

REVOLUÇÃO COPERNICANA: CONTRIBUIÇÕES DE COPERNICO, GALILEU E KEPLER

Taciane de Araujo ¹
Amanda Lopes Nascimento ²
Kleber Anderson Teixeira da Silva ³

RESUMO

A Revolução copernicana marca a ruptura de uma visão de mundo e altera profundamente o entendimento da relação entre o homem e o universo, iniciando-se com Copérnico e culminado com as grandes descobertas de Newton. Essas descobertas, porém, não aconteceram de um dia para o outro, levaram anos até que se tenha entendido o comportamento do universo. Com isso, temos como objetivo geral analisar, ao longo do estudo, esse período tido como revolucionário, investigando e descrevendo as contribuições de Copérnico, Galileu e Kepler para a revolução Copernicana. Abordando de uma forma descritiva e não-conceitual em uma pesquisa bibliográfica, se limitando apenas a evolução da área da física e astronomia. Concluímos que a revolução copernicana foi uma evolução de ideias, uma transformação do conceito que o homem tinha do universo e de sua própria relação com ele. O conceito de uma terra em movimento suscitou dúvidas terrivelmente sérias para o pensamento da época. A singularidade aristotélica da terra, baseada na sua suposta posição fixa, dava ao homem um senso de orgulho, que dificilmente podia emergir do fato de estar ele em um planeta bastante pequeno, uma posição insignificante. Com o seu sistema heliocêntrico, Copérnico revolucionou o pensamento humano quanto ao universo e estremeceu a estrutura social, discordando do pensamento de que Deus havia colocado a terra no centro, e científico, pois, construiu todo um aparato matemático e geométrico para articular sua proposta heliocêntrica e com isso iniciou a passagem da visão de mundo aristotélico para a ciência moderna.

Palavras-chave: Revolução Copernicana, Contribuições, Heliocentrismo.

INTRODUÇÃO

A revolução Copernicana foi uma evolução do conhecimento humano sobre a Terra e o universo, que mudou não só a visão científica e astronômica mais também revolucionou a sociedade mexendo com os paradigmas e dogmas da igreja e tirando a visão de mundo perfeito. “A revolução Copernicana foi uma revolução de ideias, uma transformação do conceito que o homem tinha do universo e da sua própria relação com ele” (Kuhn, 1957).

Sabemos que a revolução começou a partir dos estudos de Nicolau Copérnico (1473-1543), que substituiu o sistema geocêntrico pelo sistema heliocêntrico, que gerou grandes perguntas e mudanças na visão do mundo. Porém, Copérnico não foi o primeiro a sugerir o

¹ Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão/ Campus Santa Inês – IFMA, taciane.araujo@acad.ifma.edu.br;

² Graduanda do Curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão/ Campus Santa Inês - IFMA, amandan@acad.ifma.edu.br;

³ Professor Orientador: Doutor, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Santa Inês. kleber.silva@ifma.edu.br;

sistema heliocêntrico. Mesmo na antiga Grécia foi sugerido que a Terra poderia ter uma rotação diária em torno de seu eixo e fazer uma revolução anual numa vasta órbita ao redor do Sol, proposto por Aristarco no século III a. C. (Cohen, 1967, p. 29).

Seguindo Copérnico, a partir de 1609, a revolução ganha força com as provas observacionais de Galileu Galilei (1564-1642), que com suas observações mostra que o mundo perfeito de Aristóteles, defendido por Ptolomeu, não era verídico. Paralelamente, Johannes Kepler (1571-1630) dá mais força ainda a essa revolução, mudando a visão de círculo como a forma geométrica perfeita ao descobrir que os Planetas orbitam o sol em uma forma elíptica e formando assim as três leis do movimento Planetário.

Com isso, pretendemos analisar, ao longo do estudo, esse período tido como revolucionário, investigando e descrevendo as contribuições de Copérnico, Galileu e Kepler para a revolução Copernicana. Podemos resumir esse artigo na seguinte indagação: Quais feitos fizeram desse período uma revolução e porque a revolução é chamada Copernicana?

Com isso o referencial teórico está dividido nas seguintes partes: Copérnico, Galileu e Kepler, sendo discutido, como subtendido, em cada um dos tópicos as contribuições dos respectivos físicos e, como esclarecido antes, concluímos tentando compreender o porquê de ter ocorrido a revolução.

