

PAUL STRATHERN
NEWTON
E A GRAVIDADE

.....
em 90 minutos



JORGE ZAHAR EDITOR

DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe [X Livros](#) e seus diversos parceiros, com o objetivo de disponibilizar conteúdo para uso parcial em pesquisas e estudos acadêmicos, bem como o simples teste da qualidade da obra, com o fim exclusivo de compra futura.

É expressamente proibida e totalmente repudiável a venda, aluguel, ou quaisquer uso comercial do presente conteúdo

Sobre nós:

O [X Livros](#) e seus parceiros disponibilizam conteúdo de domínio público e propriedade intelectual de forma totalmente gratuita, por acreditar que o conhecimento e a educação devem ser acessíveis e livres a toda e qualquer pessoa. Você pode encontrar mais obras em nosso site: xlivros.com ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados neste link.

Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade enfim evoluirá a um novo nível.

NEWTON
E A GRAVIDADE
em 90 minutos

Paul Strathern

Tradução:
Maria Helena Geordane

Consultoria:
Álvaro Nogueira
Mestre em física, CBPF/CNPq



CIENTISTAS

em 90 minutos

.....
por Paul Strathern

Arquimedes e a alavanca em 90 minutos
Bohr e a teoria quântica em 90 minutos
Crick, Watson e o DNA em 90 minutos
Curie e a radioatividade em 90 minutos
Darwin e a evolução em 90 minutos
Einstein e a relatividade em 90 minutos
Galileu e o sistema solar em 90 minutos
Hawking e os buracos negros em 90 minutos
Newton e a gravidade em 90 minutos
Oppenheimer e a bomba atômica em 90 minutos
Pitágoras e seu teorema em 90 minutos
Turing e o computador em 90 minutos

SUMÁRIO

Sobre o autor

Introdução

Vida e obra

Algumas citações

Cronologias

Leituras adicionais

SOBRE O AUTOR

PAUL STRATHERN foi professor universitário de filosofia e matemática na Kingston University e é autor das séries “Cientistas em 90 minutos” e “Filósofos em 90 minutos”, esta traduzida em mais de oito países. Escreveu cinco romances (entre eles *A Season in Abyssinia*, ganhador do Prêmio Somerset Maugham), além de biografias e livros de história e de viagens. Foi também jornalista *free-lance*, colaborando para o *Observer*, o *Daily Telegraph* e o *Irish Times*. Tem uma filha e mora em Londres.

INTRODUÇÃO

Newton pode ser considerado o cérebro mais refinado que a humanidade produziu até hoje. Shakespeare usou a linguagem como nenhum outro. Napoleão usou a personalidade como nenhum outro – mas ninguém jamais ampliou os limites da compreensão humana de maneira tão drástica quanto Newton.

Sua obra representa um avanço na evolução do nosso pensamento – um passo gigantesco para a humanidade. Muito antes de pousarmos na Lua (ou até mesmo de considerarmos essa possibilidade), a matemática de Newton preparava o caminho para essa façanha. Antes de Newton, a Lua era parte do céu, sujeita a leis celestiais desconhecidas que lhe eram próprias. Depois dele, tornou-se um satélite da Terra, mantido em órbita pela força da gravidade. A humanidade pôde pela primeira vez perceber como funcionava o conjunto do universo.

A descoberta da gravitação universal era, porém, apenas a maior das muitas descobertas importantes de Newton. O conceito de força, o cálculo, a natureza da luz, a teoria da mecânica, a série binomial, o método de análise numérica – a lista ainda poderia se estender consideravelmente. Seu nome batizou mais unidades e entidades científicas e matemáticas do que o de qualquer outro cientista: o newton (a unidade SI de força, adotada internacionalmente), o fluido newtoniano, a fórmula de Newton (para lentes), os anéis de Newton (em óptica), o quociente de Newton (em cálculo diferencial) e muitos outros – cada um deles resultado direto de seu trabalho.

Tudo isso, no entanto, só foi possível porque Newton aportou na história no momento certo. Assim como Dante só poderia ter escrito sua *Divina comédia* vivenciando a rígida e abrangente hierarquia da Idade Média, assim também Newton só poderia ter feito suas

descobertas depois que Copérnico e Galileu houvessem libertado a mente humana daquelas mesmas inflexibilidades. Como ele próprio confessou: “Se vi um pouco além dos outros, foi porque subi nos ombros de gigantes.”

Os grilhões das restrições medievais haviam se rompido e a porta do conhecimento humano abrira-se para um novo mundo. Na opinião de Newton, ele conseguira pouco: “É como se tivesse sido apenas um menino brincando na praia, divertindo-me de vez em quando ao encontrar um seixo mais arredondado ou uma concha mais bonita do que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanecia totalmente inexplorado diante de mim.” A modéstia exibida por Newton é claramente limitada pela visão oceânica – a que apenas ele tinha acesso. Uma implicação que ele pode muito bem ter pretendido. Ele não era modesto por natureza.

Que tipo de homem era então o detentor do maior intelecto da história? Em geral, os contemporâneos de Newton percebiam-no do mesmo modo que nós, no século XX, percebemos Einstein. Um excêntrico dócil, membro de uma espécie rara e privilegiado, o gênio distraído de estatura moral inquestionável: figura distante mas timidamente amável – a quem se atribuiu enorme importância pelo simples peso de suas conquistas. Em sua época, Newton era o único acadêmico escolhido por seus pares como Membro do Parlamento para a Universidade de Cambridge, o reverenciado presidente da Royal Society, reeleito sem oposição ano após ano, o Diretor da Real Casa da Moeda, temido e odiado pelos falsários do submundo londrino. Como acontece com tanta frequência, foram as pessoas comuns que reconheceram o homem pelo que ele era. Pois, por baixo da austera fachada pública, repousava uma personalidade profundamente perturbada e vingativa, abrigando seus próprios segredos ilícitos.

VIDA E OBRA

Isaac Newton nasceu no dia de Natal de 1642, na sede do povoado de Woolsthorpe, em Lincolnshire. Por coincidência, seu grande predecessor na ciência, Galileu, tinha morrido pouco antes, no mesmo ano.

Em nenhum ponto da genealogia da família Newton há qualquer sinal de antepassados com dotes intelectuais excepcionais. Seu pai, também Isaac Newton, era um pequeno e próspero proprietário rural, que sequer sabia assinar o nome. “Um homem intempestivo, extravagante e fraco”, segundo sua família, morreu três meses antes do nascimento do filho. Sua mãe era filha de um fidalgo sem recursos e era em geral considerada uma mulher trabalhadora e frugal.

Isaac nasceu de parto prematuro e era “tão pequeno que cabia numa vasilha de um litro e meio”. Não se esperava que sobrevivesse ao dia de seu nascimento. (Mas o resultado foi que teve saúde excepcional e viveu oitenta e quatro anos.) Não tendo jamais conhecido o pai, o jovem Isaac “perderia” a mãe com apenas dezoito meses de idade. Em 1644 Hannah Newton casou-se com Barnabas Smith, de sessenta e três anos, próspero pastor local, e foi morar na aldeia de North Witham. Deixaram o pequeno Isaac aos cuidados da avó.

Newton nunca esqueceu essa experiência traumática e seus efeitos deixaram marca indelével em seu caráter. Sua vida adulta seria prejudicada por acessos incontroláveis de raiva, desejos paranóicos de vingança e instabilidade mental ocasional. Amava a mãe, mas ela o abandonara. Não conseguia odiá-la, mas que os céus protegessem quem se apresentasse como um alvo legítimo sobre o qual pudesse fazer desabar sua fúria reprimida.

Na realidade, North Witham ficava a apenas três quilômetros subindo o vale. O jovem Isaac podia até enxergar as torres da igreja do outro lado do campo, da colina acima de sua casa. Mas era como se estivesse a um mundo de distância. Seu verdadeiro pai estava “no céu” e sua mãe restrita aos limites de sua tenra infância. Já adulto, Newton se dedicaria a uma especulação longa e profunda sobre corpos celestes distantes e a natureza de sua atração mútua. Não surpreende que psicólogos tenham visto nesse ponto algo mais do que pura coincidência.

Segundo um contemporâneo seu, Newton se tornou um “rapaz sóbrio, calado e reflexivo”, mas era também sujeito a eventuais acessos de “mau-humor”. Durante um deles, Newton se lembraria mais tarde, “ameacei meu pai e minha mãe Smith de queimá-los e de incendiar a casa em cima deles”. Assim, parece que sua mãe nem sempre escapava de sua fúria. (E a piromania, mesmo sob a forma de desejo, raras vezes evoca a normalidade.)

Mas a mente de Newton não era a única coisa em chamas. No ano de seu nascimento, o comportamento de Carlos I e sua crença no “direito divino dos reis” finalmente levaram os parlamentaristas a desafiar essa lei. A Guerra Civil que se sucedeu contaminou toda a Inglaterra durante os primeiros seis anos da vida de Newton, terminando com a vitória dos parlamentaristas e com a execução de Carlos I em 1649. Ao longo da Guerra Civil, lutas e incêndios esporádicos aconteceram em Lincolnshire. Os Newton e outras famílias proprietárias de terras locais inclinavam-se a apoiar o rei, mas não a ponto de pegar em armas.

A vitória parlamentarista – a primeira revolução vitoriosa da Europa – engendrou o estabelecimento da Commonwealth, acompanhado dos excessos pós-revolucionários tais como os que se tornaram regra atualmente. Impôs-se um puritanismo repressivo. Quaisquer danças e demonstrações públicas de alegria foram banidas e até mesmo o Natal tornou-se um dia de oração ao invés de um dia de celebração. No entanto, também nesse ponto as famílias de agricultores de Lincolnshire foram pouco afetadas. Há muito tempo viviam no temor a Deus, com ênfase na leitura da

Bíblia, e no terror ao sexo. O jovem Isaac foi criado numa casa de costumes puritanos e absorveu hábitos verdadeiramente puritanos. Aprendeu a consultar a Bíblia para descobrir os desígnios do Deus Pai, costume que manteria por toda a vida.

Mas Deus Pai não era apenas Deus no céu, mas também pai no céu. No campo sempre vicejante dos estudos psicológicos newtonianos, a maioria concorda que Newton foi impulsionado por uma forte necessidade inconsciente de conhecer seu pai. Ele sabia, pela fé, que o Deus Pai havia criado o universo, deixando certas pistas em relação à sua estrutura fundamental e às Suas verdadeiras intenções. Durante toda a sua vida Newton foi levado a buscar essas pistas obsessivamente – nos dois campos adequados. Dedicaria a mesma parcela de tempo tanto aos estudos bíblicos e religiosos quanto à busca da verdade científica. No final, estava convencido de que sua obra religiosa seria a de valor mais duradouro. Pelo menos uma vez os fatos parecem tão loucos quanto a psicologia.

Quando Newton tinha dez anos, o reverendo Barnabas Smith morreu e sua mãe voltou para casa em Woolsthorpe, na condição de uma mulher relativamente rica. As preces de Newton tinham sido ouvidas. Seguiram-se dois anos de um êxtase curioso, equilibrado pelo senso comum realista de sua mãe e pela presença adicional de um meio irmão e duas meias-irmãs. Mas Isaac era o mais velho e Hannah parece ter, em certa medida, se apoiado nele. Antes mesmo de ter atingido a puberdade, Isaac tornara-se “o homem da família” aos olhos de sua mãe. A autoconfiança básica engendrada por esse precoce reconhecimento materno jamais o abandonaria em seus esforços intelectuais, mesmo quando o homem em si era acossado por angústias exasperantes.

Aos doze anos, Newton foi cursar o primeiro grau em Grantham, a quinze quilômetros de distância, onde se hospedou com o sr. Clark, o farmacêutico, cuja casa ficava na High Street ao lado da George Inn. Na escola seus estudos consistiam quase que inteiramente em latim e grego antigo. A matemática era simplesmente ignorada pela educação daquela época, que permanecia em sua maior parte

medieval. O garoto da roça, quieto e sensível, não demonstrava qualquer interesse e desceu ao nível mais baixo da classe.

Segundo seu próprio relato, Newton permaneceu intelectualmente prostrado até o dia em que o valentão da escola lhe deu um pontapé no estômago. Newton o desafiou para uma luta no pátio da igreja. Nas palavras de seu primeiro biógrafo, Conduitt, que registrou suas reminiscências: "Isaac não era tão vigoroso quanto seu antagonista mas era tão mais dotado de espírito e determinação que o espancou até que ele declarasse que não lutaria mais." Newton encontrara um alvo legítimo no qual descarregar o ódio terrível que jazia reprimido dentro de si. Porém, uma vez provocado, tornava-se incontrolável e não havia como detê-lo. Surrar seu oponente fisicamente superior não era o bastante. Depois de sua vitória, "Isaac o puxou pelas orelhas e empurrou seu rosto contra a lateral da igreja, esfregando seu nariz contra a parede". Mas nem mesmo essa humilhação física foi suficiente. Newton tinha que derrotar seu oponente de todas as formas possíveis. Sentiu necessidade de superar seu oponente intelectualmente, começou a se empenhar nos estudos e logo demonstrava a superioridade de sua inteligência.

Foi assim que Newton registrou essas lembranças e não há dúvida de que algo bem parecido aconteceu. Essa sede de vingança movida a ódio ocorreria a intervalos ao longo de sua vida: esta manifestação apenas estabeleceu o padrão.

