

# ... BIOGRAFIAS ...

GRANDES MATEMÁTICOS & FÍSICOS

---

**A r q u i m e d e s**

**C o p é r n i c o**

**R e n é D e s c a r t e s**

**A l b e r t E i n s t e i n**

**G a l i l e o G a l i l e i**

**J o h a n n e s K e p l e r**

**N e w t o n**

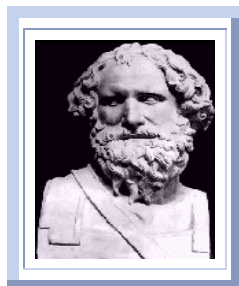
**B l a i s e P a s c a l**

**P i t á g o r a s**

**C l á u d i o P t o l o m e u**

# Arquimedes

---



**Arquimedes** - nome originário do grego Arkhimedes, matemático grego, nascido em Siracusa - Sicília em 287 a.C.. Estudou, desde jovem, em Alexandria onde conviveu com os grandes geômetras da época. Habitado, dados os costumes da sociedade aristocrática em que vivia, a não valorizar o trabalho manual, procurando sempre uma justificativa lógica para as conclusões que obtinha dos engenhos mecânicos que construía. As atividades de seu pai, o astrônomo Fídias, influíram, sem dúvida, na vocação e formação científica de Arquimedes.

Criou um método para calcular o número  $\pi$  "pi" ( razão entre o perímetro de uma circunferência e o seu diâmetro ) com uma aproximação tão grande quanto se queira.

Arquimedes acreditava que nada do que existe é tão grande que não se possa ser medido; por isso, aperfeiçoou o sistema grego de numeração, criando uma notação cômoda para os números muito grandes, semelhante ao atual sistema exponencial. Apresentou soluções para certos problemas ( como a do cálculo de " pi ", da área de um segmento de parábola, de um setor da espiral que leva o seu nome, da esfera, do cilindro, etc. ) que, de fato, remontam ao cálculo infinitesimal, que só seria desenvolvido por **Newton** quase 2.000 anos depois. Estudou os sólidos gerados pela revolução das cônicas em torno de seus eixos. Em mecânica, são atribuídas a Arquimedes algumas invenções, tais como, a rosca sem fim, a roldana móvel, a roda dentada e a alavanca ( " Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio, e eu moverei o mundo " ).

Lendas e pitorescas anedotas ilustram sua vida de inventor e sábio. Conta-se, por exemplo, que Arquimedes fora incumbido por Híeron, Rei de Siracusa, de verificar se a coroa que mandara fabricar em ouro puro continha alguma percentagem de prata. O descuidado matemático descobriu o meio de realizar essa tarefa, sem destruir a coroa, quando, ao banhar-se, notou que seu corpo se tornava mais leve imerso na água. Podia comparar, pelo transbordamento da água, o peso da coroa com o peso que deveria ter, se feita apenas de ouro. Saiu pelas ruas gritando: - Eureka! Eureka! ( achei! achei! ). Dessa maneira teria descoberto o famoso princípio da hidrostática que tem hoje seu nome, isto é " **Princípio de Arquimedes** " o qual enunciaremos de duas maneiras, sendo que a primeira em duas partes.

**A** - Todo corpo submerso em um líquido, desloca desse líquido uma quantidade determinada, cujo volume é exatamente igual ao volume do corpo submerso.

**B** - O corpo submerso no líquido " perde " de seu peso uma quantidade igual ao peso do volume de líquido igual ao volume submerso do corpo.

" Todo corpo mergulhado total ou parcialmente em um fluido sofre um empuxo vertical, dirigido de baixo para cima, igual ao, peso do volume do fluido deslocado, e aplicado no centro do empuxo " ( O centro de empuxo é o centro de gravidade do volume que corresponde à porção submersa do corpo ).

Sua numerosa e profunda contribuição às matemáticas pode ser avaliada pela simples enumeração de obras:

Dois volumes dedicados aos corpos redondos: esfera, cone e cilindro, contendo propriedades métricas rigorosamente demonstradas;

Um livro dedicado às principais proposições referentes à métrica da circunferência e de seus arcos;

Um tratado composto de trinta e duas proposições sobre conóides e esferóides ( Refere-se a sólidos que hoje designamos elipsóide, parabolóide ou hiperbolóide de revolução ), onde são estudadas as gerações de sólidos por revolução de seções cônicas;

Um volume que encerra vinte e oito proposições a respeito das espirais, incluindo problemas de tangentes, raios vetores, área circunscrita;

Dois livros que podem ser considerados como os primeiros estudos de mecânica teórica, onde são estudadas as propriedades dos centros de gravidade ou equilíbrio dos planos;

Um livro contendo vinte e quatro proposições concernentes ao problema da quadratura da parábola ( este escrito oferece o primeiro exemplo de quadratura, isto é, de determinação de um polígono equivalente, de uma figura plana mistilínea: o segmento da parábola ) e a dedução da fórmula da área de qualquer segmento da parábola;

Dois volumes dedicados aos princípios fundamentais da hidrostática e aos problemas dos corpos flutuantes, incluindo um estudo relativo às formas mais hidrodinâmicas para embarcações;

Um pequeno tratado referente ao problema das dimensões do universo;

Um volume dedicado a Eratóstenes, seu grande amigo e confidente, em que explica como aplicava seu método, inicialmente indutivo e depois dedutivo; muitos dos importantes resultados que conseguiu obter e demonstrar racionalmente haviam sido retirados de construções mecânicas; esse importante documento foi encontrado por J. L. Heiberg, em 1906, em um palimpsesto em Constantinopla;

Uma coleção de lemas sobre geometria plana encerrando quinze proposições;

Referências a trabalhos seus, sobre poliedros, e tentativas de estabelecer um sistema de numeração; balanças; refração da luz; movimento do Sol da Lua e dos planetas.

A morte de Arquimedes foi narrada de diferentes maneiras. Dentre essas, encontramos a narrativa do seu assassinato por um soldado romano quando se encontrava na praia desenhando figuras geométricas na areia, durante o massacre que sucedeu à tomada de Siracusa, apesar das ordens expressas de Marcelo para que lhe preservassem a vida. O soldado o matou com uma lança por ter deixado de responder a uma pergunta. Esta narrativa encontra-se em um dos capítulos do livro " A história da matemática " de Jean-Étienne Montucla. Arquimedes foi morto no ano 212 a.C.

# Copérnico

---



Matemático e Astrônomo polonês, Nikolaj Kopernik nasceu em Tourn, na Posnâmia ( região polonesa as margens do Vístula ), fronteira com a Alemanha em 14 de fevereiro de 1473, filho de um comerciante que o deixou órfão aos onze anos, tendo sido tutelado pelo seu tio materno Lucius Waczenrade, eleito bispo de Erimland em 1489. Vale salientar que latinizaram seu nome para Nicolaus Copernicus dando origem a forma aportuguesada Nicolau Copérnico.

Sob a orientação do astrônomo, matemático Wojcech Brudzewski, autor de um comentário ao livro do matemático austríaco Georg Von Peurbach com respeito ao sistema de Cláudio Ptolomeu, em 1491 Kopernik ingressou na Universidade de Cracóvia devotando-se ao estudo do desenho, matemática e astronomia.

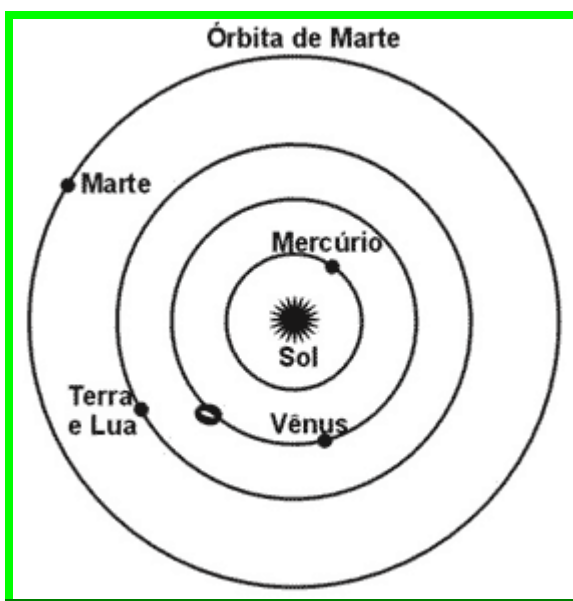
Ingressou para a Itália em 1496, onde permaneceu por um longo período estudando grego e direito canônico por três anos, o qual recebeu influência direta de Brudzewski pelos estudos humanísticos quando estava na Polônia, na Universidade de Bolonha e medicina na Universidade de Pádua.

Pelo fato de ter vivido no período Renascentista, no qual a restauração do espírito clássico nas letras e nas artes, conseqüência do surto de renovação intelectual e revolucionária do saber e da cultura, como também, ter servido à Igreja Católica, Kopernik, em 1501, regressou à Polônia para assumir o posto de cônego da catedral de Frauenburg mas, logo depois, partiu novamente para a Itália, onde em Bolonha associou-se a Domenico Maria Novarra, professor de astronomia da universidade, com quem parece ter feito as primeiras observações astronômicas, entre as quais a da ocultação de Aldebaran em 9 de março de 1497.

Regressando definitivamente à Polônia em 1506, Kopernik passou a dedicar-se à elaboração de seu novo e revolucionário sistema cosmológico. Com o objetivo de prosseguir nas observações astronômicas que iniciara durante os anos que permaneceu na Itália, estabeleceu-se um pequeno observatório. Em 1512 residiu alguns meses no palácio episcopal de Heilsberg, com seu tio Watzelrode. No mesmo ano, após o falecimento do seu tio, Kopernik voltou à Frauenburg.

Reiniciando seus estudos concernentes a sistemas celestiais, apesar de não ter sido um grande observador, Kopernik, dedicou-se exclusivamente à astronomia, pois esta era a sua verdadeira paixão. Estudou o sistema de Filolau ( séc. V a.C. ) no qual existia dez corpos celestes em que uma anti-Terra ( a Terra, a Lua, os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno ) e as estrelas, fixas, teriam como centro um Fogo Central, de origem divina; Eudoxo, contemporâneo de Platão, acreditava que a órbita circular de cada planeta estaria fixada a uma esfera que girava; este modelo foi aperfeiçoado por Calipo, discípulo de Eudoxo, que introduziu algumas esferas para melhor explicar os movimentos dos corpos celestes; Aristóteles\*\* ( séc. IV a.C. ) elaborou um modelo do cosmo, segundo o qual o movimento dos corpos era circular e uniforme. A Terra, fixa, era o centro do universo; uma concepção heliocêntrica era a de Heráclides do Ponto ( 390 - 322 a.C. ) segundo a qual, sugeriu a rotação da Terra a fim de explicar o movimento observado nas estrelas, imaginando que Mercúrio e Vênus girassem em torno do Sol; Deve-se, porém, a outro pensador da antiguidade o primeiro modelo heliocêntrico do Universo: Aristarco de Samos estendeu as idéias de Heráclides para os demais planetas; preocupado em explicar com exatidão o movimento retrógrado dos planetas, surge o Modelo Geocêntrico Clássico o qual Hiparco estabeleceu o modelo em que a Terra permanece fixa no centro de um círculo giratório ( deferente ), sendo que um ponto desse círculo é o centro de outro círculo ( epiciclo , onde o planeta se movimenta, ou seja, cada planeta requer um sistema separado deferente-epiciclo; Ptolomeu ( séc. II d.C. ) aperfeiçoou o sistema de Hiparco construindo um modelo que durou cerca de quatorze séculos.

Interessado em preservar a perfeição do movimento circular, apesar de sua preocupação com a censura eclesiástica, pois respeitava e temia as autoridades religiosas, como também, ciente de que seria mais adequado para a igreja confirmar a teoria de Ptolomeu, pois as citações bíblicas se adequaria de modo mais conveniente, Kopernik, mesmo assim, construiu o modelo heliocêntrico, ou seja, os planetas deveriam girar em torno do Sol, havendo necessidade de introduzir alguns epiciclos em seu sistema com a finalidade de explicar alguns movimentos planetários.



Modelo copernicano ou heliocêntrico para o sistema solar

Os planetas se movem em órbitas concêntricas, estando o Sol no centro. A Terra é considerada como um planeta que gira em torno do próprio eixo e em torno do Sol.

Seu principal opositor foi o professor Tycho Brahe que rejeitava a hipótese heliocêntrica pelo fato de não se observar a paralaxe para o planeta Saturno. Seu modelo consistia em uma Terra estacionária, com um sistema de órbitas circulares para os planetas, centradas no Sol. Embora rejeitasse a hipótese copernicana, a observação do surgimento de uma nova estrela no céu abalou um pilar da concepção aristotélica de mundo vigente até então: A esfera celeste não era perfeita em sua imutabilidade. Adicionou-se a isto a observação de seis cometas com ausência de paralaxe, indicando não pertencerem a esfera sublunar. Na época, a crença era que Deus enviava os cometas à esfera sublunar como uma grave advertência, sendo muitos acontecimentos históricos serem associados à sua passagem.

A observação da supernova e dos cometas constituiu marco decisivo para a derrubada da crença aristotélica da perfeição dos céus. Os trabalhos de Tycho Brahe tiveram um outro papel fundamental: suas mensurações de posições planetárias formaram a base para as conclusões de Kepler sobre as órbitas elípticas dos planetas.

Em 1529, circulava entre os astrônomos um manuscrito " Nic. Copernici de Hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus " ( Breves comentários de Nicolau Copérnico em torno de suas hipóteses sobre os movimentos celestes ) onde ele apresentava o sistema heliocêntrico como uma hipótese. O papa Clemente VII aprovou o ensino da teoria em Roma e o cardeal Schönberg solicitou sua publicação. Kopernik achava que era inútil antes que tivesse sido elaborada uma teoria completa, nitidamente superior ao sistema ptolomaico. Georg Joachim Rhäticus, professor de matemáticas em Wittenberg, veio a Frauenburg para discutir com Kopernik e tornar-se seu discípulo; após muita insistência, conseguiu autorização para tornar públicas essas idéias.

Em 1540, foi permitido que George Joaquim Rhäticus, discípulo de Kopernik), através de uma notícia preliminar em " **Narratio de libris revolutionun Copernici** " (Narrativa acerca das obras de Copérnico sobre revoluções ) que publicasse suas idéias, ao mesmo tempo, que mandava para impressão, em Nuremberg, a obra completa, " De revolutionibus orbium coelestium " ( Das revoluções dos orbes celestes ).

Finalmente em 1543, Rhäticus fez circular, em Nuremberg, a obra completa de Kopernik - Sobre a revolução das orbes celestes, onde a Teoria Heliocêntrica, era colocada de forma científica, e não como hipótese, estabelecendo assim, um marco definitivo na história da astronomia.

Embora tenha encontrado alguns adeptos entre os seus contemporâneos, o sistema heliocêntrico de Kopernik só foi realmente consagrado depois dos trabalhos de Kepler e de Galileo. O próprio Tycho Brahe, que devotava-o grande admiração e estima, negou-se a aceitar integralmente sua teoria.

Em 24 de maio de 1543, faleceu na cidade de Frauenburg Nikolaj Kopernik.

# René Descartes

---



Filósofo e matemático francês cujo nome foi latinizado para **Renatus Cartesius**, nasceu no dia 31 de março de 1596 em La Haye, hoje La Haye-Descartes, Touraine - França. Filho de um conselheiro do Parlamento da Bretanha, Joachim Descartes e de Jeanne Brochard, "mademoiselle du Perron", nome este usado em 1630 por Descartes para se matricular como estudante em Leyden, na Holanda. Um ano depois do seu nascimento ocorre o falecimento de sua genitora, ficando também, sob a guarda de sua avó materna, seu irmão Pedro e sua irmã Joana. Em 1600, seu pai tornava a se casar com Ana Marin, pertencente, também, à classe de juizes, advogados e funcionários, que, naquela época, constituía um dos elementos mais importantes da burguesia em plena ascensão. O segundo de uma família de dois filhos e uma filha, entrou com oito anos de idade para estudar no colégio de jesuítas de La Flèche fundado por Henrique IV, no período de 1604 a 1614, onde estudou línguas clássicas, lógica, ética, matemática, física e metafísica, cujo ensino, mais tarde, viria a criticar. Revelou-se meditativo, impressionando seus mestres pela profundidade, independência de caráter e pela insistência em não aceitar sem reflexão aos ensinamentos e opiniões recebidas.

Em 1612, abandonou os estudos no colégio de La Flèche e foi para Paris onde em 1615 e 1616 renovou a amizade colegial com o Padre franciscano Marin Mersenne, que usou o cartesianismo para combater o ateísmo, e alguns jansenistas, ligados à chamada lógica de Port-Royal, e durante estes dois anos se dedicaram ao estudo da matemática, licenciando-se, ainda, Descartes, em Direito no ano de 1616 em Poitiers, cidade e sede da região de Poitou-charentes na França. Descartes com o seu espírito curioso e perspicaz, pôs-se à procura de novos conhecimentos, viajando e acompanhando, com interesse, as

experiências que os cientistas estavam começando a fazer fora dos ambientes universitários.

Durante a sua juventude dedicou-se ao estudo da Lógica, da Geometria e da Álgebra, três disciplinas que lhe pareceram de grande utilidade para o seu projeto.

E para, à partida, garantir maior simplicidade possível no seu método definiu quatro regras que propôs nunca abandonar e decidiu seguir apenas a sua própria razão:

1ª - Não aceitar nada como verdadeiro se não lhe fosse apresentado provas, clareza e distinção.

2ª - Dividir cada uma das dificuldades nas suas partes mais simples, de modo a facilitar a resposta. Dividir cada uma das dificuldades nas suas partes mais simples, de modo a facilitar a resposta.

3ª - Conduzir o raciocínio por ordem começando pelo mais simples e acabando no mais complexo. Conduzir o raciocínio por ordem começando pelo mais simples e acabando no mais complexo.

4ª - Fazer enumerações tão completas e gerais a ponto de nada ficar por dizer. Fazer enumerações tão completas e gerais a ponto de nada ficar por dizer.

Em face de, naquela época, um homem de posição geralmente entrar para o exército ou para a igreja fez com que Descartes, na Holanda, alistasse-se, em 1617, no exército de Maurício de Nassau e segundo alguns historiadores, ele caminhava pelas ruas quando se deparou com um anúncio em holandês e por curiosidade foi lê-lo. Nessa ocasião, surgiu um homem e pediu-lhe que o traduzisse em francês ou latim, pois era um desafio para as pessoas que fossem resolver o problema geométrico. Então, Descartes, perante o estranho, após ler o anúncio, resolveu o problema dentro de algumas horas. Este estranho era o médico holandês Isaac Beeckman dirigente do College Dutch em Dort que o estimulou a realizar pesquisas no campo da física e da matemática. Este episódio fez com que Descartes desinteressasse pela vida militar. No entanto, pelo fato de ser tradição de sua família a qual influenciou e levou-o a continuar como soldado, tendo sido, ainda, persuadido a servir a vários príncipes alemães no início da guerra dos trinta anos e a se incorporar ao exército do duque Maximiliano I da Baviera e ao exército francês de La Rochelle.

Na noite do dia 10 de novembro de 1619, em uma cidade próxima de Ulm ou Neuberq, quando estava em campanha no Danúbio, Descartes



teve a intuição da geometria analítica e de um novo método para a organização de uma filosofia após ter aproveitado todo o seu tempo de lazer no estudo da matemática.

