



A ORIGEM DO SISTEMA SOLAR NA FILOSOFIA CARTESIANA E AS SEMELHANÇAS COM A TEORIA NEBULAR

THE ORIGIN OF THE SOLAR SYSTEM IN CARTESIAN PHILOSOPHY AND THE SIMILARITIES WITH THE NEBULAR THEORY

Gabriel Luiz Nalon Macedo¹

¹ Universidade Estadual de Maringá/Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e Matemática, e-mail: gabrielnalonmacedo@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo abordar a origem do Sistema Solar sob à luz da filosofia de René Descartes (1596 – 1650), a fim de elucidar as semelhanças dessa ideia cartesiana com Teoria Nebular de Immanuel Kant (1724 – 1804) e Pierre-Simon Laplace (1749 – 1827). Assim, o trabalho é dividido em duas etapas principais, a primeira consiste na apresentação da cosmogonia de Descartes e suas principais características. Enquanto que a segunda etapa consiste em apresentar a Teoria Nebular destacando as semelhanças entre essa teoria e a teoria cartesiana.

Palavras-chave: René Descartes; Cosmogonia; História da Ciência; Ensino de Astronomia.

Abstract: The present research aims to approach the origin of the Solar System from the perspective of the philosophy of René Descartes (1596 – 1650), in order to elucidate the similarities of this Cartesian idea with the Nebular Theory of Immanuel Kant (1724 – 1804) and Pierre-Simon Laplace (1749 – 1827). Thus, the research is divided into two main stages, the first consist of the presentation of Descartes' cosmogony and its main characteristics. While the second stage consists of presenting the Nebular Theory highlighting the similarities between this theory and the Cartesian theory.

Keywords: René Descartes; Cosmogony; History of Science; Astronomy Teaching.



INTRODUÇÃO

A origem da formação do Sistema Solar tem sido objeto de muita exploração científica em um campo chamado cosmogonia. Várias teorias e hipóteses têm sido apresentadas ao longo dos últimos séculos, entretanto, não há uma resposta absoluta para responder como se originou o Sistema Solar.

De acordo com Baptista e Ferracioli (2004), as teorias cosmogônicas foram elaboradas com os filósofos pré-socráticos, dentre eles, Tales de Mileto (624 – 545 A.E.C.), Anaximandro (610 – 545 A.E.C.) e Anaxímenes (580 – 500 A.E.C.). Após esse período, outro filósofo grego que se destacou como elaborador de ideias para explicar a origem do nosso sistema foi Aristóteles (384 – 322 A.E.C.). E, assim por diante, várias teorias foram apresentadas ao longo da história da humanidade, desenvolvidas por diversos cientistas e estudiosos.

Entretanto, vale salientar que o desenvolvimento histórico das teorias de formação do Sistema Solar é marcado por rupturas e discontinuidades, como aponta Pereira (2020), ao contrário das versões simplificadas e lineares que são geralmente divulgadas pelos materiais científicos. Segundo o autor,

É muito comum que, nesses materiais, uma linha ininterrupta seja traçada desde Laplace até os atuais modelos de acreção de planetesimais em discos protoplanetários ao redor de estrelas jovens, testados em sofisticadas simulações de computador. (PERREIRA, 2020, p. 571).

Além do mais, é favorável concordar com o autor quando ele afirma que:

Esse progresso linear e cumulativo transmitido pela divulgação e acalentado na tradição positivista não condiz com o registro histórico desse campo específico e nem de toda a história da ciência, que sugere caminhos tortuosos, idas e vindas e becos sem saída.

Assim sendo, devido a essas omissões que ocorrem quando se discute a origem do Sistema Solar, que esse trabalho busca apresentar a explicação de René Descartes sobre a origem do Sistema Solar e, posteriormente, evidenciar as semelhanças entre essa ideia e a Teoria Nebular de Kant e Laplace.

A COSMOGONIA CARTESIANA

René Descartes nasceu na cidade francesa de La Haye e, sendo descendente de uma família burguesa, herdou boas condições financeiras, o que o possibilitou desde criança ter acesso à educação formal por meio de um educador contratado exclusivamente pela família. Com 11 anos de idade, adentrou no colégio de La Flèche, onde estudou as ciências, a filosofia e as humanidades (PEDUZZI, 2010; MARTINS, 2020). A disciplina na qual Descartes demonstrou grande interesse, desde o início de sua escolarização, foi a matemática. Essa proximidade com a Ciência Matemática se manteve intrínseca em grande parte de suas obras que vieram posteriormente.