Uma vez despertadas as faculdades intelectuais de Newton, não houve mais como contê-lo. Observar o adolescente simplório emergir de sua crisálida e abrir as asas de borboleta de gênio deve ter sido um espetáculo maravilhoso para os habitantes da pequena Grantham. É óbvio que todos se lembravam. Em retrospectiva. Segundo as reminiscências colhidas após a morte do grande Sir Isaac Newton, Presidente da Royal Society, Diretor da Real Casa da Moeda etc., o jovem Isaac exibia todos os esperados sinais do gênio supremo – deixar perplexos os habitantes locais com seus modelos de moinhos de vento construídos de forma intrincada, relógios de água feitos à mão, pipas aéreas que explodiam, um moinho de milho

impulsionado por ratos, uma lanterna dobrável de papel, sua capacidade de dizer a hora exata a partir de uma sombra e um caderno de anotações cheio dos costumeiros diagramas ininteligíveis. Felizmente esse caderno de notas encontra-se hoje na Biblioteca Pierpont Morgan em Nova York, com um registro no verso da capa lembrando que foi originalmente comprado por Newton em 1659 por 2 ½ pennies antigos. Seu conteúdo confirma as lembranças aparentemente fantasiosas do povo de Grantham, com páginas contendo diagramas do sistema solar de Copérnico, detalhes sobre como fazer um relógio de sol e construir um modelo de moinho, além de prognósticos astrológicos de eclipses. Dois aspectos se tornam óbvios. Os interesses intelectuais de Newton haviam se expandido muito além dos limites de sua educação escolar e o principal deles residia na ciência e na maneira de as coisas funcionarem.

Todos os indícios apontam para um diletante precocemente brilhante e fortemente autodidata. Raro, mas não único. Deve ter havido um ou mais registros de prodígios semelhantes sobre a Terra. Como a grande maioria, Newton parecia destinado a uma excêntrica mediocridade provinciana. No mesmo ano em que comprou sua caderneta de 2 ½ pennies, sua mãe o chamou para administrar a fazenda. Tinha apenas dezessete anos.

Mas nessa época nem tudo era ternura e alegria em casa. A mente de Newton estava então inflamada por algo mais absorvente do que fantasias piromaníacas (embora possa muito bem ter parecido igualmente conturbada). São muitas as explicações psicológicas para a súbita e devastadora obsessão de Newton pela ciência – da descoberta das pistas do Pai a uma necessidade insensata de fugir para um mundo disciplinado, livre da angústia psíquica. (Essa multiplicidade de explicações complexas e muitas vezes contraditórias é útil nem que seja como lembrete da natureza complexa e muitas vezes contraditória da entidade ímpar que tenta descrever: a mente de Newton.) Uma coisa é certa, porém: esse interesse avassalador pela ciência dominou a mente adolescente de

Newton com a força de um vício. (E conservaria essa força, virtualmente sem interrupção, durante trinta e sete anos.)

Como fazendeiro, o Newton de dezessete anos era mais do que inútil. Designado para vigiar os carneiros, plantava-se à sombra de uma árvore com um livro. Quando foi negociar em Grantham, deixou a cargo do ajudante a venda da produção e dos animais, enquanto corria à casa de seu antigo senhorio, o sr. Clark, para apanhar alguns livros mais (um dos parentes do sr. Clark tinha deixado sua biblioteca no sótão). Os carneiros se espalharam pelas colinas, os porcos invadiram os campos de milho do vizinho e as cercas divisórias se deterioraram de tal forma que se tornavam ilegais. Por conta disso, Newton foi levado ao tribunal e multado em 4 shillings e 4 pennies (o preço de um bom par de sapatos). Sua primeira titulação oficial foi ser pivô de uma ocorrência na polícia.

A mãe não tinha idéia do que fazer e a vida em casa era farta. Em uma "lista de pecados" que Newton elaborou alguns anos mais tarde, esse período inclui itens como: "Rabujice com minha mãe", "Desavenças com os empregados", "Recusa de obedecer às ordens de minha mãe" e "Socos em minha irmã". Como a maioria dos adolescentes, sabia o que não queria fazer. Ao contrário da maioria dos adolescentes, sabia com precisão o que queria fazer. Continuava a ler com avidez, a construir protótipos, a conduzir experiências científicas, a calcular e a desenhar diagramas em seu caderno de notas.

Felizmente duas pessoas haviam reconhecido seu talento excepcional. Um foi John Stokes, seu professor em Grantham; o outro foi seu tio por parte de mãe, William Ayscough, pároco do vilarejo vizinho de Burton Coggles, que havia se graduado no Trinity College, em Cambridge. Juntos, conseguiram convencer a mãe de Newton a mandá-lo de volta à escola em Grantham, onde Stokes poderia prepará-lo para ser admitido no Trinity College.

Newton voltou a viver com o sr. Clark, o farmacêutico, onde continuou a devorar a coleção de livros e começou a decorar seu quarto com todo o tipo de desenhos. Segundo a enteada do sr. Clark, ele também manteve uma ligação romântica com ela durante

esse período. Ela era alguns anos mais jovem que ele, e o romance parece ter sido em grande parte produto de sua imaginação. Foi a única ocasião na vida de Newton em que seu nome esteve romanticamente associado ao de uma mulher.

Partiu para Cambridge em junho de 1661, onde foi admitido no Trinity College. De acordo com um historiador contemporâneo, o Trinity College era na época "a mais imponente e mais uniforme Academia da cristandade". Seu valor acadêmico começava à se equiparar à sua aparência – embora Cambridge ainda fosse considerada de modo geral antiquada em relação às grandes universidades da Europa, como a Sorbonne e a de Milão. A Inglaterra não só tinha passado por uma revolução política, como mantinha em curso uma transformação intelectual sem par (e de modo geral não reconhecida) na Europa, que alcançaria seu ápice com as obras de Newton – mas que em menor escala incluía homens da estatura de Harvey (cuja descoberta da circulação do sangue prenunciou a medicina moderna), Halley (o grande astrônomo, que deu nome ao cometa), Hobbes (o mais perspicaz teórico político de sua época), Locke (cujo empirismo mudou o rumo da filosofia e cujas idéias sociais modelariam a Constituição dos Estados Unidos) e Boyle (o químico pioneiro).

Newton tinha dezoito anos quando chegou a Cambridge, dois a mais do que a média dos alunos. Era também muito mais pobre do que a maioria, e só foi aceito como bolsista, o que o obrigava a trabalhar como uma espécie de camareiro junto a seu orientador. Felizmente, esse orientador só se dignava a permanecer na escola cinco semanas por ano, propiciando a Newton dispor da maior parte do seu tempo.

Havia pouca distração em Cambridge naquela época. De acordo com um viajante alemão, fora da própria universidade, Cambridge "não era melhor do que um vilarejo ... um dos lugares mais tristes do mundo". As tabernas da vila viviam cheias de alegres prostitutas e ruidosos jovens da elite (social). (Esses eram os companheiros de graduação de Newton, dos quais menos de um terço mostrava interesse em obter um diploma.) No ano anterior à chegada de

Newton, Carlos II subira ao trono. Após os excessos puritanos da Commonwealth, os exageros mais evidentes da era da Restauração estavam então em pleno vigor. Mas o puritanismo de Newton não dependia do clima político. Entre longas sessões de estudo, que com freqüência avançavam madrugada adentro, Newton sentava-se em seu quarto elaborando as listas de seus pecados (entre os quais nunca se incluíam a baderna ou a fornicação).

A despeito da progressiva revolução intelectual na Inglaterra, a educação nas universidades permanecia em grande parte profundamente atada ao aristotelismo da era medieval. A Terra ainda ocupava o centro do universo, que consistia em terra, ar, fogo e água. Esses "elementos" refletiam-se em nossos quatro "humores": sangue, fleugma, ira e melancolia, cujo "equilíbrio" controlava nossa saúde. E assim por diante... Um mundo irresistivelmente coerente de acordo com suas próprias premissas, cuja impropriedade apenas pouco a pouco era exposta.

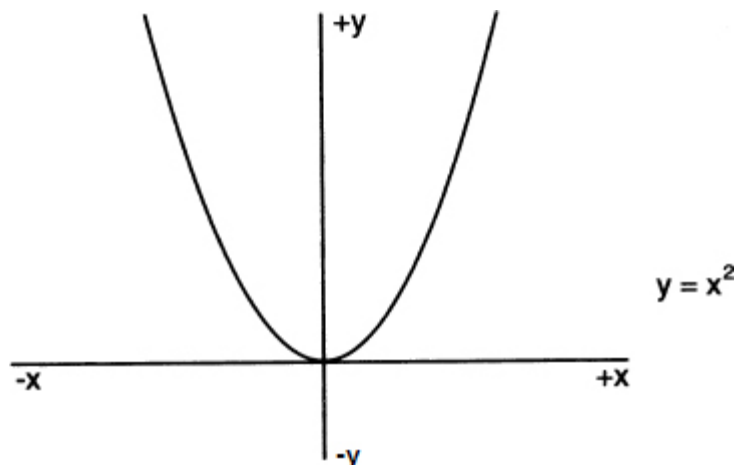
As primeiras rachaduras sérias no edifício do aristotelismo tinham começado a surgir na Europa no começo do século XVII. O padre polonês Copérnico havia sugerido um sistema solar heliocêntrico, o que levou o astrônomo alemão Kepler, trabalhando em Praga, a propor leis de movimento planetário. O físico italiano Galileu tinha então lançado uma nova mecânica baseada nesses fatos (antes de ser forçado pela Igreja católica a abjurar suas opiniões). Nesse ínterim, a filosofia da dúvida de Descartes demonstrara que o aristotelismo, a base dos ensinamentos científicos da Igreja, era desprovido de justificação analítica ou perceptiva. Esses foram os pioneiros que estimularam a revolução intelectual inglesa e o graduando Newton logo se deixaria influenciar intensamente por suas descobertas.

Foi também importante que tivesse começado a aprender a nova matemática que sustentava essas descobertas, na qual também quaisquer descobertas futuras teriam que se basear. Durante o século precedente os progressos na astronomia e na navegação haviam exigido métodos cada vez mais apurados de cálculo e de precisão. Em conseqüência disso, a matemática passara por uma

revolução que acompanhava as recentes descobertas científicas. Nesse ponto também os contornos de uma estrutura cada vez mais precisa começavam a emergir da névoa medieval. Em 1585 o funcionário público flamengo Stevin propôs o sistema decimal para medidas de quantidade inferiores a um; e nos primeiros anos do século XVII o barão escocês Napier inventou o logaritmo. Essa revolução matemática chegara ao auge de seu desenvolvimento na França, onde três dos maiores matemáticos de todos os tempos – Descartes, Fermat e Pascal – tinham alcançado o máximo de sua capacidade em meados do século XVII.

Durante seu período de graduação, Newton estudou e absorveu as lições de Descartes (embora seu conhecimento de Pascal e Fermat permaneça uma questão em aberto). Descartes criara as coordenadas cartesianas (as quais receberam seu nome): os três eixos que propiciavam a localização precisa de qualquer ponto geométrico (ou linha reta, ou curva, ou forma) no espaço. A álgebra foi também introduzida na geometria, libertando-a da especificidade da aritmética, e dando vida à geometria analítica. Uma curva podia agora ser representada por uma equação, como na figura de dois eixos abaixo.

De modo mais significativo, a matemática de Descartes (e sua filosofia) via o mundo como um vasto e intrincado aparato mecânico. Anteriormente, o aristotelismo percebera o mundo em termos qualitativos (terra, ar etc.), mas agora ele era visto em termos quantitativos – que podiam ser medidos.



Newton começou a manter um caderno de anotações intitulado “Certas questões filosóficas” (*Quaestiones quaedam philosophicae*), com um cabeçalho: “Minha melhor amiga é a verdade”. Podemos ver aqui o quanto absorvera a hipótese de Descartes segundo a qual toda realidade consiste em partículas de matéria em movimento e todos os fenômenos naturais ocorrem mediante a interação dessas partículas. O cientista-filósofo francês Gassendi resgatou a noção dos gregos antigos de que essas partículas fundamentais seriam átomos discretos e indestrutíveis. Os cadernos de Newton mostram que ele também estava ciente de progressos análogos alcançados pelo químico anglo-irlandês Boyle, cujas experiências começavam a sugerir a existência de elementos químicos básicos.

As descobertas de Boyle lançaram os alicerces da futura obra de Newton em química, mas seu interesse nessa área não tinha um cunho progressista. No século XVII a química estava começando a emergir da obscuridade da alquimia e, em suas pesquisas nessa área, Newton também começou a ler obras sobre alquimia, magia e tradição hermética que pretendiam explicar os fenômenos naturais através de disparates metafísicos.

Seria agradável pensar que Newton leu todos esses absurdos à guisa de mero divertimento, após os rigores extremamente precisos da matemática e dos estudos científicos. Mas não era o caso. Ele levava a alquimia a sério e a colocava *pari passu* com seu obsessivo estudo da Bíblia. Também nesse ponto poderia encontrar pistas da identidade do Pai.

Essas duas maneiras de ver o mundo – a física e a metafísica – podem parecer a nós, simples mortais, mutuamente exclusivas. Mas não o eram para Newton. De fato, as contradições entre essas duas visões de mundo parecem ter atuado de alguma forma como um estimulante para seus processos mentais.

Mas nem todas as descobertas de Newton eram ouro de tolo. Após aproximadamente três anos no curso de graduação, já fazia descobertas matemáticas importantes. Já desenvolvera o Teorema Binominal para as frações, que contém a fórmula para a expansão de um binômio – expressão que contém a soma de duas variáveis,

como $(x+y)$, elevadas a uma determinada potência n , representada por $(x+y)^n$.