METODOLOGIA

A elaboração presente pesquisa se desenvolveu por meio de uma pesquisa bibliográfica tendo como principais autores Cohen (1967) e Kuhn (1957) que faz uma minuciosa investigação sobre a revolução copernicana, desde a física de Aristóteles até a dinâmica de Newton e por isso é de suma importância para a total compreensão do que desencadeou essa revolução e conhecimento fideis a história sobre as contribuições de cada um dos astrônomos ao longo da história dessa revolução, assim como autores que analisam os trabalhos dos mesmos, mostrando uma segunda perspectiva dos dados mostrados.

Desenvolveremos de uma forma descritiva e não-conceitual se limitando apenas a evolução da área da física e astronomia, intuindo entender o porquê esse período é visto como uma revolução, além de estudar o motivo desse período ser nomeado como revolução copernicana.

REFERENCIAL TEÓRICO

COPÉRNICO

Antes da revolução, o sistema astronômico aceito era o de Ptolomeu, um sistema geocêntrico. Baseando-se nos estudos de Hipparchos e outros. Ptolomeu desenvolveu os movimentos do Sol, da Lua e dos Planetas, ele usou modelos com círculos, epiciclos e excêntricos. Em seus estudos, Ptolomeu procurava ajustar a teoria as suas observações, seu trabalho era, principalmente, matemático, desenvolveu um modelo do universo baseado em cascas esféricas encaixadas umas nas outras para explicar o movimento dos astros.

Durante a idade Média, o sistema de Ptolomeu é estudado e apresentado primeiramente pelos matemáticos e astrônomos Islâmicos. Os primeiros astrônomos que precederam Copérnico no século XV, foram George Peubach (1436-1461) e Johann Müller Königsberg (1436-1470). Na época de Copérnico, apesar de haver autores que defendiam a rotação da terra, praticamente todos aceitavam ela imóvel no centro do universo.

Na época de Copérnico, o grande desafio era explicar o movimento retrógrado e a variação do tempo requerido para percorrer o eclíptico, que na antiguidade, para explicar essas irregularidades planetárias com o modelo geocêntrico, os astrônomos gregos tiveram que usar de artifícios como os excêntricos e os epiciclos (KUHN, 1957; DAMÁSIO, 2011).

A contribuição de Ptolomeu foi a divulgação de um modelo que poderia descrever e prever com precisão satisfatória o movimento dos astros, além de introduzir o conceito de equante, que veio a ser fortemente contestado por Copérnico. O grande avanço do sistema Copernicano se refere a resolução do problema do movimento retrógrado dos planetas (MOURÃO, 2003 *apud* DAMÁSIO, 2011).

Segundo Kuhn (1957, p. 168-169) "O sistema Copernicano explica essas mesmas grandes irregularidades e o faz sem fazer uso de epiciclos ou, pelo menos, grandes epiciclos. [...] Copérnico pode dar uma explicação qualitativa dos movimentos planetários mais econômico que a de Ptolomeu".

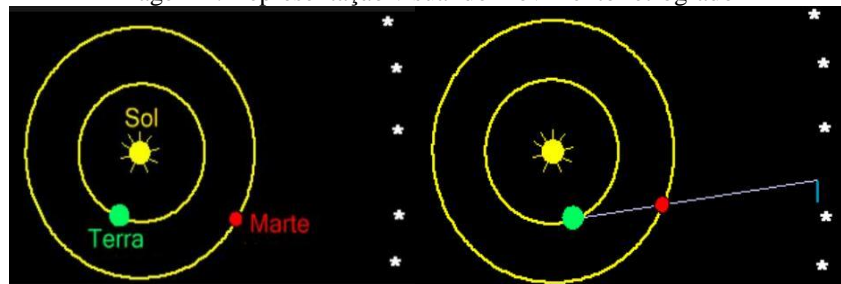
A solução para o movimento errante dos Planetas é uma consequência de seu modelo, que está enunciado em seu livro, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, que também é citado por Tomás Kuhn:

No centro de tudo repousa o sol. Pois, quem colocaria essa lâmpada de um belo templo em outro ou melhor lugar do que esse, de onde ela pode iluminar tudo ao mesmo tempo? [...]. E, assim, o Sol, como repousando em um trono régio, governa a família dos astros que o rodeiam. Além disso, a Terra não é, de modo algum, roubada pelos serviços da Lua, mas, como Aristóteles diz no *Animalibus*, a terra tem o maior parentesco com a Lua. A Terra, além disso, é fertilizada pelo Sol e concebe cruas todos os anos (KUHN, 1957, p. 131 *apud* DIAS, 2004, p. 1-2).

