

Em junho de 1665, por causa dos horrores da peste que se disseminava, a Universidade de Cambridge fechou as portas e enviou de volta para casa estudantes e professores.

Entre eles, um rapaz de 23 anos, que acabara de receber seu diploma: Isaac Newton. Ele passaria um ano na calma região do campo onde nascera, um ano tão rico em descobertas que os historiadores o chamarão de *Annus mirabilis*: o ano maravilhoso.

CAPÍTULO 1

AS FÉRIAS DE ISAAC NEWTON

Foi nesta casa em Lincolnshire, a meio caminho entre Londres e a Escócia, que Newton passou um ano de férias forçadas, sem dúvida as mais proveitosas da história da ciência.



Isaac Newton nasceu no dia de Natal, 25 de dezembro de 1642, ano da morte de Galileu. Seu pai havia morrido alguns meses antes. Dois anos mais tarde, sua mãe casou-se de novo e foi morar no vilarejo vizinho, deixando o jovem Newton aos cuidados da avó, na propriedade de Woolsthorpe, que pertencia à família havia duzentos anos.

Quando Newton completou 14 anos, sua mãe, tendo enviuvado uma segunda vez, retornou para viver em Woolsthorpe com os três filhos de seu segundo casamento. Pouco depois, ela tirou Isaac da escola para que ele aprendesse a administrar a propriedade, mas o jovem adolescente não manifestava nenhum gosto pelos negócios: dividia seu tempo entre os livros e a invenção de brinquedos engenhosos, casas de bonecas para as irmãs mais moças, um moinho de vento em miniatura ou um relógio movido à água que funcionaria durante anos... Sua mãe, então, decidiu fazê-lo retomar os estudos, e, aos 18 anos, ele foi admitido na Trinity College, da Universidade de Cambridge. Newton teria apenas o tempo exato para ali concluir seus estudos antes que a peste o fizesse fugir, mandando-o de volta para passar 18 meses em Woolsthorpe.

No campo, Newton continua as experiências sobre a luz que havia começado em Cambridge

A partir de 1664, Newton começou a escrever em livros de anotações sobre suas leituras, experiências e idéias. Desse modo, sabemos que ele refletiu sobre os *Diálogos* de Galileu, sobre a *Geometria* de Descartes e sobre os trabalhos de Kepler, em particular a respeito da luz e do problema das cores.

Nessa época, sabia-se havia muito tempo que um prisma de vidro “dá cores” a um raio de sol que o atravesse. Essa experiência do prisma já havia sido apresentada no livro de Giambattista della Porta,

A grande peste de 1665 fez, somente em Londres, mais de 70 mil vítimas. Estas gravuras populares da época mostram os londrinos fugindo de sua cidade, lançando mão de todos os meios que possuíam, enquanto passavam os cortejos fúnebres e os cadáveres se empilhavam, enchendo charretes inteiras.



De Refractione, que foi publicado em Nápoles em 1558. Mas a explicação para essas cores ainda se baseia nas idéias muito antigas de Aristóteles: a luz é branca, e as cores nascem progressivamente de seu enfraquecimento.

A luz vermelha e a luz amarela, cores da chama, são as menos enfraquecidas. Em seguida vêm, cada vez mais “carregadas de negro”, verde, azul e violeta.

Como o raio de luz branca do sol, atravessando o prisma de duas faces, se colore de vermelho do lado da



Eis aqui dois dos livros de cabeceira do jovem Newton: o *Tratado* de Kepler (1609) e, sobretudo, os *Diálogos* de Galileu (1632). O primeiro contém, em meio a uma variedade de considerações geométricas, estéticas e metafísicas, as três leis do movimento dos planetas, leis que Newton será o primeiro a reconhecer através da demonstração. Quanto ao segundo livro, que custou a Galileu sua condenação, foi acolhido em toda a Europa como o manifesto da astronomia moderna: finalmente libertados da “perfeição celeste”, dali por diante os astros serão objeto do raciocínio físico.







aresta e de azul do lado da base, explica-se essa diferença pela espessura de vidro atravessado: tendo atravessado mais vidro, o raio da base é mais enfraquecido e se colore de azul. Evidentemente, já se sabia que o arco-íris se deve a um fenômeno do mesmo gênero, em que as gotículas de água substituem o prisma, e explica-se da mesma maneira.