Um simples exemplo mostra:

$$(x+y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

Mas quando n (a potência) não é um número inteiro, a expansão se torna uma série infinita.

Um exemplo com uma única variável seria:

$$(1 + x)^{1/2} = 1 + 1/2x - 1/8x^2 + 1/16x^3 + \dots$$

e assim por diante *ad infinitum*.

Newton desenvolveu uma regra geral para essas expansões. Como veremos, esse trabalho sobre séries infinitas foi seu primeiro passo em direção a uma das maiores descobertas matemáticas de todos os tempos: o cálculo.

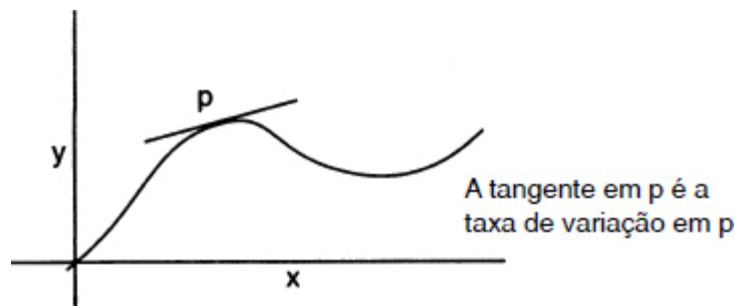
Newton recebeu seu diploma de bacharel em junho de 1665. Seu examinador, Professor Barrow, teve uma "opinião indiferente" em relação a seu talento: Newton sequer sabia o básico de Euclides. Na realidade, entediado, tinha desdenhado o programa do curso. O que o Professor Barrow não percebeu foi que Newton já estava avançando além de Descartes, que, por seu lado, já havia ultrapassado Euclides. Newton era quase inteiramente autodidata, no sentido de que em geral estudava sozinho, diretamente dos livros. Todo o seu trabalho de fato surpreendente era confinado aos seus cadernos – que ninguém mais tinha visto. Apesar das lacunas em seu conhecimento, permitiram-lhe avançar ao mestrado. (Alunos que realmente estudassem eram, é óbvio, uma raridade que necessitava ser preservada.)

Newton parecia vicejar no isolamento e os acontecimentos agora conspiravam para o prolongamento dessa situação. No final de 1664 dois marinheiros franceses foram encontrados em bairros pobres de Londres, em torno de Drury Lane, morrendo de peste bubônica. A doença rapidamente se espalhou por toda a cidade (no final,

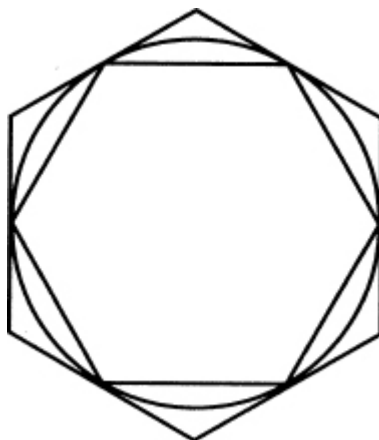
causaria mais de 80.000 mortes apenas em Londres) e, depois, pelas rotas das carruagens e pelas trilhas de gado, enfim pelo país inteiro. Aqueles que podiam começaram a fugir dos centros povoados e, em torno de agosto de 1665, a Universidade de Cambridge fechou efetivamente. Newton retornou a Woolsthorpe, onde permaneceria por aproximadamente um ano.

O resultado desse período seria um *annus mirabilis* sem paralelo na ciência antes ou depois. (O único rival próximo foi o ano de 1905 de Einstein, quando descobriu a Teoria da Relatividade Especial, propôs que a luz consistia de *quanta* e forneceu a explicação molecular do movimento browniano.)

A primeira grande conquista de Newton foi o desenvolvimento do cálculo. A capacidade de representar uma fórmula algébrica em um gráfico passava a significar que certos problemas algébricos eram suscetíveis de soluções geométricas. Por exemplo, a taxa de variação de y em relação a x , para quaisquer valores determinados de x – ou seja, em qualquer ponto determinado em uma curva $y(x)$ –, é a tangente à curva naquele ponto.



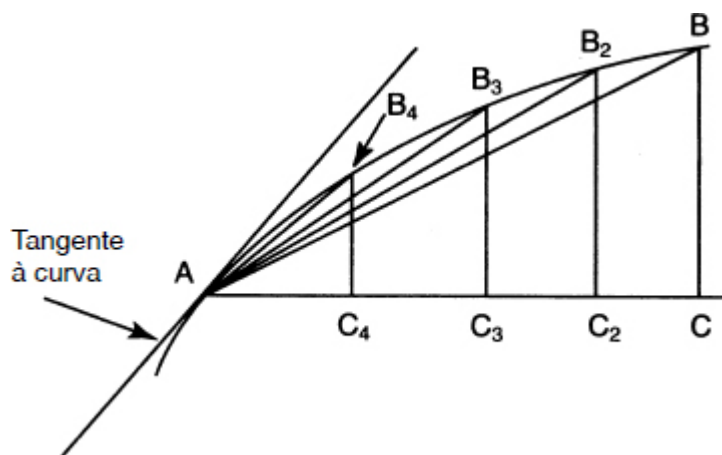
É muito fácil encontrar a tangente de um círculo, ou até de uma curva regular, mas como a definimos para uma curva variável? Através do cálculo. A noção básica de cálculo foi descoberta pelos antigos gregos.



A fim de determinar a área de um círculo, Arquimedes inscreveu nele um polígono equilátero, cuja área sabia calcular. Se aumentasse o número de lados, a área do polígono aumentava, aproximando-se da área do círculo – que era seu limite superior. (De modo semelhante, inscrevendo o círculo em um polígono equilátero, poderia aproximar a área do círculo, agora como limite inferior: a resposta residia entre esses dois limites aproximados.)

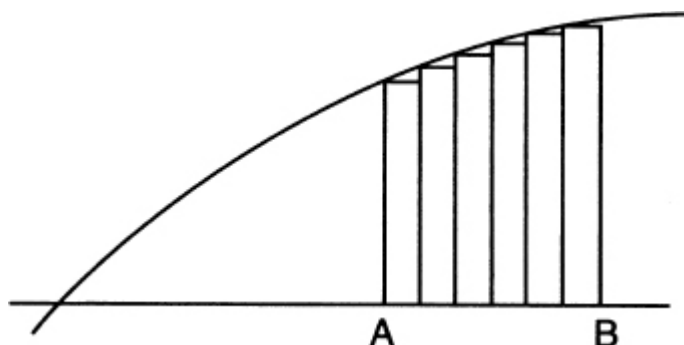
No entanto, se o número de lados de qualquer dos polígonos fosse aumentado ao *infinito*, o resultado seria uma área igual à área do círculo.

Esse princípio podia de forma análoga ser aplicado à tangente a uma curva.



À medida que a distância entre A e B se torna infinitesimalmente pequena, tendendo para zero no seu limite, o lado AB oposto ao ângulo reto ACB aproxima-se mais da tangente, nela se transformando no limite.

O mesmo princípio pode ser aplicado para calcular a área abaixo de uma curva.



À medida que o número de retângulos entre A e B aumenta tendendo a infinito, a soma de suas áreas se aproxima da área abaixo da curva, seu limite.

Uma vez mais, tratava-se de um problema com uma série infinita associada a funções com duas variáveis – a mesma situação com que Newton tinha lidado no Teorema Binomial. Para começar, viam-se os cálculos embutidos nesses problemas como se envolvessem somas estáticas de quantidades infinitesimalmente pequenas. O grande *insight* de Newton foi, ao contrário, ver nessa questão um problema de *mobilidade* – considerando a curva não como um objeto estático, mas como a trajetória de um *ponto em movimento*. (Sugestivamente, Newton primeiro denominou seu método *fluxions*, fazendo referência a fluxo – e não cálculo, como viria a ser conhecido mais tarde.) Sua inovação seria introduzir, dessa forma, a noção de tempo.

O método de Newton para encontrar a tangente a uma curva em um dado ponto é conhecido hoje como cálculo diferencial, que considera a evolução de um *ponto em movimento* como se fosse constituída de um número infinitamente grande de mudanças infinitesimalmente pequenas.

Por exemplo, a velocidade (v) de um corpo em um determinado instante é vista como o limite da razão entre a distância infinitesimal que ele percorre (ds) na quantidade de tempo (dt) infinitesimal e esta quantidade de tempo (dt), limite este tomado com dt tendendo a zero.

Portanto

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Assim, à medida que $dt \rightarrow 0$ (ou seja, alcança seu limite em zero), v alcança o limite que é a velocidade exata do corpo no momento determinado.

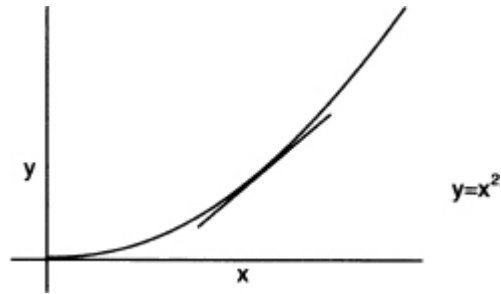
Felizmente os cálculos longos e confusamente complexos de Newton deram lugar afinal a uma norma prática, de fácil aplicação – da forma como é usada por todos os matemáticos iniciantes, que sabem o que fazer, mas não sabem de fato o que estão fazendo. (“Vá seguindo as regras, meu jovem.”) Em termos mais simples, para a fórmula:

$$y = x^n$$

obtém-se a derivada $\frac{dy}{dx} = n x^{n-1}$

Por exemplo: tomemos $n = 2$. Assim, a fórmula se transforma em:

$$y = x^2$$

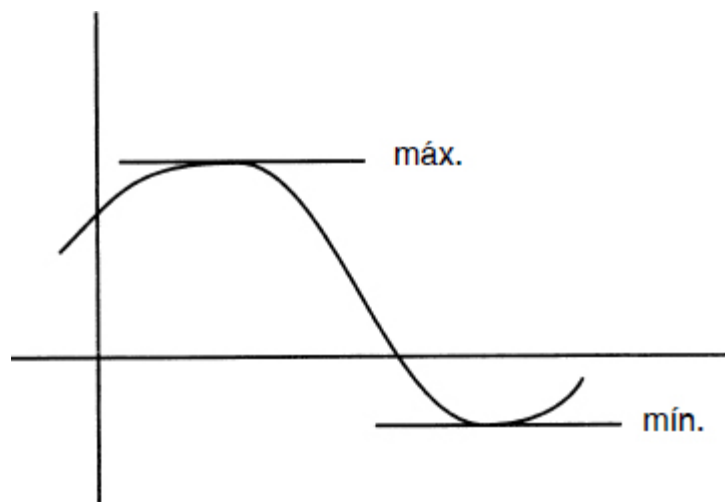


A taxa de variação em *qualquer* ponto, $\frac{dy}{dx}$, é igual a $2x^{2-1} = 2x$

Em outras palavras, a inclinação da tangente em qualquer ponto da curva será sempre $2x$.

Esse processo de cálculo diferencial propiciou à nova matemática uma de suas ferramentas mais poderosas, permitindo o cálculo de todos os tipos de taxa de variação. Nesse contexto, por exemplo, determinam-se os pontos de máximo e de mínimo em qualquer curva – que ocorrem quando a inclinação da tangente ou a taxa de variação, $\frac{dy}{dx}$, é igual a zero.

Newton buscou então ampliar seu método de *fluxions* para incluir o que é hoje conhecido como cálculo integral, essencialmente uma técnica inversa à do cálculo diferencial, usada para calcular a área abaixo de uma curva.



Por exemplo, a velocidade de um ponto (v) pode ser expressa em termos da distância infinitesimalmente pequena ds percorrida no breve momento dt . Assim

$$ds = v dt$$

A distância mensurável s que o ponto percorre entre os instantes t_1 e t_2 é encontrada mediante a soma contínua das variações ds nesse intervalo, o que se conhece como integração.

Isso se expressa:

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt \quad \left(\int \text{ é o sinal de integração} \right)$$

De modo bem simplificado, isso significa aplicar uma técnica oposta à da derivação. Assim, para a mesma fórmula

$$y = x^n$$

ao invés de $\frac{dy}{dx} = n x^{n-1}$

para integração temos $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$

Essa técnica imensamente útil podia ser usada para problemas como encontrar a área de qualquer tipo de forma definida por uma curva descrita por uma expressão algébrica (e girando em torno de um eixo produz-se um volume). Podia também ser usada para qualquer problema em que a soma contínua de variações infinitesimais fosse exigida.

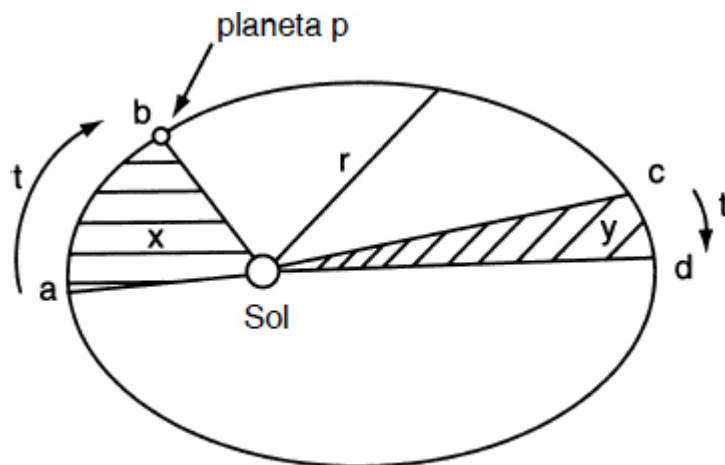
Nesse estágio, o cálculo de Newton ainda se encontrava sob forma embrionária. Mesmo assim, ele já possuía a técnica que lhe propiciaria empreender sua obra mais importante. Sua conquista

transcendental durante o período 1665-6 foi, é claro, a respeito da gravidade.

