



O significado metafísico da extensão em Newton¹

The metaphysical meaning of extension in Newton

Ruslane Bião

[0000-0002-5451-191X](tel:0000-0002-5451-191X)

rubioliver@gmail.com

UnB – Universidade Federal
de Brasília

RESUMO

Para o esclarecimento do conceito de extensão, Newton primeiramente formulou, em *De gravitatione*, uma crítica dirigida à metafísica cartesiana por identificar o problema da identidade entre corpo e extensão que Descartes antes estabelecera em seu conceito de movimento. Nesse caso, a análise do conceito cartesiano de extensão, na forma como Newton o repensou, conduziu uma reflexão sobre a relação complexa entre Metafísica e Filosofia Natural quando se confunde substância com extensão, espaço com lugar, na tentativa de explicar o movimento dos corpos. Para tanto, a fundamentação do conceito de movimento precisará se estabelecer dentro da conexão entre causa e efeito a partir de suas manifestações naturais e das quais Newton buscará formular o conceito de princípio ativo na Filosofia Natural.

PALAVRAS-CHAVE: Extensão. Espaço. Lugar. Movimento.

ABSTRACT

To clarify the concept of extension, Newton first formulated, in De gravitatione, a criticism directed at Cartesian metaphysics by identifying the problem of the identity between body and extension that Descartes had previously established in his concept of movement. In this case, the analysis of the Cartesian concept of extension, in the way Newton rethought it, led to a reflection on the complex relationship between Metaphysics and Natural Philosophy when substance is confused with extension, space with place, in an attempt to explain the movement of bodies. To this end, the foundation of the concept of movement will need to be established within the connection between cause and effect based on its natural manifestations and from which Newton will seek to formulate the concept of active principle in Natural Philosophy.

KEYWORDS: Extension. Space. Place. Movement.

Recebido: 17/08/2023

Received: 17/08/2023

Aprovado: 28/08/2023

Approved: 28/08/2023

Publicado: 03/01/2024

Published: 03/01/2024

¹ Publicação financiada pelo Decanato de Pós-Graduação da Universidade de Brasília.



Introdução

Esse artigo foi escrito com o objetivo de apresentar a problemática existente entre Filosofia Natural e Metafísica, em busca de uma resposta para o papel da Metafísica na Filosofia Natural. Se, por um lado, Newton delimitou a Natureza como objeto da Filosofia Natural para mostrar que a Física, como ciência experimental, deve se apropriar da experiência sensível para formular uma interpretação Matemática dos fenômenos físicos e deles deduzir outros; por outro, considerou-se que se as manifestações naturais não estão acessíveis aos sentidos, elas estão além daquilo que a Filosofia Natural é capaz de explicar.

Atribui-se então à Metafísica e à Matemática o papel de desenvolver um tipo de saber que não exija demonstração experimental, em razão da natureza produzir fenômenos inacessíveis aos sentidos, embora a Matemática seja um instrumento de demonstração importante na explicação experimental dos fenômenos naturais. Com isso, Newton se esforça no enfrentamento dos desafios de uma ciência experimental, exigindo experimentos sistemáticos, em princípio, sem que a Filosofia Natural se reduza a especulações meramente metafísicas.

Desse modo, ver-se-á o que Newton pensa em Metafísica, sobretudo quando desenvolve sua teoria da substância, em *De gravitatione*, com o objetivo de refutar a teoria da matéria e do movimento vórtico de Descartes, e vai além ao se ocupar de uma Metafísica teológica, com a qual a substância de Deus se torna acessível física e metafisicamente através de um dos seus atributos, a extensão.

Filosofia Natural *versus* Metafísica

Segundo Gabbey (2002, p. 331-332), o Escólio Geral dos *Principia* parece ser uma mudança de perspectiva em relação à substância de Deus, àquela discutida em *De gravitatione*, que por nós é desconhecida em razão de só se poder conhecer seus atributos de ordem natural. Este conhecimento metafísico, entretanto, até então não havia chegado a fazer parte da Filosofia Natural quando Newton a definiu no Prefácio à primeira edição dos *Principia*. Tanto é que ele mesmo, em *De gravitatione* (HH, 1978, p. 121-122), separa a Filosofia Natural da Metafísica:

É apropriado tratar a ciência da gravidade e do equilíbrio de corpos fluidos e sólidos em fluidos por dois métodos. Na medida em que pertencem às ciências matemáticas, é razoável que eu o abstraia amplamente de considerações físicas. E por esta razão, me comprometo em demonstrar

suas proposições individuais a partir de princípios abstratos, suficientemente conhecidos estrita e geometricamente para o estudante. Uma vez que esta doutrina pode ser julgada como algo semelhante à Filosofia natural, na medida em que pode ser aplicada para deixar claro muitos dos fenômenos da Filosofia natural e, além disso, que a sua utilidade pode ser particularmente evidente e a certeza de seus princípios talvez tenham sido confirmados, não devo ser relutante em ilustrar as proposições em abundância também por experimentos, de modo que esse método de discussão mais livre, disposto no escólio, não pode ser confundido com o primeiro que é tratado em Lemas, proposições e corolários. Os fundamentos a partir dos quais esta ciência pode ser demonstrada são definições de certas palavras; ou axiomas e postulados por nenhum negados. E destes eu trato diretamente².

É importante observar que para refutar Descartes, Newton necessita desenvolver uma teoria da gravidade e do equilíbrio dos corpos fluidos e sólidos em fluidos, e, apesar de não descartar a possibilidade de realizar experimentos que possam comprovar sua teoria, nesse manuscrito apenas realiza demonstrações essencialmente matemáticas. É apropriado tratar desse tema pelo duplo método, isto é, pela análise e síntese, indutivo e demonstrativo, consecutivamente³. O significado desse método, porém, não é um conceito que depende diretamente de uma teoria da substância. Há, portanto, um esforço de se pensar um método que seja capaz de dar certeza geométrica à Filosofia Natural (Guicciardini, 2009, p. 319). Dessa maneira, Newton observa a importância de se adotar a demonstração matemática, já que por ela o tema abordado é mais facilmente abstraído. Logo, Filosofia Natural se torna uma ciência empírica diferente da Metafísica assim formulada nesse manuscrito.