Newton reflete a respeito de tudo isso e, de início, retoma essas explicações, tentando somente, como fez Descartes, levá-las mais adiante, buscando as razões mecânicas (por exemplo, a diminuição da velocidade causada pelo vidro) para esse “enfraquecimento da luz”. Ao mesmo tempo, ele tenta cortar lentes segundo formas que evitariam essa coloração. Depois, um novo livro de anotações fala de “raios azuis” e “raios vermelhos”...

Newton encontra a explicação: a luz “branca” é uma mistura de luzes de todas as cores...

...E o prisma as desvia de maneira diferente. Vejam como ele próprio relatará, alguns anos mais tarde, em uma carta, o nascimento dessa idéia: “No princípio do ano de 1666, consegui um prisma de vidro para realizar a célebre experiência das cores. Tendo escurecido meu quarto e feito um pequeno buraco nos postigos, para deixar entrar uma quantidade conveniente de raios de sol,

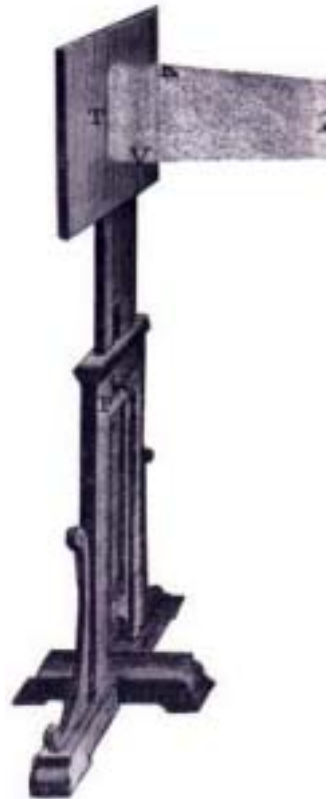
O arco-íris, sob todas as suas formas, sempre intrigou os homens, e por muito tempo foram-lhe atribuídas qualidades sobrenaturais. A partir do Renascimento, tornou-se objeto de estudos para os sábios, mas neste caso também Newton será o primeiro a fornecer uma explicação correta. Estas duas gravuras ilustram o fenômeno em duas situações excepcionais, em que o observador tem uma visão privilegiada das gotículas de água que dispersam as cores, seja porque essas gotículas são produzidas de maneira muito localizada por uma cascata, seja porque o observador se encontra em lugar muito alto (abaixo, nos Andes).



posicionei meu prisma contra esse buraco, para refratar os raios sobre a parede oposta. Inicialmente, foi muito agradável contemplar as cores vivas e intensas assim produzidas. Mas depois de um momento, eu me dediquei a examiná-las mais cuidadosamente...”

Ele observa, primeiramente, que a mancha luminosa não é apenas colorida, ela é também muito alongada: a “parte azul” é mais desviada pelo prisma que a “parte vermelha”. Seria isso, talvez, resultado

Newton tinha 24 anos na ocasião em que descobriu que a luz “branca” do sol é uma mistura de luzes de todas as cores, mistura que o prisma decompõe e dispersa.





de um defeito no prisma? Como saber? Newton teve a idéia de colocar atrás do prisma um outro prisma na posição inversa: seus desvios deveriam se compensar, mas seus defeitos não... Ora, a mancha agora ficou redonda e branca: é porque não há defeitos.

Este dispositivo é muito mais elaborado do que o dispositivo de que Newton dispunha em seu quarto em Woolsthorpe: um simples buraco no postigo da janela, um prisma e a parede defronte à guisa de tela para receber o espectro...