Perguntaram a Newton mais tarde como havia chegado a essa e a outras descobertas que marcaram época. “Pensando sempre nelas”, respondeu. “Mantenho o tema constantemente diante de mim e espero até que os primeiros raios de sol despontem pouco a pouco até chegar à luz plena.” Segundo a famosa história, os “primeiros raios” de sua teoria da gravidade surgiram-lhe quando viu uma maçã cair de uma árvore, o que muitas vezes é descartado como pura lenda. Mas, de acordo com Stukely, antigo biógrafo de Newton: “Ele me contou ... a noção de gravitação ocorreu-lhe ... provocada pela queda de uma maçã, quando se encontrava sentado em estado contemplativo.”

É importante compreender todo o significado do que Newton percebeu naquele momento. O que já sabia ele, e o que, afinal, a teoria da gravidade explicou?

A chave de tudo era Kepler – que passara mais de vinte anos em diligente observação e cálculos intermináveis antes de chegar às suas três leis do movimento planetário. Publicadas em 1609, afirmavam: 1. Os planetas viajam em elipses em torno do Sol e essas órbitas elípticas têm o Sol em um foco; 2. Uma linha reta unindo o Sol a um planeta varre áreas iguais em tempos iguais; (no diagrama abaixo: o tempo gasto pelo planeta p para ir de a a b é o mesmo gasto para ir de c a d e a área x é igual à área y); 3. O quadrado do tempo gasto por um planeta para percorrer uma órbita completa é proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol; (no diagrama: se o planeta p leva o tempo T para completar uma órbita e r é o raio médio dessa órbita, então: $T^2 = Cr^3$, onde C é uma constante^a).



t = tempo gasto para completar uma órbita

Enquanto isso, de volta à Terra, Galileu tinha confirmado mediante experiências, que se diz terem sido realizadas na torre inclinada de Pisa, que um corpo em queda acelera a uma taxa uniforme, além de ter descoberto uma fórmula para a trajetória parabólica de um projétil.

O gênio de Newton iria unir as leis de Kepler às descobertas de Galileu. A noção de gravidade que lhe ocorreu quando a maçã caiu da árvore acabaria por ser interpretada como a mesma força que mantinha a Lua em órbita em torno da Terra e os planetas em órbita em torno do Sol. As leis que valiam na Terra também valiam para os corpos celestes. Era uma intuição estupenda. Uma única e genial percepção e toda nossa compreensão não mais estava atada à Terra, mas se estendia por todo o universo. (As leis de Kepler meramente descreviam o que acontecia, Newton explicava o *porquê*.)

Newton não publicaria suas idéias por mais de vinte anos. Existiram várias razões para isso. A princípio, considerou a gravidade como algo que se aplicava apenas à Terra. Mais tarde, quando estendeu essa idéia aos corpos extraterrestres, não conseguiu resolver a matemática correspondente. Como trabalhava de fato a força gravitacional da Terra? Atraía ela a Lua a partir de seu centro ou de sua superfície, ou de algum ponto intermediário? Somente após apurar as técnicas de seu recém descoberto cálculo, foi capaz

de superar esses problemas. No entanto, essas não eram as únicas razões de seu silêncio.

Houve quem visse em Newton um caráter reservado, o que não é totalmente verdadeiro. O fato é que Newton não suportava ser contrariado, mesmo nos assuntos mais triviais: poderia fazê-lo explodir em um de seus ataques de furor incontroláveis. Dessa forma, ao invés de enfrentar o questionamento de seus colegas cientistas, ele preferia guardar suas descobertas para si mesmo.

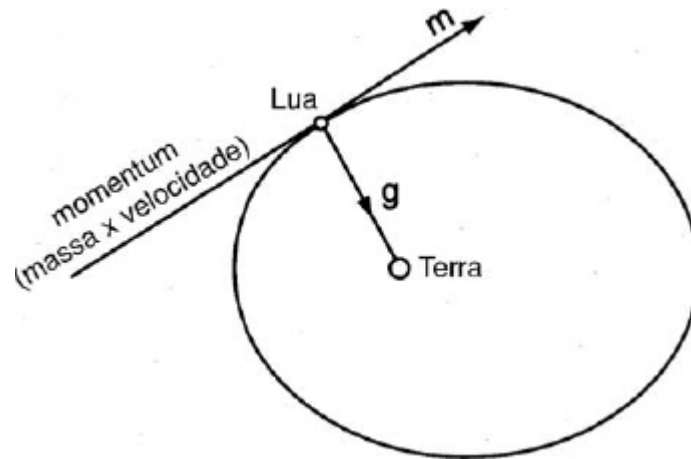
Desnecessário dizer, essa psicologia expressa apenas sua personalidade. Pode ser comparada a um mapa-múndi, que esboça os contornos e as formas, mas de modo algum explica a magnificência e a profusão da realidade. A qualidade da mente de Newton permanece absolutamente inexplicável.

Durante os vinte anos que antecederam a publicação das descobertas de Newton sobre a gravidade, seu *insight* inicial aprimorou-se e transformou-se em um sistema abrangente. Foi o que finalmente veio à luz em sua obra-prima, os *Principia*, na qual avançou um passo além de Kepler e Galileu, enunciando três leis que suplantavam as descobertas de seus antecessores.

A primeira lei do movimento de Newton apresenta uma teoria da inércia, afirmando que um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme ao longo de uma linha reta, a menos que sofra ação de uma força externa. As coisas se movimentavam através do espaço porque nada havia para detê-las depois de terem sido inicialmente postas em movimento. Pela primeira vez o movimento dos corpos através dos céus era *explicado* – sem recorrer a artifícios divinos ou à locomoção pelos anjos. (Embora apenas três séculos mais tarde a Teoria do Big Bang tenha de fato explicado como surgiu esse movimento inicial.)

A segunda lei do movimento de Newton afirma que a taxa de variação do momentum (massa vezes velocidade) em relação ao tempo de um corpo em movimento é proporcional à força nele exercida. Em outras palavras, o efeito de uma força contínua sobre um corpo inicialmente em repouso ou em movimento uniforme é *fazê-lo acelerar*. Galileu descobrira isso ao lançar objetos da torre

inclinada de Pisa. A atração da gravidade faz um corpo acelerar. O mesmo acontece quando a Lua orbita a Terra.



A força de gravidade (g), atuando continuamente, imprime à Lua uma aceleração na direção da Terra, mas o momentum (massa \times velocidade) da Lua estabelece a tendência inercial de manter seu movimento na direção de m . O resultante equilíbrio contínuo dessas duas tendências mantém a Lua em órbita. Newton tinha que calcular a taxa de variação do momentum da Lua. Como a órbita da Lua é uma elipse irregular, isso significava calcular a velocidade de um objeto se movendo em curva. Foi em suas primeiras tentativas de resolver esse problema que Newton utilizou seus recém-descobertos fluxions e ao longo do processo desenvolveu o cálculo diferencial.

A terceira lei do movimento de Newton afirma que se um corpo exerce uma força sobre outro, o segundo exercerá, simultaneamente, força oposta e de mesma magnitude sobre o primeiro. O conceito de força adotado por Newton nessas leis iria transformar a ciência. Unia a recente visão mecanicista do mundo de Descartes com a antiga tradição de Pitágoras, que afirmava que o mundo consistia fundamentalmente em números. Essa combinação de mecânica e matemática não apenas explicava como o mundo funcionava, mas significava que podíamos também calcular precisamente o que estava acontecendo nele.

Aplicando essas três leis fundamentais, Newton finalmente era capaz de concluir como a força gravitacional atuava entre dois corpos. Mostrou que ela é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros de gravidade^b. Isso se expressava em sua célebre fórmula (a $E=mc^2$ de sua época):

$$F = \frac{m_1 m_2 G}{d^2}$$

onde F é a força de atração gravitacional, m1 e m2 são as massas da Terra e da Lua, d é a distância entre seus centros de gravidade e G é a constante gravitacional. O que o tinha lançado no caminho para essa fórmula era a possibilidade da relação do inverso do quadrado – e essa bem pode ter sido a descoberta original provocada pela queda da maçã. Newton não compreendeu súbita e plenamente a noção de gravidade; mas o que pôde inferir o encaminhou para a longa e complexa jornada matemática que resultaria na sua lei da gravitação. Ainda assim, um século ainda se passaria antes que o excêntrico físico inglês Cavendish conseguisse determinar o valor de G, a constante gravitacional. No entanto, essa incompletude não impediu que Newton fizesse asserções radicais para sua nova lei. Ele afirmava que a Lei da Gravitação se aplicava a todo o universo. Isso era, naturalmente, uma hipótese: os cálculos de Newton baseavam-se totalmente em observações da Lua e dos planetas então conhecidos. Mas Newton não aceitaria objeções, proferindo sua famosa afirmação: “*Hypotheses non fingo.*” (Não construo hipóteses.)

É difícil entendermos a total fragilidade da afirmação de Newton com respeito à sua lei da gravidade – que ele insistia em chamar Lei *Universal* da Gravidade. Um dos maiores *insights* humanos de todos os tempos era de fato pouco mais que uma intuição – uma suposição extraordinariamente genial. Whitehead, filósofo e matemático do século XX, ofereceu um corretivo útil tanto para Newton quanto para todos nós: “O desejo patético da humanidade

de se perceber respaldada por uma base intelectual clara, distinta e correta é ilustrado pela jactância da *hypotheses non fingo* de Newton, proferida no momento em que enunciava sua lei da gravitação universal. Essa lei afirma que cada partícula de matéria atrai todas as outras partículas de matéria, embora no momento de sua enunciação só planetas e corpos celestes tinham sido observados atraindo 'partículas de matéria'."

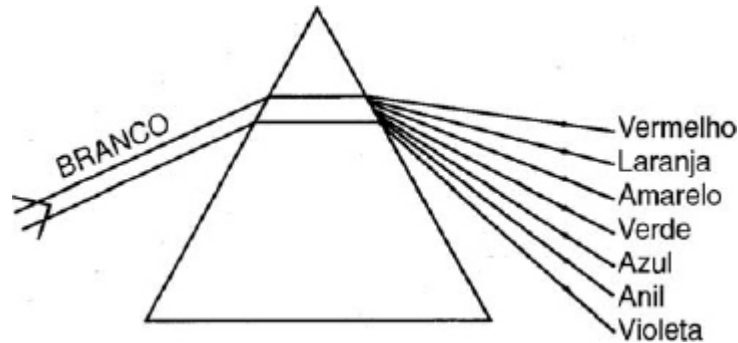
Pode ter havido escassa evidência *científica* para a reivindicação de Newton de universalidade, mas sua lei de gravitação certamente respondia por muitos fatos e excentricidades observados no movimento planetário. O mais interessante é que ela *explicou* as leis de Kepler e também as irregularidades nas órbitas da Lua e dos planetas (que ocorriam quando eram afetados pela força gravitacional de outros planetas em trânsito, além da já considerada força do Sol).

A audaciosa suposição de Newton mudou tudo. Daí em diante os cientistas passaram a acreditar que tudo o que acontecia no universo podia ser explicado em termos matemáticos, o que permaneceu como uma das crenças centrais da ciência moderna. De fato, é a pedra angular da busca contínua de uma Teoria de Tudo que explicará a dinâmica fundamental do universo e de tudo o que ele contém.

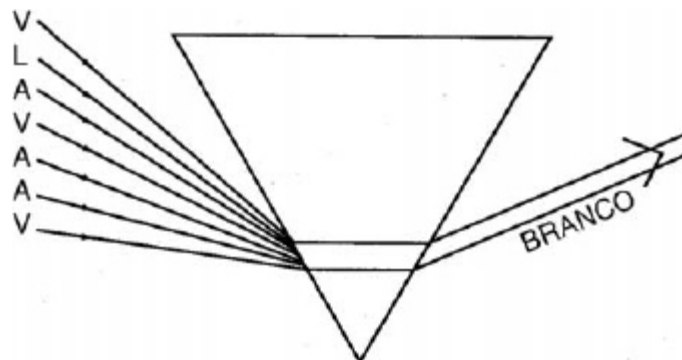
A terceira descoberta importante que Newton fez durante seu *annus mirabilis* em Woolsthorpe dizia respeito à luz. Antes pensava-se que a cor era criada por uma mistura de claro e escuro. Newton percebeu que essa idéia não era amparada por evidência experimental. A página impressa de um livro – que continha tanto branco quanto preto – não se mostrava colorida quando vista de uma distância em que branco e preto se misturassem. Mostrava-se cinzenta.

Newton conduziu uma série de experiências em casa, em um quarto escurecido, com um prisma de vidro. Quando deixava entrar um fecho de luz por entre as cortinas, de modo que um raio de luz branca passasse através de um prisma, o raio era refratado (curvado pelo vidro). Mas partes diferentes do raio eram refratadas por

quantidades diferentes e ele emergia do prisma dividido em cores. Essas cores eram as mesmas, e na mesma ordem, que apareciam no arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.