No Prefácio à primeira edição dos *Principia*, Newton mostra qual é o propósito da Filosofia Natural, mas, no Escólio Geral da segunda edição, introduz-se uma Metafísica teológica sob o seguinte argumento: “E assim, muito do que concerne a Deus, para falar sobre ele a partir das aparências das coisas, pertence certamente à Filosofia Natural”

² “It is proper to treat the science of gravity and of the equilibrium of fluid and solid bodies in fluids by two methods. To the extent that it appertains to the mathematical sciences, it is reasonable that I largely abstract it from physical considerations. And for this reason I have undertaken to demonstrate its individual propositions from abstract principles, sufficiently well known to the student, strictly and geometrically. Since this doctrine may be judged to be somewhat akin to natural philosophy, in so far as it may be applied to making clear many of the phenomena of natural philosophy, and in order, moreover, that its usefulness may be particularly apparent and the certainty of its principles perhaps confirmed, I shall not be reluctant to illustrate the propositions abundantly from experiments as well, in such a way, however, that this freer method of discussion, disposed in scholia, may not be confused with the former which is treated in Lemmas, propositions and corollaries. The foundations from which this science may be demonstrated are either definitions of certain words; or axioms and postulates denied by none. And of these I treat directly”.

³ Indução e demonstração são etapas do método que correspondem à análise e síntese, assim como Newton as denomina na Questão 31 da *Optics*; no entanto, suas definições são um tanto problemáticas, pois o exame do modo como essas etapas são cumpridas na *Optics* identifica ausência de aplicação prática na explicação dos fenômenos luminosos.

(Newton, *Principia* III, 1973, p. 546)⁴. Como se sabe, esta obra passou por várias edições, a primeira, em 1686, a segunda, em 1713, que incluiu o Prefácio de Cotes, a terceira, em 1726, com significativa modificação da segunda, quando Newton inclui seu Escólio Geral. Mas essa modificação tem o objetivo de responder às críticas dos cartesianos, rejeitar a teoria dos vórtices, provar a existência de Deus a partir dos fenômenos naturais e negar que ele atribui alguma causa à gravidade com a determinante exclamação *hypotheses non fingo*. (Cohen, 1999, p. 274-275). No Escólio Geral, então, Deus faz parte da Filosofia Natural, o que legitima a discussão sobre Deus a partir da natureza. Assim, percebe-se uma distância significativa do que ele afirmara na primeira edição dos *Principia*, quando determina que o objeto da Filosofia Natural seja terminantemente experimental, o que, portanto, torna sua posição surpreendente no Escólio Geral. Tanto nos *Principia* quanto na *Óptica* não se têm declarações suficientes para esclarecer, a contento, o papel da Metafísica na Física, pois nessas obras se encontra uma defesa irredutível do método empírico sem que se estabeleça a função Metafísica em sua prática científica.

Em *De gravitatione*, que antecedeu os *Principia* e a *Óptica*, apesar de não incluir uma discussão sobre Deus, como objeto da Filosofia Natural, apresentou-se uma teoria das substâncias que nos ajuda agora a elucidar alguns dos aspectos metafísicos dessa Filosofia, concebida como ciência experimental, à luz dos atributos naturais de Deus, para trazer a nós a possibilidade de compreender a relação existente entre Física e Metafísica em Newton.

Alguns desses aspectos metafísicos podem ser discutidos a partir da crítica à Metafísica de Descartes, que determina a extensão como substância, mostrando que Newton tem habilidade suficiente para discutir o assunto. Portanto, as quatro primeiras definições, em *De gravitatione*, são importantes:

Os termos *quantidade*, *duração* e *espaço* são muito conhecidos por serem susceptíveis de definição por outras palavras.

Def. 1. O lugar é uma parte do espaço que algo preenche uniformemente.

Def. 2. O corpo é aquele que enche o lugar.

Def. 3. O restante permanece no mesmo local.

Def. 4. O movimento é uma mudança de lugar.

Nota. Eu disse que um corpo preenche o lugar, isto é, ele o enche completamente, o que exclui totalmente outras coisas do mesmo tipo ou de outros corpos, como se fosse um ser impenetrável. No entanto, pode-se dizer que seja parte do espaço em que uma coisa é distribuída uniformemente; mas como somente os corpos são considerados aqui e

⁴ “*And thus much concerning God; to discourse of whom from the appearances of things, does certainly belong to Natural Philosophy*”.

não penetráveis, eu prefiro definir [lugar] como parte do espaço que as coisas preenchem (Newton, HH, 1978, p. 122; grifo do autor)⁵.

Tem-se então a concepção de espaço para assim distingui-la da identificação cartesiana de corpo e extensão. Na medida em que a extensão é uma das propriedades do corpo, e que o corpo é uma quantidade de extensão, este mesmo corpo viaja no espaço quando está em movimento, carregando consigo o lugar, que é apenas a parte do espaço que o corpo ocupa. O lugar é uma propriedade do corpo e do espaço, mas este se estende ao infinito, como será visto mais adiante. Ademais, a distinção entre espaço e corpo, de acordo com Stein (2002, p. 264; grifo do autor), permite Newton “[...] apresentar sua própria concepção da natureza do espaço (e de tempo, com menos elaboração); finalmente – e com maior originalidade - apresentar sua concepção da natureza do *corpo*, como está relacionado e distinto do espaço”⁶. Esta conclusão parte da definição de corpo, não como objeto físico, mas como objeto móvel, extenso e impenetrável, propriedades objetivas e necessárias ao movimento local, abstraído de suas qualidades sensíveis (HH, 1978, p. 122). O corpo ocupa um lugar, que é apenas uma das partes do espaço, mas não é espaço, pois, no movimento local, o lugar se desloca junto com o corpo, o espaço não, e se o movimento do corpo está em relação com a quantidade de duração, que se mede num determinado intervalo de tempo, também está em relação com a ordem de situação que esse mesmo corpo está no espaço⁷. Como disse logo acima, a extensão é uma das propriedades do corpo, mas Newton não introduz, na extensão, o conceito de substância ou acidente:

Não é substância, por um lado, porque não é absoluta em si, mas é como se fosse um efeito emanativo de Deus ou uma disposição de todo ser; por outro lado, porque não está entre as disposições apropriadas que denotam substância, a saber, ações, como pensamentos na mente e movimentos do corpo. Pois, embora os filósofos não definam a substância como uma entidade que possa agir sobre as coisas, ainda assim entendem isso das substâncias tacitamente, como decorre do fato de que eles permitiriam prontamente que a extensão fosse substância à maneira do corpo se apenas ela fosse capaz de se mover e de compartilhar as ações do corpo. [...]