Na primavera de 1621, Descartes renunciou a uma comissão de estudos e durante os próximos cinco anos dedicou-se exclusivamente ao estudo da matemática pura.

Em 1626, fixou-se em Paris e durante os primeiros dois anos interessou-se pelo estudo da sociedade como um todo e em suas horas de lazer construía instrumentos óticos, como uma forma de lazer, pois, sentiu-se frustrado por não ter encontrado, na filosofia, uma teoria do universo que ele imaginava existir.

Nessa época, encontrava-se em Paris, o Padre franciscano Marin Mersenne cuja determinação seria lutar contra o sigilo e encorajar os matemáticos a trocarem idéias com o objetivo principal de aperfeiçoar os trabalhos uns dos outros, como também criar núcleo o que depois tornou-se a Academia Francesa. Mersenne organizava encontros com os matemáticos e quando alguém se recusava a comparecer, ele divulgava ao grupo as cartas e documentos, mesmo aquelas que tinham o pedido de sigilo. Essas indiscrições causaram vários desentendimentos entre o gentil monge e aqueles que não compareciam aos encontros, inclusive Descartes que foi vítima e em consequência acabou a amizade dos dois que se conheceram quando estudavam juntos no colégio dos jesuítas. Mersenne revelou escritos filosóficos de Descartes que poderiam ofender a Igreja. No entanto ele defendeu Descartes dos ataques teológicos e a partir daí voltaram a se entender.

Em 1628, após um discurso proferido por Descartes, em Paris, no qual ele argumentou que as ciências deveriam ser baseadas em certeza, o Cardeal francês Pierre de Bérulle fundador, entre 1611 e 1613, da congregação dos padres seculares, também chamada de " Oratórios " teve um encontro com ele, ficando bastante impressionado com a sua conversa urgindo que ele dedicasse a sua vida a desenvolver seu próprio sistema filosófico. Após concordar com o Cardeal, Descartes ingressou para Holanda, onde foi oferecido reclusão e mais liberdade intelectual. A partir de então, ele começou a desenvolver o seu primeiro trabalho intitulado " **Regulae ad directionem ingenii** " ( Regras para a direção do Espírito ) o qual nunca foi terminado, no entanto foi publicado postumamente em 1701.

Escreveu ainda nos primeiros quatro anos de sua permanência na Holanda, dois tratados conhecidos como " **Traité de l'Homme** " (

Tratado do Homem ) e " **Le Monde** " ou " **Traité de la Lumière** " ( Tratado da Luz ) o qual tinha por finalidade incorporar numa tentativa, de dar uma teoria física do universo. No entanto, pelo fato de ter sido cientificado a respeito da condenação de **Galileo Galilei** pela Inquisição de 1633 por defender o sistema copernicano, Descartes proibiu a publicação de seu trabalho em consequência de ter assumido a mesma postura de **Galileo**, pois não desejava ser um mártir. O manuscrito de Le Monde, mesmo incompleto, foi publicado por Clerselier, seu amigo e discípulo, em 1664.

Em 1635, com 39 anos, tem uma filha com a sua amiga Hélène, vivendo durante algum tempo na sua companhia, deixando os hábitos de solteiro. Mas, em 1640, Francne, a sua filha, fica muito doente e acaba por falecer em setembro com apenas 5 anos. Descartes, sofrendo pela sua morte, cujo desgosto aumenta com a morte do seu pai, entra na maior tristeza da sua vida.

Em 1637, publicou em Leyden, sob o título " **Discours de la méthode pour bien conduire la raison et chercher la vérité dans les sciences** " ( discurso do método para o bem conduzir a razão e procurar a verdade nas ciências ) acompanhado de três apêndices intitulados " **La Dioptrique** ", " **Les Météores** " e " **Géométrie** " o qual toma como ponto de partida a universalidade da razão, da qual todos os homens participam e identifica no intelecto, em sua pureza, duas faculdades essenciais: **a intuição**, pela qual podemos ter imediatamente presentes no espírito idéias claras, perfeitamente determinadas, e distintas, simples e irreduzíveis, e **a dedução**, pela qual podemos descobrir conjuntos de verdades ordenados racionalmente.

O ponto de partida da metafísica cartesiana é uma crítica radical a todo o saber humano, por meio do exercício voluntário, metódico e provisório da dúvida, pela qual suspendemos o juízo acerca de tudo que desperta em nós a menor suspeita de incerteza. Levado esse exercício às últimas consequências, a dúvida estende-se à realidade das coisas sensíveis, e aos princípios da ciência universal, com o recurso à interferência hipotética de um gênio maligno, onipotente e enganador, que nos induziria ao erro até mesmo quanto às idéias claras e distintas.

O exercício da dúvida detém-se, entretanto, na existência do sujeito pensante, definido como substância imaterial, e necessário por auto-evidência, porque pressuposto pelo próprio ato de duvidar. Essa evidência foi expressa pela forma: " **Je pense, donc je suis** " ou, em latim, " **Ego cogito, ergo sum sive existo** " ( **Eu penso, logo existo** ). Esta proposição ficou conhecida como " **O cogito** "

equivalendo à afirmação: " **Eu sou uma substância pensante** ", independentemente da realidade objetiva, e verdadeiramente evidente em cada instante em que é pensada. A partir daí podemos afirmar que este é o primeiro princípio que a razão estabelece isto em face de existimos porque pensamos, pois somos um pensamento , ou seja, uma alma que existe independentemente de qualquer substância material, sendo mais fácil de se conhecer que o corpo. Assim sendo, Descartes concluiu que o único critério da verdade é que, como faculdade da razão, as idéias devem ser claras e distintas.

Descartes, afirma também que uma idéia não é um modelo padrão subsistente no intelecto divino, mas uma forma de um pensamento, pela qual o próprio pensamento tem consciência de si mesmo, de maneira imediata. **As idéias inatas** parecem ter origem no sujeito ( essências ou verdades eternas); **as adventícias**, no mundo externo; **as factícias**, em construções do próprio sujeito. A idéia de Deus, substância infinita, não pode ter origem na mente finita do sujeito, pois se houvesse mais realidade no efeito que na sua causa, a realidade suplementar no efeito não seria causada por nada, o que é absurdo. Só o próprio Deus, existente, pode então ser a causa da idéia de Deus, assim como a causa também do " eu pensante " que tem essa idéia de Deus, e é contingente, pois concebe algo mais perfeito que a si mesmo, não podendo ser, portanto, criador de si mesmo.

Ademais, afirmou que Deus existe e é infinitamente perfeito e a sua existência é garantia de que os objetos pensados por idéias claras e distintas são reais. Portanto, o mundo tem realidade. E entre as coisas do mundo , o meu próprio corpo existe, caracterizando , assim, como natureza do mundo, a matéria e o movimento, em oposição à natureza espiritual do pensamento.

Descartes, além desses dois pensamentos, adota a prova ontológica de Santo Anselmo, apresentando-a com o caráter necessário de uma demonstração matemática. A perfeição da existência pertence à própria idéia de Deus, assim como a soma de cento e oitenta graus, dos ângulos internos de um triângulo, pertence à própria idéia do triângulo.

Ademais, ele defendia, no que concerne a filosofia moral, o conformismo social, a moderação e a tradição política, como também, aconselhava um modo de ser resoluto nas ações, pois a inconstância, derivada da instabilidade das opiniões, provoca a intranquilidade da alma. Tinha como ponto de vista que devemos procurar vencer mais a nós mesmos e aos próprios pensamentos, que às circunstâncias ou à ordem do mundo. Desse modo, concebia ser possível a sabedoria de

viver, independentemente da dúvida e da certeza no campo especulativo da metafísica.

Descartes distinguia dois modos de ser do próprio pensamento: **a paixão** e **a ação**. A primeira é o nome genérico de tudo aquilo que é dado ao pensamento, sem ação da sua parte: noções claras e distintas, sensações e paixões propriamente ditas, como a admiração, o amor, o ódio, a alegria e a tristeza. A segunda é toda vontade livre, pela qual podemos julgar ou abstermo-nos de julgar, dar ou não assentimento a combinações de idéias. Ele, também, se opunha a um entendimento limitado, pois, a vontade livre é infinita, sendo sua precipitação a causa de todo erro, já que Deus não nos engana.

Segundo definição de Descartes a liberdade é como ausência de necessidade externa ou de qualquer força alheia à subjetividade racional do homem. Sem que o princípio da conservação do movimento seja violado, a alma, unida ao corpo pela glândula pineal, pode dirigir os movimentos dessa glândula, de modo a influir sobre o comportamento do corpo. Como as paixões são estado da alma, infligidos pelo corpo, a sabedoria só poderá ser atingida pelo progressivo domínio que sobre elas exerçam a alma racional e o livre arbítrio, pelo qual o homem é exclusivamente responsável pelo seu destino.

A verdadeira generosidade, que dá ao homem a verdadeira estimacão de si mesmo, consiste em parte, no seu conhecimento de que pode dispor livremente de sua vontade, e, por outro lado, na resolução firme e constante de usar essa liberdade para agir da melhor maneira possível, de acordo com a razão.

Descartes, dedica o apêndice de Dioptrique à Ótica, e lança as três leis fundamentais da reflexão e da refração da luz as quais diz o seguinte:

- 1ª** - O raio incidente , o raio refletido, o raio refratado e a normal ponto de incidência, estão no mesmo plano;
- 2ª** - O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão;
- 3ª** - Existe uma relação constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração:

, onde "**n**" é o índice de refração do segundo meio em relação ao primeiro.

Descartes, pouco contribuiu para o progresso dos estudos sobre a natureza da luz e sua propagação, visto que ele era mais geômetra do que físico. Segundo alguns historiadores nem mesmo o enunciado da sua terceira lei pôde induzi-lo a reformular a teoria errônea que emitira a propósito da propagação instantânea e a lei dos senos, a qual repousa basicamente na noção de que a velocidade da luz varia segundo a densidade do meio que ela atravessa. Esta hipótese foi veementemente combatida por **Fermat** mesmo antes da publicação de *Dioptrique*.

Ademais, demonstrou que as melhores imagens seriam obtidas com lentes de seção elíptica ou hiperbólica. A partir da lei dos senos, provou que as aberrações de esfericidade das imagens, observadas através das lentes de seção circular, poderiam ser corrigidas com a utilização das lentes elípticas ou hiperbólicas. Esta descoberta propiciou a fundação de novas oficinas de óptica e o desenvolvimento de novos métodos de corte e polimento dos vidros das lentes.

Dos outros dois apêndices do *Discurso*, um, dedicado à meteoros, cuja finalidade era explicar os vários fenômenos atmosféricos, incluindo a elucidação cientificamente da formação do arco-íris, tendo sido aplicado à refração da luz nas gotas de água, a lei dos senos. Descartes, no entanto, não deu uma explicação plausível, pois não estava familiarizado com o fato de que o índice refrativo de uma substância é diferente para luzes de diferentes cores, cabendo à **Isaac Newton**, outro grande gênio da ciência, solucionar o problema.

O outro apêndice, dedicado à *Geometria* de Descartes é dividida em três livros: os dois primeiros destes tratam de geometria analítica, e o terceiro inclui uma análise da álgebra então em curso. De alguma maneira é difícil seguir o raciocínio, mas a obscuridade era intencional. "Je n'ai rien omis." diz ele, "qu'à dessein ... j'avais prévu que certaines gens qui se vantent de sçavoir tout n'auroient par manqué de dire que je n'avais rien écrit qu'ils n'eussent sçu auparavant, si je me fusse rendu assez intelligible pour eux." ( " Eu não omiti nada " diz ele, de propósito...eu havia previsto que certas pessoas que se vangloriam de saber tudo não teriam necessidade de dizer que eu não tinha escrito nada que eles já não soubessem antes, se eu me tivesse tornado inteligível para eles " ).

O **primeiro** livro inicia com uma explicação dos princípios da geometria analítica, e contém um discurso sobre um certo problema que foi

apresentado por Pappus no sétimo livro de seu *Tratado de Planas* e do qual alguns problemas particulares foram considerados por Euclides e Apolônio. O teorema geral tinha frustrado geômetras anteriores, e foi na tentativa de resolvê-lo que Descartes foi levado à invenção da geometria analítica. A enunciação inteira do problema é mais compreensível, mas o problema mais importante é encontrar o lugar de um ponto de tal maneira que o produto das perpendiculares de  $m$ , dadas linhas retas, devam estar em constante proporção com o produto das perpendiculares de  $n$ , outras linhas retas dadas. Os antigos resolveram o problema geometricamente para o caso de  $m = 1, n = 1$ , como também, para  $m = 1, n = 2$ . Pappus estabeleceu mais tarde que, se  $m = n = 2$ , o lugar é uma seção cônica, porém ele não deu provas; Descartes também falhou em provar isto pela geometria pura, porém ele mostrou que a curva é representada por uma equação de segundo grau, isto é, uma seção cônica; subseqüentemente, **Newton** deu uma solução elegante ao problema através de geometria pura.

No **segundo** livro, Descartes divide curvas em duas classes: curvas geométricas e curvas mecânicas. Ele define curvas geométricas como aquelas que podem ser geradas pela interseção de duas linhas, cada uma movendo-se paralela a um eixo de coordenada com velocidades "comensuráveis"; por tal termo, ele quer dizer que  $dy/dx$  é uma função algébrica, como, por exemplo, é o caso da elipse e da cissóide ( curva de terceiro grau, ideada para resolver o problema da duplicação do cubo ). Ele denomina uma curva mecânica quando a proporção das velocidades destas linhas é "incomensurável"; com esse termo, ele quer dizer que  $dy/dx$  é uma função transcendental, como, por exemplo, é o caso da cicloide e da quadratriz. Descartes restringiu sua discussão a curvas geométricas, e não tratou da teoria de curvas mecânicas. A classificação em curvas algébricas e transcendentais agora comum é devida a **Newton**.

Pode ser dito também que ele enunciou o teorema, comumente atribuído a **Euler**, na relação entre os números de faces, bordas e ângulos de um poliedro: isto está em um dos papéis publicados por Careil. O enunciado do teorema é o seguinte:

### " **Teorema de Euler** "

**O número das arestas de um poliedro convexo aumentado de dois é igual a soma do número das faces e do número dos vértices.**

**$A + 2 = F + V$ , onde  $A$ ,  $V$  e  $F$  representam, respectivamente, os**

## **números das arestas, vértices e faces.**

Podemos, também, enunciar um outro teorema o qual recebeu o nome do grande geômetra Descartes, como segue:

### **" Teorema de Descartes "**

**Quando uma linha rola sobre outra linha sem escorregamento, e se considera uma posição qualquer: A normal à curva descrita por um ponto fixo da primeira linha passa pelo ponto de contato das duas linhas consideradas.**

Descartes também prestou atenção particular na teoria das tangentes em relação às curvas - como talvez deva ser deduzido de seu sistema de classificação há pouco aludido. A então definição, em curso, de uma tangente de um ponto, era uma linha reta que atravessava o ponto de tal maneira que, entre este e a curva, não poderia ser desenhada outra linha reta, isto é, uma linha reta de contato mais próximo. Descartes propôs substituir este por uma afirmação equivalente à declaração de que a tangente é a posição limite da secante; **Fermat**, e em uma data mais tarde Maclaurin e **Lagrange**, adotaram essa definição. Barrow, seguido por **Newton** e **Leibniz**, consideravam uma curva como o limite de um polígono inscrito, quando os lados se tornam pequenos, e afirmou que o lado do polígono, quando produzido, torna-se no final uma tangente em relação à curva. Roberval, por outro lado, definiu a tangente de um ponto como a direção do movimento no instante em que o mesmo descreve a curva. Os resultados são os mesmos qualquer que seja a definição escolhida, mas a controvérsia quanto a qual definição era a correta não foi nem um pouco a menos animada. Em suas cartas Descartes ilustrou sua teoria dando a regra geral para desenhar tangentes e normais para uma roleta.

O método usado por Descartes para encontrar a tangente ou a normal em qualquer ponto de uma curva dada, foi exatamente como se segue: ele determinou o centro e o raio de um círculo que deveria cortar a curva em dois pontos consecutivos. A tangente em relação ao círculo naquele ponto será a tangente requerida em relação à curva. Em livros didáticos modernos é comum expressar a condição de que dois dos pontos nos quais uma linha reta (como  $y = mx + c$ ) corta a curva deve  $y = mx + c$  cortar a curva devem coincidir com determinado ponto: isto nos habilita a determinar  $m$  e  $c$ , a equação da tangente ali determinada. Descartes, entretanto, não se aventurou a fazê-lo, porém selecionando um círculo com a curva mais simples e um que ele sabia como desenhar uma tangente, fixou o círculo de maneira a fazê-lo tocar

a dada curva no ponto em questão, e assim restringiu o problema a desenhar uma tangente em relação a um círculo. Vale a pena ressaltar que ele somente aplicou esse método a curvas que fossem simétricas em um eixo e que tomou o centro do círculo sobre o eixo.

O **terceiro** livro da *Geometria* contém uma análise da álgebra da época, e isto afetou a linguagem do assunto, fixando o costume de empregar as letras do começo do alfabeto para denotar quantidades conhecidas, e aquelas do final para denotar quantidades desconhecidas. Mais tarde, Descartes introduziu o sistema de índices agora em uso; muito provavelmente foi original de sua parte. Não é certo se Descartes reconheceu ou não que suas letras podiam representar qualquer quantidade, positiva ou negativa, e que isto era o suficiente para provar uma posição de um problema geral. Ele foi o primeiro geômetra a compreender a vantagem a ser obtida deixando de lado todos os termos de uma equação, embora Stifel e Harriot tenham algumas vezes utilizado essa forma por opção. Ele compreendeu o significado das quantidades negativas e usou-as livremente. Neste livro, ele fez uso da regra para encontrar o limite do número de raízes positivas e negativas de uma equação algébrica, que ainda é conhecida por seu nome, e introduziu o método de coeficientes indeterminados para a solução de equações. Ele acreditava que tinha dado um método pelo qual equações algébricas de qualquer ordem pudessem ser resolvidas, mas nisto ele estava errado.

Aproximadamente entre o ano de 1637 e 1641, Descartes descobria um terceiro par de números amigáveis ou amistosos que é: 9.363.584 e 9.437.056, isto porque os pitagóricos tinham descoberto o par 220 e 284 e **Fermat** o par 17.296 e 18.416. Números amigáveis são pares de números onde um deles é a soma dos divisores do outro. Como exemplo os divisores de 220 são: 1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55 e 110 cuja soma é 284. Por outro lado, os divisores de 284 são: 1, 2, 4, 71 e 142 e a soma deles é 220.

Em 1641, sob o título " **Meditationes de prima philosophia** " ( Meditações de filosofia primeira ) foi publicado, por Descartes, um trabalho cuja finalidade seria explicar a filosofia esboçada no Discurso do Método. A doutrina de Descartes começou a ser desenvolvida quando da tradução para o francês do referido trabalho pelo Duque de Luynes, e das conferências em que Jacques Rohault e Pierre Sylvain Régis a expuseram.