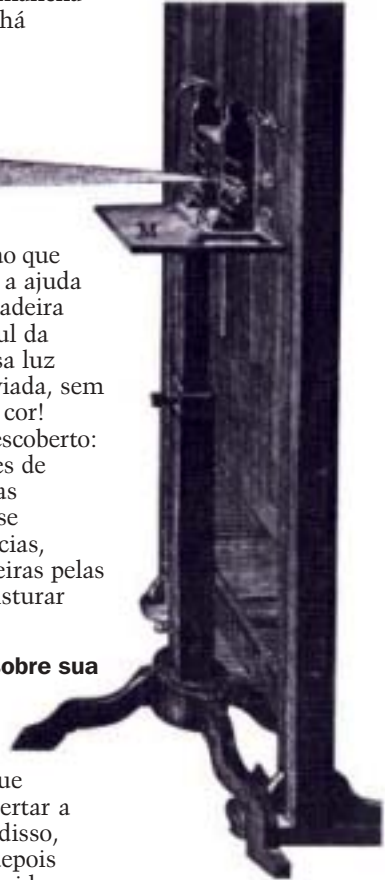


Progressivamente, Newton logo chegou ao que ele chamou de a experiência “crucial”: com a ajuda de um buraco numa pequena prancha de madeira montada sobre um pé, ele isolou a parte azul da mancha produzida pelo prisma e enviou essa luz azul para um segundo prisma. Ela está desviada, sem dúvida, mas não decomposta, nem de outra cor!

Dessa vez, Newton teve certeza de ter descoberto: a luz “branca” do sol é uma mistura de luzes de todas as cores, e o prisma desvia de maneiras diferentes essas diversas luzes. A partir desse momento, Newton multiplicou as experiências, demonstrando em particular as várias maneiras pelas quais podemos refazer a luz “branca” ao misturar luzes coloridas!

Curiosamente, Newton guardou silêncio sobre sua extraordinária descoberta

Essa reticência tem, certamente, várias explicações. Para começar, Newton ainda era apenas um estudante. Ele sabia que uma descoberta tão revolucionária iria despertar a hostilidade dos professores. Veremos, além disso, que ele a publicará cinco anos mais tarde, depois de ele próprio ter se tornado professor e ter sido





reconhecido
pelos colegas
graças à sua invenção do
telescópio de reflexão.

E seria assim durante toda a sua vida: sempre seria a contragosto, constringido e obrigado que Newton tornaria públicas suas descobertas. Sem dúvida, foi meticuloso em primeiro acumular experiências e provas. Mas, sobretudo, ele possuía um temperamento solitário e tímido, temia controvérsias, o estardalhaço e o furor das discussões... Em suma, o oposto do brigão alegre e combativo que era Galileu.


E, se sua descoberta da mistura das cores deveria permanecer secreta durante cinco anos, seriam vinte anos que deveria esperar uma descoberta ainda mais importante, certamente o fruto mais maravilhoso do “ano maravilhoso” de 1665-1666: a gravitação, a atração universal...

Newton observa a maçã e a Lua... e descobre a força do mundo

Como com frequência acontece com os pequenos clarões de revelação que estão na origem das grandes descobertas, o nascimento da idéia da atração universal tomou a forma de uma historieta, sem dúvida uma fábula, mas nunca se sabe...

Na atmosfera suave de um anoitecer de outono, Newton devaneava sentado sob uma macieira de Woolsthorpe, contemplando a Lua... De repente, uma maçã cai. Pois tudo que é desprovido de apoio cai sobre a Terra. E a Lua? Ela não tem apoio: por que não cai também? Numa revelação súbita, Newton “vê” a resposta: a Lua cai!