A primeira metade do século XVII, período no qual Descartes viveu, foi relevante devido a um contexto social de inquietação intelectual em que transformações estavam ocorrendo no âmbito científico, político, econômico e cultural por toda a Europa. Perante a esse fato, destaca-se o declínio que vinha sofrendo a filosofia natural ptolomaica-aristotélica por meio das ideias de Copérnico, Kepler, Galileu e dentre outros estudiosos. Esse acontecimento possibilitou que um caminho



se abrisse para que novas ideias de conceber o mundo se estabelecessem (GOMES, 2008; MARTINS 2020).

Assim, em 1644, o filósofo francês publicou a sua obra intitulada *Principia Philosophiae*, dividida em quatro partes da seguinte forma: *Os princípios do conhecimento humano*; *Os princípios das coisas materiais*; *Do mundo visível* e *A Terra*. Nessa obra, por meio da estrutura do seu método, Descartes, com o uso da razão, concebeu a existência de Deus, entretanto, um Deus filósofo e não cristão (MARTINS, 2020). Embasado nisso, Descartes descreve na obra como seria o Universo e as leis que o regem. Dessa forma, buscando compreender como o Universo se originou, Descartes admitia que esse Deus precisou apenas dar o pontapé inicial, como indica Martins (1994, p. 81):

Descartes tentou imaginar como o universo todo poderia ter se originado e produzido tudo o que conhecemos, sem a intervenção divina. No entanto, sua proposta não foi um ataque aberto à religião. Ele admitiu a existência de Deus e afirmou que o início absoluto do universo é devido à ação de Deus. Mas supôs que Deus apenas precisou criar a matéria e o movimento e que as leis naturais determinaram tudo o que ocorreu depois.

Perante ao exposto, o Universo de Descartes é, portanto, um Universo “[...] matemático rigidamente uniforme, que possui uma geometria reificada de que ideias claras possibilitam um conhecimento evidente e certo em que somente há matéria e movimento” (MARTINS, 2020, p. 16), no qual a matéria é o próprio espaço ou extensão (KOYRÉ, 2006). Assim, na sua visão, a matéria é descrita essencialmente pela extensão (comprimento, largura e profundidade) e pelo movimento.

Ainda segundo o cartesiano, o espaço é completamente preenchido por uma matéria contínua e homogênea, o que consequentemente resulta em uma densidade constante em todas as direções. Na sua cosmogonia, Descartes negava a existência do vácuo. Koyré (2006, p. 91) explica que:

[...] segundo Descartes, o vazio é não só fisicamente impossível, mas também essencialmente impossível. Espaço vazio – se existisse tal coisa – seria uma *contradictio in adjecto*, um nada existente. Aqueles que afirmam sua existência – Demócrito, Lucrecio e seus seguidores – são vítimas de falsa imaginação e de pensamento confuso. Não percebem que o *nada* não pode ter propriedades e, portanto, dimensões. Falar de 10 pés de espaço vazio separando dois corpos não faz sentido: se houvesse um vazio, não haveria separação e distância, essa distância não é um comprimento, uma largura ou uma profundidade de *nada*, mas de alguma coisa, isto é, de substância ou matéria, uma matéria ‘sutil’, uma matéria que não percebemos pelos sentidos – é exatamente por isso que as pessoas que estão acostumadas a imaginar, em vez de pensar, falam em espaço *vazio* – mas ainda assim uma matéria tão real e tão ‘material’ (não existem graus de materialidade) como matéria ‘bruta’ de que são feitas as árvores e as pedras.

Além do vazio, Descartes também rejeitava a possibilidade de haver forças físicas que atuassem a distância entre os corpos, na perspectiva de Pires (2011 apud MARTINS, 2020, p. 17):

Descartes se recusava a aceitar qualquer tipo de influências “ocultas”, e assim propôs que qualquer tipo de ação deveria ocorrer por pressão ou impacto. Os corpos podiam interagir somente quando estavam em contato, em outras palavras, ele negou a ação a distância e, em consequência, afirmou que o espaço não podia estar vazio.



Com esses pensamentos, é possível apontar que na filosofia cartesiana, as distâncias entre os corpos, isto é, o espaço, encontra-se permeado por partículas que pressionam e colidem umas com as outras. Em outras palavras, “[...] os corpos não estão *no espaço*, mas entre outros corpos, o espaço que ‘ocupam’ não é em nada diferente deles próprios” (MARTINS, 2020, p. 18). Esse conglomerado de partículas formam um meio, o éter, que é capaz de transmitir forças e exercer efeitos nos corpos imersos nele. Assim, Descartes estabelecia a ideia de que o éter possuía propriedades mecânicas e que as partículas que o constituía permaneciam em constante movimento (MARTINS, 2020). Diante disso, por meio desse sistema de princípios mecânicos, Descartes descreveu como funcionava o Universo.