Apesar do combate dos teólogos e dos aristotélicos contra a influência de Descartes na filosofia moderna, a difusão do cartesianismo se



processou rapidamente por toda Europa, a começar pela Holanda, país em que Descartes viveu vinte anos, com Adriaan Heerebord, Spinoza e muitos outros. Em seguida, na Alemanha com Johann Clauberg e na Itália com Fardella. O cartesianismo serviu para combater o ateísmo através de um dos principais defensores que era o padre Mersenne. Alguns jansenistas, também foram cartesianos da mesma forma que filósofos franceses da importância de Géraud de Cordemoy e outros. Os oratorianos, que se inspiraram no pensamento de Santo agostinho para interpretar a referida doutrina, desenvolveram uma corrente que iria levar ao ocasionalismo de Malebranche. Os jesuítas opuseram-se às idéias de Descartes, seu antigo discípulo, levando o Santo Ofício, em 1663, a condená-las. O Conselho do Rei, a pedido da Sorbonne, proibiu em 1671 o ensino do cartesianismo na França ainda, em pleno século XX se faz sentir a diversidade de interpretações do sistema Descartes.

Em 1644, ele publicou " **Renati Descartes principia philosophiae** " ( Princípios da filosofia de René Descartes ) também denominado " **Principia** " tendo , o referido trabalho, sido desenvolvido para a Física, especialmente as leis de movimento e a teoria de vórtices ( estudo dos redemoinhos ou furacões ). Esta publicação incorpora a maioria dos resultados da teoria física do universo contidos em seu primeiro tratado denominado " **Le Monde** " apoiando-se sobre a base metafísica. Este tratado inicia com uma discussão sobre movimento; e então anuncia dez leis da natureza, das quais as duas primeiras são mais idênticas `as duas primeiras leis de movimento dadas por **Newton**; as oito leis restantes são inexatas. Ele, logo depois, procede debatendo a natureza da questão, a qual ele considera como uniforme em tipo, embora haja três formas dela. Ele assume a questão de que o universo deve estar em movimento e que o movimento deve resultar em um número de vórtices. Afirma, também, que o Sol é o centro de um imenso redemoinho de água. Se supõe que cada planeta seja o centro de um segundo redemoinho, pelo qual seu satélites são carregados: supõe-se que este segundo redemoinho produz variações de densidade no meio que o cerca, que constitui o primeiro redemoinho, e então induz os planetas a moverem-se em elipses, e não em círculos. Todas estas afirmações são arbitrárias e insuportáveis para qualquer investigação. Não é difícil provar que em suas hipóteses o Sol estaria no centro dessas elipses, e não em um foco ( como **Kepler** tinha mostrado que era o problema ), e que o peso de um corpo em cada lugar da superfície da terra, exceto o equador, agiria em uma direção que não seria vertical; seria suficiente dizer que **Newton** considerou a teoria em detalhe e mostrou que suas conseqüências não são somente inconsistentes com cada uma das leis de **Kepler** e com as leis fundamentais da mecânica, mas também estão em variação com as leis

da natureza assumidas por Descartes. Ainda assim, a despeito de sua crueza e seus defeitos inerentes, a teoria de vórtices marca uma nova era na astronomia, porque foi uma tentativa de explicar o fenômeno de todo o universo pelas mesmas leis mecânicas que as experiências mostram serem verdadeiras na terra.

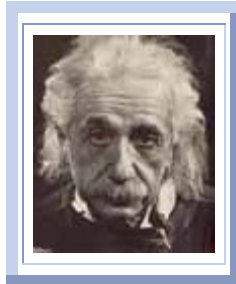
Em 1647, ele recebeu da corte francesa uma pensão em honra de seus descobrimentos e em 1649, após publicar em Amsterdam "**Les Passions de l'ame**" ( As paixões da alma ) foi convidado pela Rainha Cristina da Suécia a visitar Estocolmo como recompensa e também pelo fato de ser uma grande admiradora de suas obras.

Após passar um ano em Estocolmo, **faleceu no dia 11 de fevereiro de 1650**, com aproximadamente cinquenta e quatro anos de idade, vítima de pneumonia - em consequência do frio seco que assolava a cidade - contraída no dia 02 de fevereiro, René Descartes e suas últimas palavras foram: "**Vamos alma, à que partir**". As suas cinzas encontram-se em Paris, na Igreja de Saint-Germains-de-Prés.

Pela exposição acima, podemos considerar Descartes como o **pioneiro da escola moderna da matemática**, como também um dos pensadores mais importantes e influentes da história da humanidade. Chamado de **Pai da Filosofia Moderna**, sendo considerado como a ponte entre o escolasticismo e toda a filosofia que o seguiu. Forneceu uma base teórica para toda a nova física mecânica, a qual tentou explicar todas as coisas do mundo, diferentes dos seres humanos somente nas formas, tamanhos e movimentos dos corpos. Com a teoria do conhecimento tornou-se o **Pai do Racionalismo**. Crê que os sentidos não dêem ao homem mais que uma representação confusa dos objetos, podendo, assim, induzi-lo ao erro, encontrando-se na razão da mesma o critério da verdade. Concilia a religião com a ciência através de sua filosofia, apesar de sofrer influência da ideologia burguesa do século XVII, que refletia, ao lado das tendências progressistas da classe em ascensão na França, o temor das massas populares.

# Albert Einstein

---



**Albert Einstein** — físico, matemático e filósofo, nasceu às 11:30 hs de uma sexta-feira na cidade alemã de Ulm ( hoje, Württemberg - sul da Alemanha ) no dia 14 de março de 1879 registrado no cartório da cidade sob o nº 224. Filho de Hermann Einstein, um pequeno industrial judeu e de Pauline Koch que se casaram no dia 08 de agosto de 1876 na sinagoga de Connstatt e foram residir em Münsterplatz e, em 1878, em Bahnhofstrasse, estabelecendo-se posteriormente em Ulm. Naquela época, ele era sócio de uma fábrica de colchões e o negócio não ia muito bem e, em conseqüência, decidiram transferir-se em 21 de junho de 1880 para Munique ( em alemão München, cidade da Alemanha e capital da Bavária(em alemão Bayern) ou Baviera às margens do rio Isar ) e, juntamente, com o seu irmão Jakob montar uma empresa de instalações de água e gás, pois Jakob era engenheiro e com um bom grau de qualificação nessa área. A empresa foi inaugurada em 11 de outubro do mesmo ano onde Hermann era o responsável pela parte comercial e financeira, pois, investira pesado juntamente com sua esposa em decorrência do projeto ser viável e promissor, tanto que Jakob um pouco mais ambicioso e com uma melhor visão nesse ramo, propôs, alguns anos mais tarde, a construção de uma fábrica com o intuito de fabricar equipamentos elétricos de medição, lâmpadas, dínamos, etc. A idéia foi concretizada e em 06 de março de 1885 a fábrica foi instalada em Munique tendo sido registrada com a denominação " **Elektrotechnische Fabrik J. Einstein und Co.** ". Durante esse período, mais precisamente, no dia 18 de novembro de 1881 nasce Maja sua primeira e única irmã. Eles trabalharam no fornecimento de estações de elétrica de Munique – Schwabing, como também, nas cidades de Varèse e Susa, na Itália.

Transcorrido esse período a família residia em Sendling, um subúrbio de Munique onde os seus filhos, Albert Einstein e Maja passaram a maior parte de sua infância. Einstein levou muito tempo para aprender a falar e, em consequência, os seus pais temiam que fosse uma criança com problemas mentais. Logo nos seus primeiros anos de vida, seus pais, observaram que ele era de temperamento calmo e tímido levando às outras crianças a se afastarem. Era um jovem triste, não participava de jogos e competições e tinha poucos amigos. O que ele mais gostava era compor ao piano hinos religiosos. Ele aprendeu a tocar sozinho, ouvindo a talentosa pianista que era a sua mãe. Nessa cidade, por volta de 1886, ele começou os seus primeiros estudos, inclusive lições de violino, que era o seu instrumento predileto, com o seu mestre Herr Schmied até quando completou treze anos e, em casa, recebia aulas de religião judaica.

Em 1888, aos nove anos, ele foi para o Luitpold Gymnasium onde estudou religião e matemática, quando foi dada maior atenção para o estudo do cálculo.

Em 1891, já com doze anos, decidiu estudar sozinho matemática e ciências e nas horas de descanso, seu tio Jakob, ensinava-o as primeiras noções de álgebra e geometria, isto porque na escola não passava de um aluno medíocre. Destacava-se, apenas, em matemática e física, todavia, não apresentava sinais de genialidade, seu desenvolvimento era muito lento e em línguas não possuía a menor inclinação. Após a leitura de alguns tratados relativos à Geometria, Einstein despertou interesse pela matéria.

Em 1894 a família de Einstein — que se encontrava à beira da falência — mudou-se para Milão, uma belíssima cidade da Itália, capital da Lombardia e sede provincial que em italiano chamava-se Milano, mas ele permaneceu em Munique para terminar seus estudos secundários. Um ano depois, Einstein foi expulso da escola sob alegação de ser um aluno rebelde e, no mesmo ano, foi para a Suíça concluir os seus estudos onde se submeteu, também, após a conclusão de seu curso, a um exame admissional na Eidgenössische Technische Hochschule ( O nível dessa escola é equivalente, no Brasil, a de uma escola técnica ) em Zurique ( cidade da Suíça, onde havia um dos maiores centros culturais da confederação ) mas, não atingiu o seu propósito por ter sido reprovado.

Não desanimando e com receio de ser reprovado outra vez, Einstein começou a freqüentar uma escola secundária ( Provincial ) em Aarau — cidade da Suíça, sede do cantão de Argóvia, à margem do rio

Aar — , pois, seria o melhor caminho para ter êxito em seus planos. Durante o curto tempo em que passou nesta cidade, escreveu o seu plano para o futuro.

" Se eu tivesse a sorte de passar nos meus exames, iria para Zurique. Ficaria lá durante quatro anos para estudar matemática e física. Imagino-me tornando professor naqueles ramos das ciências naturais, escolhendo a parte teórica deles. Eis as razões que me levam a este plano. Acima de tudo, esta é minha disposição para pensamento abstrato e matemático, e minha falta de imaginação e habilidade prática ".

Em 1896 ingressou, após se submeter a exame admissional, na Eidgenössische Technische Hochschule onde concluiu, em 1900, o seu curso, graduando-se em física e matemática. Nesse mesmo ano, ele renunciou a cidadania alemã e só requerendo a nacionalidade suíça em 1899, a qual lhe foi concedida em 1901.

Findo o curso, Einstein viveu algum tempo em precárias condições econômicas, mesmo assim, não se interessou pela carreira militar, apesar de ser cidadão suíço, conseguiu livrar-se do serviço militar e ocupou temporariamente a cátedra de um professor de matemática pedagógica na Technical High School ( Escola Técnica secundária ) em Winterthur, cidade suíça às margens do rio Töss, um afluente do Reno. Em suas reflexões, durante esse período, Einstein escreveu:

Eu deixei a ambição para quando chegar em uma universidade...

Conseguiu, também, lecionar temporariamente numa escola privada em Schaffhausen, cidade às margens do Reno e perto de Winterthur. Com a ajuda do pai de um amigo dele, Marcel Grossmann, recomendou, Einstein, ao Diretor do Departamento Nacional de Patentes em Berna. Em seguida, Einstein foi nomeado, em 1902, como especialista técnico de terceira classe. O trabalho não era excessivo e sobrava-lhe tempo para se dedicar ao estudo dos problemas da física teórica e se concentrar nas suas próprias investigações. Dedicava-se, também, à tarefa de relacionar o tempo e o espaço, a matéria e a energia. Por vezes desesperou, e, precisamente na véspera de chegar a um resultado certo, declarou a um colega de trabalho: " Vou dar-me por vencido ".

Em 1903, Einstein casou-se com uma antiga companheira de classe, a húngara Mileva Maric e tiveram dois filhos: Hans Albert e Eduard.

Após dez anos de desentendimentos, separaram-se no ano de 1913.

Einstein trabalhou no escritório de patente de 1902 a 1909, passando pelo cargo temporário durante dois anos e em 1904 o ocupou definitivamente, sendo promovido, em 1906, a perito técnico de segunda classe.

Em 1905, Einstein elaborou sua tese de doutoramento pela University of Zurich ( Universidade de Zurique ) a qual foi dedicada a seu amigo Grossmann e que recebeu o título " **On a new determination of molecular dimensions** " ( Sobre uma determinação nova de dimensões moleculares ). Sua tese apareceu publicada na edição de uma revista científica alemã " **Annalen der Physik** " ( Anais da Física ) que continha os seus três famosos artigos:

O primeiro aborda o efeito fotoelétrico a partir da hipótese dos quanta de luz cuja explicação dessa teoria, que na época alguns físicos achavam muito radical, só foi aceita em 1916, após confirmação experimental elaborada por Robert Andrews Millikan. Einstein postulou, após estudos das teorias de Heinrich Hertz em 1887, Hallwachs e Max Planck, que um feixe luminoso consistia de pequenos ' pacotes ' de energia chamado, hoje de fótons ou quanta de luz. A energia de um fóton **W** é proporcional à sua frequência **f**, ou é igual à sua frequência multiplicada por uma constante, ou seja: **W = hf**, onde **h** é uma constante universal, denominada constante de Planck — nome atribuído, devido ter partido da hipótese de Planck — e seu valor é igual a  $6,63 \times 10^{-27}$  erg.segundo ou no sistema MKS igual a  $6,63 \times 10^{-34}$  joules.segundo. Quando um fóton colide com um elétron da superfície do metal, ele pode transferir sua energia ao elétron. Esta transferência é um processo ' tudo ou nada ', isto é, ou o fóton transfere para o elétron toda a sua energia ou nenhuma, deixando então de existir. A energia adquirida pelo elétron pode permitir que ele escape da superfície do metal, caso se mova na direção adequada.

Para abandonar a superfície, o elétron perde uma energia  $\phi$  denominada função de trabalho da superfície. Alguns elétrons podem perder mais energia que  $\phi$ , se eles estão mais afastados da superfície do metal, mas a energia máxima com que eles podem emergir da superfície é igual à energia recebida do fótons menos a função de trabalho. Logo, a energia cinética máxima dos fotoelétrons liberados por luz de frequência **f** é dada pela equação do efeito fotoelétrico proposta por Einstein e em concordância com as

experiências de Millikan.

$$\frac{1}{2} mv_{\max}^2 = hf - \phi$$

Esta descoberta da lei do efeito fotoelétrico fez com que Albert Einstein recebesse, dezesseis anos após sua formulação, o Prêmio Nobel de Física de 1921.

O segundo artigo versa sobre a teoria estatística do movimento browniano. Esse movimento foi descoberto, em 1827, pelo botânico inglês Robert Brown ao observar que os grãos de pólen suspensos em água movimentam-se continuamente de maneira desordenada, quando observados ao microscópio. Inicialmente esse movimento foi considerado como uma forma de vida, mas logo verificou-se que pequenas partículas inorgânicas apresentavam o mesmo comportamento. Em decorrência de não haver explicação quantitativa desse fenômeno até o desenvolvimento da teoria cinética, Einstein, através do seu artigo — sobre Mecânica Estatística que pressupõe a existência de átomos; suas leis fundamentais são as da mecânica, aplicadas aos átomos que constituem o sistema — desenvolveu a teoria do movimento browniano. O movimento dessas partículas imperceptível foi estudado por Einstein que o fundamentou nas leis da estatística chegando a concluir que, por exemplo, pode ser determinado o número de moléculas que se encontram num  $\text{cm}^3$ , o tamanho real de cada uma, sua velocidade, etc. Einstein em sua autobiografia escreveu: " O meu objetivo principal nesse trabalho era encontrar fatos que garantissem tanto quanto possível a existência de átomos de tamanho definido. Durante o meu trabalho descobri que, de acordo com a teoria atômica, partículas microscópicas em suspensão deveriam ser dotadas de movimento observável..... ". Em outras palavras, Einstein, observou o movimento browniano em outras situações, como por exemplo, o movimento de partículas no ar, solução diluída de nanquim ou solução de ouro coloidal, e relacionou-o com a teoria atômico-molecular chegando às seguintes observações:

As partículas movimentam-se por serem bombardeadas pelas moléculas do fluido ( líquido ou gás ), que também tem movimento desordenado.

As pequeníssimas partículas agem como moléculas muito grandes e seus movimentos devem ser análogos aos das moléculas.

A agitação molecular segue as mesmas leis gerais que o movimento browniano.

A partir de todas essas observações, Einstein, concluiu que:

O movimento browniano representa um modelo observável do movimento molecular.

O terceiro artigo, expôs uma das mais importantes descobertas da física no início do século: a teoria especial da relatividade ou da relatividade restrita a qual abriu novos caminhos para o desenvolvimento da física teórica. Esta teoria tinha por finalidade principal demonstrar a aparente incompatibilidade entre a eletrodinâmica de Maxwell e o princípio da relatividade enunciado por **Galileo**, ao revisar as noções físicas de espaço e tempo, como também, descartar a hipótese do éter e, em consequência, a possibilidade de um meio em que se pudesse considerar o 'repouso absoluto', bem como o 'movimento absoluto' a partir da análise da experiência de Michelson e Morley, que admitiam a existência do éter e não foram capazes de encontrar diferenças na velocidade da luz que o atravessa em diversas direções.

Com a eliminação do éter, Einstein explicou a propagação da luz através do seguinte postulado que foi de fundamental importância na teoria da relatividade.

" Se certo número de observadores estiverem se movendo ( com velocidade uniforme ), uns em relação aos outros e em relação a uma fonte de luz, e se cada observador determinar a velocidade da luz emergindo da fonte, todos eles obterão o mesmo valor. "

Em outras palavras, Einstein quer dizer que a velocidade da luz, no vácuo, é constante, independentemente dos movimentos uniformes da fonte e do observador.

Uma outra contribuição de Einstein diz respeito a reformulação dos conceitos de massa e energia que segundo as suas próprias palavras:

" Toda energia **E**, de qualquer forma particular, presente em um corpo ou transportada por uma radiação, possui inércia, medida pelo quociente do valor da energia pelo quadrado da velocidade da luz **c**.



"

Reciprocamente,

" A toda massa **m** deve-se atribuir energia própria, igual a **mc<sup>2</sup>**, independentemente e além da energia potencial que o corpo ou o sistema possua num campo de forças ".

Como consequência, podemos afirmar que:

" Massa é uma forma de energia, isto é, a energia tem inércia ".

Conclusão:

" Massa e Energia são duas manifestações diferentes da mesma coisa, ou duas propriedades diversas da mesma substância física "

$$E = mc^2$$

Em 1907, candidatou-se e foi aprovado ao cargo de professor de física da Universidade de Berna, conseguindo, assim a ' Venia Legendi ' ( direito de magstrar em faculdades ) e apresenta como dissertação inaugural um artigo de 1905 intitulado " **Elektrodynamik bewegter Körper** " ( Eletrodinâmica de corpos em movimento ). Pelo fato do assunto abordado nesse artigo ser extremamente controvertido e, em consequência, professores da referida universidade tanto recusarem quanto criticarem violentamente o trabalho, fez com que Einstein, ressentido, adiasse seu ingresso no magistério. Um ano após, Einstein, já admitido pela Universidade de Berna como professor de física, aceita ser o conferencista da Universidade depois de submeter a julgamento sua tese denominada " **Consequences for the constitution of radiation following from the energy distribution law of back bodies** ".