⁵ “The terms quantity, duration and space are too well known to be susceptible of definition by other words. Def 1. Place is a part of space which something fills evenly. Def. 2. Body is that which fills place. Def 3. Rest is remaining in the same place. Def. 4. Motion is change of place. Note. I said that a body fills place, that is, it so completely fills it that it wholly excludes other things of the same kind or other bodies, as if it were an impenetrable being. Place could be said however to be a part of space in which a thing is evenly distributed; but as only bodies are here considered and not penetrable things, I have preferred to define [place] as the part of space that things fill”.

⁶ “[...] to present his own conception of the nature of space (and, with less elaboration, of time); finally – and with greatest originality – to present his conception of the nature of body – how it is related to, and how distinguished from, space”.

⁷ O lugar é uma das propriedades do corpo e por isto se desloca com ele para possibilitar o movimento. Como o movimento se dá numa ordem de sucessão e situação, ou seja, no tempo e espaço respectivamente, este lugar, portanto, é relativo. Por ora, a discussão sobre lugar serve apenas para nos situar no momento metafísico que precede as elaborações mais avançadas da Filosofia Natural dos *Principia*.

podemos conceber claramente a extensão existindo sem nenhum corpo, como quando podemos imaginar espaços fora do mundo ou lugares vazios de corpo, e acreditamos existir [extensão] onde imaginamos que não há corpos, e não podemos acreditar que ela pereceria com o corpo se Deus o aniquilasse, segue-se que [a extensão] não existe como um acidente inerente a algum indivíduo. E, portanto, não é um acidente (*Ibid*, p. 132)⁸.

Nesse caso, a extensão não pode ser substância porque não é em si mesma um critério de ação, isto é, não pode ser causa do corpo nem de seu movimento, ao contrário do que Descartes estabeleceu antes sobre o conceito de substância extensa, que explica o movimento como um de seus modos. Aliás, essa crítica à extensão como substância tem origem a partir da análise de Newton, sobre os *Princípios II* de Descartes, no art. 10:

O espaço, ou o lugar interior, e o corpo que está dentro desse espaço, são apenas diferentes por nosso pensamento. Pois, de fato, a mesma extensão em comprimento, largura e profundidade, que constitui o espaço, constitui o corpo; e a diferença que está entre eles consiste apenas naquilo que atribuímos ao corpo uma extensão particular, que concebemos mudar de lugar com ele sempre, e o que quer que seja transportado, e que atribuímos ao espaço tão geral e tão vago, que depois de ter removido o corpo que o ocupou por um certo espaço, não pensamos que também transpusemos a extensão desse espaço, porque nos parece que a mesma extensão permanece sempre, enquanto é do mesmo tamanho, da mesma figura, e que não mudou de situação em relação aos corpos externos pelos quais a determinamos (AT, IX, 1996, p. 68)⁹.

Então, veja que Descartes atribui ao corpo identidade entre espaço e lugar como se eles fossem a mesma coisa, de tal modo que são apenas separáveis por pensamento, já que são modos da extensão, ou atributos do corpo, por assim dizer. Na Metafísica cartesiana, o corpo é determinado pela substância extensa e seus modos, e assim o movimento se torna um atributo inerente a ele. Todavia, ao conceber a extensão como indeterminada, como pensa Newton, Descartes incorre na incerteza, e agir dessa maneira parece abandonar o

⁸ “But by no means, for it has its own manner of existence which fits neither substances nor accidents. It is not substance; on the one hand, because it is not absolute in itself, but is as it were an emanent effect of God, or a disposition of all being; on the other hand, because it is not among the proper dispositions that denote substance, namely actions, such as thoughts in the mind and motions in body. For although philosophers do not define substance as an entity that can act upon things, yet all tacitly understand this of substances, as follows from the fact that they would readily allow extension to be substance in the manner of body if only it were capable of motion and of sharing in the actions of body. [...] we can clearly conceive extension existing without any subject, as when we may imagine spaces outside the world or places empty of body, and we believe [extension] to exist wherever we imagine there are no bodies, and we cannot believe that it would perish with the body if God should annihilate a body, it follows that [extension] does not exist as an accident inherent in some subject. And hence it is not an accident”.

⁹ “L'espace, ou le lieu intérieur, et le corps qui est compris en cet espace, ne sont différents aussi que par notre pensée. Car, en effet, la même étendue en longueur, largeur et profondeur, qui constitue l'espace, constitue le corps; et la différence qui est entre eux ne consiste qu'en ce que nous attribuons au corps une étendue particulière, que nous concevons changer de place avec lui toutes les fois et quantes qu'il est transporté, et que nous en attribuons à l'espace une si générale et si vague, qu'après avoir ôté d'un certain espace le corps qui l'occupait, nous ne pensons pas avoir aussi transporté l'étendue de cet espace, à cause qu'il nous semble que la même étendue y demeure toujours, pendant qu'il est de même grandeur, de même figure, et qu'il n'a point changé de situation au regard des corps de dehors par lesquels nous le déterminons”.

critério de certeza por não se arriscar a dizer que o corpo é divisível infinitamente. Ao identificar espaço e lugar, que acompanham o mesmo corpo, Descartes torna impossível o movimento do corpo, sem medir seu movimento local:

Segue-se indubitavelmente que o movimento Cartesiano não é movimento, pois não tem velocidade, nem definição e não há espaço ou distância percorrida por ele. Assim, é necessário que a definição de lugares e, portanto, de movimento local, seja encaminhada a alguma coisa imóvel, como a extensão isolada ou o espaço, na medida em que seja verdadeiramente distinta dos corpos. E isso o filósofo Cartesiano pode permitir mais voluntariamente se ele perceber que o próprio Descartes tinha uma ideia de extensão como distinta dos corpos, que desejava distinguir da extensão corpórea chamando-a de genérica (*Principia*, Part II. Art. 10, 12, 18). (Newton, HH, 1978, p. 131)¹⁰.