Seriam essas cores, de alguma forma, criadas pelo vidro transparente do prisma? Newton fez em seguida com que o feixe de luz arco-íris passasse através de outro prisma, posto de cabeça para baixo. Os raios de luz colorida então reconvergiam e emergiam sob a forma de um único feixe de luz branca.



Newton experimentou então isolar um único raio de luz colorida, e passou-o por um prisma. Embora refratado, emergiu da mesma cor. A inferência era óbvia. A luz branca era feita de uma combinação das cores do espectro.

Quando Newton retornou a Cambridge, suas demonstrações dessa experiência causaram grande impacto e ele foi eleito membro do Trinity College. Mas permaneceu reticente sobre suas outras descobertas. O cálculo e suas idéias sobre a gravidade estavam

ainda em estágio inicial e ele não desejava entrar em discussões sobre esses temas. (Alguém poderia cometer a temeridade de contradizê-lo.) No entanto, abriu uma exceção no caso de seu antigo orientador Barrow, o Lucasian Professor de matemática. (Esta cátedra tinha sido apenas recentemente criada: uma primeira indicação da divergência de Cambridge com a tradição clássica e de sua libertação das amarras do falecido aristotelismo. O atual Lucasian Professor de matemática é Stephen Hawking, mais conhecido como autor de *Uma breve história do tempo*.)

Barrow era um homem excepcional, em muitos aspectos precisamente o oposto de Newton. Nada do matemático estereotipado – era um indivíduo afável de porte físico avantajado, que gostava de boxe e viajara até Constantinopla (onde vencera um concurso de luta corporal). Mas Barrow tinha dois pontos que agradavam a Newton. Era um homem profundamente religioso e um ótimo matemático. Na realidade, a compreensão de Barrow dos últimos progressos matemáticos sem dúvida ajudaram Newton a desenvolver o cálculo.

Newton não era atraído por figuras paternas (o Pai estava no céu), o que era raro em um jovem na sua situação. Isaac Barrow (cujo primeiro nome até copiava o de seu pai) parece ter sido uma pequena exceção. Por uma vez, Newton encontrara alguém que podia admirar. Assim como Newton, Barrow trabalhava longas horas e dormia pouco. Newton deve ter também reconhecido uma auto-absorção semelhante à sua no jeito distraído de Barrow, pois, de acordo com um contemporâneo de Barrow, ele era “totalmente negligente em sua maneira de se vestir ... como o mais perfeito acadêmico que já conheci”. Newton apresentou uma descrição semelhante: “Ele costumava sair de forma muito descuidada, com sapatos de saltos gastos, meias desatadas, de casaco e com os cabelos em desalinho.” O professor e seu colega de vinte e quatro anos devem ter formado um belo par entre os janotas de peruca da época da Restauração.

Barrow parece ter sido o único homem em Cambridge a perceber a excepcional extensão do talento de Newton. Fora da universidade,

é claro, ninguém jamais ouvira falar dele. No entanto, nessa época Newton já realizara descobertas que o colocavam muito à frente de qualquer cientista ou matemático vivo.

Comenta-se que Barrow tratava Newton como um filho, dando-lhe presentes em seu aniversário. Embora atraído por ele, a atitude de Newton era mais prudente. A ausência precoce de sua mãe dotara-o de uma profunda ambivalência em relação aos poucos que conseguiam penetrar sua carapaça de indiferença para com o mundo exterior.

Em 1669, Barrow renunciou ao cargo de Lucasian Professor de matemática a fim de se dedicar a estudos teológicos. Certificou-se de que Newton seria nomeado para o cargo. Esperava-se que o Lucasian Professor se tornasse membro do clero, mas Barrow intercedeu a favor de Newton e não se exigiu que ele fosse ordenado, o que mostra que Barrow estava pelo menos em parte ciente de suas pesquisas pouco ortodoxas.

Paralelamente a seus progressos científicos, Newton conseguira também avanços notáveis em seus estudos bíblicos. Lendo as primeiras versões do Novo Testamento nos idiomas originais, convenceram-se de que esses textos tinham sido mais tarde adulterados por tradutores e comentadores em benefício próprio. A idéia da Trindade (Pai, Filho e Espírito Santo) era uma farsa completa, uma concepção fraudulenta imposta à cristandade por renegados ardilosos. Cristo não era divino e deveríamos rezar diretamente ao Deus Pai.

Essas crenças tinham sido declaradas heréticas pelo Concílio de Nicéia em 325 d.C. Da mesma forma, as autoridades do Trinity não receberiam bem a notícia de que sua universidade tivera o nome inspirado em uma fraude teológica – mas isso não intimidou Newton. No entanto, coerente com sua prática habitual, restringiu suas descobertas a seus cadernos de anotações.

Nesse caso *havia* um elemento que determinava a discrição do comportamento de Newton. A religião era de fato levada muito a sério no século XVII na Inglaterra – a Guerra Civil, a perseguição de heréticos, o medo do catolicismo, a aversão ao puritanismo, e outros

fatos, tinham produzido um perigoso coquetel de preconceitos. Não foi surpresa que Newton desenvolvesse um medo paranóico de ser tomado por herético, o que duraria até o fim de seus dias. Mas sua profunda crença em Deus, junto à necessidade inconsciente de se comunicar diretamente com o Pai, significava que não podia deter-se. O impulso de Newton em direção à verdade era tão forte no que dizia respeito à religião quanto no que tocava à ciência: também aqui ele procurava os desígnios de Deus.

E como se tudo isso não bastasse, Newton também prosseguia em suas pesquisas alquímicas, dentro da tradição hermética. O Lucasian Professor de matemática chegou ao ponto de mandar construir uma fornalha no jardim de seus aposentos na universidade a fim de que pudesse realizar suas experiências alquímicas. Suas atividades nessa área eram presumivelmente relatadas às autoridades da universidade como química, mas uma olhada em seus cadernos de anotações deixa claro que seu interesse residia em transmutar metais básicos em ouro.

É inacreditável que o maior cientista de seu tempo fosse também um de seus principais feiticeiros. Como destacou Keynes, economista do século XX: longe de ser um homem moderno da nova era científica, Newton era de fato o último dos grandes magos da Renascença, "o último menino prodígio a quem os Magos podiam prestar sincera e justa homenagem".

Mas estaria Newton de fato apenas desperdiçando seu tempo (e seu prodigioso talento) com palavrório? Seguindo as opiniões sensatas, Keynes se viu forçado a descartar a alquimia de Newton como "totalmente destituída de valor científico".

Pena que a verdade seja outra. Embora seja improvável que o Círculo Mágico venha a produzir o próximo Einstein, não se pode negar que a alquimia teve um papel central na formação das idéias *científicas* de Newton. A evidência é infelizmente constrangedora. Como vimos, antes, no mesmo século, Descartes propusera uma explicação puramente mecânica do mundo. Mas, à medida que a revolução científica progredia, alguns dos novos cientistas britânicos haviam começado a suspeitar que o mundo funcionava de maneira

mais complexa do que o bojo de um relógio. Na opinião do químico Boyle (que dissimuladamente era também um ávido alquimista), a mecânica não era adequada para explicar vários fenômenos naturais que ocorriam na química e na biologia.

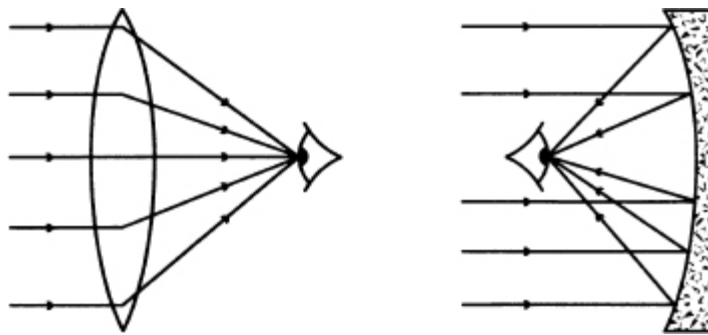
Newton concebeu a idéia de que esses acontecimentos resultavam de um princípio ativo, que complementava o princípio de inércia mecânico de Descartes. Esse princípio ativo decorria de "qualidades ocultas ... impossíveis de serem descobertas e explicitadas". A partir daí faltava apenas um pequeno passo para a noção de "força", a idéia de Newton que transformaria a ciência como um todo. Pode ser difícil de engolir, mas o conceito revolucionário central das Leis do Movimento de Newton originou-se na magia. Conforme observou Leonardo, outro grande mago da Renascença: "Existem mais coisas no mundo do que o homem jamais poderá entender."

As atividades alquímicas de Newton também o ajudaram de outras formas. A alquimia podia carecer de resultados demonstráveis (ou seja, nada de ouro), mas seus métodos eram bastante engenhosos – inclusive na montagem do aparato. (Boa parte dessa perícia experimental foi sendo adotada aos poucos pela química, então uma ciência embrionária, que, em conseqüência, teve um começo triunfante.) Newton demonstrara excepcional capacidade prática durante sua juventude em Grantham, mas encontrara poucas oportunidades para usar esse talento em suas pesquisas científicas e matemáticas em Cambridge e Woolsthorpe. A não ser pela alquimia, ele pode até ter evitado empenhar-se em experiências mais complexas. Da forma como aconteceu, a alquimia aprimorou seu talento prático, o que lhe proporcionou segurança para buscar soluções práticas. O exemplo mais conhecido é o do telescópio.

Como vimos, quando a luz passa através de um prisma, produz um espectro. Um efeito secundário semelhante acontece com as lentes, que são capazes de produzir imagens com bordas coloridas. Isso começava a comprometer a eficácia dos telescópios cada vez maiores que eram usados na astronomia (a física nuclear dos séculos XVI e XVII, que deu origem à nova era científica). Na virada

do século XVII, construía-se telescópios de altura superior a 60 metros, mas suas imagens aumentadas eram cada vez mais sujeitas à interferência de cor, fenômeno denominado "aberração cromática". Era como se os telescópios tivessem atingido seu limite, precipitando o fim de novas descobertas astronômicas.

Newton primeiro tentou resolver esse problema confeccionando lentes de formatos diferentes, mas não obteve êxito. Mais uma vez concentrou sua mente nos problemas envolvidos: "sempre pensando neles", dia e noite, até que finalmente chegava à resposta. A solução de Newton para a questão do telescópio foi um clássico "golpe de gênio". Era tão simples e eficiente que transformou os telescópios para sempre. Ao invés de concentrar a imagem final por refração através de uma lente, ele o fez por reflexão em um espelho parabólico.



A reflexão eliminava a "aberração cromática", na medida em que a luz não passava através do vidro, mas simplesmente se refletia em sua superfície espelhada. E havia uma vantagem adicional nesse método: uma vez que a luz não passava através do vidro, nenhuma fração de sua intensidade^c era absorvida. (Isso era vital na observação de corpos menores distantes, como as luas de Júpiter, que refletiam apenas pequenas quantidades de luz.) O método de Newton também tornou o telescópio muito menor. O primeiro telescópio que ele produziu tinha apenas seis polegadas de comprimento e uma polegada de diâmetro – com uma capacidade de ampliação de imagem, no entanto, de mais de trinta vezes. Newton construiu esse telescópio inteiramente sozinho, chegando

mesmo a fabricar suas próprias ferramentas para a manufatura de certas peças. E até hoje os telescópios mais potentes continuam a usar pratos refletores, de acordo com o princípio de Newton.

Como Lucasian Professor de matemática, Newton era obrigado a dar, a cada semestre, um pequeno número de palestras, que eram mal proferidas e mal preparadas. Ele não era um comunicador nato e estava mais interessado em falar sobre suas pesquisas em andamento do que sobre resultados finais. Após a clareza e a excitação iniciais provocadas pela demonstração do prisma, mostrando como a luz branca é composta de cores, baixou um nevoeiro de confusa especulação e teoria. No final, Newton era com freqüência abandonado resmungando sozinho em uma sala de conferências vazia.

Mas tudo mudou quando produziu seu novo telescópio em 1668. Estava tão orgulhoso de seu trabalho artesanal que, dessa vez, não resistiu à tentação de exibi-lo. A novidade começou a se espalhar por Cambridge e finalmente vazou para outros lugares. A Royal Society em Londres ouviu falar do "instrumento maravilhoso" e pediu para vê-lo. Newton estava então construindo uma segunda versão, maior, com nove polegadas de comprimento por duas polegadas de diâmetro. Em 1671, Barrow levou o telescópio para Londres, onde causou tal sensação que chegou a ser mostrado a Carlos II. Como consequência, Newton foi eleito membro da Royal Society (que fora fundada em 1660 e era na época a principal sociedade científica da Europa). Newton finalmente teve contato com os mais brilhantes intelectos da revolução científica britânica.

Estimulado por essa honraria, Newton deixou-se persuadir a divulgar alguns de seus segredos. Em 1672, enviou à Royal Society um ensaio sobre óptica, descrevendo sua teoria da luz e da cor. Nas palavras do secretário da Royal Society, esse ensaio "mereceu tanto atenção singular quanto aplauso incomum", embora uns poucos membros tivessem erguido objeções. Entre esses encontrava-se o irritadiço físico Hooke, um dos poucos cientistas de calibre suficiente para contradizer Newton. Hooke era um gênio nas experiências, mas raramente suas intuições produziam algo de concreto. Propôs uma

primeira e mal desenvolvida teoria ondulatória da luz; antecipou o motor a vapor, mas de forma impraticável; e suas pioneiras observações microscópicas levaram-no a criar o termo “célula” (embora ele o aplicasse de forma errônea). Hooke também realizara experiências com a luz, usando prismas, e delas inferira uma de suas teorias caracteristicamente estrábicas. Hooke tinha poder de liderança na Royal Society e considerava a óptica seu território. Escreveu uma crítica condescendente sobre o ensaio de Newton, ridicularizando suas conclusões. Trocaram cartas e, quando Newton publicou um segundo ensaio descrevendo suas descobertas, Hooke o acusou de plágio.