Em 1909 foi convidado para assumir a cátedra de professor-assistente de física da Universidade de Zurique, após ter renunciado as funções de conferencista da Universidade de Berna e apresentado o pedido de demissão de técnico especializado do Departamento Oficial de Registro de Patentes. Neste mesmo ano, Einstein, foi reconhecido como o principal pensador científico e como premiação nasceu o seu segundo filho, Eduard.

Em 1911 foi convidado pela Universidade Germânica de Praga para a cátedra de física teórica na qualidade de professor catedrático.

Em 1912 retornou à Suíça e assumiu o cargo de professor catedrático na Eidgenössische Technische Hochschule, pois, em Praga ( naquela época capital da província austríaca da Boêmia ) o seu período contratual de três semestres chegou ao fim. Foi então que começou uma nova fase de pesquisa no campo gravitacional com ajuda de Grossmann, Tulio Levi-Civita e Gregorio Ricci-Curbastro. A esse novo trabalho, Einstein, denominou de **Teoria Geral da Relatividade**.

Em 1913, recebeu a visita do físico Max Planck e do físico-químico Walter Nernst que o convidou para o cargo de Diretor de Física do Kaiser Wilhelm Institute em Berlim. Nesse mesmo ano, divorciou-se de Mileva Maric e, em 1914, antes de seu ingresso à Alemanha, casou-se com sua prima Elsa Rudolph adotando as suas duas filhas do primeiro casamento, Ilse e Margot e, em abril, aceita na Universidade de Berlim a função de pesquisador na Academia Prussiana de Ciências, uma cátedra e o cargo de Diretor do referido instituto. Ademais, ele recusou-se a assinar um manifesto em favor da Primeira Guerra Mundial. Nessa época, Berlim era um dos maiores centros intelectuais do mundo e tendo os grandes mestres bem mais próximo de Einstein, fez com que ele desse continuidade às pesquisas gravitacionais originadas em Zurique e que puderam ser brilhantemente terminadas e foram apresentadas em 4 de novembro de 1915 sob o título já referido, à Academia Prussiana de Ciências.

Mesmo antes da publicação da Teoria Geral da Relatividade, Einstein fez uma dissertação sobre os seus trabalhos em Göttingen — Cidade alemã da Baixa Saxônia às margens do rio Leine — que continha um trecho que dizia o seguinte:

" Para minha grande alegria, eu tive sucesso em convencer completamente Hilbert e Klein "

O motivo que levou Einstein a falar sobre **David Hilbert** foi o fato dele ter submetido o seu trabalho que versava sobre as equações no campo da teoria geral da relatividade, para publicação, uma semana antes de Einstein ter completado o seu trabalho.

A teoria Geral da Relatividade englobou os fenômenos gravitacionais concluindo que não existe " embaixo " nem " em cima " no Universo, no sentido de que os objetos caem por serem puxados para baixo na direção de um centro de gravitação. Segundo Einstein, " O movimento

de um corpo se deve unicamente à tendência da matéria para seguir o caminho de menor resistência. " Assim sendo, não havia motivo para admitir a existência de uma força gravitacional absoluta, pois, os corpos, no espaço, escolheriam os caminhos mais fáceis, evitando, assim, os mais difíceis. Esses fenômenos gravitacionais podem ser sintetizados como uma decorrência geométrica do espaço-tempo de quatro dimensões. Através de uma série de fórmulas matemáticas, Einstein provou a curvatura do espaço, concluindo que a distância mais curta entre dois pontos não é uma reta, e sim, uma linha curva.

Para curvar o espaço, somente a massa do Sol é suficiente, no sistema solar, pois as estrelas estão muito distantes para exercerem essa ação. É esta curvatura do espaço nas vizinhanças do Sol que dirige os planetas para este astro, como se ele os atraísse. Como podemos analisar, as propriedades físicas do espaço nas proximidades de certa massa como a do Sol não são euclidianas. As relações algébricas entre os ângulos e as distâncias podem ser traduzidas por uma " imagem " da curvatura local do espaço-tempo.

Apesar dessas curvaturas locais, o universo poderia ser infinito e euclidiano em seu conjunto. Einstein procurou determinar pelo conjunto das massas, e independente, em primeira aproximação, das desigualdades locais, a existência de um esquema geral do universo, admitindo que a matéria das estrelas estava distribuída uniformemente no espaço e criando um conjunto de densidade não nula e constante em toda parte. Ademais, como as velocidades das estrelas lhe pareceram suficientemente pequenas, ele admitiu o conjunto estático.

Além desses fenômenos gravitacionais, Einstein, interpretou a identidade da massa que pesa e da massa inerte, que a Física Clássica registra sem explicar.

Em 1919, duas expedições inglesas fizeram observações durante um eclipse solar e confirmaram a Teoria da Relatividade Generalizada e, em consequência, tornaram Einstein um cientista reconhecido mundialmente. A imprensa popular através do jornal The London Times publicou em 07-11-1919 várias manchetes, uma era Revolução na Ciência, outra Nova Teoria do Universo, etc.

Nessa mesma época os grupos nacionalistas extremistas começavam a se organizar na Alemanha. O fato de Einstein ser judeu, somado à sua posição contrária à toda forma de nacionalismo e militarismo, e ainda à sua fama mundial, aumentaram a inveja e o ódio dos imperialistas

reacionários, que se organizaram contra ele, sob a proteção do físico ultranacionalista Philipp Von Lenard.

Em 1920 as conferências de Einstein em Berlim foram suspensas através de demonstrações que, embora oficialmente se tenha negado, era quase antijudeu. Certamente havia fortes sentimentos expressados contra os trabalhos de Einstein durante esse período em que ele respondeu para a imprensa que cita Lorentz, Planck e Eddington como apoiando as suas teorias e declarando que muitos alemães teriam os atacado se ele tivesse sido:

" ... um nacionalista alemão com ou sem suástica em vez de um judeu com convicções internacionais liberais... "

Em 1921, Einstein fez a sua primeira visita aos Estados Unidos da América com o objetivo de angariar fundos para um projeto de uma universidade hebraica em Jerusalém. Durante a sua visita recebeu a medalha de Barnard e fez uma preleção como nos tempos da relatividade. Ademais, publicou uma obra de divulgação intitulada "**Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, gemeinverständlich**" ( Sobre a teoria da relatividade especial e geral ). Ele foi laureado em 1922 com o Prêmio Nobel de Física de 1921 por seus estudos sobre o efeito fotoelétrico e foi indicado para participar da Organização Intelectual da Liga das Nações.

Enquanto isso, do outro lado do mundo as ações de grupos radicais como os anti-semitas e os ultranacionalistas se tornaram ainda mais ofensivas, tanto que em 1922 houve o assassinato do Ministro das Relações Exteriores da Alemanha, Walther Rathenau, um industrial judeu, amigo íntimo de Einstein e anteriormente era Ministro da Reconstrução e negociou, com a antiga Rússia soviética, o Tratado de Rapallo em abril de 1922.

A perseguição aos judeus acentuou-se, na Alemanha, no período de 1922 a 1925 e Einstein sofre humilhação e é atacado violentamente. Nesse período, ele viajou pela Europa, pelas Américas e pela Ásia, ora discutindo questões relacionadas com a física e defendendo suas teorias, ora analisando os complexos problemas da convivência humana. Nessa viagem pelas Américas visitou o Brasil, em 1925, onde proferiu duas conferências: na Academia Brasileira de Ciências e no Instituto de Engenharia do Rio de Janeiro.

Em 1925, Einstein é agraciado com a " Medalha de Copley " da Royal Society ( Sociedade Real ) e nesse mesmo ano, juntamente com

o líder dos direitos civis indianos, Mahatma Gandhi, trabalhou numa campanha pela abolição do serviço militar obrigatório. Um ano mais tarde, é condecorado com a " Medalha de Ouro " da Royal Astronomical Society ( Sociedade Real de Astronomia ).

Em 1927, ele foi participar da Conferência de Solvay a fim de continuar debatendo sobre a teoria quântica com Niels Bohr. Participavam, também, desta conferência, Planck, Louis De Broglie, Heisenberg, Schrödinger, Dirac e tantos outros. Einstein apesar de ser convidado para dirigir a conferência, não aceitou, pois alegou que estava muito cansado devido ao excesso de trabalho.

No período de 1930 a 1932, Einstein, dando continuidade às suas viagens pelo mundo, visitou universidades e instituições de pesquisas, e, em sua terceira viagem aos Estados Unidos, recebeu uma proposta de contratá-lo por um período de cinco meses ao ano para integrar o Institute for Advanced Study ( Instituto de Estudos Avançados ), de Princeton. Assim sendo, ele continuaria trabalhando em Berlim durante sete meses do ano. Em 1932, escreveu um livro intitulado " **Construtores do Universo** ". Em 1930, participou de uma manifestação internacional organizada pela Liga Internacional da Mulher pela Paz e Liberdade.

Em 1933, o partido nazista assumiu o poder e o movimento encontrou um chefe em Adolf Hitler, fundador do Partido Nacional-Socialista ( nazista ) e que foi empossado como Chanceler no dia 30 de janeiro de 1933 e Chefe de Estado que com plenos poderes estabeleceu um regime ditatorial e autárquico sustentado por uma política repressiva. Einstein, pressionado pelo regime que ia de encontro aos seus anseios, foi obrigado a desistir de continuar em seu país.

Em 28 de março de 1933, ele demitiu-se através de uma carta destinada à Academia Prussiana de Ciências. Como represália, o governo nazista confiscou todos os seus bens, como também, cassou a sua cidadania. Nesse mesmo ano, ele emigrou para os Estados Unidos e passou a fazer parte do quadro de cientistas do Institute for Advanced Study da Universidade de Princeton. Imediatamente, começou a trabalhar, tentando unificar as leis físicas, mesmo sabendo que seria uma tarefa de grande profundidade. No mesmo ano, em colaboração com Sigmund Freud escreveu um livro intitulado " **Por que a guerra ?** ".

Em 1934, assumiu o cargo de diretor do referido instituto e, em Paris, publica uma tradução francesa intitulada " **Mein Weltbild** " ( Minha

visão do mundo ) em 1936, para sua tristeza, morre sua segunda esposa, Elsa Rudolph e, em 1938, escreveu outro livro denominado "**Evolução da Física**".

Em 1939, ano que em teve início a Segunda Guerra Mundial — conflito que opôs as potências democráticas aliadas (Polônia, Grã-Bretanha e países da Commonwealth, França, Dinamarca, Noruega, Países Baixos, Bélgica, Iugoslávia, Grécia, depois a antiga URSS, EUA, China, Brasil e a maior parte dos países da América Latina) às potências totalitaristas do Eixo (Alemanha, Itália, Japão, Hungria, Eslováquia, etc.) em decorrência da decisão alemã de libertar-se do "Diktat" de Versalhes (1919) e dominar a Europa — , dois físicos alemães conseguiram produzir artificialmente a fissão do urânio, enquanto os estudos do italiano Enrico Fermi mostravam a possibilidade de produzir-se uma reação em cadeia, promovendo a fissão de um número cada vez maior de átomos de urânio e libertando enorme quantidade de energia. Persuadido pelos seus colegas a escrever uma carta ao Presidente dos EUA Franklin Delano Roosevelt recomendando a aceleração das pesquisas que levariam à criação da bomba atômica. Einstein, tomou essa decisão no dia 02 de agosto de 1939, pois tinha conhecimento de que os alemães estavam, também, desenvolvendo um projeto semelhante uma vez que suspendeu a venda de urânio das minas tchecas. Essa carta contribuiu, de forma definitiva, para a criação do Projeto Manhattan, lançado em 1942, que colocaria a América na vanguarda quanto ao aproveitamento de energia atômica.

Em 1940, Einstein se tornou cidadão dos Estados Unidos, porém, continuou, também, com a cidadania suíça. Nessa crise mundial, ele colaborou exaustivamente pela paz.

No dia 7 de dezembro de 1941 os japoneses, com sua frota, atacam Pearl Harbor — enseada das ilhas Havaí ( ilha de Oahu ), em que os norte-americanos tinham uma base aeronaval que foi construída em 1906 — e a destrói. Este ataque fez com que os EUA determinassem a sua entrada na II Guerra Mundial contra as tropas do Eixo e do Japão. As batalhas foram travadas principalmente pela aviação e pela marinha. Os pilotos japoneses denominados Kamikazes, que significa ' vento divino ' foram treinados para lutar até a morte, buscando no campo de batalha a vitória ou a morte honrosa. O poema japonês que diz:

" A flor de cerejeira é a primeira das flores, assim como o guerreiro é

o primeiro dos homens "

mostra claramente o código de conduta do soldado japonês. Dentro dessa filosofia, o Japão lutaria até morte, mas não se renderia.

Em 1943, sob a direção de Robert Oppenheimer, os trabalhos finais da bomba atômica começam em Los Alamos ( cidade dos EUA, Novo México, onde fica localizado o laboratório de pesquisas nucleares e em 1954 testaram a bomba de hidrogênio ou Bomba H.

Em 1944, Einstein fez grande esforço para evitar a guerra, pois escreveu à mão toda a teoria da relatividade e pôs em leilão, arrecadando aproximadamente seis milhões de dólares. Este manuscrito encontra-se na Biblioteca do congresso dos Estados Unidos. Einstein com o seu poder de intuição foi novamente escolhido para pedir ao presidente que não lançasse a bomba sobre o Japão. Roosevelt morreu repentinamente no dia 12 de abril de 1945, sem ter aberto a carta. O novo Presidente, Harry S. Truman, não atendeu o pedido de Einstein nem de outros físicos.

Em 1945, exatamente no dia 14 de julho, é experimentada a primeira bomba atômica, no deserto de Alamogordo ( Novo México ) e Einstein articula um movimento, juntamente com outros cientistas, em prol do não uso de armas nucleares.

Infelizmente o movimento de Einstein praticamente não adiantou, pois os EUA sendo sabedor do código de conduta do soldado nipônico usam-o como argumento, e a única solução encontrada foi nos dias 6 e 9 de agosto de 1945, quando do lançamento de duas bombas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki matando aproximadamente, em cada cidade, cem mil pessoas e ferindo outras cem mil, além da destruição de 60% das casas. Diante desse espetáculo de destruição, o Japão assinou sua rendição e no dia 02 de setembro de 1945 terminou a Segunda Guerra Mundial.

Segundo alguns estudiosos, o lançamento dessas duas bombas sobre o Japão não só tinha como objetivo forçar a rendição japonesa, mas, mostrar à União Soviética o poderio norte-americano.

A partir de 1946, Einstein continuou trabalhando em suas pesquisas científicas no mesmo ritmo de quarenta e cinco anos atrás, pois o seu objetivo era concluir a sua elaboração sobre a **Teoria do Campo Unificado** cujo núcleo era constituído por quatro equações que não ocupariam mais espaço do que as duas linhas seguintes. Essas

equações relacionavam as duas grandes forças do nosso universo físico — a gravidade e o eletromagnetismo — e demonstrava a relação existente entre todos os fenômenos físicos conhecidos. Einstein, infelizmente, nunca conseguiu concretizar o seu sonho que só após a sua morte foram obtidos avanços significativos nesse sentido, tanto teórica como experimentalmente, mas ainda há muito por fazer. Em maio, tornou-se presidente do Comitê de Vigilância dos Cientistas Atômicos. Nesse mesmo ano, fez a defesa de Julius Robert Oppenheimer — físico norte-americano, autor de trabalhos sobre a teoria quântica do átomo, foi nomeado Diretor do Centro de Pesquisas Nucleares de Los Alamos, sendo posteriormente demitido de suas funções. — em virtude de ter sido acusado de traição por ter mantido contato com cientistas soviéticos nos anos 40 e ter-se envolvido nos processos contra intelectuais liberais e de esquerda desencadeados a partir da ação do Senador Joseph R. McCarthy cujas razões foram de não querer trabalhar com a bomba H, como também, por suas opiniões políticas de cunho liberal. Vale ressaltar que, Oppenheimer foi reabilitado, após a defesa de Einstein, obtendo, em 1963, o Prêmio Enrico Fermi por sua contribuição para o progresso da física nuclear.

Em 1949, Einstein sentiu indisposição e foi internado no hospital onde passou uma temporada se recuperando e ao mesmo tempo refletindo sobre a vida. Aproveitou esse tempo para começar a elaborar o seu testamento deixando os documentos científicos para a universidade hebraica de Jerusalém, universidade essa que ele trabalhou intensamente, em 1921, para a implementação de seu projeto e que foi governador no período de 1925 a 1928.

Em 1952, após a morte do primeiro Chefe de Estado de Israel Chaim Weizmann, o governo israelita ofereceu a Albert Einstein a honraria de ser o seu segundo Chefe de Estado de Israel. No entanto, ele replicou, com a sua habitual modéstia, que não reunia condições para o desempenho de qualquer cargo que envolvesse relações humanas, e que lhe parecia melhor continuar a estudar o mundo físico, do qual já tinha " alguma idéia ".

Uma semana antes da sua morte, ele endereçou uma carta a Bertrand Russell na qual concordava com um manifesto que tornava indispensável a participação de todas as nações no que tange a não proliferação com armas nucleares e conseqüentemente a não fabricação dessas armas.

Na manhã do dia 18 de abril de 1955, após ter sido internado no



hospital de Princeton, Albert Einstein morre e no mesmo dia ele foi cremado em Trenton, Nova Jersey às 16:00hs deixando muitos ensinamentos, tristeza e saudade e que segundo as palavras de sua filha adotiva, Margot

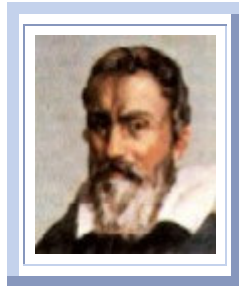
" A serenidade de sua morte ensina-nos como devemos viver "

e o grande filósofo Baruch Spinoza, de quem Einstein foi uma grande admirador

" O homem livre em nada pensa menos que na morte; e sua sabedoria não é uma meditação da morte, mas da vida. "

## Galileo Galilei

---



acompanhamento musical. No campo musical, Vincenzo encontrava algum alívio para os seus desgostos oriundos dos fracassos sociais e para o gênio violento de sua esposa, chegando, ele mesmo a ensinar a seu filho, Galileo, alaúde ( antigo instrumento de cordas, parecido com a guitarra ) e órgão. Além dessas qualidades geniais, Vincenzo era dotado de notável aptidão para as matemáticas. No entanto, pelo fato da alta matemática não ter qualquer utilidade na administração da sua loja de tecidos, ele não permitiu que o seu filho se dedicasse a essa ciência que segundo ele era " ciência inútil ", apesar de Galileo ter herdado de seu pai o gosto pela matemática e de sua mãe o caráter colérico e certa tendência para o sarcasmo, qualidades que, com o tempo, lhe haviam de criar muitos inimigos.

As primeiras letras foram aprendidas numa escola de monges beneditinos dos arredores de Florença.