A distinção entre espaço e corpo só é possível em pensamento, mas no art. 12 ver-se-á atribuir à extensão geral o espaço desocupado pelo corpo, quando este se desloca de um lugar para outro. Já no art. 18, a distância foi tomada como uma propriedade da extensão a fim de explicar a ausência do corpo, quando este deixa um determinado lugar ao viajar para outro. Desse modo, Newton observa que Descartes até tentou estabelecer a distinção real entre corpo e extensão, mas foi mal-sucedido por não conseguir defini-lo em velocidade e distância. Sendo assim, a extensão geral só pode ser considerada em direção e distância percorrida, se for possível considerá-la imóvel para tornar o movimento local possível e assim determinar sua velocidade. Ao analisar a distância cartesiana, como propriedade da extensão, verificou-se que o movimento se tornou impossível

Pois é necessário que dois corpos se toquem um ao outro, quando não há nada entre eles, porque haveria contradição que esses dois corpos estivessem distantes, isto é, que haveria distância entre eles, e ainda assim essa distância não seria nada, pois a distância é uma propriedade de extensão, que não pode existir sem alguma coisa extensa (Descartes, *Principes* II, art. 18, AT IX, 1996, p. 73)¹¹.

A distância, para Descartes, não pode ser percorrida, pois o espaço existente fora do corpo é um tipo de corpo que se encontra com seu vizinho, por conseguinte, a impossibilidade de sua determinação se choca com a própria ideia de movimento, que só foi

¹⁰ “It follows indubitably that Cartesian motion is not motion, for it has no velocity, no definition, and there is no space or distance traversed by it. So it is necessary that the definition of places, and hence of local motion, be referred to some motionless thing such as extension alone or space in so far as it is seen to be truly distinct from bodies. And this the Cartesian philosopher may the more willingly allow, if only he notices that Descartes himself had an idea of extension as distinct from bodies, which he wished to distinguish from corporeal extension by calling it generic (*Principia*, Part II. Art. 10, 12, 18)”.

¹¹ “Car il faut que deux corps s'entre-touchent, lorsqu'il n'y a rien entre eux deux, parce qu'il y aurait de la contradiction que ces deux corps fussent éloignés, c'est-à-dire qu'il y eût de la distance de l'un à l'autre, et que néanmoins cette distance ne fût rien: car la distance est une propriété de l'étendue, qui ne saurait subsister sans quelque chose d'étendu”.

concebida a partir das determinações mecânicas fornecidas por Newton. A extensão como substância instaura o problema do movimento local em Descartes, e foi por isto que Newton a rejeitou, em função dela ser um obstáculo para explicar a origem do movimento. Assim, o entendimento cartesiano sobre o movimento dos planetas repousa sobre um sistema de vórtice giratório, onde a Terra e os planetas estão em repouso e são empurrados pelos vórtices giratórios, mas que tendem a se afastar do Sol. Há, no entanto, uma matéria sutil, mas extremamente densa, que preenche o espaço: trata-se de um fluido corpóreo entre os planetas, o chamado éter, que explica o movimento vórtico cartesiano (Newton, HH, 1978, p. 124).

Se for considerado que movimento seja mudança de lugar, o conceito de movimento cartesiano se torna incompatível com os princípios da mecânica de Newton:

Em particular, é incompatível com o princípio de inércia: se o movimento verdadeiro de um corpo é definido em relação aos corpos contíguos e estes são partículas que fluem constantemente do vórtice, será impossível definir um caminho definitivo para o corpo. E, nesse caso, será impossível dizer se esse caminho é retilíneo ou uniforme (Disalle, 2002, p. 46)¹².

Para que haja mudança de lugar, deve-se calcular a distância e sem ela não é possível calcular a velocidade dos corpos que são empurrados por seus vizinhos através desse fluido vórtico. Por sua vez, a lei de inércia cartesiana, segundo a qual o corpo permanece no mesmo estado enquanto não se choca com o outro, perde o sentido, pois o espaço cheio de matéria está sempre em choque com o corpo em movimento. Se o corpo tende a continuar seu movimento em linha reta, o espaço cheio de matéria anula essa tendência porque o espaço deve ser vazio para o corpo adquirir essa tendência. Ou seja, se os planetas são imóveis e são empurrados pelo movimento vórtico, os planetas perdem a inclinação de viajar em linha reta porque a densidade do fluido etéreo anula a força retilínea. Do mesmo modo, o éter que envolve os planetas oferece muita resistência, tornando impossível a aplicação da lei de inércia pelo permanente choque do fluido etéreo com os planetas. Para Newton, se o éter oferece pouca resistência, pressupõe-se que a propagação do movimento, por meio de partículas vazias, dá origem à fluidez da ação do choque entre os corpos. Mesmo negando a teoria dos vórtices cartesiana, o movimento giratório dos planetas observado por Newton é também explicado pelo movimento vórtico, pois os corpos são movidos pela atração da força

¹² *"In particular, it is incompatible with the principle of inertia: if a body's true motion is defined relative to contiguous bodies, and the latter are the constantly flowing particles of the vortex, it will be impossible to define a definite path for the body. And in that case, it will be impossible to say whether that path is rectilinear or uniform"*.

centrípeta. O que faltou, em Descartes, foi a elaboração do conceito de força, o que mudaria a lei de inércia e seu importante papel na explicação do movimento giratório.

Resposta ao problema da extensão

O éter newtoniano é o que explica a propagação do movimento e da ação à distância, posto que, ao considerá-lo como um fluido elástico, torna-se mais compatível com as leis do movimento¹³. Oferecendo pouca resistência ao movimento dos corpos, esse mesmo éter, como hipótese Metafísica, torna impossível constatar sua ação de modo experimental:

Mas para proceder às Hipóteses: em primeiro lugar, deve se supor que há um Meio etéreo, muito da mesma constituição do ar, mas muito mais raro, sutil e mais fortemente Elástico. Da existência deste Meio, o movimento de um Pêndulo em uma vasilha de vidro cheio de Ar, quase tão rápido quanto no ar aberto, não é um argumento insignificante. Mas não se deve supor que este Meio é uma matéria uniforme, mas composto em parte do corpo fleumático de éter, em parte de outros vários Espíritos etéreos, muito depois da maneira que o Ar é composto do corpo fleumático do Ar misturado com vários vapores e exalações. Para os efluentes elétricos e magnéticos o princípio de gravitação parece mostrar essa variedade. Talvez a estrutura inteira da Natureza não seja senão um éter condensado por um princípio de fermentação. [Pode ser apenas várias Texturas de alguns certos espíritos ou vapores condensados, por assim dizer, pela precipitação, muito depois que os vapores são condensados em água ou exalações em Substâncias mais grossas, embora não tão facilmente condensável; e depois da condensação moldada em várias formas, em primeiro lugar pela mão imediata do Criador, e desde então pelo poder da Natureza, que por virtude do comando Crescer e Multiplicar, tornou-se um Imitador completo das cópias que a colocou pelo Protoplasto]. Assim, talvez todas as coisas sejam originadas do éter (Newton, 1959, p. 364)¹⁴.

