o caso da utilização do pivô para a explicação do movimento dos filetes de água, convertida em vapor. Outros fenômenos são explicados por meio de um modelo que simula sua ocorrência, como no caso do experimento com a eolípila.

## Referências bibliográficas

---

- Adam, C. e P. Tannery (2000), *Oeuvres de Descartes*, Paris: Vrin, 11 vols. (AT).
- Beysade, J.M. e D. Kambouchner (eds.) (2009), *René Descartes. Œuvres complètes*, vol. 3: *Discours de la méthode et essais*, Paris: Gallimard.
- Descartes, R. (2006 [1644]), *Princípios de filosofia* (trad. de J. Gama), Lisboa: Edições 70.
- Descartes, R. (2009 [1633]), *O mundo ou tratado da luz/O homem* (trad. de César Augusto Battisti e Marisa Carneiro de Oliveira Franco Donatelli), Campinas: Editora UNICAMP.
- Gassendi, P. (2009), *Le principe matériel, c'est-à-dire la matière première des choses* (trad., introd. e notas de Sylvie Taussig), Turnhout: Brepols.
- Gaukroger, S. (2002), *Descartes' System of Natural Philosophy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Gaukroger, S., Schuster, J. e J. Sutton (2000), *Descartes' Natural Philosophy*, London-New York: Routledge.
- Gaukroger, S. (2012), *The Emergence of a Scientific Culture*, Oxford: Clarendon Press.
- Hattab, H (2009), *Descartes on Forms and Mechanisms*, Cambridge: Cambridge University Press.