Em 1577, com apenas treze anos, Galileo escreveu para o seu pai, dizendo-lhe que gostaria de seguir a carreira eclesiástica. Imediatamente Vincenzo discordou e como se fosse um castigo colocou-o pra trabalhar na loja. Decorridos quatro anos, Vincenzo notou que seu filho, Galileo, não tinha qualquer aptidão para o comércio e decidiu matriculá-lo na Escola de Artes da Universidade de Pisa para estudar medicina. O curso de medicina abrangia o estudo da filosofia de **Aristóteles**\*\*. Apesar do grande filósofo grego ter falecido há cerca de dois mil anos, por em dúvida as suas teses era simplesmente heresia. Ademais, a igreja ensinava que —€ como sustentara, mil anos antes, o astrônomo **Cláudio Ptolomeu** —€€a Terra era o centro do Universo e em torno dela giravam um pequeno Sol, uma pequena Lua e umas pequeníssimas luzes chamadas estrelas.

Nessa época de estudante do curso de medicina que cumpria para atender ao desejo de seu pai, Galileo assistiu a uma palestra sobre geometria e ficou tão interessado que começou a ler livros do mais ilustre dos matemáticos e físicos gregos, **Arquimedes**, não só sobre o assunto, como também, descontente com o minúsculo universo e com as igualmente minúsculas inteligências que sustentavam o conceito da igreja, rejeitou os dogmas vigentes na busca de provas.

Em 1581, ao observar um lustre da catedral oscilando, constatou que os períodos eram constantes e não dependia da amplitude do movimento. Para confirmar sua descoberta, construiu dois pêndulos iguais e os pôs em movimento, com amplitudes diferentes. Ambos se moveram com o mesmo período, demonstrando assim que sua observação estava correta e válida para qualquer pêndulo. É

interessante saber que desprovido de relógios adequados para efetuar as medições, Galileo recorreu a suas próprias pulsações cardíacas. Posteriormente, inventou um pêndulo que se podia sincronizar com o pulso humano e que registrava as pulsações num mostrador. Assim, os médicos, naquele tempo em que os relógios eram raros, podiam medir com a exatidão da época o pulso dos doentes. Neste mesmo ano, Giordano Bruno, um dos maiores pensadores do século passa a viver em Paris, entre o ódio dos seguidores de **Aristóteles\*\*** e o entusiasmo de alguns colegas por sua inteligência brilhante e extraordinária erudição.

Mais ou menos nessa época, Galileo foi um leitor apaixonado das obras do poeta italiano, Ludovico Ariosto e que considerou sua obra-prima — o poema épico " Orlando Furioso " ~~é~~ uma ' fantasia ' e não ' uma realidade histórica '. Deu aulas sobre as dimensões e a forma do " **Inferno de Dante** ", dedicou-se às letras e mereceu destaque como escritor, preferindo, sempre, exprimir-se em língua vulgar, o italiano, revelou-se mestre de um estilo de grande vivacidade, freqüentemente irônico e mordaz. Escreveu sobre **Dante\*\*** e **Tasso\*\*** e entre 1586 e 1588 compôs uma crítica a **Torquato Tasso\*\*** intitulada " **Considerazioni sulla Gerusalemme liberata** " ( Considerações sobre a Jerusalém libertada ). Além disso, escreveu tratados didáticos e polêmicos em estilo simples e incisivo, tendo sido um dos maiores prosadores da literatura italiana.

Galileo abandonou o curso de medicina para dedicar-se exclusivamente ao estudo da matemática, da geometria e da física e logo após as suas experiências científicas que viria a se realizar, ficaria visível o seu empenho em traduzir os fenômenos físicos em termos quantitativos e em descobrir as relações matemáticas que os descrevessem de maneira mais simples.

Em 1585 deixou Pisa e foi para Florença, onde se destacou por pesquisas teóricas em geometria e em 1586 inventou uma balança hidrostática para análise dos metais a partir do seu peso, que constituía a aplicação da teoria de **Arquimedes**. Formulou métodos simples para determinar o centro de gravidade dos sólidos.

Em Roma, no ano de 1587, ele comunicou ao matemático e astrônomo alemão Christopher Clavius suas deduções sobre os centros de gravidade dos troncos das pirâmides, cones e outros sólidos, que lhe valeram, em 1589, com o apoio do matemático e astrônomo italiano Guidobaldo dal Monte e outras personalidades

influentes que admiravam as suas espantosas qualidades matemáticas a nomeação de professor de matemática da Universidade de Pisa.

Galileo publicou, em 1590, um tratado sobre o movimento no qual relata suas pesquisas sobre o plano inclinado, como também, opõe-se à teoria aristotélica sobre o movimento dos projéteis. A física de **Aristóteles**\*\* teorizara sem experimentação e sustentara a tese seguinte: " quanto mais pesado é um corpo maior é a sua velocidade com que cai ", ou seja, " a velocidade de queda de um corpo era proporcional ao seu peso; corpos mais pesados caíam mais rapidamente que os mais leves ". No entanto, Galileo ao testar a tese de **Aristóteles**\*\* através de experimentação concluiu que: " objetos de pesos desiguais caem à mesma velocidade ". Demonstrou, também, que os objetos leves eram apenas retardados pela resistência do ar, fazendo com que ele supusesse o seguinte: " no vácuo, todos os corpos, não importando o seu peso ou forma, caíam com velocidades iguais ". Pelo fato de naquela época não se conseguir produzir um vácuo perfeito, esta suposição de Galileo só pôde ser demonstrada experimentalmente bem mais tarde, pelo físico e químico britânico Robert Boyle que, também, aperfeiçoou o termômetro de Galileo.

Daí surgiu uma lenda na qual relata que Galileo convidou os mais sábios professores da faculdade a irem até junto da famosa torre inclinada. Galileo subiu ao último piso e deixou cair, simultaneamente, duas bolas de canhão de pesos diferentes: ambas tocaram ao solo ao mesmo tempo. No entanto, aqueles sapientíssimos mestres, apegados aos dogmas eclesiásticos, preferiram continuar a acreditar no que diziam os livros, a crerem naquilo que os seus próprios olhos viam.

Galileo continuou as suas experiências, não só com corpos que deixava cair livremente, como também com corpos que fazia deslizar sobre planos inclinados. Desta forma, demonstrou que a velocidade de queda de todos os corpos aumenta em intervalos de tempo sucessivos e que este aumento de velocidade é uniforme para todos eles, independentemente do seu peso. Interessou-se, também, pelos problemas de artilharia. Os artilheiros da época sabiam que, para acertar num alvo distante, deviam elevar a mira do canhão, e faziam-no puramente por palpite. Galileo demonstrou que a trajetória, isto é, a linha descrita pelo projétil, é uma parábola e elaborou uma tabela de distâncias e de elevações pela qual o artilheiro podia encontrar a altura a que devia elevar a mira do seu canhão para atingir um alvo situado a uma distância determinada.

Galileo foi o fundador da ciência dos corpos em movimento, à qual se dá hoje o nome de dinâmica. Entre as leis fundamentais que descobriu, figura a da inércia, que explica a tendência de todo corpo em repouso para permanecer em repouso e a de todo o corpo em movimento para continuar em movimento, deslocando-se em linha reta, com velocidade uniforme, a não ser que sobre ele atue qualquer força exterior, em outras palavras, a inércia seria, segundo Galileo, a tendência dos corpos a se manterem em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme, razão pela qual um objeto situado na superfície não é deixado para trás enquanto o planeta se move e pela qual a trajetória de um corpo, por exemplo, uma seta disparada de um arco, não parece ser afetada pelo movimento terrestre. Hoje, chama-se a este princípio **Lei de Newton**, por ter sido o insigne físico e matemático inglês quem a formulou com precisão; mas Galileo foi o primeiro a estudar as suas possíveis aplicações. Também foi ele o primeiro a descobrir que a inércia tanto se aplica aos corpos terrestres como celestes. Ademais, descobriu que as oscilações do pêndulo se realiza em tempos iguais ou ao mesmo tempo.

As diversas descobertas de Galileo formaram uma base para a ciência da Mecânica, que frutificaria plenamente no trabalhos de **Newton**, no século seguinte. Essa progressão de idéias ajudou a estabelecer na ciência um tipo de visão chamada "mecanicista": todos os fenômenos poderiam ser analisados em termos mais simples, como se fossem compostos de alavancas, roldanas, engrenagens e forças mensuráveis a impulsioná-los.

Antes de Galileo, o método experimental era quase desconhecido. E, como os professores da Universidade de Pisa não podiam ou não queriam adaptar aquele método, teceram intrigas para que o jovem cientista fosse demitido da sua cátedra. Infelizmente, ele cobrira de comentários sarcásticos uma máquina pomposa e complicada inventada pelo meio-irmão do Duque da Toscana, para dragagem dos portos. Na verdade, essa dispendiosa invenção para nada servia. Ora, aliando-se a esta figura influente, os professores conseguiram que o ordenado de Galileo fosse reduzido. Por sorte, os seus amigos — tão numerosos como os seus inimigos — conseguiram que a República de Veneza lhe oferecesse, em 1592, uma cátedra na Universidade de Pádua. O ordenado era bom e havia ali uma atmosfera de maior liberdade intelectual.

Durante os dezoito anos seguintes, Galileo desenhou pontes, fortalezas e diversas máquinas militares. Inventou um instrumento precursor da moderna réqua de cálculo para extrair raízes quadradas

e cúbicas. A este aparelho juntou um transferidor para medir ângulos e obter subdivisões na bússola astronômica. O instrumento teve tal procura que, para a sua produção, Galileo se viu na necessidade de contratar ajudantes. Muitos destes objetos, de requintado fabrico manual, existem ainda hoje.

Em Pádua — cidade pertencente a outra nação: a República de Veneza — , a maioria dos alunos que assistiam as suas exposições, vinham de países distantes como a Suécia e a Escócia. Entre eles, contavam-se alguns que, mais tarde, levariam ao Mundo inteiro os ensinamentos do grande mestre, ou que viriam a ser protetores e fomentadores da ciência, como o arquiduque Fernando, futuro Imperador da Alemanha. Galileo falava a todos eles sobre o Universo e explicava que neste, nada permanece imóvel — o contrário do que ensinava **Aristóteles** — , pois todas as coisas, todos os átomos, todos os astros estão em constante movimento. Contava-lhes como o filósofo **Pitágoras**, que viveu antes de **Aristóteles\*\***, afirmara que a Terra se move também, longe de ser o centro do Universo, não é mais do que um satélite de uma das estrelas que ardem na infinita obscuridade do espaço.

Em 1600 nasce Virgínia, filha da união de Galileo Galilei com Marina Gamba e coincidentemente aconteceram dois fatos de importantes e de grande relevância que foram a publicação — segundo alguns autores foi em 1597 — da obra de **Kepler** intitulada " **Mysterium Cosmographicum** " ( Mistérios do Universo ) e a condenação e morte, na fogueira, de Giordano Bruno por ter cometido ' heresias ' sendo que uma delas foi a de ensinar a teoria de **Copérnico** nas Universidades.

As pesquisas realizadas durante os períodos anteriores sobre a relação entre a queda dos corpos e a força da gravidade, que age independentemente do peso, e sobre o tempo igual das oscilações do pêndulo independente da distância percorrida, levaram-no à conclusão de que a mecânica aristotélica estava errada.

Em 1604, Galileo publica um tratado intitulado " **De motu accelerato** " ( Sobre o movimento acelerado ), em que demonstra teoricamente a sua lei do movimento uniforme, segundo a qual a velocidade da queda de um corpo cresce uniformemente com o tempo. Para Galileo, ao contrário do que pensava **Aristóteles\*\***, a força não produzia movimento, mas apenas o modificava. Concluiu, que um corpo sobre o qual não agisse a força da gravidade uniforme.

o que explicaria o movimento uniforme dos corpos celestes.

Em 1607, Galileo escreveu a Defesa contra as Calúnias de Baldessar Capra.

Em 1609, ele tomou conhecimento, em Veneza, de que na Holanda, um ótico holandês Hans Lippershey ( Wesel 1570 - Middelburg 1619 ) trabalhando como polidor de lentes, descobriu, juntamente com um de seus ajudantes, que a junção de duas lentes, situadas, em um tubo, a uns trinta centímetros uma da outra, permitia a observação dos objetos localizados a grande distância, como se estivessem mais próximos, ou seja, os objetos pareciam aumentar de tamanho. O governo holandês ao tomar conhecimento desta descoberta, comprou-a e a manteve em segredo, imaginando sua importância para fins militares. Muito embora não possuísse qualquer modelo, Galileo construiu, rapidamente, sua própria luneta combinando lentes côncavas e convexas. Essa luneta, bem mais poderosa do que as holandesas, chamou-se posteriormente de **telescópio**. Ele levou para o cimo do campanário de São Marcos, o edifício mais alto de Veneza. Ofegantes e cobertos de suor, subiram, atrás dele, pelas longas escadas, o Doge e os Senadores de Veneza. Ao olharem pelo instrumento que Galileo tinha construído, viram, deslumbrados, as ruas de Pádua e as pessoas que nelas passeavam. Os Senadores premiaram o inventor com um aumento de vencimento e tornou vitalícia a sua cátedra. O jovem cientista começou a fabricar telescópios com intuídos comerciais. Ao telescópio que conservou para seu próprio uso deu o nome de " O velho descobridor ". Diz-se que encurtava trinta e três vezes a distância real a que se encontrava o objeto visado. Logo em seguida, fez chegar à mão de **Kepler**, que naquela ocasião vivia em Praga, um exemplar.

Neste mesmo ano, Galileo é convidado pelo Grão-Duque de Toscana, Cosme de Medici — Sereníssimo Grão-Duque Cosme II — filho da Princesa Cristina de Lorena, para dar aulas de matemática ao duque herdeiro e, em 1610 o nomeou, em Florença e onde ele se instalou, matemático supranumerário da Universidade de Pisa, sem obrigações docentes e o de filósofo da Corte.

Na noite memorável em que Galileo posicionou o telescópio para o firmamento, contemplou o espetáculo mais grandioso que até então se tinha apresentado aos olhos de um homem: a infinita abóbada celeste iluminada por astros sem fim, suspensos na imensidade das trevas. Onde os seus olhos não tinham, até então, visto senão difusos vapores esbranquiçados, as suas poderosas lentes puseram-lhe a claro

a faixa de estrelas da Via Láctea. Descobriu, também, que a Via Láctea é constituída de uma massa enorme de astros distantes e observou os montes e os mares da Lua, cuja superfície se supunha regular. Foi nessa noite que nasceu a astronomia como ciência.

Durante o dia, Galileo observara o Sol com lentes fumadas e descobriu que na chamejante superfície do astro se moviam manchas escuras — hoje chamadas manchas solares — e, pelo fato de parecerem deslocar-se através da superfície do Sol, deduziu que este, como a Terra, girava em torno de um eixo. Levantou, também, a hipótese de o Sol se mover numa órbita ainda desconhecida. A descoberta das manchas solares foi criticada violentamente, três anos após, pelos teólogos, que viam na tese de Galileo uma destruição da perfeição do céu e uma negação dos textos bíblicos. Galileo escreveu, então, uma carta para seu discípulo Benedetto Castelli, afirmando que as passagens bíblicas não possuem qualquer autoridade no que diz respeito a controvérsias de cunho científico; a linguagem da Bíblia deveria ser interpretada à luz dos conhecimentos da ciência natural. A carta começou a circular em inúmeras cópias manuscritas e a oposição ao autor cresceu progressivamente. As autoridades, contudo, limitavam-se a instruí-lo para que não defendesse mais as idéias de **Copérnico** sobre o movimento da Terra e a estabilidade do Sol, por serem contrárias às Escrituras Sagradas. Em face de todos esses acontecimentos, Galileo permaneceu, durante alguns anos, em silêncio. Dirigiu o telescópio para Júpiter e descobriu que as três estrelas brilhantes que com este planeta se alinhavam não eram fixas, mas giravam à sua volta, como a Lua em volta da Terra. Mais tarde, descobriu um quarto satélite de Júpiter e o período de revolução do mais lento deles — atualmente se conhecem dezesseis dos quais quatro foram denominados de " Io, Europa, Ganimedes e Calisto ". Logo depois, através de outras observações, descobriu as fases do planeta Vênus e as formas de Saturno. Galileo encontrou, assim, um sistema solar em miniatura, o que, para quem quisesse raciocinar, era prova suficientemente válida de que existia também um sistema planetário, ou seja, era prova de que o universo não estava organizado conforme a versão oficial da Igreja.

Em conseqüência, essas descobertas foram, em 1610, publicadas na obra intitulada " **Sidereus Nuntius** " ( Mensageiro Celeste ou segundo alguns autores Mensageiro das Estrelas ), na qual descrevia o aspecto montanhoso da superfície lunar, revelava a existência de inúmeras estrelas até então desconhecidas, mostrava que Júpiter possuía quatro satélites e chamava de " **Medicea sidera** " ( Astros mediceus ) os satélites descobertos, em homenagem a Cosimo II de



Medici. Segundo alguns autores a obra supracitada recebeu os seguintes títulos: " **Avviso Sidereo** " e " **Nunzio Sidereo** " o qual denominaram-na de texto.

A obra foi duramente contestada pelos seguidores de **Aristóteles\*\*** a partir do momento da observação das fases de Vênus, por Galileo, convertendo-o ao sistema heliocêntrico de **Copérnico** que já tinha sido considerado pela Igreja, incompatível com os textos bíblicos. A partir de então, Galileo foi chamado a Roma, em 1611, para defender-se da acusação de heresia e, assim, conseguiu não ser condenado.

Em 1612, publicou o " **Discurso sobre as Coisas que estão sobre a Água** " no qual ridiculariza a teoria aristotélica dos quatro elementos sublunares e do éter — suposto componente único dos corpos celestes e responsável por sua ' perfeição ' — e adota a concepção de Demócrito, atomista, do universo material.

Em 1613, Galileo rebateu com fortes argumentos as críticas sofridas através de sua obra intitulada " **Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solares** " ( História e demonstração em torno das manchas solares ) na qual, além de descrever a formação das manchas, demonstra a rotação do Sol, apóia a teoria de **Copérnico** e mostra o erro da concepção segundo a qual o sol, como os demais astros, seria um corpo composto de um único elemento, o éter. Esta foi a primeira adesão pública de Galileo ao sistema copernicano.

Em 1615 o dominicano Lorini, após ter denunciado, três anos antes, a doutrina de **Copérnico** como herética, apontou Galileo ao Santo Ofício e, em 1616, um decreto da Sagrada Congregação do Índice proibiu a obra Copernicana e impôs restrições quanto às pesquisas de Galileo que por sua vez, escreveu, neste mesmo ano, a obra com o título " **Discurso sobre o Fluxo e Refluxo do Mar** " e recebeu apoio moral através da obra escrita pelo filósofo Tommaso Campanella intitulada " **Apologia de Galileo** " a qual defendeu os direitos da ciência frente à religião. Por outro lado, é convocado, novamente, para depor perante o Cardeal Barberini que o obrigou a assinar, para não ser condenado, um decreto da Inquisição que declarava ser meramente hipotético o sistema heliocêntrico. Vale ressaltar que o Cardeal era um grande admirador de Galileo, conforme demonstrou em sua obra publicada com o título " Adulação Perniciosa ".

Em junho de 1616, Galileo retorna a Florença e durante sete anos fica proibido de discutir o sistema copernicano, limitando-se, apenas, a

outras pesquisas.