Segundo Burt (1960, p. 296-299), esta é a primeira elaboração do conceito de éter feita por Newton, em sua carta a Oldenburg, datada em 07 de dezembro de 1675, mas aqui

¹³ A primeira lei de movimento se expressa com a lei de inércia, ou seja, pela tendência de os corpos permanecerem no mesmo estado; a segunda se dá pela medida da força como produto da massa e aceleração; a terceira, lei de ação e reação. Essas leis, no entanto, se aplicam à mecânica newtoniana, mas, no momento, elas nos servem para evocar a importância da elaboração da hipótese newtoniana do éter.

¹⁴ *“But to proceed to the Hypothesis; first, it is to be supposed therein, that there is an aethereall Medium much of the same constitution with air, but far rarer, subtiler & more strongly Elastic. Of the existence of this Medium the motion of a Pendulum in a glasse exhausted of Air almost as quickly as in the open Air, is no inconsiderable argument. But it is not to be supposed, that this Medium is one uniforme matter, but compounded partly of the maine flegmatic body of aether partly of other various aethereall Spirits, much after the manner that Air is compounded of the flegmatic body of Air intermixt with various vapours & exhalations. For the Electric & Magnetic effluvia and gravitating principle seem to argue such variety. Perhaps the whole frame of Nature {may be nothing but aether condensed by a fermental principle} [may be nothing but various Contextures of some certaine aethereall Spirits or vapours condens'd as it were by praecipitation, much after the manner that vapours are condensed into water or exhalations into grosser Substances, though not so easily condensable; and after condensation wrought into various formes, at first by the immediate hand of the Creator, and ever since by the power of Nature, wuch by vertue of the command Increase & Multiply, became a complete Imitator of the copies set her by the Protoplast]. Thus perhaps may all things be originated from aether”.*

Newton não se arrisca em dizer que o éter é material, mas que pode ser considerado como um meio, composto de “corpo fleumático” e de vários “espíritos etéreos” capazes de propagar o movimento da eletricidade, magnetismo e gravidade. Por ora, o éter é apenas uma hipótese Metafísica, pois não há como demonstrar suas ações em razão de ser inacessível aos sentidos.

No Escólio Geral dos *Principia*, ao tratar desse espírito muito sutil, que penetra os corpos, Newton chega à seguinte conclusão: “Mas estas são coisas que não podem ser explicadas com poucas palavras e também não dispomos de experimentos suficientes que sejam necessários para uma exata determinação e demonstração das leis pelas quais este espírito elétrico e elástico opera” (1973, p. 547)¹⁵. Observa-se que trinta e dois anos depois, Newton não muda sua posição em relação à concepção do éter assim estabelecida no Escólio Geral. Para Burt (1960, p. 296-299), não é compreensível o fato de que Newton, mesmo de forma hipotética, não conceba o éter como sendo material. Oscila ao defini-lo, por vezes se dirige a ele como um meio, outras vezes como espírito, sem responder à pergunta: o éter é ou não é material? Por se tratar de uma hipótese Metafísica, que explica o mundo físico, seria assaz compreendido se pudesse arriscar a afirmar a materialidade do éter, tendo em vista que o movimento ocorre entre partículas que se agregam ou se separam pela ação da força da atração ou repulsão presente na matéria composta dessas partículas, embora sejam particularmente diminutas. Haja visto que, ao criticar a extensão cartesiana, tinha em mente não só refutar a teoria dos vórtices, mas, conseqüentemente, a ideia de éter como matéria sutil, de uma densidade que impossibilita o movimento dos corpos.

Desse modo, acredita que a extensão não é substância porque ela não produz uma ação capaz de criar o corpo ou de gerar seu movimento, e como se trata de um “efeito emanativo de Deus”, a extensão também não é acidente porque ela pode existir com ou sem corpo. A extensão, portanto, abstraindo as propriedades relativas ao corpo, é apenas um modo de existir ilimitado em comprimento, largura e profundidade, e disto segue que o espaço se estende a todas as direções, que suas partes são imóveis, que é uma disposição de ser enquanto tal, que de nenhuma forma muda o movimento dos corpos, e que, por ser eterno e imutável, é também um efeito “emanativo” de Deus (Newton, HH. 1978, p. 134-137).

A crítica à extensão cartesiana fez com que Newton elaborasse uma teoria da substância significativa, pois é a partir dela que a noção de espaço passa a ser importante para

¹⁵ “But these are things that cannot be explained in few words, nor are we furnished with that sufficiency of experiments which is required to an accurate determination and demonstration of the laws by which this electric and elastic spirit operates”.

a solução dos problemas da extensão e movimento em Descartes, mas também para que ele estabeleça a gênese da noção de tempo ao comparar as partes do espaço com sua duração, uma vez que suas posições não podem ser trocadas devido à ordem por elas estabelecidas. A extensão não pode ser substância porque nela não se encontra um critério de ação que seja capaz de explicar o movimento. De acordo com a *Óptica*, o movimento é regido por princípios ativos e passivos, que exercem um poder natural na matéria, segundo os quais certas forças são consideradas fundamentais para sua conservação e resistência:

A vis inertiae é um princípio passivo pelo qual os corpos persistem em seu movimento e repouso, recebem movimento em proporção à força neles impressa e resistem na mesma proporção da resistência que recebem. [...] a variedade do movimento que encontramos no mundo está sempre diminuindo, há uma necessidade de conservá-lo e reuni-lo por princípios ativos, como são a causa da gravidade, em virtude da qual os planetas e os cometas mantêm seus movimentos em suas órbitas e os corpos em queda adquirem um grande movimento (Newton, 1993, p. 540-541)¹⁶.