Anteriormente foi dito que, para Descartes, Deus havia dado o sopro preambular o que empregou um movimento inicial na matéria, assim, com esse movimento, teria iniciado “[...] um processo de formação de pequenas partes arredondadas executando movimentos de rotação” (GARDELLI, 2004, p. 17), como aponta Descartes (2006, p. 112):

48. Como todas as partes do céu se tornaram redondas.

Postas assim as coisas, e para começarmos a ver os efeitos que [pelas leis da Natureza] podemos deduzir da hipótese proposta, consideraremos que toda a matéria que compõe todo o mundo foi inicialmente dividida em muitas partes iguais que não poderiam ter sido redondas, pois muitas esferas juntas não compõem um corpo inteiramente sólido e contínuo como o universo é, e no qual, como acima demonstrei, não pode haver o vazio. Mas, fosse qual fosse a forma que estas partes tiveram, com o decorrer do tempo tomaram-se redondas, na medida em que executaram diversos movimentos circulares.

Esses diversos movimentos circulares teriam dado origem há enormes redemoinhos e turbilhões espalhados por todo o espaço cartesiano. Ao longo do tempo, essas matérias se tornavam mais arredondadas, de modo que entre essas partes redondas deveria haver outras menores que preenchessem todo o espaço onde estavam. De acordo com Descartes (2006, p. 112):

Mas como não pode haver espaço vazio em recanto algum do universo, e porque as partículas da matéria são redondas, só poderão unir-se estreitamente se não deixarem pequenos intervalos entre elas, e por isso é necessário que estes pequenos intervalos sejam preenchidos por quaisquer outras partes desta matéria, que devem ser extremamente pequenas para mudarem continuamente de figura a fim de se adaptarem à dos locais onde entraram. Assim, devemos pensar que aquilo que sobressai dos ângulos das partes da matéria à medida que se se arredondam, friccionando-se umas contra as outras, é tão diminuto e adquire uma tão grande velocidade que a impetuosidade do seu movimento o pode dividir em partes incontáveis, as quais, por não terem espessura nem figura determinadas, preenchem facilmente todos os pequenos intervalos por onde as outras partes da matéria não podem passar.

Nessa etapa, Descartes afirma que acontecerá a formação de três elementos principais no mundo visível, segue-se a sua descrição:

52. Há três elementos principais no mundo visível.

Deste modo, já podemos considerar que encontrámos na matéria duas formas diferente, e que podem ser consideradas como as formas dos dois primeiros elementos do mundo visível. A primeira é que [esta fricção obrigou-a a separar-se das outras partículas da matéria quando se arredondaram e], movendo-se com tanta velocidade que ao encontrar-se com outros corpos a simples força da sua agitação é suficiente para ser friccionada e dividida por



eles numa infinidade de partículas, adquirindo tal figura que preenchem sempre e de forma exata todos os espaços ou pequenos intervalos à volta dos seus corpos. A segunda é a restante matéria, cujas partículas são redondas e pequeníssimas comparadas com os corpos [que vemos na Terra]; apesar de tudo [tem alguma quantidade determinada, de modo que] podem dividir-se noutras mais pequenas. E haverá uma terceira forma nalgumas partes da matéria, isto é, naquelas que devido à sua espessura e figuras não podem mover-se tão facilmente como as precedentes. [Procurarei demonstrar que] todos os corpos deste mundo visível se formam de três formas [presentes na matéria] como três elementos diversos, a saber: o Sol e as estrelas fixas têm a forma do primeiro destes elementos, os céus a do segundo, e a Terra, os planetas e os cometas a do terceiro. (DESCARTES, 2006, p. 113 – 11).

Resumidamente, nessa concepção cartesiana, a rotação da matéria nos turbilhões acaba gerando uma repartição das partículas em diferentes tamanhos, de maneira que as menores se aglomeraram no centro. De modo que, “[...] o centro de cada vórtice só poderia ser ocupado pelas partículas do primeiro elemento, que seriam as menores e mais rápidas de todas, o que fez com Descartes as comparasse com as partículas constituintes do fogo.” (GARDELLI, 2004, p. 18). Essa explicação seria, na filosofia de Descartes, o processo de formação das estrelas, pois, qualquer imenso turbilhão está ocupando uma região similar ao nosso Sistema Solar, em que o seu centro está sendo ocupado por uma estrela (GARDELLI, 2004). Dessa forma, dentro de cada turbilhão encontrar-se-ia uma espécie de sistema planetário contendo uma estrela no centro, como indica essa passagem no livro *Traité du monde et de la lumière*, publicado em 1664, em que Descartes (1998, p. 35, tradução nossa) diz que, “[...] dessa forma, há tantos céus diferentes quantas são as estrelas, e já que o número de estrelas é indefinido, o de céus também o é. E o firmamento é apenas uma superfície sem espessura, separando todos os céus uns dos outros.”.