Em 1623 publicou o "**Saggiatore**" ( Ensaíador ou segundo alguns autores, Experimentador ) não só para combater a física aristotélica e estabelecer a matemática como fundamento das ciências exatas, mas, para replicar os ataques do Padre jesuíta Orazio Grassi ao sistema copernicano e refletir sobre os novos métodos científicos. O Padre Orazio Grassi era professor de matemática em Gênova e Roma; muito afamado na época pela invenção de um barco que não afundava e por ser o arquiteto da Igreja de Santo Inácio, incorporada, posteriormente, ao Colégio Romano. Para poder replicar diretamente ao discurso sobre o Cometas de Galileo com a sua obra denominada " Balança Astronômica e Filosófica ", Grassi adotou como personagem o nome Lotário Sarsi Sigensano que é o anagrama de Horatio Grassi Salonensi e que é o pseudônimo de Orazio Grassi. A obra de Galileo foi dedicada ao novo Papa Urbano VIII, ex-Cardenal Barberini que foi nomeado Papa no ano da publicação da obra intitulada "**Saggiatore**".

Neste mesmo ano, Galileo começou a redigir uma obra intitulada "**Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo**" ( Diálogo sobre os dois maiores sistemas do mundo ) após ter conseguido aprovação do Papa Urbano VIII. Esta obra tinha por finalidade comparar o sistema de **Ptolomeu** segundo o qual a Terra seria estática e o Sol giraria em torno dela e o de **Copérnico** que afirmava exatamente o contrário. Na terceira parte da obra, Galileo explica as razões que provam o movimento da Terra em torno do Sol e refuta a antiga idéia da influência lunar sobre o fluxo e refluxo dos mares. Esta obra só foi publicada em 1632 isto porque os editores tinham receio de correr maiores riscos. No entanto, após a sua publicação, os opositores de Galileo, entre os quais o Padre Grassi, denunciaram a obra como sendo contrária às Escrituras Sagradas, conseguindo persuadir o Papa Urbano VIII, pois as idéias de Galileo foram declaradas mais perigosas do que as de **Lutero\*\*** e **Calvino\*\***, despertando, assim, em Sua Santidade a ira e o tornando o maior inimigo de Galileo. Em outubro do mesmo ano, Galileo é chamado a Roma pelas autoridades eclesiásticas para enfrentar um tribunal do Santo Ofício e é proibida a venda da sua obra, apesar dela já ter sido espalhada por vários países da Europa.

Em abril de 1633, mesmo doente, com uma hérnia dupla e de complicadas afecções cardíacas, Galileo compareceu, perante uma comissão de Cardeais encarregados de examinarem as acusações que lhe tinham sido feitas. Durante os dois meses de prisão, ameaçaram-

no com torturas, caso não se retratasse das suas doutrinas.

Com quase setenta anos e muito doente, foi obrigado a negar suas idéias sob pena de ser queimado vivo como herege. Condenado em 22 de junho de 1633 ao cárcere e a sua obra incluída no índice.

Conta-se que após ter se retratado do que pensava sobre o movimento da Terra, não deixou de murmurar em voz baixa: " Eppur si muove! " ( No entanto, se move! ). Tal história , se não reflete exatamente aos fatos , traduz, pelo menos, o seu espírito.

Galileo libertou-se do cárcere, graças a intervenção do Duque de Toscana passando a viver como prisioneiro em semi-reclusão na sua casa de campo em Arcetri, — cidade perto de Florença — apesar de estar constantemente vigiado. Com risco da própria vida, fazia passar para fora do país — através daqueles intelectuais da época que recorriam em massa à sua porta, ansiosos por poderem dizer que já tinham visto as rugas e os olhos azuis desse grandioso gênio — extratos no novo manuscrito em que trabalhava febrilmente com os seus assistentes, porque tinha consciência de que estava prestes de perder a visão, para que circulassem em nações onde reinava a liberdade de pensamento e de imprensa.

Nos últimos anos de sua vida, Galileo escreveu um tratado — que pode ser considerado um marco inicial do estudo da dinâmica — intitulado " **Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze** " ( Discursos e demonstrações matemáticas sobre duas novas ciências ) publicado clandestinamente em 1638 no qual apresenta estudos relativos à mecânica e ao movimento dos corpos, faz uma recapitulação dos resultados de suas primeiras experiências e acrescenta algumas reflexões sobre os princípios da mecânica e corrige erros relativos à queda dos corpos, fez uma análise penetrante de fenômenos da flutuação dos corpos e enunciou os princípios científicos da acústica.

Após a conclusão da sua última obra, Galileo perdeu a visão e passa o final da sua vida, talvez, refletindo sobre tudo o que aconteceu e/ou vier a acontecer, como por exemplo: Só após sua morte é que o holandês **Christiaan Huygens** criaria um relógio suficientemente preciso, baseado, aliás, nas propriedades do pêndulo detectadas por Galileo. Além disso, apesar dos esforços envidados, na época, por grandes cientistas católicos no sentido de que sua obra — publicada em 1632 — fosse retirada do índice, o fato só foi concretizado duzentos e três anos após a sua publicação, ou seja, em

1835.

No dia 18 de janeiro de 1642 em Arcetri ele faleceu, por força do destino, no ano do nascimento de um de seus maiores precursores **Isaac Newton**.

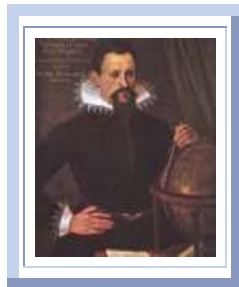
A importância histórica de Galileo é muito grande, tanto que as suas descobertas em física e astronomia fez com que as idéias de **Aristóteles**\*\*, então amplamente aceitas, de que o mundo celeste era perfeito e imutável, fossem rejeitadas e em conseqüência o prestígio do aristotelismo sofresse abalos. Ademais, seu freqüente posicionamento contrário às idéias convencionais, bem como o hábito de ironizar seus opositores, fez com que atraísse grande número de inimizados.

Em 1964, **Antônio Gedeão**\*\*, pseudônimo de Rómulo Vasco da Gama de Carvalho, um dos poetas portugueses mais importantes do século XX lançou um poema denominado " **Poema para Galileo** " em homenagem ao quarto centenário do nascimento desse sábio italiano.

Em 12 de setembro de 1982, ao visitar a Universidade de Pádua, o Papa João Paulo II retirou as acusações de heresia feitas pela Inquisição contra Galileo e, em novembro de 1992, o " reabilitou " definitivamente, reconhecendo-o como um gênio da Renascença.

## J o h a n n e s   K e p l e r

---



católica de Weil, localizada ao sul da atual Alemanha, que naquela época, pertencia ao Sacro Império Romano, hoje chama-se Weil der Stadt, região da Swabia - Württemberg. Nascido de uma família pobre, cujo pai chamava-se Heinrich Kepler, um soldado e sua mãe Katharina Guldenmann. Seu avô, Sebald Kepler era prefeito da cidade, apesar de sê-lo protestante. Nesta época, estava havendo várias reformas tanto na igreja protestante quanto nos movimentos literários, artísticos e científicos, ou seja, estávamos na Renascença.

Estudou sucessivamente em Weil, Leonberg, Adelberg e Maulbronn. Em setembro de 1588, Kepler passou no exame de admissão, bacharelado, da Universidade de Tübingen, iniciando seus estudos, somente, em meados de 1589, porque naquele ano estudava Teologia no Seminário Stift. Em 10 de agosto de 1591 foi aprovado, na mesma Universidade, no curso de mestrado em Artes que abrangia grego, hebreu, astronomia e física. Em seguida, iniciou o estudo de Teologia tendo como professor de grego, Martin Crusius. Influenciado por Michel Maestlin que lecionava Matemática e Astronomia, Kepler aprendeu, também, sobre o sistema de **Copérnico**, embora seu mestre defendesse o modelo geocêntrico do Almagesto de **Ptolomeu**. Antes de completar seus estudos, Kepler foi convidado a ensinar matemática no seminário protestante de Graz, na Áustria, chegando em 11 de abril de 1594.

Pelo fato de ter estudado astronomia e ser professor de matemática, Kepler, era, também, calendarista da cidade, pois, naquela época, o calendarista previa o clima, informava à população a melhor época de plantar e colher, previa guerras e epidemias ou mesmo eventos políticos.

Os calendários eram elaborados por Kepler, por ser de sua obrigação. Todavia, havia muitas restrições à sua veracidade pelo fato de que os provérbios eram nesses estilos, como por exemplo: " Os céus não podem causar muitos danos aos mais fortes de dois inimigos, nem ajudar o mais fraco...Aquele bem preparado supera qualquer situação celeste desfavorável ". Além disso, usando os calendários, Kepler previa doenças aconselhando aqueles que o procuravam.

O primeiro fruto de seu trabalho como astrônomo foi publicado no início de 1597 com o título "**Prodromus disserationum cosmographicarum continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium celestium deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia**

**corpora geometrica** " ( O precursor das aberturas dos cosmógrafos aproxima o mistério cosmográfico de proporção admirável dos corpos celestes para as causas do número de firmamentos, de grandeza, e de movimentos periódicos, demonstrado através dos cinco corpos geométricos regulares ), cujo título abreviado é "**Mysterium Cosmographicum**" ( Mistérios do Universo ). Defendendo o heliocentrismo de **Copérnico**, e propondo que o tamanho de cada órbita planetária fosse estabelecido por um sólido geométrico ( poliedro ) circunscrito à órbita anterior, podendo prever, este modelo matemático, os tamanhos relativos das órbitas. Kepler enviou um exemplar do livro a **Tycho Brahe** e a **Galileo** que por sua vez enviou uma carta agradecendo e disse que acreditava na teoria de **Copérnico**, enquanto **Tycho** respondeu dizendo que existiam diferenças entre as previsões do modelo e suas medidas.

Em setembro de 1598, o arquiduque da Estíria, cuja capital é Graz, província da Áustria, Fernando II de Habsburgo que naquela época vinha perseguindo os nobres protestantes da Boêmia, que havia se revoltado contra sua autoridade, acarretando com isso, uma rebelião Tcheca que deu origem a Guerra dos Trinta Anos ( 1618 a 1648 ), líder da Contra-Reforma Católica, fechou o colégio e a igreja protestante de Graz, e ordenou que todos os padres e professores deixassem a cidade. Kepler, por ser protestante, foi convidado a retornar à província como matemático onde permaneceu até agosto de 1600, quando foi expulso definitivamente da capital por recusar-se a se converter ao catolicismo.

Em junho de 1599, o Rei Rudolph II, da Boêmia, filho de Maximiliano II, defensor árduo da Contra-Reforma e apaixonado pelas ciências e pelas Artes, acolheu em sua corte, **Tycho Brahe** como matemático da corte em Praga. No início de 1600, Kepler foi até ao castelo de Benatky, que o rei tinha colocado à disposição de Tycho. Para resolver as diferenças entre os modelos e as observações, Kepler necessitava dos dados de Tycho o qual não acreditava no modelo de **Copérnico** não só por motivos teológicos, mas também, porque acreditava que fosse possível medir o ângulo formado por duas semi-retas que partem do centro de determinado astro, uma das quais se dirige para o centro da Terra e outra ao ponto em que se encontra o observador, ou seja, é o que chamamos em astronomia de paralaxe das estrelas, que o modelo de **Copérnico** assumia à distância infinita. Kepler, apesar de ter observado eclipses e mesmo as estrelas, procurando medir a paralaxe, não tinha instrumentos adequados para medição que só veio acontecer a medição da paralaxe das estrelas em 1838

por Friedrich Wilhelm Bessel.

Abandonado pelos seus antigos mestres por suas convicções acerca da teoria heliocêntrica de **Copérnico** e também, por suas tendências Calvinistas, estabeleceu-se em Praga para trabalhar como assistente de **Tycho Brahe**. Logo depois, Brahe morre e em 24 de outubro de 1601 Kepler é nomeado pelo Rei Rudolph II para sucedê-lo na tarefa de calcular as Tabelas Rudolfinas, com a previsão das posições dos planetas.

Começando a trabalhar imediatamente no cálculo da órbita de Marte, Kepler em 1602 descobre a Lei das Áreas, mas não conseguiu fixar a forma da órbita . Se a órbita fosse circular , bastariam três observações, pois três pontos definem um círculo. Os pontos deveriam ser observados em oposição, já que em oposição é irrelevante se é a Terra ou o Sol que se movem, pois os três corpos estão alinhados. Tycho tinha observado dez oposições de Marte entre 1580 e 1600, às quais Kepler depois adicionou as de 1602 e 1604. Naturalmente qualquer conjunto de três observações deveria resultar na mesma órbita. Como Marte é o planeta externo com maior excentricidade dos conhecidos então, um círculo não fitava as observações. Mesmo introduzindo um equante, Kepler não conseguia fitar as observações com erro menor que 8' ( oito minutos ), enquanto a precisão das observações de Tycho eram da ordem 1' ( um minuto ).

Estudando a trajetória de Marte, observada por Tycho, Kepler descobriu em 1605 que as órbitas planetárias não eram circulares, e sim, elípticas, com o sol e um dos focos.

Em 1604, Kepler completou o " **Astronomicac pars Optica** " ( ad Vitellionen Paralipomena, quibur Astronomiae Pars Optica traditur ), considerado o livro fundamental da ótica, onde explicou a formação da imagem no olho humano, explicou como funciona uma câmara escura, descobriu uma aproximação para a lei da refração, estudou o tamanho dos objetos celestes e os eclipses. Em 17 de outubro de 1604 Kepler observou a nova estrela na constelação de Ophiucus, junto a Saturno, Júpiter e Marte, que estavam próximos, em conjunção. A estrela competia com Júpiter em brilho. Kepler imediatamente publicou um pequeno trabalho sobre ela, mas dois anos depois publicou um tratado, descrevendo o decaimento gradual de luminosidade, a cor, e considerações sobre distância que a colocava junto com as outras estrelas.

Assim, em 1609, em sua Astronomia nova, Kepler enunciou as duas

primeiras das leis que lhe imortalizaram o nome: " As órbitas dos planetas são elipses nas quais o Sol ocupa um dos focos " e " As áreas cobertas pelo raio vetor que une o Sol ao planeta são proporcionais ao tempo ".

Em 1610, Kepler leu o livro com as descobertas de **Galileo** e escreveu uma longa carta em suporte publicada como " Dissertatio cum Nuncio Siderico "( Conversa com o Mensageiro Sideral ). Em agosto do mesmo ano, ele usou um telescópio dado por **Galileo** ao Duque da Bavária , Ernest de Cologne, para observar os satélites de Júpiter, publicando um livro intitulado " **Narratio de Observatis Quatuor Jovis Satellitibus** " ( Narração das Observações dos Quatro Satélites de Júpiter ). Estes tratados deram grande suporte a **Galileo**, cujas descobertas eram negadas por muitos. Os dois trabalhos foram republicados em Florença. Kepler também estudou as leis que governam a passagem da luz por lentes e sistemas de lentes , inclusive a magnificação e a redução da imagem, e como duas lentes convexas podem tornar objetos maiores e distintos, embora invertidos, que é o princípio do telescópio astronômico. Estudou também o telescópio de **Galileo** , com uma lente convergente como objetiva e uma lente divergente como ocular. Estes estudos foram publicados em 1611, no Dióptrica.

Com o falecimento do Rei Rudolph II, que havia abdicado em 23 de maio de 1611, estabeleceu-se em Linz, Áustria, recebendo do novo Rei, Matias, o cargo de matemático dos Estados Austríacos, publicando obras sobre o planeta Mercúrio, os satélites de Júpiter, aperfeiçoamento dos telescópios e cometas.

Publicou em 1613 o primeiro trabalho sobre a cronologia e o ano do nascimento de Jesus, em Alemão sendo ampliado em 1614 em Latim: " **De vero Anno, quo aeternus Dei Filius humanam naturam in Utero benedictae Virginis Mariae assumpsit** " ( Sobre o verdadeiro ano em que o filho de Deus assumiu a Natureza Humana no Útero da Sagrada Virgem Maria ). Neste trabalho Kepler demonstrou que o calendário Cristão estava em erro por cinco anos, pois Jesus tinha nascido em 4 a.C., uma conclusão atualmente aceita. O argumento é que em 532 d.C., o abade Dionysius Exiguus assumiu que Cristo nascera no ano 754 da cidade de Roma, correspondente ao ano 46 do calendário Juliano, definindo-o como o ano 1 ( Um) da era cristã. Entretanto vários historiadores afirmavam que o Rei Herodes, que faleceu depois do nascimento de Cristo, morreu no ano 42 do calendário Juliano. Deste modo, o nascimento ocorrera em 41 do



calendário Juliano.

Em 1619, Kepler enunciou em seu livro " **Harmonices Mundi** " ( Harmonia do Mundo ) a terceira lei do movimento planetário, após minuciosos cálculos, que diz: " Os quadrados dos tempos das revoluções siderais dos planetas são proporcionais aos cubos dos grandes eixos de suas órbitas ", que foi descoberta em 15 de maio de 1618, podendo esta lei, ser enunciada como segue: " O quadrado do período é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol " e que se originou de que as distâncias heliocêntricas dos planetas e seus períodos estão relacionadas pela terceira lei.

Vale salientar que, entre 1617 e 1621, Kepler publicou sete volumes do " **Epitome Astronomiae Copernicanae** " ( Compendium da Astronomia Copernicana ), que se tornou a introdução mais importante à astronomia heliocêntrica. A primeira parte do Epítome, publicada em 1617, foi colocada no índice de livros proibidos pela Igreja Católica em 10 de maio de 1619. A proibição por parte da Igreja Católica às obras sobre o modelo heliocêntrico começou pelo fato de **Galileo** ter escrito seu livro Sidereus Nuntius ( Mensagem Celeste ) em 1610, despertando o interesse do povo. A razão da proibição era que no Salmo 104:5 do Antigo Testamento da Bíblia, está escrito: " Deus colocou a Terra em suas fundações, para que nunca se mova ".

Durante o período de 1590 até o final da Guerra dos Trinta Anos e mesmo depois, houve muitas perseguições e devastamento de regiões da Alemanha e Áustria. A posição de Kepler piorava, pois a contra-reforma Católica aumentava a pressão sobre os protestantes na Alta Áustria, da qual Linz era a Capital. Como Kepler era oficial da corte, estava isento do decreto que baniu todos os protestantes da província. Neste período Kepler estava imprimindo as **Tabulae Rudolphinae** baseadas nas observações de **Tycho** e calculadas de acordo com suas órbitas elípticas. Quando a rebelião ocorreu e Linz foi tomada, a oficina de impressão foi queimada, destruindo-se grande quantidade de edição que estava impressa. Kepler e sua família deixaram a cidade em 1626 e foram para Rogensburg por vários motivos, inclusive porque sua mãe foi acusada de bruxaria onde o processo se estendeu até 1620 quando ela foi liberada. Em face de em Linz ter sido queimada parte de seus trabalhos impressos, Kepler mudou-se outra vez com o objetivo de imprimir as tábuas as quais foram publicadas em 1627.

Pouco antes do falecimento de Kepler, houve um pouco de reflexão

quando ele diz o seguinte: " Meus corpos celestes não eram o nascimento de Mercúrio na sétima casa em quadratura com Marte, mas **Copérnico** e **Tycho Brahe**; sem suas observações, tudo o que eu pude trazer à luz estaria enterrado na escuridão " apesar de estar intimamente ligado à astronomia.