O sol está no centro, fixo e imóvel, e ao seu redor, movendo-se em círculos, nesta ordem, Mercúrio, Vênus, a Terra com sua Lua, Marte, Júpiter e Saturno, cada planeta está a distâncias diferentes do sol e tem um período diferente de revolução, quanto mais afastado dos Sol maior o período de revolução. O movimento aparente, diário, do Sol pode ser explicado, segundo Copérnico, pelo giro da terra em torno do seu próprio eixo (COHEN, 1967, p. 50).

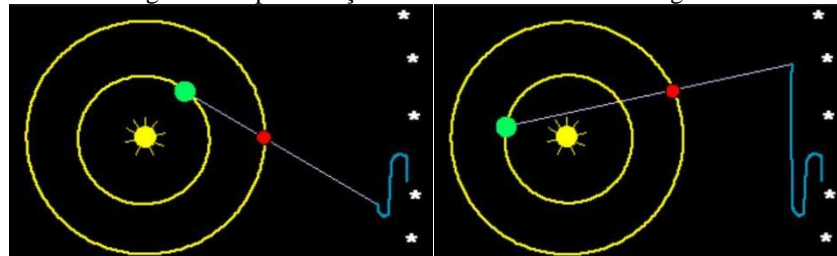
Assim, o movimento retrógrado pode ser facilmente explicado. Consideremos Marte (figura 1 e 2) que se move, mas lentamente ao raseador do Sol.

Imagem 1: Representação visual do movimento retrógrado 1



Fonte: Movimento retrógrado dos Planetas⁴.

Imagem 2: Representação visual do movimento retrógrado 2



Fonte: Movimento retrógrado dos Planetas⁵

A esfera amarela é o sol, a verde é a Terra, a vermelha é Marte, as estrelas no lado esquerdo representam a esfera celeste, o risco azul próximo as estrelas na esfera celeste é como observamos o planeta externo. Quatro posições da terra e de Marte são mostradas (figura 1 e 2), numa situação em que a terra está passando por Marte, em cada uma das sucessivas posições, Marte, move-se primeiro para a frente, depois para trás e de novo para a frente. Assim, Copérnico podia explicar naturalmente como ocorre o movimento retrógrado e mostrar o porquê é observado somente quando está em oposição (Cohen, 1967, p. 51).

Atentando-nos ainda ao modelo simplificado de órbitas circulares, podemos observar que Copérnico pôde determinar a escala do sistema solar. Por exemplo, Vênus é vista somente

⁴ Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

⁵ Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

como uma estrela da tarde ou da manhã, no sistema de Copérnico isso ocorre porque as órbitas de Vênus e Mercúrio estiveram dentro da órbita da terra, além disso poderia computar a distância de Vênus ao Sol. Copérnico pôde, ainda, determinar com igual exatidão o tempo necessário a cada planeta para completar uma órbita de 360° ao redor do Sol.

Cohen (1967) observa que pelo fato de tal sistema não está de acordo com as observações e afim de torná-lo mais exato "Copérnico achou necessário introduzir um certo número de complexidades, muitas das quais recordam artifícios do sistema ptolomaico"(COHEN, 1967, p. 50). Com essas mudanças, a terra e os planetas não giram em torno do Sol propriamente dito, mas em torno de um ponto vazio que está distante do Sol cerca de três diâmetros solares. Neste sistema os planetas descrevem círculos ao redor de um ponto imaginário, que não coincide com o Sol, sendo que este ponto revoluciona ao redor dele mesmo lentamente.

Como os antigos gregos tinha feito, para o seu sistema era necessário que os planetas se movessem uniformemente ao longo de círculos "a fim de imaginar orbitas planetárias ao redor do Sol, que dessem resultados conformes com a observação real, Copérnico acabou a introduzir círculos movendo-se em círculos de modo muito semelhante ao de Ptolomeu" (COHEN, 1967).