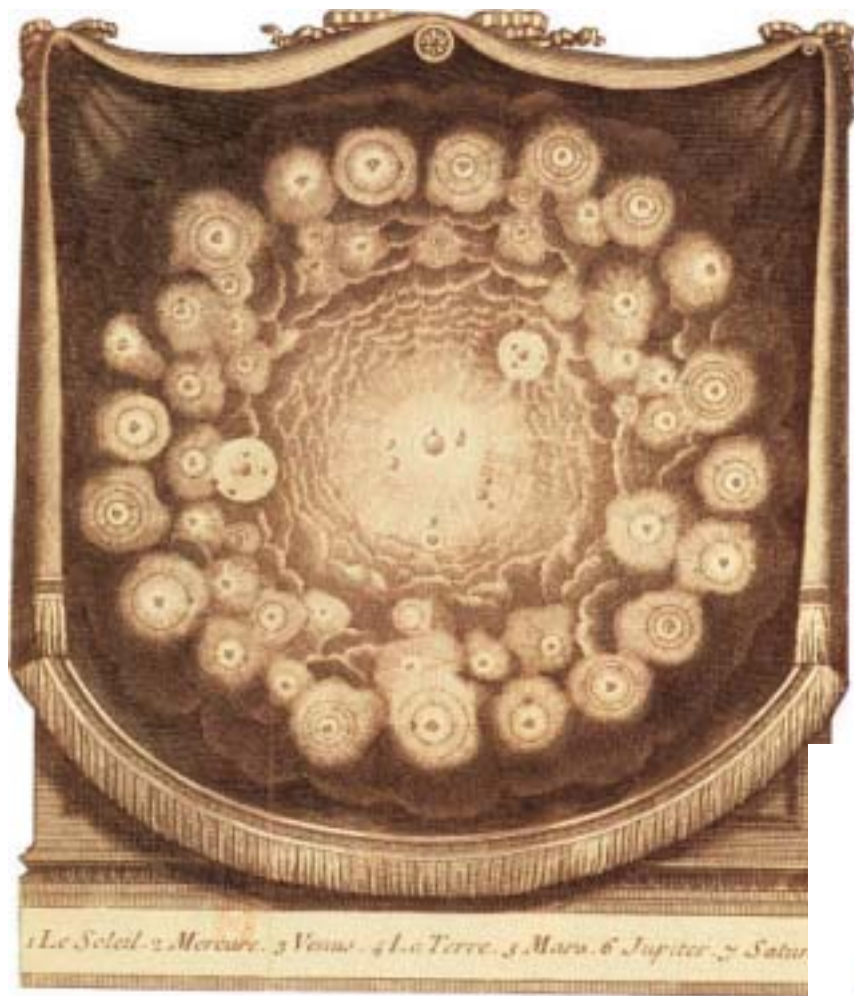
A maçã, decididamente, desempenhou um grande papel nas questões humanas: ela causou a queda de nossa mãe Eva; depois, oferecida a Páris, desencadeou a Guerra de Tróia; enfim, colocada sobre a cabeça do jovem Tell, libertou a Suíça. Quanto à Branca de Neve... A maçã de Newton é, sem dúvida — depois da maçã de Eva, é claro —, a que mais inspirou os ilustradores, seja com o sábio sendo acertado por ela na cabeça, como no caso do irreverente Gotlib, seja com ele meditando diante dela, como nesta gravura do século XIX... De qualquer forma, o problema não era tanto observar a maçã e sim compará-la à Lua.



A Lua cai em direção à Terra. Caso contrário, ela continuaria seguindo em linha reta e desapareceria no infinito. Uma vez que sua trajetória encurva-se em direção à Terra, ela cai, porém sua “velocidade transversal” é tão grande que sua queda encurva sua rota exatamente o suficiente para mantê-la à mesma distância da Terra: ela cai indefinidamente, descrevendo ao redor da Terra um círculo que a mantém sempre à mesma distância, no mesmo estado de queda permanente!

Ora, se a Lua gira em torno da Terra, a Terra gira em torno do Sol, do mesmo modo que todos





os outros planetas. Os satélites de Júpiter, a mais bela descoberta de Galileu, giram em torno de seu planeta. Titã, o satélite de Saturno que Huyghens havia acabado de descobrir, gira ao redor de Saturno... A imensa valsa do sistema solar teria a mesma origem, a mesma explicação que a queda de uma maçã no pomar de Woolsthorpe, numa noite de outono?

Os contemporâneos de Newton são incapazes de explicar a origem dos cometas

Estamos em 1665. Há pouco mais de 120 anos Copérnico publicou seu sistema do mundo, segundo o qual os planetas giram em torno do Sol. Há cinquenta anos Kepler enunciou as leis que descrevem seus movimentos. Há trinta anos Galileu foi condenado por ter tornado tudo isso palpável, graças às descobertas que lhe permitiu sua luneta...