Kepler, então, voltou para Rogensburg e juntou-se à sua família, resolvendo, portanto, mudar-se para Sagan em julho de 1628 como matemático do Imperador e do Duque de Friedland. Em outra viagem que fez para Rogensburg, Alemanha, Kepler foi acometido de uma doença aguda, onde faleceu em 15 de novembro de 1630, aos 61 anos de idade.

## NEWTON

---



Robert Hooke e Edmund Halley. A lei da gravitação, a decomposição da luz solar no espectro, os anéis coloridos das lâminas delgadas, serão, muitos anos depois, os frutos dessa ociosidade involuntária. As conseqüências dessas descobertas, estender-se-ão por todo o campo científico; elas abrem a porta à ciência moderna. Ao firmar o princípio da gravitação universal, Newton elimina a dependência da ação divina e influencia profundamente o pensamento filosófico do século XVIII. É o fundador da mecânica clássica.

Naqueles " anos admiráveis " , Newton, na fazenda de sua mãe, fez uma das observações mais famosa: viu uma maçã caindo ao chão. Esse fenômeno o levou a pensar que haveria uma força puxando a fruta para a terra e que essa mesma força poderia, também, estar puxando a Lua, impedindo-a de escapar de sua órbita. Levando em consideração os estudos de **Galileo** e **Kepler**, como também os seus estudos sobre o assunto, foi que Newton formulou o seguinte princípio: " A velocidade da queda de um corpo é proporcional à força da gravidade e inversamente proporcional ao quadrado da distância até o centro da Terra ".

Esta foi a primeira vez que se cogitava que uma mesma lei física, isto é, a atração dos corpos, pudesse se aplicar tanto a objetos terrestres quanto a corpos celestes. Até então, segundo o raciocínio de **Aristóteles\*\***, achava-se que esses dois mundos - Terra e céu - tivessem naturezas diferentes, sendo cada um regido por um conjunto específico de leis. " Se enxerguei além dos outros é por que estava no ombro de gigantes ", segundo Isaac Newton.

Em 1667, quando Newton retornou à Cambridge, redigiu o princípio que trata da atração dos corpos, porém, ele estava mais interessado na mecânica celeste pois, apresentou a Isaac Barrow ( mestre de Newton, que renunciou à cátedra de matemática em 1669 com o objetivo de que a vaga fosse ocupada por Newton ) cinco memórias sobre o cálculo infinitesimal, chamando-as de " método matemático dos fluxos ".

Em 1667 e 1668, descobre a aceleração circular uniforme, a que dá o nome de " centrípeta ". Em conseqüência, raciocina que o princípio determinante da gravitação terrestre é o mesmo que governa a rotação da Lua ao redor da Terra. Para comprovar essa teoria seria preciso conhecer a extensão exata do raio terrestre; por isso, abandona por cerca de vinte anos seus trabalhos nesse terreno.

Em 1669, dedicar-se especialmente à Ótica e formula sua teoria das cores, sobre o prisma e o espectro, construindo o primeiro telescópio de reflexão. As experiências de Newton com a luz possibilitaram descobertas

surpreendentes. A mais conhecida delas foi conseguida quando deixou um pequeno feixe de luz do Sol penetrar numa sala escura e atravessar um prisma de vidro. Verificou que o feixe se abria ao sair do prisma, revelando ser constituído de luzes de diferentes cores, dispostas na mesma ordem em que aparecem no arco-íris. Para que essas cores não fossem acrescentadas pelo próprio vidro, Newton fez o feixe colorido passar por um segundo prisma. Como resultado, as cores voltaram a se juntar, provando que sua reunião formava outro feixe de luz branca, igual ao inicial.

O fenômeno da refração luminosa ocorria, de fato, sempre que a luz atravessava prismas ou lentes ( de modo menos pronunciado ), o que limitava a eficiência dos telescópios. Newton projetou então um telescópio refletor, no qual a concentração da luz, em vez de ser feita com uma lente, era obtida pela reflexão num espelho parabólico. Este modelo de telescópio foi apresentado à academia em 1671 cujos princípios é utilizado até hoje na maioria dos telescópios.

Neste mesmo ano, Newton assume a vaga de professor catedrático de matemática da Universidade de Cambridge a qual foi deixada quando ele era discípulo de Isaac Barrow.

Em 1672, Newton é eleito para a Royal Society e apresenta um relatório sobre a teoria das cores, revelando suas experiências sobre a decomposição da luz branca pelo prisma. Demonstra que as cores primitivas ou fundamentais - amarelo, azul e vermelho - possuem caráter especial e não são passíveis de decomposição, sendo este trabalho apresentado á Academia Real de Ciências e em seguida foi lançado um opúsculo com o título " **Nova teoria da luz e da cor** ".

Em 1675 foi apresentado à Royal Society um trabalho de fundamental importância no campo da ótica que trata das propriedades da luz, bem como, uma explicação da produção das cores por lâminas delgadas. A memória contém ainda o resultado da medição dos anéis coloridos, que ficaram conhecidos como " **Anéis de Newton** ". Em seguida, formula a teoria corpuscular da luz a qual foi substituída pela teoria ondulatória, de **Huygens**. Em 1905, **Einstein**, ao descobrir o efeito fotoelétrico admite haver pontos de concordância entre as teorias de Newton e de **Huygens**: a energia elétrica estaria concentrada em corpúsculos ou fótons ; certos fenômenos, porém, somente podem ser explicados pelas ondas luminosas.

Em 1684, pelo fato da insistência de Edmond Halley - um grande astrônomo daquela época que descobriu o cometa que leva o seu nome -

que Newton, retornando à Cambridge em 1686, se dedicou a escrever sua principal obra sobre o título "**Philosophiae naturalis principia mathematica**" (Princípios matemáticos da filosofia natural), na qual, baseado na lei de gravitação, explica a mecânica de **Galileo**. O trabalho foi dividido em três partes e trata inicialmente da mecânica racional. Formula definições e axiomas, expõe a lei da inércia, introduz a noção de massa - excluindo a possibilidade de reduzir-se a mecânica à cinemática pura -; nova noção de força, mais o princípio de igualdade entre ação e reação, além das regras da aceleração central no vácuo, completam a primeira parte, intitulada "**De Motu corporum**" (Do Movimento dos corpos) terminada e apresentada à Academia Real em 28 de abril de 1686. A segunda é uma extensão da primeira, em que Newton trata do movimento dos corpos num meio resistente, delineando a hidrodinâmica, terminada em 20 de junho de 1687. Finalmente, a terceira parte apresenta a mecânica do sistema universal. Não apenas os movimentos dos planetas, mas também dos cometas e das marés, são examinados à luz de princípios matemáticos, ou seja, esta parte oferece um tratamento matemático ao problema da organização dos sistemas do mundo, precedida de considerações filosóficas a respeito das regras do raciocínio, dos fenômenos e das proposições. Por esta razão foi intitulada "**De Sistematate mundi**" (Do Sistema do mundo) a qual foi terminada em 1687. O trabalho obteve grande repercussão internacional, mesmo conseguindo uma tiragem reduzida de apenas trezentos exemplares.

Newton tinha um vasto conhecimento matemático e um poder de raciocínio que impressionava não só o seu ex-professor Isaac Barrow mas também toda a comunidade científica. Mas, infelizmente, ele colocava a matemática numa posição secundária, instrumental, a merecer-lhe a atenção na medida em que se revelasse fecunda para a solução de problemas levantados pela mecânica celeste. Neste sentido, somente pesquisa novos métodos na medida em que os já conhecidos se revelam insuficientes. Mas, mesmo assim, é profunda a revolução que introduz no campo da matemática. Basta lembrar que antes dele não se tinha conhecimento do cálculo diferencial. É, ainda, com Newton que assume forma precisa o cálculo diferencial, embora não se possa deixar de referir a valiosa colaboração de **Fermat** e **René Descartes**.

Newton retira o caráter de mero pressentimento às relações entre o cálculo diferencial e o integral, fazendo surgir o cálculo infinitesimal com base nos estudos feitos pelo francês **Pierre de Fermat**. Em sua obra, o cálculo infinitesimal surge sob duas formas, uma das quais, o método dos fluxos, decorrente da outra - o método das primeiras e últimas razões. Em torno da prioridade da descoberta do cálculo infinitesimal levantar-se-ia, mais tarde, acirrada polêmica entre Newton e **Leibniz**, ou, mais

precisamente, entre os adeptos de um e outro.

Está historicamente provado ter havido coincidência de conclusões, alcançadas simultânea e independentemente, pelos dois cientistas. Se, cronologicamente, Newton pode ter chegado, àquele resultado em primeiro lugar, também é certo que **Leibniz** se mostra mais feliz no capítulo das anotações, criando símbolos que, por comodidade de emprego, ainda hoje são utilizados.

Apesar de que Newton não tenha criado o método dos desenvolvimentos em série, deve-se observar que lhe deu uma nova visão no campo da matemática, fazendo com que fosse descoberta a fórmula de desenvolvimento do binômio. Newton, consegue, ainda, através do método de interpolação, resolver por aproximação certos problemas relativos a curvas complexas, aplicando resultados conhecidos e relativos a curvas mais simples.

Os trabalhos de Newton, na álgebra, beneficiaram a teoria das equações, com a criação de procedimentos para cálculo de raízes e formulação de regras para determinação do número de raízes de certa espécie. Referindo-se às raízes imaginárias que denominava " impossíveis ", sua visão instrumental da matemática, leva Newton a afirmar: " É de conveniência que a equações revelem raízes impossíveis, pois, se assim não fosse, nos problemas, certos casos impossíveis pareceriam possíveis ".

Newton foi membro do Parlamento no período de 1687 a 1690, mantendo a cadeira até a dissolução do mesmo, embora prosseguisse estudando, não produziu nem publicou nenhuma obra importante. Durante esse período, em que era membro do parlamento, representou a universidade de Cambridge nos anos de 1689 e 1690. Com a dissolução do Parlamento, regressou a Cambridge e retomou seus estudos matemáticos.

Em 1696, Newton muda-se para Londres pelo fato de ter uma depressão nervosa, levando-o a afastar-se durante algum tempo do trabalho científico, porém, assumiu a inspetoria da Casa da Moeda. Neste ano, porém, Jean Bernoulli escreveu uma carta aberta aos matemáticos de todo o mundo, instigando-os a resolver dois importantes problemas de matemática. Em janeiro de 1697, Newton recebeu duas cópias dessa carta e, no mesmo dia, conseguiu resolvê-los, fazendo a devida comunicação à academia.

Em 1701, porém, é eleito deputado, pelo segundo mandato, voltando

também ao magistério apresentando nesse ano à Royal Society seu único trabalho sobre química: uma memória à qual acrescentará pouco depois suas observações sobre as temperaturas de ebulição e de fusão, assim como um enunciado da lei de resfriamento por condução.

Em 1703, foi eleito presidente da Royal Society, cargo para o qual foi reeleito anualmente, enquanto viveu. Também foi de grande importância para a ciência a obra publicada em 1704 sobre o título "**Opticks, or A Treatise on the reflections, refractions and colours of light**" ( Óptica, ou Um Tratado sobre a reflexão, refração e cores da luz ). Redigida anos antes, na primeira edição inglesa Newton acrescenta importantes complementos, como, sob o nome de " teoria dos acessos de fácil transmissão ", uma prefiguração da noção de comprimento de onda. Na edição de língua latina, apresenta um apêndice que constitui verdadeiro tratado de cálculo integral. Além disso, na segunda edição de "**Opticks**", em 1717, em inglês, inclui 31 Questions, abordando especialmente o problema da matéria e da luz.

Em 1705, iniciou-se a célebre disputa entre seus admiradores ( Samuel Clarke ) e os de **Leibniz** a respeito da autoria do cálculo diferencial. Ficou provado que as pesquisas de **Leibniz** foram posteriores à de Newton.

Em 1707, foi publicado mais uma obra sobre o título "**Arithmetica Universalis sive De compositione et resolutione arithmetica**" ( Aritmética Universal ou Sobre a composição e resolução aritméticas ), em que Newton exprime em fórmulas matemáticas a lei gravitacional e suas aplicações, estabelecendo os fundamentos do cálculo infinitesimal.

Em 1708 foi elaborada a segunda edição dos "**Principia**", que somente apareceu em 1713, sendo feita a terceira edição em 1726.

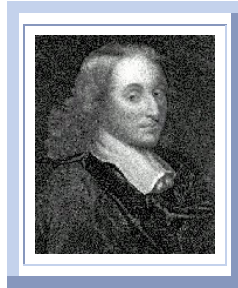
Newton, ficou com os cabelos grisalhos quando tinha trinta anos, mantendo-se mentalmente em boas condições durante toda sua vida, orgulhando-se de enxergar e ouvir bem e ainda possuir todos os dentes, segundo sua avaliação quando tinha oitenta anos. Tentando avaliar sua carreira, ele disse: " Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade, continua misterioso diante de meus olhos ".

Os últimos anos de verdadeira glória que viveu, Newton, na Inglaterra, ocupou-se exclusivamente a complexos estudos teológicos. Faleceu no dia 20 de março de 1727 em Kensington, Middlesex e foi sepultado na abadia de Westminster, onde lhe foi erigido o maior dos monumentos ali

existentes.

# Blaise Pascal

---





Hexagrama Místico " em que demonstra que " se um hexágono estiver inscrito numa cônica, então as interseções de cada um dos três pares de lados opostos são colineares ", onde em fevereiro de 1640 escreveu " **Éssai sur les coniques** " ( Ensaio sobre as cônicas ) baseado no estudo de Girard Desargues.

A contribuição de Pascal às ciências é bem menos metódica e fecunda do que brilhante, levando um de seus biógrafos a situá-lo como " o primeiro da segunda fila ". Com o seu escrito sobre as cônicas, o adolescente, todavia, suscita a admiração de Mersenne, que se pronuncia a respeito em carta para **Descartes**. Em sua resposta, este último não vai além de estranhar " que alguém consiga demonstrações mais simples que as de apolônio...", concluindo pela existência de " questões acerca das cônicas que um jovem de 16 nos acharia difícil explicar ".

Faz parte desse estudo das cônicas o ' Teorema de Pascal ': " O hexágono inscrito em uma cônica tem a propriedade de que os pontos de interseção dos lados opostos estão em linha reta ". Em trabalho posterior e extraviado, o " **Traité des coniques** ", conhecido apenas através de **Leibniz**, Pascal aborda o que chama de " hexagrama místico "; por meio de projeções, demonstra que todo hexágono provém de uma cônica correspondente e que, por sua vez, qualquer cônica origina um hexágono. O hexagrama serve-lhe de ponto de partida à obtenção, em quatrocentos corolários, das propriedades peculiares às cônicas.

Pelo fato de seu pai ser nomeado coletor de impostos da Normandia Superior, em 1639, fez com que toda a família deixasse Paris e fosse morar em Rouen ( sede da região da Alta Normandia , localizada na França ), onde realizou suas primeiras pesquisas no campo da física, escrevendo um tratado sobre acústica, sendo um dos pioneiros da experimentação física. Nessa época, inventou, também, uma pequena máquina de calcular digital, chamada Pascalinne, conservada, atualmente no Conservatório de Artes e Medidas de Paris.

De regresso a Paris em 1647, Pascal publicou " **Expériences nouvelles touchant le vide** " ( Novas experiências relativas ao vácuo ) e " **Préface du traité du vide** " ( Prefácio ao tratado do vácuo ), mostrando os resultados de sua experimentação em torno das hipóteses de Torricelli sobre a natureza do vácuo, concluindo que, ao contrário do que se supunha, não tem " horror ao vácuo ". A opinião de **Descartes**, manifesta em sua correspondência com **Huygens**, não se pode considerar entusiástica , pois julga as provas insuficientes e acha que " o autor do opúsculo tem abundante vácuo na cabeça ". Um após outro, os princípios segundo os quais " a natureza tem invencível horror ao vácuo " e " a natureza tem horror ao vácuo, mas não

invencível " são contrariados por Pascal em Paris, quando repete suas experiências. Neste mesmo ano, inventou, também, a seringa e aperfeiçoou o barômetro de Torricelli.

Em 1648, publica "**Récit de la grande expérience de l'équilibre des liqueurs...**" ( Relato da grande experiência sobre o equilíbrio dos líquidos... ) relacionado com a pressão dos fluídos e hidráulica. O princípio de Pascal diz que a pressão aplicada a um fluido contido em um recipiente é transmitida integralmente a todos os pontos do fluído e às paredes do recipiente que o contém. Este é o princípio do macaco e do martelo hidráulicos.

Em 1651, com a morte do seu pai, Pascal teve um período de contatos com a vida mundana, convivendo com a nobreza da época. Escreveu para uma de suas irmãs uma carta relatando tudo sobre a morte de seu querido pai com um profundo significado cristão em face de sua família ser devota e adotava princípios católicos rigorosos.

Em 1654, depois de quase morrer em um acidente de carruagem e de levar uma vida mundana em Paris, o sábio experimenta, juntamente com um grande desprezo pelo mundo, o vazio do coração e a necessidade de Deus, Pascal passou por uma experiência mística, decidindo consagrar-se a Deus e à religião. Elegeu seu guia espiritual o padre jansenista Singlin e recolheu-se na noite do dia 23 de novembro de 1654 à Port-Royal des Champs, e seu êxtase lembra o de São Paulo; " Fogo...Deus de abraão, Deus de Isaac, Deus de Jacob, não dos filósofos e sábios...Deus de Jesus Cristo...Grandeza da alma humana...Alegria, alegria, lágrimas de alegria...Renúncia total e doce ".

Nesta época, Pascal já se destacava como o primeiro grande prosador da literatura francesa, tornando-se um dos alicerces mais notáveis, pela amplitude e riqueza de seu estilo, capaz de comunicar um pensamento em que os conflitos e a própria natureza das reflexões prefiguram o espírito moderno. Dominando uma linguagem profundamente identificada com o seu modo - particularíssimo - de sentir e pensar o mundo, encontra-se em Pascal, em primeiro plano, a contradição entre a lógica pura, a geometria, e uma inquietação, uma angústia que, em seu caso, já se pode chamar de existencial. Se de um lado há um físico, o empirista anti-aristotélico, aafiando o olhar e a descoberta exata, do outro lado está o metafísico, o céptico entre o espírito e a carne, ao mesmo tempo ferido e fascinado pelos mistérios da condição humana.

Esta última, a ' condição humana ' em toda a sua complexidade ( a ponto de adquirir a expressão o sentido que a define na filosofia moderna ), talvez seja a experiência e a revelação mais valiosa de Pascal. Expressando o antagonismo entre as potencialidades espirituais e a miséria física do homem, vendo na



nos fundamentos do cálculo das probabilidades e da análise infinitesimal.

Em 1658 publica " **Lettre Circulaire relative á la cycloïde** " ( Circular sobre a ciclóide ) e " **Écrits sur la grâce** " (1656-1658; Escritos sobre a graça ).

O essencial da doutrina filosófica de Pascal está na contraposição - não excludente - dos dois elementos básicos do conhecimento: de um lado, a razão com suas mediações que tendem ao exato, ao lógico e discursivo ( espírito geométrico); de outro lado, a emoção - ou o coração -, transcendendo o mundo exterior, intuitiva, capaz de aprender aquilo que não se pode exprimir por palavras, o religioso, o moral ( espírito de finura ).