Newton era psicologicamente incapaz de aceitar críticas em quaisquer circunstâncias. Em decorrência da acusação de Hooke, não conseguiu se conter e sua ira desconheceu limites. Hooke tornou-se seu inimigo jurado – papel que o irascível Hooke ficou por demais satisfeito em assumir. Mas não se tratava de fúria passageira da parte de Newton. Deixou-se de tal forma transtornar pelo incidente que seu trabalho foi prejudicado por mais de dois anos. De modo áspero, renunciou à Royal Society (atitude inusitada, que felizmente não foi aceita) e jurou que não voltaria a publicar obras científicas.

Mas a controvérsia se prolongou. Newton passou a se corresponder com alguns cientistas jesuítas ingleses de Liège, que buscavam esclarecer sua experiência original com o prisma. Suas experiências não haviam reproduzido o mesmo efeito que Newton propalava. Essa correspondência se prolongaria por alguns anos, com os jesuítas finalmente negando a veracidade dos resultados de Newton. Já consideravelmente abalado por essa correspondência, Newton confundiu estupidez com conspiração. Chegou a tal paroxismo que jurou abandonar a ciência: “Resolutamente direi adeus a ela para sempre” – e sofreu um total colapso nervoso.

Enquanto se recuperava, Newton cumpriu a palavra. Abandonou suas pesquisas científicas e mergulhou nos estudos bíblicos e herméticos. Quer dizer: toda a noção da Trindade era fraudada, apoiada apenas em documentos do século IV forjados por santo

Atanásio. Recorrendo à estrela Regulus (alfa da constelação do Leão) e cobre era possível produzir magicamente o hermafrodita conhecido por rede, que consistia no sêmen viril de Marte e no princípio feminino de Vênus. E assim por diante. (A biblioteca de Newton exibia mais de cento e quarenta livros só sobre alquimia, e, segundo um biógrafo, na ocasião de sua morte, seus documentos continham “meio milhão de palavras sem valor sobre química”.)

Em 1679 morreu a mãe de Newton. Tinha sido abandonado por ela pela última vez: estava só. Foi Freud quem primeiro observou que os maiores *insights* intelectuais com frequência ocorrem a seus criadores após terem sofrido uma perda profunda. E esse caso não seria exceção. Em decorrência de suas noções ocultistas a respeito de atração e repulsão, Newton concebera a idéia de forças. Mas até então apenas aplicara essa noção a fenômenos terrestres. Recebeu então uma carta de Hooke, que queria conciliar suas diferenças. Hooke informava a Newton sobre sua análise do movimento planetário, inclusive sua idéia de uma atração central que mantinha os planetas em órbitas elípticas. Hooke intuía que isso provavelmente funcionava segundo uma lei do inverso do quadrado – desconhecendo que Newton resolvera a matemática de uma lei do inverso do quadrado mais ou menos uma década antes.

Newton recusou-se a manter correspondência duradoura com Hooke, mas mais tarde admitiu que a carta de Hooke o impeliu a aplicar sua própria lei do inverso do quadrado – cuja especificidade matemática está diretamente associada às primeira e terceira leis de Kepler – às órbitas elípticas dos planetas. Foi este passo, por sua vez, que levou Newton a um de seus maiores *insights*. Sua noção de força – até então vista apenas em termos de fenômenos terrestres – também se aplicava à mecânica orbital.

Newton achava-se agora muito perto do conceito de gravitação universal. Mas não foi senão cinco anos depois que teve o estalo. E uma vez mais o estímulo partiu de sua velha *bête noir* Hooke.

Em 1684 o odioso Hooke gabava-se com o astrônomo Halley de que não havia mais qualquer problema em relação ao movimento planetário. Ele próprio formulara uma lei do inverso do quadrado que

governava o movimento dos corpos celestes. Halley não se convenceu com a explicação de Hooke, que tinha escassa sustentação matemática.

Halley decidiu consultar Newton, que lhe informou que elaborara uma teoria da dinâmica orbital alguns anos antes e tinha os cálculos para fundamentá-la. Halley conseguiu convencer Newton a lhe enviar um ensaio explicitando suas descobertas. Newton oportunamente iniciou um ensaio intitulado "Sobre o movimento dos corpos celestes em órbita" (*De motu corporum in gyrum*), que Halley recebeu sete meses depois.

Halley ficou de tal forma impressionado com o ensaio que viajou uma vez mais a Cambridge, onde descobriu que Newton tinha um vasto estoque de ensaios não publicados. O pai de Halley havia pouco fora assassinado, deixando-lhe uma fortuna. Halley sugeriu que gostaria de financiar a publicação dos ensaios de Newton.

Nesse ínterim, a elaboração do *De motu* levava Newton a pensar além de suas idéias de movimento planetário e a afinal conceber a idéia da gravitação universal. No auge da inspiração, concordou com o esquema de Halley e partiu para os cálculos necessários.

Durante dois anos e meio Newton trabalhou em isolamento, preparando o que seria sua obra-prima: *Philosophiae naturalis principia mathematica* ("Os princípios matemáticos da filosofia natural"). Hoje em dia, referimo-nos a esse livro, em geral reconhecido como o mais importante trabalho científico jamais produzido, simplesmente como os *Principia*.

Coerente com o hábito medieval que ainda prevalecia, Newton escreveu os *Principia* em latim (que continuava a servir como língua internacional). Seu título completo deriva do fato de que naqueles dias a ciência ainda era considerada um ramo da filosofia, sendo referida a ela como filosofia natural – embora as implicações do trabalho revolucionário de Newton ainda fossem se estender à própria filosofia. Desse ponto em diante, nenhum filósofo podia ignorar essa nova cosmologia, baseada na experimentação. Não era mais possível explicar o mundo simplesmente pensando nele e formulando princípios abstratos. A experiência concreta tinha que

ser levada em consideração. Intensamente influenciado pelas descobertas *científicas* de Newton, o filósofo Locke iria formular o empirismo, que afirma que nosso conhecimento decorre fundamentalmente da experiência, lançando assim os alicerces da filosofia moderna. Os *Principia* de Newton iriam modificar inteiramente nossa forma de pensar o mundo.

Essa obra também era vista como um dos trabalhos seminais da Idade da Razão. Uma atmosfera de otimismo intelectual começou a prevalecer, a ciência mostrava que o mundo fora construído segundo princípios básicos que podiam ser entendidos a parte da razão. Tudo podia ser conhecido: a ciência tinha a chave da vida, do universo e de tudo mais.

No entanto, paradoxalmente, o mais moderno dos livros não apenas fora escrito em latim, mas redigido ao estilo dos gregos antigos. Suas três leis do movimento e a Lei da Gravitação Universal podem ter sido as pedras angulares da ciência moderna, mas estas foram colocadas e provadas pelo raciocínio geométrico, tal como fizera Euclides dois mil anos antes. Newton estava ciente de que escrevia um clássico e queria escrevê-lo em estilo clássico. Teria sido muito mais fácil (e feito muito mais sentido) para ele ter usado sua nova descoberta, o cálculo. Mas ele preferia manter em segredo esse novo método, que um dia iria transformar a matemática. (Há apenas uma referência ligeira a ele nos *Principia*; mas, como veremos, isso estabeleceria um precedente vital.)

O manuscrito dos *Principia* foi primeiro enviado à Royal Society, cujo secretário era então Hooke. Assim que leu o manuscrito de Newton, Hooke acusou-o de plágio. Ele escrevera a Newton seis anos antes revelando sua lei do inverso do quadrado. Newton tinha baseado sua obra em propriedade roubada.

O efeito dessa acusação era previsível. Newton foi incapaz de conter sua ira. Ele descobrira a lei do inverso do quadrado, e resolvera sua matemática, dez anos antes da carta de Hooke. O problema era que Newton guardara sua descoberta para si mesmo. Halley apelou à generosidade de Newton. Hooke estava doente e idoso, além de seu comportamento anti-social tê-lo reduzido à

miséria. Tudo que Hooke de fato necessitava era de algum tipo de reconhecimento – não custaria nada a Newton fazer esse gesto nos *Principia*.

Mas Halley subestimara Newton. Ele não era nada generoso – e sua raiva desconhecia limites. Ao invés de incluir esse reconhecimento em seu livro, Newton de forma vingativa procurou erradicar dele qualquer referência a Hooke – embora no calor do momento tivesse deixado passar algumas. (A fúria de Newton não seria passageira. Enquanto Hooke permaneceu como secretário da Royal Society, Newton recusou-se a aceitar qualquer cargo, recusou-se a permitir que a sociedade publicasse suas obras e guardou todos os seus manuscritos para si. Hooke se conservou no cargo por dezessete anos e essa situação só foi resolvida com sua morte em 1703.)

Quando os *Principia* foram afinal publicados em 1687, provocaram sensação. Newton tornou-se internacionalmente famoso. Embora seu conceito de “força” não fosse totalmente aceito no continente, os principais cientistas da época logo o reconheceram como digno sucessor de Galileu e Descartes.

Enquanto isso, Jaime II iniciara uma campanha para transformar Cambridge em um baluarte do ensino católico. O corpo acadêmico resistiu e o autor dos *Principia* tornou-se seu inverossímil paladino. Newton, o herético dissimulado, afinal tinha um alvo legítimo sobre o qual descarregar suas angústias. Sua resistência determinada ao rei parecia valente e até precipitada, embora impulsionada por forças das quais ninguém suspeitava. De fato, não fosse a fuga de Jaime II e a instauração de uma monarquia protestante sob William e Mary, Newton teria se encontrado em extremo perigo. Muitos foram para a força por menos.

Em reconhecimento por sua atitude, Newton foi nomeado Membro do Parlamento para a Universidade (que recusara nesse período três candidatos não eleitos). Ser Membro do Parlamento significava períodos de residência em Londres, onde Newton foi olhado com alguma reverência e chegou a ser convidado para jantar com o rei. Foi reconhecido como “o mais requintado de todos os

pensadores” por Locke, com quem travou relações – conhecendo também outras personalidades como Wren (que na época concluiu a Catedral de St. Paul), Pepys (redator de diários e administrador naval, que tinha incongruentemente se tornado presidente da Royal Society) e Charles Montague (o ambicioso político que mais tarde se tornaria Lord Halifax). Atraiu também muitos seguidores dentre a jovem geração de cientistas, usando sua crescente influência para conseguir que vários deles fossem nomeados para os poucos cargos remunerados da universidade abertos a “filósofos naturais”.

Entre esses acólitos encontrava-se um certo Fatio de Duillier, jovem matemático suíço que conhecera o filósofo-matemático alemão Leibniz e o físico holandês Huygens (inventor do primeiro cronômetro verdadeiramente de precisão). Newton gostou imediatamente de Fatio e logo estabeleceu laços emocionais íntimos com ele. Referências generosas a Fatio começaram a aparecer em seus ensaios científicos, agradecendo pequenas informações que Fatio lhe passara (uma rara honra, de fato). Newton residia perto de Fatio quando se encontrava em Londres, e Fatio chegou a sugerir que ele abrisse mão de morar em Cambridge e ocupasse um cargo em Londres. Segundo Richard S. Westfall, o grande biógrafo moderno de Newton, seu relacionamento com Fatio “foi a mais profunda experiência de sua vida adulta”. Quando se separavam, trocavam cartas cada vez mais intensas.

Apaixonar-se (ainda que Newton não tivesse consciência de que era isso o que tinha lhe acontecido) revigorou as energias do cientista de quarenta e oito anos de idade. Além de seu trabalho genuinamente científico em óptica, passou a se dedicar a seus estudos alquímicos com renovado entusiasmo. De acordo com seu assistente, permaneceu “aproximadamente seis semanas em seu laboratório, o fogo do aquecimento quase se apagando, dia e noite, ele acordado uma noite, eu outra, até que tivesse concluído suas experiências químicas”. Ao mesmo tempo, sua crescente autoconfiança encorajou-o a escrever um ensaio explicando suas “descobertas” religiosas. Chegou a mostrá-lo a Locke, que concordou que fosse publicado anonimamente na Holanda. Porém,

no último minuto Newton perdeu a coragem: refutar a Trindade poderia macular o nome de sua universidade (para não falar de sua própria reputação).

Segundo uma estória legendária, Newton quase maculou mais do que apenas o nome de sua universidade. Após trabalhar a noite inteira, saiu certa manhã para a igreja, deixando distraidamente uma vela ainda acesa sobre a escrivaninha. Durante sua ausência, ela foi derrubada por seu cão Diamond. No incêndio que se seguiu, obras inestimáveis não publicadas foram consumidas nas chamas. Ao retornar da igreja, diz-se que Newton exclamou: "Oh, Diamond! Diamond! Você não imagina o dano que causou."

A pressão sobre a mente já sobrecarregada de Newton tornou-se cada vez mais prejudicial. Por volta do final de 1692, ele parece ter passado por uma crise de fé na alquimia, que o afetou profundamente. Ao mesmo tempo, outra crise se desdobrava. Fatio estivera seriamente doente e de repente lhe comunicou que sua mãe morrera e que teria de voltar à Suíça. Newton perdeu o controle, enviando cartas angustiadas a Fatio, implorando-lhe que fosse morar em Cambridge com ele. Fatio foi evasivo, sentindo-se profundamente atraído por Newton. A troca de cartas alcançou intensidade febril. E subitamente cessou. Só podemos conjecturar o porquê.