O sistema de Ptolomeu e o sistema de Copérnico eram de complexidades quase igual. A principal diferença entre os sistemas é que o de Ptolomeu tinha introduzindo os círculos também para explicar o movimento retrógrado, enquanto, Copérnico explicava tal fenômeno pelo fato de que os planetas se moviam em suas órbitas em velocidades diferentes.

GALILEU

O *De Revolutionibus* continha a mais completa exposição de um universo heliostático até então apresentado, e propunha algo novo e importante para os especialistas em Astronomia e para os interessados em Cosmologia, porém a aceitação de tal sistema como o verdadeiro não estava alcançando todos os cientistas da época, na verdade, muitos poucos acreditavam nele, "a gradual aceitação das ideias de Copérnico [...] foi radicalmente interrompida em 1609, quando um novo instrumento científico mudou o nível e o tom de discussão sobre os sistemas de Copérnico e Ptolomeu" (COHEN, 1967, p. 60).

No ano de 1609 em Veneza, na Itália, Galileu ouviu falar de um instrumento que "fazia parecer muito próximo os objetos distantes". Galileu então decide construir um instrumento semelhante. A origem do telescópio não é muito clara, aparentemente um instrumento semelhante ao telescópio fora descrito por Leonard Digges, que morreu por volta de 1571, e um telescópio com descrição afirmando ter sido construído em 1590, na Itália, estava de posse de

um dos cientistas holandeses em 1604. Mas, é de consenso geral que o crédito por ter usado o telescópio para fins astronômicos é de Galileu (Cohen, 1967, p. 62).

O primeiro objeto a ser estudado foi a Lua. "A paisagem Lunar, vista através do telescópio aparenta um mundo morto, um mundo sem cor, e, até onde o olho pode alcançar um mundo sem qualquer vida" (COHEN, 1967, p. 66).

Galileu observou que, após a lua Nova, a linha de determinação entre zona iluminada e a zona obscura apresentava irregularidades, observou também que a medida que a lua se aproximava da quadratura era possível ver pequenas manchas, que eram projetadas por cumes montanhosos nos vales ou nas planícies que eles dominam. Galileu pôde perceber que essas sombras diminuía à medida que os raios solares incidiam mais perpendicularmente sobre a superfície lunar (COHEN, 1967).

Galileu descobriu assim que a superfície lunar não é lisa, uniforme e perfeitamente esférica, dissipando-se assim o mito aristotélico de uma Lua perfeita (COHEN, 1967), como um grande número de filósofos acreditava, mas é desigual, áspera e cheia de cavidades e protuberâncias, não sendo diferente da face da terra. Com a lua se assemelhando a terra, Galileu tinha demonstrado que pelo menos o mais próximo corpo celeste não goza daquela perfeição atribuída a todos os corpos celestes (COHEN, 1967).

Galileu observou ainda que há, como ele chamou, uma iluminação "secundária" na superfície escura da Lua, isso porque a luz do sol refletia pela terra nas regiões escuras. Galileu chegou à conclusão de que não podia ser a luz própria da lua, ou uma contribuição de luz de alguma estrela porque nesse caso ela se mostraria durante o eclipse, o que não se verifica. Descobriu assim o brilho da terra (COHEN, 1967).

Em junho de 1610, ao observar o sol, Galileu nota a presença de manchas escuras no disco solar. Ao observar periodicamente, em sua obra "história e demonstração em torno das marchas solares", Galileu diz que as manchas observadas se deslocam de Oeste a Leste, paralelamente ao Equador do Sol, percorrendo a largura do disco em mais ou menos 14 dias (COHEN, 1967). O mesmo observou que as manchas não têm forma fixa, nem uma existência permanente, com umas desaparecendo ao decorrer do trânsito e outras se dividindo em várias.

Foi possível concluir que as manchas pertencem a superfície do sol contrariando a doutrina de Aristóteles mostrando que um corpo celeste está sujeito a mudanças a "gerações" (aparições das marchas) e a "corrupções" (desaparecimento das marchas).

Por fim, Galileu revela ter descoberto quatro planetas nunca visto desde a criação do mundo até aquele momento, ele estudou suas disposições e observou seus movimentos e alterações. (COHEN, 1967, p. 75).