A *vis inertiae* é um poder inato da matéria, pois todo corpo possui força para resistir a mudança de movimento ou para permanecer em repouso, e como se trata de um princípio passivo, esse poder inato não tem a capacidade de gerar ou mudar o movimento. Entretanto, a gravidade não é uma propriedade inata da matéria e Newton não se arrisca a dizer que seja, embora Cotes, no Prefácio à segunda edição dos *Principia*, considere, de forma equivocada, que a gravidade possui o mesmo atributo encontrado em todos os corpos (Newton, 1974, p. XXI). Para Newton, a gravidade tem o poder natural de manter o movimento dos planetas e cometas, de restabelecê-los em suas órbitas, mas a causa física desse poder é desconhecida, pois a capacidade de conservar o movimento não revela a sua causa. Mas será na Questão 31, que ele fará uma importante distinção entre princípios ativos e passivos:

Parece-me, ademais, que essas partículas não têm apenas a *vis inertiae*, acompanhadas com leis passivas do movimento como as que resultam naturalmente dessa força, mas também são regidas por certos princípios ativos, como o da gravidade e o que causa a Fermentação e a coesão dos corpos. Considero esses princípios, não como qualidades ocultas, que se supõe resultar de formas específicas das coisas, mas como leis gerais da natureza, em virtude das quais as coisas são formadas, a verdade delas aparecendo para nós pelos fenômenos, embora suas causas ainda não estejam descobertas. Pois estas qualidades estão manifestas, e apenas suas causas são ocultas. E os aristotélicos deram nome de qualidades ocultas não às qualidades manifestas, mas apenas às que eles supunham estar

¹⁶ “The *vis inertiae* is a passive principle by which bodies persist in their motion or rest, receive motion in proportion to the force impressing it, and resist as much as they are resisted. [...] the variety of motion which we find in the world is always decreasing, there is a necessity of conserving and recruiting it by active principles, such as are the cause of gravity, by which planets and comets keep their motions in their orbs, and bodies acquire great motion in falling”.

escondidas nos corpos e que seriam as causas desconhecidas dos efeitos manifestos (Newton, 1993, p. 541-542)¹⁷.

Se fosse possível conhecer a gravidade, ela seria revelada não mais como princípio ativo, mas como um certo tipo de substância criadora para assim adquirir seu estatuto metafísico na Filosofia Natural. Como disse mais acima, a *vis inertiae* é um princípio passivo porque, mesmo sendo uma propriedade inata da matéria, não tem a capacidade de agir para causar ou reduzir o movimento. Mas, segundo o excerto acima, esse princípio é regido por princípios ativos, responsáveis por restabelecer e conservar o movimento, e daí resulta sua distinção com os princípios passivos. Por sua vez, Stein (2002, p. 290), em sua análise Metafísica desses princípios, mostra que Newton não só identifica princípios ativos às leis gerais, mas acredita que essas leis são assim denominadas para distingui-las das formas substanciais aristotélicas, que são qualidades ocultas. É importante considerar que há, na Inglaterra, uma tendência em recusar a explicação da matéria apenas pela ideia de movimento ou ação entre os corpos, preferindo-se a adoção de princípios ativos que possam explicá-la (Shapiro, 2004, p. 203). Ademais, essas mesmas leis se revelam apenas nos efeitos manifestos, cujas causas permanecem desconhecidas. É tentador, segundo Stein (2002, p. 290-291), considerar que os princípios ativos possam substituir as formas substanciais, uma vez que tais princípios possuem a capacidade de agir ao restabelecer e conservar o movimento, e por isto são ativos, e assim produzem seus efeitos. Entretanto, Newton se mantém cuidadoso ao atribuir às leis do movimento uma extensão tão geral, que suas verdadeiras causas permanecem desconhecidas. Talvez, por esta razão Newton se negue a afirmar que a gravidade seja propriedade inata da matéria, que o éter seja material, caso fossem, suas verdadeiras causas seriam conhecidas e passariam a ter estatuto metafísico, da forma substancial assim rejeitada em *De gravitatione*.

Considerar os princípios ativos como qualidades que se expressam por leis gerais da natureza representa um grande passo para a Filosofia Natural em certa medida, pois essas leis estão subordinadas a uma ação inteligente. Convém dizer que esta ação, se for dirigida ao que se diz em *De gravitatione*, se aplica à concepção de extensão como efeito “emanativo” de Deus, tão logo se possa compará-la à sua onipresença. Tanto no Escólio Geral dos

¹⁷ “It seems to me further, that these particles have nor only a *Vis inertiae*, accompanied with such passive Laws of Motion as naturally result from that force, but also that they are moved by certain active principles, such as is that of gravity, and that which causes fermentation, and the cohesion of bodies. These principles I consider not as occult qualities, supposed to result from the specific forms of things, but as general laws of nature, by which the things themselves are formed; their truth appearing to us by phenomena, though their causes be not yet discovered. For these are manifest qualities, and their causes only are occult. And the Aristotelians gave the name of occult qualities not to manifest qualities, but to such qualities only as they supposed to lie hid in bodies, and to be the unknown causes of manifest effects”.

Principia, onde: “Todos concedem que o Deus Supremo necessariamente existe, e pela mesma necessidade ele existe *sempre* e em *todo lugar*” (1973, p. 545; grifo do autor)¹⁸; quanto na Questão 31 da *Óptica*, em que a extensão se caracteriza como sensorio divino, pois, “[...] estando em todos os lugares, é mais capaz por Sua vontade de mover os corpos dentro do Seu sensorio ilimitado, uniforme e assim formar as partes do Universo, do que nós somos capazes por nossa vontade de mover as partes de nossos próprios corpos” (1993, p. 452)¹⁹, tem-se uma clara mudança de posição de Newton, em relação ao lugar da Metafísica na Filosofia Natural. Existir “sempre”, e em “todo lugar”, implica tempo e espaço absolutos consecutivamente, pois a extensão, como efeito “emanativo” de Deus, é atribuída aos corpos que expressam sua propriedade extensa na aparência das coisas, assim como também explica a mudança de lugar, segundo a ordem de situação e sucessão, embora não seja a causa dessa mudança. Deus, portanto, forma uma base para uma discussão Metafísica, no interior da Filosofia experimental, como princípio ativo de explicação dos efeitos, “desde que sejam baseados em fenômenos, caso contrário, são hipotéticos e nela não têm lugar” (Shapiro, 2004, p. 199)²⁰.