Mais ou menos nessa época, um membro da universidade observou que Newton sofria de "uma doença que lhe atacava a cabeça e o deixava acordado por aproximadamente cinco noites seguidas". Os próximos quatro meses são encobertos pelo silêncio, quebrado por uma carta a Pepys, na qual Newton lhe informava: "Estou extremamente transtornado pela confusão em que me encontro ... nem tenho mais a antiga consistência mental." Três dias depois Locke recebeu de Newton uma carta rabiscada, borrada de tinta, escrita na Bull Tavern, em Shoreditch, lado leste de Londres. Nela, implora a Locke que o perdoe por "achar que você se empenhou para me envolver com mulheres" [e dizendo] "seria melhor que você estivesse morto".

Newton sofrera outro colapso mental, do qual levaria quase dois anos para se recuperar. (Fatio aparentemente sofreu colapso ainda pior, desaparecendo por completo da cena matemática; a notícia seguinte que se teria dele era de que fazia parte de uma seita religiosa extremista de exilados franceses.)

Newton jamais voltaria a empreender qualquer trabalho científico importante – embora tivesse produzido resumos de trabalhos anteriores ainda inéditos que contribuíram de forma considerável para sua reputação. Quando Newton se recuperou da doença, seus amigos o encorajaram a tentar algum cargo de prestígio em Londres. (Ele obstinadamente recusou a presidência da Royal Society enquanto Hooke permaneceu como secretário.) Aproximou-se de seu compadre político Montague e foi nomeado Inspetor da Casa da Moeda, com o generoso salário de £2.000 (na época um trabalhador qualificado considerava-se feliz se conseguisse ganhar £20 por ano).

A nomeação de Newton para a Casa da Moeda tinha a intenção de uma sinecura bem merecida: uma recompensa ao mais nobre ornamento intelectual da Inglaterra. Pelo menos assim reza a história oficial. Mas, de acordo com seu admirador francês Voltaire: “Supunha que a Corte e a cidade de Londres o haviam nomeado Inspetor da Casa da Moeda por aclamação. Nada disso. Isaac Newton tinha uma sobrinha charmosíssima que acabou conquistando o ministro Halifax Montague. Fluxions e gravitação não teriam qualquer utilidade sem uma sobrinha bonita.” E curiosamente parece que bem pode ter havido algo de verdadeiro nessa estória improvável.

Fosse como fosse, Newton não estava inclinado a considerar esse emprego como sinecura. Ele tinha outras idéias. Na época a moeda inglesa vinha sendo fortemente solapada por falsários e “aparadores” (que cortavam as bordas das moedas de ouro e prata). Mais uma vez Newton tinha um alvo legítimo sobre o qual despejar sua vasta e reprimida ira. Dessa vez não havia perigo (para ele) e não era possível detê-lo. Em alguns meses Newton tornara-se o terror do submundo de Londres, conduzindo uma campanha

vingativa contra todos os contraventores que encontrava. Mais de cem foram atirados na prisão de Newgate e Newton foi responsável por alguns enforcamentos em Tyburn. Fazia questão de estar presente em todos os julgamentos.

Em pouco tempo criminosos inescrupulosos literalmente tremiam à simples menção de seu nome. Newton estava fora de controle, andando pelas tabernas (com uma escolta armada), realizando "entrevistas" com suspeitos e informantes. Durante essas "entrevistas", daria plena vazão à sua temível ira – tanto sobre perigosos criminosos quanto sobre inocentes. Dizia-se que as transcrições desses interrogatórios, que apresentavam apenas uma versão formal dos autos, soava como a *Ópera dos mendigos*. Infelizmente, mais tarde Newton destruiu esses registros – "dos quais queimamos caixas cheias", segundo a autoridade da Casa da Moeda que era seu colaborador.

O trabalho de Newton logo começou a despertar atenção além dos limites do submundo. Um rico fidalgo de Kensington chamado William Chaloner organizou uma campanha contra a Casa da Moeda, acusando-a de malversação. Ele era conhecido como inventor e sugeriu ao Parlamento que as máquinas de cunhagem da Casa da Moeda fossem substituídas por uma invenção sua. Sempre contrário a revelar seus métodos de trabalho, Newton recusou-se incontinenti a permitir que Chaloner examinasse as máquinas de cunhagem da Casa da Moeda, o que fez com que Chaloner acusasse a instituição de fabricar moedas falsas e de estar mancomunada com os falsários.

Foi um erro. Newton tinha muito que esconder (heresia etc.) e era paranóico em relação a acusações de malversação secreta. "Investigou" Chaloner com uma persistência impiedosa, descobrindo através de informantes do submundo que ele tinha de fato feito sua fortuna falsificando moedas. Embora Chaloner tivesse a proteção de amigos poderosos, inclusive bem situados Membros do Parlamento, Newton prosseguiu com paixão implacável. Chaloner era um homem cruel, traíndo amigos íntimos que eram levados à força e fazendo ameaças veladas a Newton, numa tentativa de esquivar-se da justiça. Mas Chaloner tinha chamado Newton de mentiroso (o que

ele obviamente era cada vez que rezava na igreja). Newton não poderia descansar enquanto tal homem vivesse. O resultado foi inevitável. Chaloner foi enforcado em Tyburn em 1699.

No mesmo ano, Newton foi promovido a Diretor da Casa da Moeda e seu salário foi aumentado para £3.500. Fora então forçado a deslocar sua atenção para assuntos mais sérios. As aparas já tinham reduzido toda a cunhagem em prata à quase metade de seu peso especificado e, em consequência, o dinheiro inglês era com frequência recusado no continente. Isso começava a destruir o comércio e o Tesouro estava a ponto de entrar em colapso. Se isso acontecesse, a monarquia protestante poderia ruir, provocando o retorno dos temidos Stuarts católicos.

Desesperado, o governo decidiu que havia apenas uma solução: todo o dinheiro tinha que ser cunhado novamente. Newton dedicou-se à tarefa hercúlea com a concentração característica. Na Casa da Moeda, trezentos homens e cinquenta cavalos (para acionar as máquinas) tomaram parte no trabalho e £6.500.000 foram cunhadas em três anos. Era uma grande realização: apenas metade desse total tinha sido produzida nos trinta anos anteriores!

Em 1703 Hooke afinal morreu e Newton aceitou o cargo de presidente da Royal Society. Newton era incapaz de magnanimidade e de imediato determinou que o retrato de Hooke fosse queimado. Dedicou-se em seguida a revitalizar a Sociedade, que tinha então se transformado em mera casa de mexericos. Instituiu encontros semanais, sendo que em cada um era demonstrada uma nova experiência. Ao contrário dos presidentes anteriores, que raramente apareciam, Newton só faltaria a três encontros nos vinte anos seguintes.

A presidência de Newton foi manchada por outra manifestação de sua personalidade – só que dessa vez as vítimas eram membros da Royal Society ao invés de figuras do submundo. O episódio mais infeliz envolveu Flamsteed, astrônomo real, a quem Newton virtualmente caçou até a morte.

Newton batera-se em duelo com Flamsteed na época em que escrevia os *Principia*. Como precisasse de dados colhidos em

observações para apoiar seus cálculos da órbita lunar, Newton escrevera a Flamsteed no Observatório Real em Greenwich. Flamsteed era perfeccionista e já dedicara mais de uma década a observações visando o que comprovadamente seria o mais exato e abrangente atlas celeste realizado até então. Newton necessitava imediatamente de dados precisos. Flamsteed era contrário a que resultados de seus longos trabalhos fossem divulgados por partes; e só com relutância liberou os dados, se é que o fez. Em decorrência, acabou tendo o mesmo destino de Hooke – todos os agradecimentos dirigidos a ele que Newton pôde encontrar foram vingativamente retirados da segunda edição dos *Principia*. Mas isso era apenas o começo.

Quando Newton se tornou presidente da Royal Society, o Observatório Real efetivamente caiu em seus domínios. De imediato determinou a Flamsteed a publicação incontinenti de todas as suas descobertas. Flamsteed protestou, e durante muitos anos sustentou na retaguarda uma ardilosa batalha contra a persistente tirania de Newton. Mas não era fácil opor-se a Newton, que afinal persuadiu seu amigo Halley a confiscar os escritos de Flamsteed, o trabalho de toda a sua vida. Halley recebeu ordens de editá-los ele próprio para publicação e quatrocentos exemplares foram impressos. Flamsteed se sentiu ultrajado, como era de se esperar, com a profanação de sua preciosa obra.

Conseguiu obter um interdito contra a Royal Society, que estava publicando a obra. Mas era tarde demais, os exemplares já tinham sido distribuídos. Com a ajuda de amigos conseguiu recuperar trezentos, que pessoalmente queimou. A Royal Society pode ter sido a maior instituição de seu gênero na Europa, mas seus atos – principalmente os de seu presidente – eram algumas vezes nada científicos.

Agora que Hooke estava morto, Newton decidiu que era seguro publicar mais de sua própria obra. (Nesse momento ninguém na Inglaterra cometia a temeridade de questioná-lo, muito menos de acusá-lo de plágio.) Em 1704 Newton publicou sua segunda obra-prima, a *Óptica*. Tratava-se de fato de pouco mais do que um

resumo do espetacular trabalho sobre a luz que ele realizara trinta anos antes. Anexos a esse trabalho encontravam-se dois ensaios descrevendo seu método de fluxions (cálculo), que ele também descobrira mais ou menos trinta anos antes. Infelizmente o filósofo alemão Leibniz publicara sua própria versão do cálculo vinte anos antes. As inevitáveis acusações de plágio logo causaram furor.

Os fatos, como deles tomamos conhecimento, são os seguintes. Leibniz tinha com certeza visto alguns dos primeiros trabalhos de Newton, mas também com certeza formulara sua própria versão do cálculo de forma independente. Na realidade, toda a sua notação é diferente. (A notação de Leibniz – tal como \int para integração – é a que usamos hoje, assim como o nome que deu à sua descoberta: cálculo.) A falta de disposição de Newton para enfrentar questionamentos sobre seu trabalho condenou seus fluxions à história. O cálculo de Leibniz já estava sendo usado por matemáticos no continente. No entanto, não há dúvida de que Newton foi o primeiro a descobrir esse método.

Não obstante, logo ficou claro que os fatos pouco importavam para qualquer dos lados. (Esse triste enfoque não científico nas disputas de primazia entre os cientistas rapidamente se estabeleceria como tradição e continua a florescer.) Dessa vez Newton tinha encontrado um adversário ainda mais forte que Hooke – de estatura intelectual próxima à sua e tão obstinado quanto ele.

Leibniz cometeu o erro tático de acusar Newton de desonestidade, e mais uma vez o ódio de Newton desconheceu limites. Ele literalmente adoeceu de raiva. Seguiu-se áspera correspondência entre os membros das facções rivais, na qual os dois maiores cérebros da Europa exibiam uma falta de escrúpulos de tirar o fôlego.

Decidiu-se que a Royal Society deveria formar uma comissão para investigar o assunto. Newton apoderou-se do relatório da comissão, reescreveu-o por completo em seu próprio benefício e até o revisou pessoalmente, embora de forma anônima. Escreveu numerosos artigos injuriosos a seu favor e intimidou outros eminentes cientistas e matemáticos, obrigando-os a publicá-los sob

suas assinaturas. Leibniz também empenhou-se em ser o mais sórdido possível e a controvérsia repercutiu até sua morte em 1716.

Mas a ira de Newton não era tão facilmente aplacada. Ele continuou a perseguir Leibniz além-túmulo. Visitantes falavam de discursos improvisados contra o falecido filósofo alemão, e praticamente todo o trabalho científico que Newton escreveu daquela data em diante incluiu um parágrafo furioso fustigando seu adversário morto. Leibniz não podia mais retirar sua acusação de desonestidade: o estigma, assim, permaneceu.

Com razão alguns psiquiatras especularam sobre a existência de alguma desonestidade mais profunda no caráter de Newton que ele se sentisse obrigado a esconder. Haveria alguma coisa por trás de toda a heresia, das angústias patológicas que o mergulhavam no trabalho dia e noite, da incapacidade de tolerar questionamentos ou acusações de qualquer espécie? Talvez. É possível que tenha sido aterrorizado por insinuações sobre sua homossexualidade reprimida ou por algum outro segredo que não pudesse encarar. No entanto, se assim era, a fuga diante dessa verdade sobre sua natureza levou-o a descobrir verdades muito mais profundas sobre a própria natureza. Seu fracasso como ser humano – tanto psicologicamente quanto em seus atos – parece ter sido inextricavelmente ligado ao sucesso de seu trabalho. (Embora a qualidade ímpar deste permaneça sem explicação até o presente.)

Tende-se a olhar para os últimos anos da vida de Newton como o desperdício de um grande talento. É verdade, não produziu nada – mas o que poderia ter produzido? Essas perguntas são em geral infrutíferas. Mas, no caso de Newton, havia certamente temas em aberto. Tomemos suas concepções da luz, por exemplo. Contra a opinião emergente, Newton aferrou-se à antiga idéia de que a luz consistia em um fluxo de partículas. No entanto, estava disposto a admitir que algumas evidências pareciam confirmar a concorrente teoria ondulatória. Tivesse ele continuado a dedicar-se ao problema, não é impossível que tivesse chegado a algo semelhante à teoria quântica da luz, que a considera como partículas e ondas. (Ainda se passariam duzentos anos antes que o físico dinamarquês Bohr

elaborasse essa teoria, impulsionando desse modo a física do século XX.)