Galileu chamou os novos objetos descobertos de "estrelas medicinas". As observações de Júpiter e das estrelas próximas dele mostrou que algumas vezes elas eram vistas a Leste e as vezes a Oeste de Júpiter, mas nunca muito longe do planeta. Acompanhava Júpiter em ambos os seus movimentos, retrógrados e direto, de maneira constante. Sendo, portanto, evidente que estavam de algum modo ligadas a ele (COHEN, 1967).

Essa descoberta dá uma resposta a uma das maiores objeções sobre o sistema Copernicano, pois ele era um modelo em pequena escala de todo o sistema de Copérnico: Quatro pequenos objetos que se movem ao redor de um planeta, exatamente como os planetas orbitam ao redor do Sol (COHEN, 1967).

Galileu fez ainda inúmeras outras descobertas que foram cruciais para a revolução científica, inclusive explicou muitas das coisas através, do que hoje conhecemos como, dinâmica de Galileu.

Após 1609 qualquer discussão dos méritos dos dois grandes sistemas do mundo, Ptolomaico e Copernicano, forçosamente tinha que girar em torno de fenômenos que iam além do alcance, e mesmo da imaginação, tanto de Ptolomeu quanto de Copérnico. E depois que se verificou ter o sistema heliocêntrico uma possível base na realidade, este fato deveria levar a busca de uma Física que se aplicasse com igual exatidão a uma terra em movimento e a todo o universo.

A introdução do telescópio teria bastado por se mesmo para mudar o curso da ciência, mas um outro processo, em 1609, acelerou ainda mais a revolução. Johannes Kepler publicou sua *Astronomia nova*, que não só simplificou o sistema de Copérnico, desembaraçando-o de todos os epiciclos, mas também estabeleceu firmemente duas leis do movimento planetário.

KEPLER

Johannes Kepler, foi uma das figuras chaves da revolução científica dos séculos XVI e XVII. "Com uma obra que se situa historicamente entre o heliocentrismo Copernicano e a Física Newtoniana, foi ele que estabeleceu a ponte entre estes dois acontecimentos decisivos que marcaram o nascimento da Ciência Moderna" (VELOSO, 2004, p. 2).

Durante os seus 35 anos de vida ativa, Kepler esteve no centro de todas as grandes mudanças conceituais que viriam marcar a transmissão da astronomia clássica para a astronomia moderna.

Kepler nasceu em Weil Der Stadt, em 27 de dezembro de 1571, numa altura em que o sacro império Romano se debatia com graves questões religiosas (VELOSO, 2004). Kepler, cedo revelou raras qualidades intelectuais e com apenas 17 anos foi aprovado nos exames de

acesso à universidade de Tübingen. Nesta fase conheceu Michael Maestlin, professor de matemática e Astronomia da universidade. Cerca de 20 anos mais velho que Kepler, Maestlin era um dos astrônomos mais conhecidos da época e através dele, que ensinava secretamente o sistema Copernicano a seus alunos (VELOSO, 2004).

Em 1594, com vinte e três anos, Kepler aceitou o cargo vago de professor de matemática na universidade de Graz, iniciando sua carreira profissional. Porém, em 1598, foi obrigado a refugiar-se devido ao acirramento das lutas religiosas. Retorna a Graz e depois muda-se para Praga em 1600, substituindo, no ano seguinte, Tycho Brahe (1546-1601), logo após sua morte, como matemático imperial da corte de Rudolfo II (1552-1612). Em praga, Kepler elaborou as duas primeiras leis do movimento planetário no "Astronomia Nova", editado em 1609 (TOSSATO, 2006). Mas, novamente em 1611, em virtude de perseguições da igreja católica contra os protestantes, Kepler é obrigado a partir de Praga para a cidade de Linz, onde ocupa o cargo de matemático e fica por quinze anos, obtendo lá a terceira lei do movimento planetário, na obra "Harmonia do Mundo", de 1619 (TASSATO, 2006).

Kepler descreve a descoberta da forma da órbita como se "tivesse acordado de um sonho" (KUHNS, 2009). A elipse nos habilita a centralizar o sistema no verdadeiro sol, ao invés de um "sol médio" ou no centro de órbita da terra, como fez Copérnico. O sistema de Kepler apresenta "um universo com o sol fixo e uma única elipse para a orbita de cada Planeta, com uma adicional a Lua"(COHEN, 1967, p. 137).