E Galileu fez algo ainda mais importante — e bem mais condenável, do ponto de vista de seus juízes: ele finalmente destruiu a barreira que havia sido construída há 2 mil anos entre a Terra e o céu.

Durante 2 mil anos, com efeito, a astronomia e a física foram separadas. Desde a época de Platão e de Aristóteles, era proibido pesquisar as causas naturais dos movimentos dos corpos celestes, movimentos considerados como “perfeitos”, da mesma forma que os próprios corpos celestes.

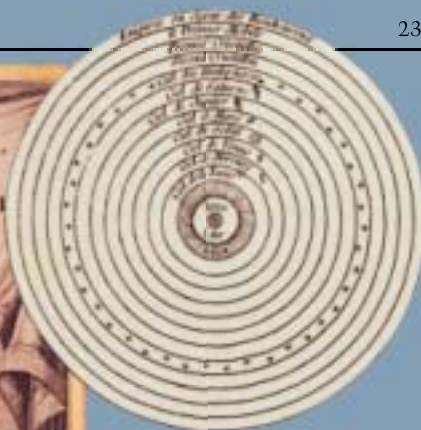
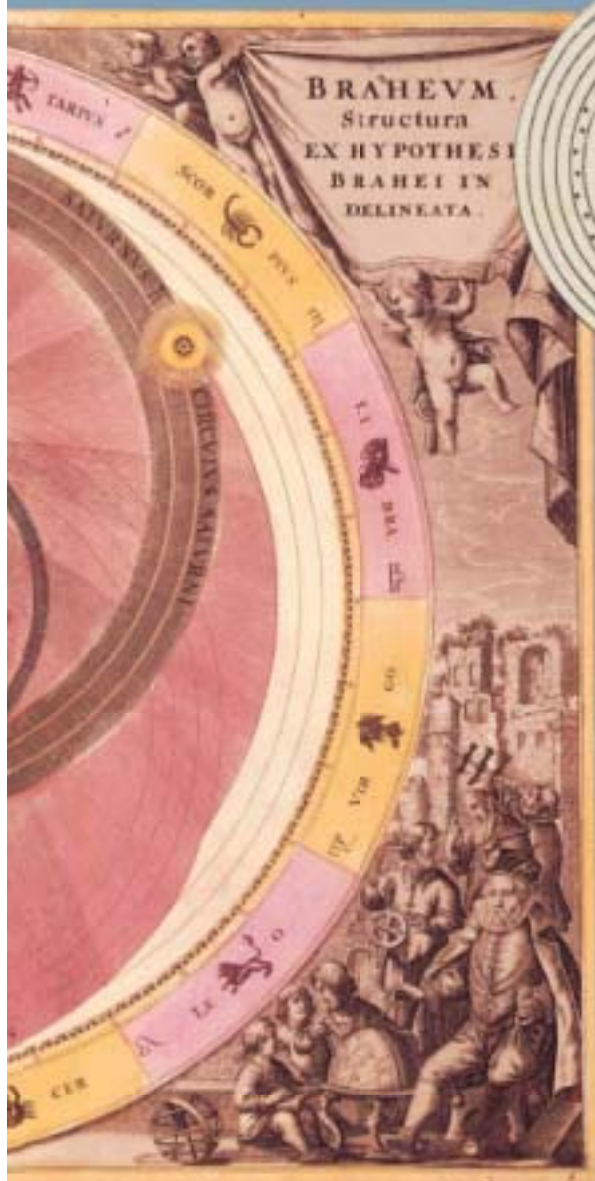
Ao mostrar que a Lua tem montanhas e o Sol tem manchas, Galileu quebrou essa “perfeição”. Terrosa como a Terra, a Lua não é mais perfeita do que ela. Por que seu movimento deveria sê-lo e escapar às causas que tornam móveis os objetos cotidianos? A idéia de que uma mesma lei natural pudesse governar a Lua e a maçã era sacrilégio na época de Galileu — o pobre coitado o constatou —, mas, graças a ele, tornou-se evidente alguns anos mais tarde.