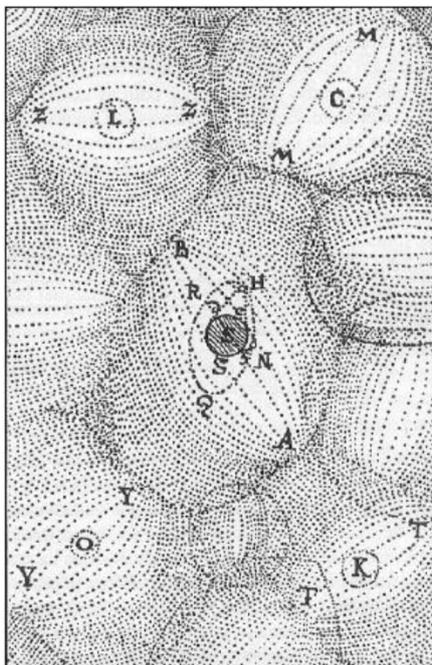
O volume restante do turbilhão é preenchido praticamente pelo segundo elemento que foi descrito por Descartes como “[...] um tipo de líquido, pois partículas redondas escorregavam com facilidade umas sobre as outras, sem resistência.” (GARDELLI, 2004, p. 18). Os tamanhos desse segundo elemento variavam entre si, entretanto, os menores e mais velozes ficavam localizados no centro. Havia assim, toda uma dinâmica de movimentação desses elementos entre os turbilhões (Figura 01), como explica o próprio Descartes (2006, p. 123 – 124):

69. A matéria do primeiro elemento entra pelos pólos de cada turbilhão em direção ao seu centro e sai de lá pelas zonas mais afastadas deles.

Podemos inferir que a matéria do primeiro elemento sai continuamente de cada um dos turbilhões pelas zonas mais afastadas dos seus pólos e que também aí entra continuamente pelas zonas mais próximas. Se supusermos, por exemplo, que o primeiro céu *AYBM*, no centro do qual está o Sol, gira sobre os seus pólos (sendo eles, *A* o austral, e *B* o setentrional) e que os quatro turbilhões *KOLC* que estão à sua volta giram sobre os eixos *IT*, *YY*, *ZZ*, *MM* e que toca os dois assinalados *K* e *L* nas proximidades das zonas mais distantes, é evidente, pelo que se disse [Arts. 54, 60 e 64], que toda a matéria de que se compõe tende a afastar-se do eixo *AB* e tende mais intensamente para os outros pontos *y* e *M* do que para *A* e *B*; e porque perto de *Y* e *M* encontra os pólos dos turbilhões *O* e *C*, que tem pouca força para resistirem, e perto de *A* e *B* os turbilhões *K* e *L* nos pontos mais afastados dos seus pólos e que têm mais força para se dirigir de *K* e de *L* para *S* do que as partes mais próximas dos pólos do céu *S* para se dirigirem na direção de *L* e de *K*, também é evidente que a matéria que está nos pontos *K* e *L* deve dirigir-se para *S*,

assim como a do ponto S ao efetuar o seu percurso na direção de O e na de C.

Figura 01: Os turbilhões de Descartes, conforme ilustrados em sua obra *Princípios da Filosofia*, de 1644.



Fonte: Descartes, 2006.

Essa teoria dos vórtices permitiu que Descartes fornecesse esclarecimentos à formação do Sistema Solar, propondo a existência de mais de dez turbilhões próximos uns dos outros, porém com tamanhos distintos. Nessa descrição, Descartes explica que dentro do primeiro céu, o turbilhão que limitava o nosso Sistema Solar, havia pequenos redemoinhos, isolados entre si, contendo resquícios do primeiro elemento que sobraram após a formação da estrela central, nesse caso o Sol. Ao longo do tempo, essas partículas foram se unindo gradualmente, até que em um desses redemoinhos menores se formou a Terra. Da mesma maneira, nos outros redemoinhos, os outros planetas do Sistema Solar também se formaram.

Assim sendo, a teoria de Descartes é muito mais complexa do que foi exposto até aqui, porém já possibilita observar como ela é propícia ao permitir, com seu modelo de turbilhões, as mais variadas explicações para a formação do Sistema Solar.