Para Kepler, não bastava descrever o movimento celeste, como para os antigos astrônomos, mas era necessário também descobrir as causas de tais fenômenos. Sua concepção dessa causa foi a de uma força entre o sol e cada Planeta, crendo que se movia mais lentamente quanto mais afastado do sol, pois a força solar diminuía com a distância.

Quando Kepler se tornou por fim o sucessor de Tycho, herdou a maior e mais exata coleção de observações planetárias, notadamente para o planeta de Marte, até então reunida (COHEN, 1967, p. 145). É válido dizer que, Tycho não acreditava no sistema de Copérnico e nem o de Ptolomeu, mas tinha inventado seu próprio sistema. Kepler tentou adaptar os dados ao sistema Tychoniano mas falhou, assim como falhou ao tentar adapta-los ao sistema Copernicano.

Kepler deu suas primeiras contribuições importantes em 1609, no ano em que Galileu apontou pela primeira vez o telescópio ao céu. Após anos de tentativa de adaptar os dados aos dois sistemas, Tychoniano e Copernicano, ele deu por fim o passo revolucionário de rejeitar inteiramente os círculos (COHEN, 1967).

Em Astronomia Nova, Kepler coloca o sol como centro geométrico e físico do sistema, por que para o mesmo, o sol era a fonte de toda a força que regia o movimento dos Planetas, não havia assim outro lugar melhor. Kepler considerou também que os planetas então em órbita aproximadamente no mesmo plano e que esse plano deveria conter o sol (MOURÃO, 2008).

O problema de Kepler não era somente determinar a órbita de Marte, mas, consequente, a da terra também. O astrônomo se afastou da ideia de que todas as órbitas planetárias seriam centralizadas no ponto médio da órbita da terra. Antes de encontrar a forma geométrica que se encaixa nas anotações de Tycho, Kepler percebeu que a velocidade do planeta dependeria da distância que estava do sol e também que as áreas varridas pela linha entre o Planeta e sol cobria áreas iguais em tempos iguais (COHEN, 1967).

Depois de propor o que veio se tornar a segunda lei de Kepler, voltou ao problema circular. Em quatro de julho de 1603, escreveu a um amigo dizendo que se a forma fosse uma elipse perfeita todas as respostas que procurava seriam respondidas (GARBI, 2006).

Somente após seis anos ele afirma que a órbita de Marte é uma elipse, com o sol localizado em um dos focos, princípio conhecido como a primeira lei de Kepler.

Entendemos que esse passo é revolucionário quando lembramos de que tanto Aristóteles como Platão insistiam que as órbitas planetárias tinham que ser combinadas a partir de círculos, e que este princípio era lugar comum, tanto em *Almagesto* de Ptolomeu quanto no *De revolutionibus* de Copérnico.

Com lei das órbitas elípticas para os planetas, Kepler acabou de vez com o mito platônico segundo o qual os movimentos tinham que ser necessariamente uniformes e circulares. "Com esta nova visão o Copernicaníssimo libertou-se definitivamente dos epiciclos e afirmou-se como um modelo coerente com o qual passaria a ser mais fácil explicar o funcionamento do sistema solar" (VELOSO, 2004, p. 3).

A partir dessa segunda lei, Kepler pôde-se ver que a aparente irregularidade na velocidade que os planetas se movem em suas órbitas é uma variação que poderia obedecer a uma condição geométrica simples.

A primeira e a segunda lei mostram plenamente como Kepler, simplificou o sistema de Copérnico. Mas a terceira lei, também conhecida como lei Harmônica, é ainda mais interessante.

A terceira lei, também conhecida como a lei harmônica, estabeleceu, então, uma relação entre o tempo que os planetas completam suas órbitas ao redor do Sol e suas distâncias médias ao sol (COHEN, 1967).

A terceira lei afirma que o quadrado do tempo da resolução de qualquer dos planetas ao redor do Sol são proporcionais ao cubo das suas distâncias média ao sol. Ou seja t^2 é sempre proporcional a D^3 , que seria: $D^3/t^2 = K$.