Foi assim que Descartes declarou-se contra uma explicação natural dos movimentos

Esta gravura do século XVIII não é curiosa somente por causa de uma abundância de sistemas planetários, mas também e sobretudo pelas nuvens espessas que materializam a obscuridade cósmica e pelo fato de que a luz do Sol só faz recuar: 2.200 anos depois que Parmênides a dissipou, a “obscuridade brumosa” da Antigüidade sobrevive na imaginação dos artistas.

Ao apresentar sua luneta aos senadores de Veneza, Galileu os fez ver navios e monumentos distantes. Quanto a ele, não tardaria muito a virar seu novo instrumento para o céu...

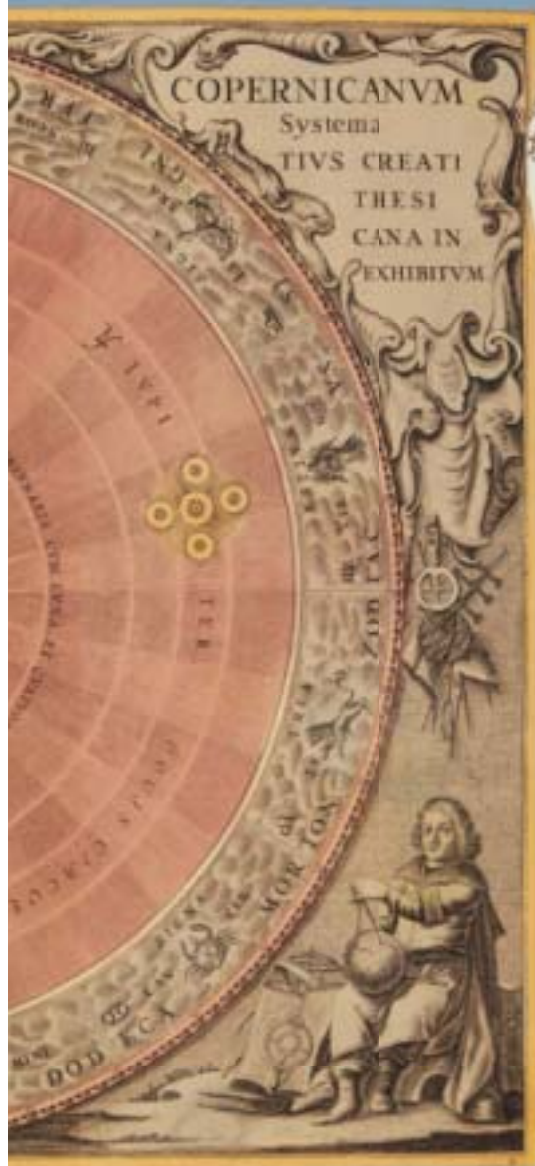




O sistema de Tycho

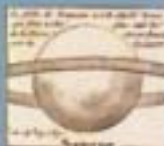
O Renascimento se satisfazia mais com a ordem perfeita do sistema de Ptolomeu (acima), em que as esferas se embutem ao redor da Terra imóvel no centro do mundo. Mas a imobilidade da Terra e sua posição central são dogmas tão bem estabelecidos que caímos na tentação de preservá-los ao mesmo tempo que descrevemos e compreendemos melhor os movimentos observados. Desse modo, Tycho Brahe propõe, no século XVI, um sistema em que os planetas giram ao redor do Sol, enquanto este descreve em um ano um círculo ao redor da Terra, sempre imóvel no centro do mundo.





O sistema de Copérnico

Com o sistema de Copérnico, tudo se torna mais simples, mas a Terra não é nem imóvel, nem "central": ela gira ao redor do Sol, como os outros planetas. Esses planetas, brevemente, terão aspecto conhecido, graças ao aperfeiçoamento dos instrumentos, mas, para conhecer seu tamanho, será necessário primeiro medir a distância em que se encontram, isto é, medir o sistema solar. E, para que uma medida absoluta permita que se conheçam todos os outros, será necessário primeiro determinar (em 1672) todas as proporções do sistema, as relações entre as distâncias Sol-Terra, Sol-Marte etc. A gravura acima data dos anos 1800: de fato, Urano já figura nela, mas ainda se chamava Herschel...



dos corpos celestes. Como lhe repugnava — da mesma forma que a todos os seus contemporâneos — a idéia de uma ação à distância, ele imaginava, para preencher o vácuo entre os corpos celestes, “turbilhões” de uma matéria invisível, turbilhões capazes de arrastar consigo — todos no mesmo sentido — planetas e satélites.