A TEORIA NEBULAR E AS SEMELHANÇAS COM A TEORIA CARTESIANA

A Teoria Nebular foi elaborada com a contribuição de dois cientistas: Kant e Laplace. De acordo com Pereira (2020), Kant contribuiu com a elaboração dessa teoria descrevendo-a qualitativamente e, em seguida, Laplace forneceu mais força a mesma teorizando-a quantitativamente.

Dessa maneira, de forma resumida, essa teoria descreve o processo de formação do Sistema Solar da seguinte maneira: uma nuvem de gás primordial se contraiu por meio das interações gravitacionais, em seguida, pela lei de conservação do momento angular, essa nuvem entrou em rotação, assumindo a forma de um disco. Ao rotacionar, esse disco deixou desprender, gradualmente, de fora para dentro da



nebulosa, anéis de matéria que, condensaram-se, formando os planetas, com o Sol no centro desse sistema (RYBSKI, 2000; PEREIRA, 2020). Assim, de acordo com Pereira (2020, p. 572), essa teoria “[...] propõe um único processo de formação da estrela e dos planetas, em conjunto. Em outras palavras, *os planetas seriam subproduto da formação estelar.*”

Comparando com a teoria dos turbilhões de Descartes, pode-se observar certas semelhanças entre essas duas teorias. Como foi descrito na seção anterior, a partir do movimento inicial da matéria contínua e homogênea (éter) que preenchia o espaço, uma espécie de “fluido universal”, turbilhões foram se formando e, em um deles, o Sistema Solar se originou. Assim sendo, de acordo com Tommaselli (2011), Kant e Laplace mudaram esse “fluido universal” pela nuvem de gás primordial. A respeito do movimento de rotação, em ambas as teorias isso ocorre, na teoria cartesiana acontece com essa matéria que preenche o espaço, enquanto na teoria da nébula ocorre com essa nuvem de gás.

Na teoria de Descartes, as partículas do primeiro elemento se concentram no centro do turbilhão e formam as estrelas. De modo análogo, na Teoria Nebular, as partículas que formam essa nuvem de gás, possibilita o início da formação das estrelas no centro dessa nuvem. Em seguida, com o que restou dessa nuvem de gás, os planetas se formam, da mesma maneira que os planetas se formam a partir dos resquícios do primeiro elemento na teoria cartesiana.

CONCLUSÃO

Perante ao exposto, é possível notar as semelhanças que há entre a Teoria dos Turbilhões de Descartes e a Teoria Nebular de Kant e Laplace. Em ambas as teorias, o processo se inicia devido a rotação de algo físico, na filosofia cartesiana é devido a rotação da matéria que preenche o espaço e na teoria de Kant e Laplace é devido a rotação da nuvem de gás. Em seguida, as teorias afirmam que a estrela central é formada, no caso cartesiano devido ao primeiro elemento, enquanto na Teoria Nebular devido as partículas que formam a nuvem de gás. Por fim, os planetas se formam com os subprodutos da formação estelar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L. Sobre as causas naturais que formam a base empírica do fenômeno dos turbilhões nas cosmogonias: dos Pré-Socráticos a René Descartes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 79-83, 2004.

DESCARTES, R. **The World and Other Writings**. Tradução: Stephen Gaukroger. Cambridge: University Press, 1998.

DESCARTES, R. **Princípios da Filosofia**. Tradução: João Gama. Lisboa: Edições 70, 2006.

GARDELLI, D. **Concepções de interação física: subsídios para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio**. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Faculdade de Educação, São Paulo, 2004.

GOMES, L. C. **Concepções alternativas e divulgação: análise da relação entre força e movimento em uma revista de popularização científica**. 2008. 127 f.



Dissertação 268 (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Maringá, 2008.

KOYRÉ, A. **Do Mundo Fechado ao Universo Infinito**. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

MARTINS, R. de A. **Universo**: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994.

MARTINS, M. R. **Uma abordagem histórica sobre conceitos de força nos séculos XVII e XVIII: Compreensão acerca do processo de transposição didática no contexto acadêmico**. 2020. 285 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Maringá, 2020.

PEDUZZI, L. O. Q. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Florianópolis, 2010.

PEREIRA, D. N. A. **História das teorias de formação do sistema solar: progressos, continuidades e rupturas**, 2020.

PIRES, A. S. T. **Evolução das ideias da Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

RYBSKI, R. **Sobre a origem e a evolução do Sistema Solar**, 2000.

TOMMASELLI, J. T. G. **A origem do Sistema Solar e do planeta Terra**, 2011.