O gênio supremo de Newton certamente definiu depois que chegou em Londres aos quarenta e três anos de idade, mas ele permaneceu, ainda assim, em condições de competir com qualquer outro cérebro na Europa. Em 1696 Leibniz concebera um problema, com a ajuda de um amigo, o matemático suíço Bernoulli (que o ajudara a desenvolver sua versão do cálculo integral). O problema era o seguinte. Dois pontos são escolhidos ao acaso em um plano vertical. Que curva um corpo pesado descreve quando viaja sem atrito, sob a força da gravidade, do ponto superior ao ponto inferior no menor tempo possível? Esse problema da *Brachistochrone* (tempo mínimo) foi colocado como desafio para as cabeças privilegiadas da Europa. Newton recebeu os detalhes quando voltava do trabalho à tarde, depois de um dia difícil na Casa da Moeda. Ainda se opunha a produzir (ou até a discutir) seu trabalho intelectual em público, tendo escrito a um colega: "Não gosto ... de ser atormentado e importunado por estrangeiros sobre assuntos matemáticos." A despeito disso, não resistiu a lançar os olhos sobre o problema após o jantar e às quatro horas da manhã já o havia solucionado. A curva é uma cicloide, o traço deixado por um ponto na circunferência de um círculo à medida que rola (sem deslizar) ao longo de uma linha reta. No dia seguinte, Newton enviou sua solução anonimamente; mas Bernoulli soube de imediato quem era o responsável e fez sua célebre observação: "Reconheço o leão pela sua garra."

Vinte anos mais tarde, quando Newton tinha setenta e três anos de idade, Leibniz decidiu voltar a provocar seu velho inimigo – lançando um problema que supostamente seria um desafio "à irmandade dos grandes pesquisadores matemáticos". (Em linguagem moderna, a pergunta era: para qualquer família de curvas de um parâmetro, quais são as trajetórias ortogonais?) A pergunta escondia uma armadilha tortuosa. Uma vez mais, Newton recebeu o problema quando retornava do trabalho na Casa da Moeda e já o havia solucionado antes de ir dormir, contornando a brilhante armadilha

como uma irrelevância. Leibniz se eximiu de comentar; nenhum outro desafio foi lançado e mais tarde, naquele mesmo ano, ele estava morto.

Os cabelos de Newton ficaram grisalhos logo após os trinta anos – “uma metamorfose ocasionada pelo excesso de concentração em seus estudos”, segundo um dos membros da universidade. Mas fisicamente permaneceria em excelente estado de saúde até o fim de seus dias. Jamais precisou de óculos e perdeu apenas um único dente. Fontes contemporâneas afirmam que vivia frugalmente, até mesmo mesquinamente. (Franceses que o visitaram em casa reclamaram “da comida intragável e da igual escassez e pobreza dos vinhos”. Mas na época os franceses sempre faziam essas observações quando visitavam a Inglaterra.) No entanto, a dieta de Newton parece ter sido frugal apenas segundo os padrões do século XVIII. Um balanço semanal típico referente a itens domésticos inclui um ganso e uma galinha, dois perus e dois coelhos; quando morreu devia nada menos que £7 e dez shillings à cervejaria (referentes a quinze tonéis de cerveja). Isso dificilmente seria sinal de santa abstinência.

Newton permaneceu como Diretor da Casa da Moeda até o final de sua vida. Foi também reeleito anualmente presidente da Royal Society (ninguém ousava opor-se a ele). Mesmo já na casa dos oitenta, comparecia conscienciosamente aos encontros semanais, apenas cochilando de vez em quando durante as sessões. Também preparou edições posteriores dos *Principia* e da *Óptica* e prosseguiu ávido em suas especulações teológicas, produzindo obras como *Sobre as Profecias de Daniel e o Apocalipse de São João* e a *Cronologia dos reinos antigos corrigida* (na qual calculava a data exata em que o mundo tinha começado, de acordo com sua própria interpretação dos textos bíblicos). Sempre encontrava alguma coisa com que se ocupar. E, de acordo com seu biógrafo “psicólogo” Manuel: “O trabalho, esse falso bálsamo da angústia, traduzia-se em copiar obsessivamente, quando não havia nada mais a fazer.”

Em seus últimos anos de vida, Newton recebeu cuidados de sua sobrinha – não mais uma beleza londrina – e seu marido, que

respeitosamente anotaram as estórias e memórias do grande velho. Isaac Newton, o mais eminente cientista de todos os tempos, morreu afinal em 20 de março de 1727, aos oitenta e quatro anos.

Foi enterrado com pompa na Abadia de Westminster, seu esquife amparado por duques, condes e pelo Lord Chanceler, seu funeral atraindo grandes multidões. Voltaire, que visitava Londres na época, ficou maravilhado: "A Inglaterra homenageia um matemático como outros países homenageiam um rei que tenha tratado bem a seus súditos."

^a Tal constante envolve fatores numéricos, a constante gravitacional, G , a soma das massas do Sol e do planeta em órbita (em geral desprezível em comparação com a massa solar). (N.R.)

^b Uma construção matemática: um ponto que "substitui" um corpo extenso, localizando sua massa total – uma "média espacial" das contribuições das diversas partes massivas do corpo extenso, ponderada pelos diferentes valores da gravidade em cada uma dessas partes. (N.R.)

^c Supondo-se um espelho ideal. (N.R.)

ALGUMAS CITAÇÕES

Epitáfio rejeitado para o túmulo de Newton:

A natureza e as leis da natureza permanecem ocultas na noite.
Deus disse, *Que seja Newton!* e tudo se fez luz.

Alexander Pope

Versos aparentemente escritos diante da visão da estátua de Newton na capela do Trinity College ao luar:

... Newton, com seu prisma, e sua face silenciosa:
O registro em mármore de uma mente para sempre
Viajando por mares estranhos do pensamento, solitária.

O prelúdio, William Wordsworth

Introdução de Einstein a uma nova edição da Óptica:

Afortunado Newton, infância feliz da ciência! ... A natureza para ele era um livro aberto, cujas letras podia ler sem esforço. As concepções que utilizava para reduzir o material da experiência à ordem parecia fluir espontaneamente da própria experiência, das belas experiências que ele colocava em ordem como brinquedos e que ele descreve com apaixonada riqueza de detalhes ... A época de Newton há muito passou pelo crivo do esquecimento, o esforço incerto e o sofrimento de sua geração desapareceram de nosso horizonte; as obras de alguns grandes pensadores e artistas permaneceram, para deleite e enobrecimento nosso e daqueles que virão depois de nós. As descobertas de Newton passaram ao acervo do conhecimento aceito.

Definição de força, de Newton, extraída dos Principia:

Uma força aplicada é uma ação exercida sobre um corpo a fim de modificar seu estado seja de repouso, seja de movimento uniforme em uma linha reta.

Essa força consiste apenas na ação e não permanece no corpo quando a ação termina. Pois um corpo mantém cada estado novo que adquire tão-somente pela inércia. Mas as forças aplicadas são de origens diferentes e podem vir da percussão, da pressão, da força centrípeta.

Opinião de Leibniz sobre Sir Isaac Newton, antes de romperem relações:

Leibniz disse que, considerando a matemática desde o princípio do mundo até a época de Sir I., o que ele fez foi a melhor metade – e acrescentou que consultara todos os eruditos da Europa sobre determinada questão difícil sem merecer qualquer satisfação e que, quando escreveu a Sir I., ele respondeu de imediato que fizesse assim e assim e que encontraria a resposta.

“Responsio”: em resposta à rainha da Prússia

Do relato de Newton sobre o movimento planetário:

As forças centrípetas são dirigidas aos centros individuais dos planetas.

Que existem forças centrípetas de fato dirigidas aos corpos do Sol, da Terra e de outros planetas, assim infiro.

A Lua gira em torno da nossa Terra e mediante raios traçados até seu centro varre áreas quase proporcionais aos tempos em que são varridas, como fica evidente de sua velocidade comparada a seu diâmetro aparente; pois seu movimento é mais lento quando seu diâmetro é menor (e, por isso, sua distância maior) e seu movimento é mais rápido quando seu diâmetro é maior.

As revoluções dos satélites de Júpiter em torno daquele planeta são mais regulares; pois descrevem círculos concêntricos com Júpiter através de movimentos uniformes, tão precisamente quanto nossos sentidos podem perceber.

E assim os satélites de Saturno giram em torno desse planeta com movimentos quase circulares e uniformes, ligeiramente perturbados por qualquer excentricidade até agora observada.

CRONOLOGIAS

Cronologia da vida de Newton

- 1642 Nasce no povoado de Woolsthorpe, Lincolnshire.
- 1644 Sua mãe casa-se novamente e muda-se para uma vila próxima, deixando Isaac aos cuidados de sua avó.
- 1653 Sua mãe volta para casa após a morte do segundo marido.
- 1659 A mãe chama Isaac de volta da escola em Grantham para cuidar da fazenda.
- 1661 Vai para o Trinity College, Cambridge, como bolsista.
- 1665 Gradua-se em Cambridge e foge de volta para casa a fim de evitar a peste.
- 1665- O *annus mirabilis* de Newton, durante o qual teve a
6 inspiração para sua lei da gravidade.
- 1667 Retorna a Cambridge, eleito Membro do Trinity College.
- 1669 Torna-se Lucasian Professor de matemática em Cambridge.
- 1672 Eleito Membro da Royal Society.
- 1678 Sofre o primeiro esgotamento nervoso após a controvérsia com Hooke.
- 1687 Publica os *Principia mathematica*.
- 1693 Sofre colapso mental após o rompimento com Fatio.
- 1696 Muda-se para Londres e se torna Inspetor da Casa da Moeda.
- 1699 Promovido a Diretor da Casa da Moeda.

- 1703 Aceita a presidência da Royal Society após a morte de Hooke.
1704 Publica a *Óptica*.
1727 Morre aos oitenta e quatro anos.

Cronologia da época

- 1642 Morte de Galileu. Início da Guerra Civil na Inglaterra. O explorador holandês Tasman mapeia o litoral da Terra de Van Diemen (atualmente Tasmânia).
- 1648 Final da Guerra dos Trinta Anos, deixando enormes áreas devastadas na Alemanha.
- 1649 Execução de Carlos I, proclamação da Commonwealth, a primeira revolução bem-sucedida, e estabelecimento de uma república em um país europeu importante.
- 1650 Morte de Descartes.
- 1660 Fim da Commonwealth e Restauração de Carlos II no trono.
- 1664- A peste se espalha pela Inglaterra.
- 5
- 1665 Morte do grande matemático francês Fermat.
- 1669 O governo inglês esboça a Constituição da colônia das Carolinas, na América.
- 1688 Revolução Gloriosa: Jaime II foge do país e os monarcas protestantes William e Mary sobem ao trono.
- 1690 Locke publica o *Ensaio sobre o entendimento humano*, impulsionando a filosofia do empirismo.
- 1706 O Decreto de União entre os parlamentos inglês e escocês cria a Grã-Bretanha.
- 1715 Luís XIV, o "Rei Sol", morre em Versalhes.
- 1716 Morte do matemático e filósofo alemão Leibniz.

LEITURAS ADICIONAIS

Richard S. Westfall, *Never at Rest*. Cambridge: 1996 (a biografia moderna definitiva)

John Fauvel (org.), *Let Newton Be*. Oxford: 1995 (panorama sobre sua vida e obra)

Frank E. Manuel, *A Portrait of Isaac Newton*. Cambridge: 1968 (o melhor estudo psicológico)

Bernard Cohen (org.), *Newton*. Londres: 1995 (textos, contextos e comentários)

Ivars Peterson, *Newton's Clock*. Londres: 1996 (Newton e além: caos no universo)

FILÓSOFOS *em 90 minutos*

.....
por Paul Strathern

Aristóteles em 90 minutos

Berkeley em 90 minutos

Bertrand Russell em 90 minutos

Confúcio em 90 minutos

Derrida em 90 minutos

Descartes em 90 minutos

Foucault em 90 minutos

Hegel em 90 minutos

Heidegger em 90 minutos

Hume em 90 minutos

Kant em 90 minutos

Kierkegaard em 90 minutos

Leibniz em 90 minutos

Locke em 90 minutos

Maquiavel em 90 minutos

Marx em 90 minutos

Nietzsche em 90 minutos

Platão em 90 minutos

Rousseau em 90 minutos

Santo Agostinho em 90 minutos

São Tomás de Aquino em 90 minutos

Sartre em 90 minutos

Schopenhauer em 90 minutos

Sócrates em 90 minutos

Spinoza em 90 minutos

Wittgenstein em 90 minutos

Título original:
Newton and Gravity

Tradução autorizada da primeira edição inglesa,
publicada em 1997 por Arrow Books,
de Londres, Inglaterra

Copyright © 1997, Paul Strathern

Copyright da edição brasileira © 1998:
Jorge Zahar Editor Ltda.
rua Marquês de São Vicente 99, 1º andar
22451-041 Rio de Janeiro, RJ
tel (21) 2529-4750 / fax (21) 2529-4787
editora@zahar.com.br
www.zahar.com.br

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo
ou em parte, constitui violação de direitos autorais. (Lei 9.610/98)

Ilustração da capa: Lula

ISBN: 978-85-378-0585-5

Arquivo ePub produzido pela **Simplíssimo Livros**