Só que, e Newton sabia muito bem disso, mesmo se todos os planetas e todos os satélites conhecidos à época girassem no mesmo sentido, entre os cometas existem aqueles que “desobedecem” e giram no sentido inverso. Ou estes fazem pouco e zombam dos turbilhões (e por quê?) ou então não existem turbilhões.

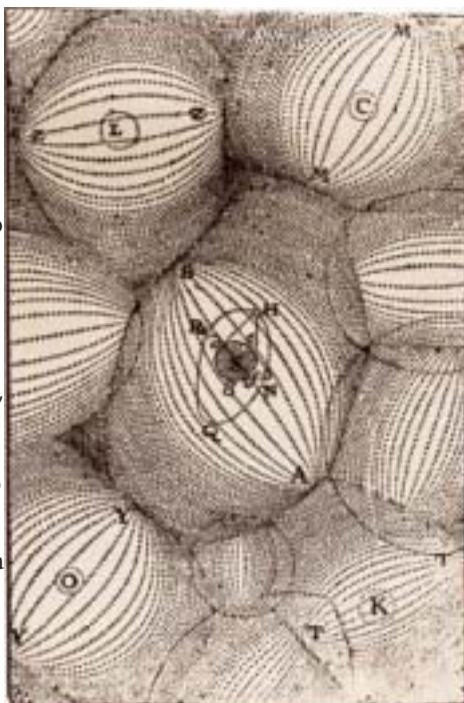
Será necessário então admitir a ação à distância, admitir que a Terra atrai a Lua através de centenas de milhares de quilômetros de vácuo?

Newton procura uma lei para a atração: como esta variará com o distanciamento?

O distanciamento de quê, precisamente? Surge uma nova idéia “maravilhosa”: o que vale para a maçã da mesma forma que para a Lua é a distância do centro da Terra. A maçã está a 6.400 quilômetros, a Lua a 380 mil. Basta calcular quanto cada uma “cai” em um segundo. Newton encontra sua lei: a atração é “inversamente proporcional ao quadrado da distância”.

E esta lei seria comprovada pelas atrações que o Sol exerceria sobre seus diversos planetas? Sim, grosso modo, se admitirmos que eles descrevem círculos. Mas Kepler demonstrou que os planetas descrevem elipses, e nesse ponto o cálculo é impossível com a matemática existente.

Cada vez mais, Newton admitia que era o centro do corpo esférico (Terra ou Sol) o que “valia”. Mas não queria se contentar em admiti-lo, ele queria demonstrá-lo.



Apesar de estar residindo na Holanda desde 1628, e portanto menos ameaçado pela Igreja, Descartes renuncia à publicação de seu “sistema do mundo”, para evitar conhecer os mesmos problemas que Galileu (condenado em 1633). Isto lhe valerá, depois de sua morte, ser tachado de “pusilânime” pelo pregador que glorificou os massacres de Cévennes, o zeloso poeta narrador das virtudes da família real, o bispo Bossuet.



Para isso será necessário que ele invente não somente uma nova parte fundamental da matemática (que hoje chamamos de cálculo diferencial), mas também que leve mais além a teoria das forças e dos movimentos elaborada por Galileu. Ele tem o prato cheio — por anos! Mas, nós já sabemos, Newton não tem pressa de publicar, nem mesmo de relatar, suas descobertas: o mundo ainda deverá esperar cerca de vinte anos pela lei da atração universal!

Durante esses vinte anos, a astronomia europeia irá mudar irreversivelmente de semblante.

O diâmetro da Lua tem o valor aproximado de um quarto do diâmetro da Terra, e a distância entre seus centros um pouco menos de trinta diâmetros terrestres.