Assim, a partir das aparências das coisas se pode falar de um Deus de maneira bastante apropriada, para não dizer inevitável. Porque a onipresença de Deus é uma substância que não nos é acessível aos sentidos, a não ser pela extensão dos corpos, como parte do espaço infinito, ou pelos efeitos produzidos na natureza, que só podem ser explicados por leis gerais e não por causa natural. É por esta substância de Deus que a extensão se torna seu efeito “emanativo”, e, enquanto propriedade dos corpos, limita-se a definir suas dimensões espaciais ao expressar a forma geométrica em que o espaço está situado nas leis mecânicas do movimento. Cabe à extensão a função explicativa do movimento sem que haja resposta para sua verdadeira causa natural.

Newton tinha consciência de que certos fatos empíricos não podem ser explicados naturalmente por que as leis naturais estão condicionadas à existência de Deus. Ainda que a teologia newtoniana traga uma interpretação do universo diferente da ciência empírica, a Filosofia Natural nos aproxima de Deus, na medida em que, segundo Burtt, “[...] cada passo da filosofia natural nos aproxima de um conhecimento da primeira causa, e por esta razão

¹⁸ “It is allowed by all that the Supreme God exists necessarily; and by the same necessity he exists always and everywhere”.

¹⁹ “[...] who being in all places, is more able by His will to move the bodies within His boundless uniform sensorium, and thereby to form and reform the parts of the Universe, than we are by our will to move the parts of our own bodies”.

²⁰ “[...] provided they are based on phenomena, otherwise they are hypothetical and have no place in it”.

tem de ser altamente valorizada” (1960, p. 310)²¹. E se Deus não está separado do mundo, atua sobre nós, sobre nosso modo de conhecer e de se apropriar da natureza, para que assim seja possível conceber uma ciência que dependa de Deus: “Pois até onde podemos saber pela filosofia natural, o que é a Causa Primeira, que poder Ele tem sobre nós e que benefícios recebemos dEle, ficará evidente para nós, até onde vai o nosso dever para com Ele e o nosso dever uns para com os outros, nos aparecerá pela luz da Natureza” (Newton, 1993, p. 543)²².

De tal maneira, Deus também exerce um poder sobre a natureza e desse modo os princípios ativos ficam subordinados a Ele. E tendo a ação como critério de substancialidade, somente Deus, enquanto substância pura e Causa Primeira, tem o poder de causar movimento e percepções em nosso pensamento. Não cabe à Filosofia Natural designar outros tipos de substâncias ou qualidades ocultas como fizeram os aristotélicos, pois a essência procurada não tem causa natural: “O mundo de Aristóteles era o das substâncias. Uma substância possui qualidades e propriedades que, consideradas em conjunto, conduzem a uma *forma*, que depende fundamentalmente de sua essência” (Gleick, 2004, p. 34; grifo do autor). E esse mesmo mundo recebe de Newton um novo tipo de interpretação que exige a renúncia dessas substâncias, pois estas se referem às supostas causas, que são inacessíveis aos sentidos, mas que produzem efeitos naturais perceptíveis sensivelmente. E se a essência não nos é acessível, o que podemos perceber pelos sentidos só pode ser conhecido pelas leis gerais da natureza.

Sendo a natureza subordinada a Deus, Newton, nos *Principia*, atribui a Deus alguns deveres, o primeiro deles, no Escólio Geral, é o de impedir que as estrelas se choquem:

Este sistema belíssimo do sol, planetas e cometas só pode ter surgido do conselho e domínio de um Ser inteligente e poderoso. E se as estrelas fixas são centros de outros sistemas similares, estes, sendo formados por um conselho sábio semelhante, devem estar sujeitos ao domínio de Alguém, especialmente porque a luz das estrelas fixas é da mesma natureza que a luz do sol, e de cada sistema a luz passa para todos os outros sistemas. E para evitar que os sistemas das estrelas fixas caíssem um sobre o outro por suas gravidades, ele colocou estes sistemas a imensas distâncias entre si (Newton, 1973, p. 544)²³.

²¹ “[...] cada paso verdadero de la filosofía natural nos aproxima a un conocimiento de la causa primera, y por esta razón tiene que ser altamente valorada”.

²² “For so far as we can know by natural philosophy what is the First Cause, what power He has over us, and what benefits we receive from Him, so far our duty towards Him, as well as that towards one another, will appear to us by the light of Nature”.

²³ “This most beautiful system of the sun, planets, and comets could only proceed from the counsel and dominion of an intelligent and powerful Being. And if the fixed stars are the centers of other like systems, these, being formed by the like wise counsel, must be all subject to the dominion of One; especially since the light of the fixed stars is of the same nature with the light of the sun, and from every system light passes into all the other systems: and lest the systems of the fixed stars should, by their gravity, fall on each other, be bath placed those systems at immense distances from one another”.

O segundo dever, de acordo com a *Óptica*, é o de reformar o sistema do mundo para corrigir suas irregularidades:

Pois enquanto os cometas se movem em órbitas muito excêntricas em todos os modos e posições, um destino cego nunca poderia fazer com que todos os planetas se movessem de uma mesma maneira em órbitas concêntricas, excetuadas algumas irregularidades insignificantes que podem ter resultado das ações mútuas dos cometas e planetas uns sobre os outros e que serão capazes de aumentar até que o sistema necessite de uma reforma (Newton, 1993, p. 542)²⁴.

Sendo assim, a substância divina vai além das leis naturais para constituir sua vontade de manter a ordem e a uniformidade do mundo, para se tornar uma necessidade científica capaz de explicar os efeitos naturais pela Filosofia Natural. Ademais, essa mesma substância se encarrega de reformar o sistema do mundo, se assim for necessário, pois, sendo a ordem contrária ao acaso cego, somente Deus tem o poder de corrigir as irregularidades naturais decorrentes dos movimentos para restabelecer a regularidade. O universo pode desencadear irregularidades, mas a ordem se estabelece segundo a vontade e providência divina:

A doutrina de Newton é uma etapa de transição historicamente importante entre o providencialismo milagroso da Filosofia religiosa anterior e da tendência ulterior de identificar a Divindade com o claro fato da ordem e harmonia racionais. Deus é ainda providência, porém, o exercício principal de seu poder milagroso consiste em manter a exata regularidade Matemática no sistema do mundo, sem a qual desapareceriam sua inteligibilidade e beleza (Burt, 1960, p. 326-327)²⁵.