Ao estabelecer uma relação inversa entre a distância dos planetas ao sol e a sua velocidade e ao estabelecer a terceira lei, Kepler "preparou o caminho para o princípio da gravitação universal de Newton o qual constituiu o momento culminante da revolução científica" (VELOSO, 2004, p. 3).

Além de tudo, Kepler teve ainda o papel fundamental na transição da astronomia feita a olho nu para a astronomia dos instrumentos ópticos. "Se é verdade que pertence a Galileu o mérito de ter pela primeira vez apontando a luneta para os astros, foi ele que, no seu livro *Dioptrice*, formulou os princípios teóricos que permitiram explicar e da credibilidade as imagens observadas" (VELOSO, 2004, p. 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Kuhn nos diz que o *De Derevolutionibus* veio transformar completamente o modo de pensar e compreender a Terra e o universo da maior parte dos indivíduos. A revolução copernicana foi uma evolução de ideias uma transformação do conceito que o homem tinha do universo e de sua própria relação entre ele (Kuhn, 1967).

O conceito de uma terra em movimento suscitou dúvidas terrivelmente sérias para o pensamento dos dias de Copérnico. "Convenhamos que é bem mais confortador pensar que a nossa morada está fixa no espaço e tem um lugar de destaque no esquema das coisas, ao invés de uma insignificante partícula girando, provavelmente sem destino, num vasto, e talvez mesmo infinito universo" (COHEN, 1967, p. 56).

A singularidade aristotélica da terra, baseada na sua suposta posição fixa, dava ao homem um senso de orgulho, que dificilmente podia emergir do fato de estar ele em um planeta bastante pequeno, uma posição insignificante. Dizer que a terra é "simplesmente um outro planeta" sugere que ela pode não ter mesmo a distinção de ser o único globo orbitado, o que implica em não ser único o homem terreno.

Com o seu sistema heliocêntrico, Copérnico revolucionou o pensamento humano quanto ao universo e estremeceu a estrutura social, tirando o homem como centro do mundo e discordando do pensamento religioso de que Deus havia colocado a terra no centro e sem movimento, e científico, pois, construiu todo um aparato matemático e geométrico para articular sua proposta heliocêntrica e com isso iniciou a passagem da visão de mundo aristotélico para a

ciência moderna na qual as questões científicas e as suas soluções devem ser apresentadas em linguagem matemática.

Um dos principais papéis de Copérnico foi o de inspirar futuros astrônomos. Com seu modelo matemático de um universo, Copérnico abriu mentes para uma nova visão de universo que inspirou Galileu a apontar o telescópio ao céu e descobrir as imperfeições do universo e que ao mesmo tempo instigou Kepler a querer saber o motivo dos movimentos dos corpos celeste e assim pudessem construir a estrutura da astronomia moderna que faz parte do nosso conhecimento atual sobre o Universo.

A magnitude da revolução Copernicana, que foi desde Copérnico e teve seu ápice em Newton, não só influenciou na evolução na física como também em uma revolução social. Essa revolução tirou o mundo do centro de tudo, levando o ser humano a se desfazer de seu ego ao achar que era o centro de tudo, colocando a terra como apenas mais um Planeta dentre tantos outros.

REFERÊNCIAS

COHEN, B. **O nascimento de uma nova física: de Copérnico a Newton**. Livraria Editora LTDA-São Paulo, p. 28-87, 1967.

DAMASIO, F. O início da revolução científica: Questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as orbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino da Física**. V. 33, n. 3, 3602, 2011.

DIAS, P. M. C. Tradução comentada de um clássico de Copérnico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 195 - 196, 2004.

KUHN, T. S. **The Copernican Revolution**, Harvard University Press, 1957. In.: Dias, P. M. C. Tradução comentada de um clássico de Copérnico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 195-196, 2004.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Perspectiva, São Paulo, 2009.

MOURÃO, R. R. F. **Kepler a descoberta das leis do movimento planetário**. Odysseus Editora, São Paulo, 2008.

TASSATO, C. E. **Apenas um lado do Jogo: Kepler condicionado por seu tempo?** Scientele Studios, São Paulo. V. 4, n. 4, o. 40-627, 2006.

VELOSO, A. J. B. **Kepler e a ciência moderna**. Mestrado de História e Filosofia da Ciência. p. 2-3, 2004.