Impedindo que as estrelas se choquem, restabelecendo ou reformando o sistema do mundo para corrigir suas irregularidades, essas tarefas fazem com que Newton atribua existência necessária a Deus. A Matemática, porém, é a linguagem apropriada para explicar a estrutura da natureza, segundo a qual a arquitetura de Deus se manifesta nessa ordem estabelecida.

A Metafísica newtoniana cumpre então o seu papel ao se servir de princípios matemáticos que concebem a extensão como efeito “emanativo” de Deus, segundo sua teoria da substancialidade em *De gravitatione*. Dito isto, ao se apropriar das aparências das coisas e

²⁴ “For while comets move in very eccentric orbs in all manner of positions, blind fate could never make all the planets move one and the same way in orbs concentric, some inconsiderable irregularities excepted, which may have risen from the mutual actions of comets and planets upon one another, and which will be apt to increase, till system wants a reformation”.

²⁵ “La doctrina de Newton es una etapa de transición históricamente importante entre el providencialismo milagroso de la anterior filosofía religiosa y la tendencia ulterior de identificar a la Divinidad con el claro hecho del orden y armonía racionales. Dios es aún providencia, pero ejercicio principal de su poder milagroso finca en mantener la exacta regularidad Matemática en el sistema del mundo, sin la cual desaparecerían su inteligibilidad y belleza”.

tornar as questões que concernem a Deus apropriadas à Filosofia Natural, a providência divina ocupa um lugar segundo o qual ciência newtoniana está erigida.

Considerações finais

A estrutura da natureza, firmada na ordem de situação e sucessão, obtém seu estatuto metafísico na Filosofia Natural quando Newton concebe um mundo governado pela ação inteligente de Deus. Sendo a extensão seu efeito emanativo, sua duração coexiste em todo lugar, pois Deus, tomado como princípio de tudo e cuja substância só é acessível por meio dos efeitos naturais, espaço e tempo se tornam critérios determinantes para que esses efeitos sejam produzidos. Sendo espaço e tempo efeitos de origem divina, é possível compreender como suas partes coexistem entre si para explicar o movimento a partir da aplicação das leis mecânicas da natureza.

Portanto, a elaboração do conceito de extensão em *De gravitatione* é o que fornece o esclarecimento da relação existente entre Filosofia Natural e Metafísica, sem que nele Newton expresse o conceito de substância além daquilo que seja, em si mesmo, o princípio ativo da criação. Enquanto propriedade dos corpos, a extensão dá origem à distinção real entre lugar e espaço, o que de fato explica o movimento, a força atrativa e o repouso, e com eles se justifica a conexão entre causa e efeito dos fenômenos sensíveis a partir das causas gerais.

Pode-se, então, afirmar que a Metafísica foi o ponto de partida para se estabelecer os critérios da conexão causal existente entre princípio ativo e seus efeitos produzidos na natureza. Quando essa conexão é estabelecida por princípios ativos, a Filosofia Natural obtém em sua base experimental a formulação de uma Filosofia mecânica, que busca, nas causas gerais, a explicação dos fenômenos naturais. Embora Newton tenha estabelecido primeiramente os princípios matemáticos da Filosofia Natural, essencialmente empírica, a Metafísica parte da necessidade de aproximar a ciência natural da causa primeira; ou mais do que isto, ao fundamentar as bases da Filosofia Natural, Newton buscou aproximar a Física da Metafísica de forma bastante indissociável e inexorável.

Referências Bibliográficas

- BURTT, E.A. *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1960.
- DESCARTES, R. *OEuvres*. Paris: Vrin, 1996. 11 vol. Publiées par Charles Adam et Paul Tannery.
- DISALLE, R. Newton's philosophical analysis of space and time. In: COHEN, B. I. & SMITH, G.E. *The Cambridge Companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 33-56.
- GABBEY, A. Newton, active powers, and the mechanical philosophy. In: COHEN, B. I. & SMITH, G.E. *The Cambridge Companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 329-357.
- GLEICK, J. *Isaac Newton: uma biografia*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- GUICCIARDINI, N. *Isaac Newton on mathematical certainty and method*. Cambridge, London: MIT, 2009.
- NEWTON, I. *The correspondence*. Volume one, By TURNBULL, H. W. Cambridge: Royal Society at the University Press, 1959.
- NEWTON, I. *De Gravitatione et aequipondio fluidorum*. In: Unpublished scientific papers of Isaac Newton. Chosen, edited and translated by A. R. HALL & M. B. HALL. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, p. 89-156.
- NEWTON, I. *Optics*. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1993.
- NEWTON, I. *Principia: mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*. By Florian Cajori. Volume One. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1974.
- NEWTON, I. *Principia: mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*. By Florian Cajori. Volume Two. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1973.
- NEWTON, I. *The Principia: mathematical principles of natural philosophy*. A new translation by COHEN, I. B. & WHITMAN, A. preceded by a guide to Newton's Principia by I. COHEN, B. USA: University of California Press, 1999.
- SHAPIRO, A. Experimental philosophy. In: *Early science and medicine*. Minnessota: Brill, Vol.9, n. 3, p. 185-217, 2004. Disponível em: [A "Filosofia Experimental" de Newton no JSTOR](#) . Acesso em 20 out/2020.
- STEIN, H. Newton's metaphysics. In: COHEN, B. I. & SMITH, G.E. *The Cambridge Companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 256-307.

Ruslane Bião

Professora de Filosofia do Instituto de Ciências Humanas, Comunicação e Artes da Universidade Federal de Alagoas desde 2007; graduada em Filosofia pela Universidade Católica de Brasília (2001); mestra em Filosofia, na área de Teoria do Conhecimento, pela Universidade de Brasília (2004), com pesquisa desenvolvida no estudo de caso do fenômeno do arco-íris, na Física cartesiana, enfatizando o método de análise e síntese em seu modo duplo de demonstrar; doutora em Filosofia, pela Universidade de Brasília (2022), na área de Filosofia da Ciência, com pesquisa elaborada na comparação entre as distintas teorias da luz de Descartes e Newton, a partir do método de análise e síntese que ambos utilizaram em diferentes configurações.

Os textos deste artigo foram revisados por terceiros e submetidos para validação do(s) autor(es) antes da publicação