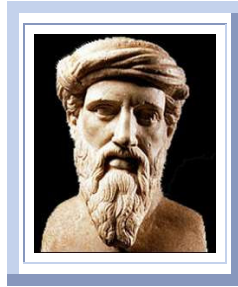
A compreensão desse modo de ser do homem, sua condição no mundo estabelecida entre extremos, é o principal objeto da filosofia pascaliana. No fundo daquela bipartição estaria, para Pascal, a oposição entre a natureza divina do espírito e a natureza humana e falha, pecaminosa, da matéria. À medida que reconhece esse aspecto pequeno, frágil, sua miséria propriamente dita, em um comportamento em que a dúvida e a incerteza refletem os dois pólos da luta que não cessa, o homem, no mesmo passo em que se identifica, se vê diante de Deus, podendo elevar-se a realizar-se através dele.

A influência de Pascal, como escritor e teólogo, é imensa. Inicia-se praticamente com as polêmicas religiosas em torno das *Pensées*, marca a aversão dos filósofos do século XVIII, cresce em acentos trágicos um visãõ dos românticos, vive no ódio de Nietzsche, tem lugar de honra entre os modernistas católicos, que acham em Pascal o precursor de seu pragmatismo. Não pára aí: vai ao encontro dos neocatólicos da década de 1920, ultrapassa-os, e o gênio de Pascal chega ao mundo contemporâneo comparado a Kierkegaard, Kafka, Heidegger, Sartre, sùmula pioneira de racionalismo e irracionalismo modernos.

Pascal, passou os últimos anos de sua vida dedicado a Deus e à religião vindo a falecer em Paris no dia 19 de agosto de 1662, devido a um tumor maligno que tinha no estômago.

# Pitágoras

---



Matemático e filósofo grego, nascido na ilha de Samos, Ásia Menor, por volta de 580 a 500 a.C. Aristocrata, filho de um opulento comerciante que teria deixado a região natal por aversão à tirania de Polícrates — tirano de Samos que graças aos distúrbios sociais chegou à tirania, transformando sua cidade num dos Estados mais poderosos do mar Egeu. Célebre pelo fausto de sua corte, para ali atraiu artistas e escritores, entre os quais Anacreonte e o arquiteto Eupalinos — , visitando santuários gregos e estendendo viagem de estudo a Pérsia, Gália, Creta e Egito cuja finalidade seria o interesse pela ciência e filosofia.

Suas habilidades matemáticas foram adquiridas em viagens pelo mundo, principalmente, com os egípcios e com os babilônios onde aprendeu novas técnicas, isto porque esses povos antigos tinham ultrapassado a simples contagem e avançados nos cálculos mais complexos como por exemplo a criação de sistemas sofisticados de contabilidade e a construção de prédios.

Por não suportar à tirania de Polícrates, Pitágoras emigrou de sua ilha para o Sul da Itália que era parte da Magna Grécia estabelecendo-se em Crotona, cidade da Magna Grécia situada na Itália meridional, fundada em torno de 710 a.C.. Em Crotona, Pitágoras teve a felicidade de se encontrar com um dos homens mais rico, mais forte de toda a história e de proporções hercúleas, pois fora doze vezes campeão nos jogos olímpicos e de Pítias ( palavra de origem grega, pythia, de pytho, antigo nome de Delfos ) ou jogos pítios, também chamado jogos pítios, jogos pan-helênicos os quais eram realizados a cada quatro anos em Delfos. Esse homem, além de sua capacidade atlética, apreciava e estudava a filosofia e a matemática e chamava-se Mílon ou Mílon de Crotona que segundo a lenda, morreu devorado por animais selvagens , não tendo conseguido soltar-se da fenda de um tronco de árvore na qual ficou preso, proporcionando a Pierre Puget ( escultor, pintor e arquiteto

francês ) o tema de um célebre grupo de mármore, colocado em 1683 no parque de Versalhes, hoje Louvre. A partir de então, Mílon cedeu parte de sua casa a Pitágoras com o propósito de que fosse estabelecido uma escola, e assim, formara uma aliança entre o sábio de Samos e o mais poderoso.

Já acomodado, Pitágoras, por volta de 530 a.C. dedica-se ao ensino, sem desinteressar-se por questões políticas mas, nesta colônia grega, fundou a Irmandade Pitagórica - um grupo de aproximadamente seiscentos seguidores entre os quais havia vinte e oito irmãs, sendo que uma delas era a estudante favorita filha de Mílon, Theano, que terminou se casando com Pitágoras apesar da diferença de idade, capaz não apenas de entender seus ensinamentos, mas também de contribuir criando idéias novas e demonstrações -, ao mesmo tempo, religiosa, filosófica e política cujo objetivo era a reforma social e política da região.

As regras da Irmandade eram muito rígidas chegando ao ápice de que cada adepto, ao entrar na Irmandade, teria que doar tudo o que tinha para um fundo comum, mas ao sair, receberia em dobro do que tinha doado e uma lápide seria erguida em sua memória; cada membro da escola era forçado a jurar que nunca revelaria ao mundo exterior qualquer uma de suas descobertas matemáticas; dever piedoso de seus adeptos atribuir ao mestre e fundador todas as conquistas alcançadas.

Logo depois de fundar a Irmandade, Pitágoras criou a palavra filósofo e definiu os objetivos da escola. Em um belo dia, quando assistia aos jogos olímpicos, Leon, príncipe de Pilos, perguntou a Pitágoras como ele descreveria a si mesmo. Pitágoras respondeu dizendo que era um filósofo. No entanto, Leon por nunca ter ouvido a palavra antes, pediu uma explicação e ele disse o seguinte:

**A vida, príncipe Leon, pode muito bem ser comparada a estes jogos. Na imensa multidão aqui reunida alguns vieram à procura de lucros, outros foram trazidos pelas esperanças e ambições da fama e da glória. Mas entre eles existem uns poucos que vieram para observar e entender tudo o que se passa aqui.**

**Com a vida acontece a mesma coisa. Alguns são influenciados pela busca de riqueza, enquanto outros são dominados pela febre do poder e da dominação. Mas os melhores entre os homens se dedicam à descoberta do significado e do propósito da vida. Eles tentam descobrir os segredos da natureza. Este tipo de homem eu chamo de filósofo, pois embora nenhum homem seja completamente sábio, em todos os assuntos, ele pode amar a sabedoria como a chave para para os segredos da natureza.**

Ninguém fora da Irmandade conhecia os detalhes ou a extensão de seu sucesso, muito embora conhecesse as aspirações de Pitágoras. Ao fazer parte da Irmandade os membros eram obrigados a jurar que jamais revelaria alguma descoberta matemática, ao mundo exterior, sob pena de serem castigados. Ademais, a sua doutrina era parcialmente secreta e os seus adeptos atribuíam ao mestre e fundador todas as conquistas alcançadas.

Em vista da Irmandade ter seu aspecto religioso, o pitagorismo assentava-se fundamentalmente em crença na imortalidade da alma, cuja purificação ocorreria através de sucessivas reencarnações em corpos vivos, até que ela viesse a ter condição de libertar-se de invólucros mortais para confundir-se com o espírito divino.

Com o propósito de imprimir peso moral à religião, atribuiu-se especial relevo à doutrina da metempsicose ( Transmigração da alma de um corpo a outro, ou seja, reencarnação da alma, após a morte, num corpo humano, animal ou num vegetal ). Essa teoria caracterizou algumas religiões antigas no Egito, na Índia e na Grécia, integrando a doutrina do carma, ( Carma ou Karma — princípio fundamental reconhecido pelas três grandes religiões indianas, que repousa sobre a concepção da vida humana como elo de uma cadeia de vidas — sansara — , sendo cada vida determinada pelas ações da pessoa na vida precedente ) que está na base de religiões como o bramismo, o hinduísmo, o budismo

e o espiritismo ), que tinha papel importante a desempenhar no esquema comportamento-recompensa.

A escola pitagórica se diversificou em dois ramos de estudos científicos sendo que um deles tratava da teoria matemática que englobava a astronomia e a arte médica e o outro ramo se dedicava à doutrina metafísica, que posteriormente passou a ser denominada de doutrina dos números a qual foi exposta pela primeira vez por **Filolau**.

Associou o número à música e à mística, derivando-se dessa associação pitagórica os termos " média harmônica " e " progressão harmônica ". Como consequência de várias observações, concluíram que a relação entre a altura dos sons e a largura da corda da lira seria responsável pela existência da harmonia musical. Observaram, também, que os intervalos musicais se colocam de modo que admite expressão através de progressões aritméticas.

É bom ressaltar que as observações dos pitagóricos tiveram caráter puramente empírico, as quais previram apenas os diferentes comprimentos das cordas do heptacórdio, ou lira ( instrumento musical de cordas pinçadas, num total de sete cordas, usado na Antigüidade, composto de uma caixa com duas hastes curvas em forma de **U**, sustentadas por uma barra transversal ), pois nada sabiam a respeito de número de vibrações. Os pitagóricos colocaram em evidência o conceito de harmonia, palavra que não teria o significado de agradável reunião de vários sons, mas o sentido de ajustamento ordenado de partes e, em especial, o de afinação de um instrumento musical.

No campo da astronomia, para os pitagóricos, a terra era esférica, uma estrela entre as estrelas, onde todas se moviam em torno de um fogo central. Diziam que suas distâncias do fogo central coincidem com intervalos musicais, de modo que no universo ressoa uma harmonia das esferas. Alguns deles afirmaram a rotação da terra sobre o seu eixo. No século III a.C., **Aristarco de Samos**, compatriota de Pitágoras, ensina a rotação da terra em torno do sol, adiantando-se, assim, à visão **copérmica** do sistema solar. Observaram, também, que em face do deslocamento dos astros haveria uma ordem que dominava o universo. Evidências dessa ordem estariam na sucessão de dias e noites, no alternar-se das estações, no movimento circular e perfeito das estrelas. Em razão disso, o mundo pode ser chamado de Kósmos, denominação que a ele teria sido aplicada pela primeira vez por Pitágoras e que é palavra intraduzível, na qual se diz estarem contidas as idéias de ordem, de correspondência e de beleza. Para fazer alusão



com respeito à perfeição do plano do mundo, Pitágoras teria sido o primeiro a usar o termo " harmonia das esferas ".

Passando do campo da astronomia para o dos números, este apareceu em tempo como solução possível para apaziguar as ásperas controvérsias doutrinárias entre os partidários de Parmênides e de Heráclito, tendo a doutrina pitagórica a originalidade de propor algo imaterial como o princípio de explicação do mundo, e se o número, por sua homogeneidade e invariabilidade lembrava, de um lado, o ser eleático, ou seja, um ser único de imobilidade absoluta, mostrava-se, por outro lado, capaz de expressar as relações legais disciplinadoras do permanente processo de mutação em que se fazia consistir o cambiante ser heraclitiano ou seja um ser que expressa justiça e harmonia profundas. A doutrina pitagórica dos números tinha, pois, o objetivo de levar à determinação numérica das relações permanentes em que consiste a vida do universo.

Os pitagóricos afirmavam que o número é a essência das coisas e defenderam a concepção segundo a qual, assim como os números se compõem da soma de pares e ímpares, as coisas encerram determinações opostas, como as de limitado e ilimitado concluindo-se que todas as coisas são vistas como conciliação de opostos. A essa concepção de perfil nitidamente heraclitiano, justapunham os pitagóricos uma posição de matiz axiológico, valorizando mais o limitado do que o ilimitado; associando, ao primeiro desses conceitos, os números pares e, ao segundo, os números ímpares.

Graças à tese segundo a qual assim como do " uno " primitivo brotou tanto a série de números pares como a de números ímpares, o pitagorismo assumiu um caráter dualista que foi superado e todas as antíteses observadas no universo acabaram por ceder a uma grande unidade harmônica.

O estudo das propriedades dos números pareceu aos pitagóricos tão surpreendente que passaram a buscar, em toda a parte, analogias entre os números e as coisas, chegando a fundar uma espécie de mística numérica. Fórmulas como a seguinte:  $1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1) = n^2$  que mostra que os quadrados se podem formar como somas dos números ímpares sucessivos, apareciam-lhes como algo maravilhoso. A maior descoberta de Pitágoras diz respeito à relação existente nos **triângulos retângulos**, que consiste em provar que **a soma do quadrado dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa**. Os egípcios já sabiam que um triângulo cujos lados são **3, 4 e 5** tem ângulo reto; mas, ao que parece, os pitagóricos foram os primeiros a

observar que  $3^2 + 4^2 = 5^2$  e, seguindo essa sugestão, chegaram a descobrir uma prova da proposição geral. Os pitagóricos costumavam dividir os números em: pares, ímpares e perfeitos, isto é, iguais à soma de seus divisores. A perfeição numérica dependia do número de divisores, ou seja, dependia dos números que irão dividi-lo perfeitamente sem deixar resto. Por exemplo, os divisores de **12** são **1, 2, 3, 4 e 6**. Quando a soma dos divisores de um número é maior do que ele, o número é chamado de " excessivo ". Portanto, **12** é um número excessivo porque a soma dos seus divisores é igual a **16**. Quando a soma dos seus divisores for menor do que o número , ele é chamado " deficiente ".

Os números mais importantes e raros eram aqueles cujos divisores somados produziam eles mesmos, e estes era chamados de números perfeitos. Por exemplo, o número **6** tem como seus divisores os números **1, 2 e 3** cuja soma é igual a **6**. Os seguintes são **28, 496, 8.128, 33.550.336** e o sexto é **8.589.869.056**.

Para a Irmandade, além de ter um significado matemático, a perfeição de **6** e **28** era reconhecida por outras culturas que observaram que a Lua orbita a Terra a cada vinte e oito dias e acreditavam que Deus tinha criado o mundo em seis dias. Santo Agostinho, afirma em " A cidade de Deus " que, embora Deus pudesse ter criado o mundo em um instante, ele decidiu levar seis dias de modo a refletir a perfeição do universo. E acrescentava que **6** não era perfeito porque Deus assim o quisera, e sim que a perfeição era inerente à natureza dos números. " O número é perfeito em si mesmo e não porque Deus criou todas as coisas em seis dias. O inverso é mais verdadeiro, Deus criou todas as coisas em seis dias porque este número é perfeito. E continuaria perfeito mesmo que o trabalho de seis dias não existisse. "

Pitágoras era fascinado pelos ricos padrões e pelas propriedades dos números perfeitos, respeitando sua sutileza, e o seu desejo era descobrir o seu significado mais profundo. Ele descobriu que a perfeição estava também associado ao número **2**, isto porque, os números **4, 8, 16,...** são conhecidos como potências de **2** e podem ser escritos como  $2^n$ , onde o 'n' representa o número de vezes em que o número **2** é multiplicado por ele mesmo.

Como podemos observar, Pitágoras não só estudava as relações entre os números, mas também, era fascinado pela sua ligação com a natureza, ou seja, ele acreditava encontrar na combinação infinita dos números — princípios primeiros de tudo — a explicação da diversidade das coisas, percebendo, que os fenômenos naturais são

governados por leis e que essas leis podem ser descritas por equações matemáticas.

Após a morte de Pitágoras, ocorrida, provavelmente, durante perseguições dos sibaritas ( habitantes de Síbaris, antiga cidade grega do golfo de Taranto, ao sul da Itália; hoje é chamada Calábria. ) que tinham sido derrotados pelos crotanenses, em 510 a.C., quando a Irmandade Pitagórica teve atuação decisiva, a idéia da demonstração matemática se espalhou rapidamente pelo mundo civilizado.

A escola pitagórica, após o incêndio ocorrido em Crotona, mudou-se para Alexandria, cuja cidade tornou-se o centro mais grandioso do mundo devido, após a conquista da Grécia, Ásia Menor e o Egito por Alexandre, o Grande, decidir construir esta nova capital , tornando-se a primeira universidade do mundo depois da morte de Alexandre, no reinado de Ptolomeu I ao subir no trono do Egito.

Pelo fato da cidade de Alexandria tornar-se uma metrópole e ter uma universidade, matemáticos e outros intelectuais foram atraídos para esta cidade, isto porque a atração principal era a Biblioteca da cidade que foi idealizada por Demétrio Falero, um orador que conseguiu asilo em Alexandria e teve, ainda, a idéia de convencer **Cláudio Ptolomeu** a reunir todas as grandes obras com a finalidade de atrair os intelectuais.

Ao chegarem em Alexandria as bagagens dos viajantes como também dos intelectuais eram vasculhadas e os livros confiscados e levados para os escribas que mandavam copiá-los, sendo que o original ia para o acervo da Biblioteca e a cópia era dada ao dono.

A Biblioteca chegou a conter cerca de seiscentos mil livros desde a sua criação até outros Ptolomeus que ascenderam ao trono do Egito.

Por volta do século I a.C. o clima social aparentou-se favorável a um rejuvenescimento da religiosidade, buscando-se no sobrenatural a paz que a virtude divulgada pelos sábios parecia incapaz de proporcionar. O fato teve reflexo no campo filosófico, onde o sensualismo e o racionalismo cederam passo ao misticismo e onde se passou a aderir a concepções que contrapunham ao mundo sensível um mundo supra-sensível. Por ser o centro de encontro e comércio entre o Oriente e o Ocidente, Alexandria foi a cidade onde houve o surgimento do platonismo ( Filosofia de Platão que persistiu até o Renascimento como sistema filosófico ). Houve, em Alexandria, duas manifestações do platonismo mítico-religioso, sendo que uma delas apresentou dominância do aspecto grego sobre o oriental, surgindo, então o

**neopitagorismo** em face do pitagorismo ter perdido o caráter de escola filosófica, apesar de manter continuidade como doutrina reguladora da vida e não deixando de ser celebrados os mistérios relacionados com as práticas consagradas.

A doutrina fundamental do neopitagorismo era o dualismo espírito-matéria, sendo que a matéria era inevitavelmente má e impura. A doutrina não admitia que Deus pudesse ter contato com a matéria — o **demiurgo** surgia como figura interposta entre Deus e a matéria. O dualismo metafísico orientava as concepções antropológicas dos neopitagóricos, levando-os a enxergarem o corpo como cárcere, de onde o espírito — ali encerrado para castigo — há de procurar libertar-se através da purificação, a qual poderia ser conseguida com o auxílio da revelação divina, manifestada pela boca de homens santos, como Pitágoras.

## Cláudio Ptolomeu

---

**Cláudio Ptolomeu** — Nome oriundo da forma latinizada Claudius Ptolemaeus, que por sua vez, para alguns historiadores o seu nome é uma mistura do egípcio grego ( Ptolemaios ) e do romano ( Claudius ) e, em conseqüência, conclui-se que ele era descendente de famílias grega e romana. Matemático, astrônomo, geógrafo grego e que ainda era astrólogo por estar intimamente ligado, na época, à astronomia, nasceu na cidade de **Ptolomaida de Tebaida** no ano de 90 d.C. Não há conhecimento de registro biográfico deste grande sábio, senão que passou um período entre 120 e 160 em Alexandria, Egito, e foi o mais célebre astrônomo da Antiguidade. Este período foi determinado com base em observações astronômicas descritas nas suas obras e que tenham sido efetuadas entre 26 de Março de 127 e 2 de Fevereiro de 141. Ele foi o último dos grandes sábios da antiguidade e uma das mais célebres personalidades da época do imperador de Roma **Marco Aurélio**. Coligiu os

coisas futuras se passa como se estas já estivessem presentes, preparação que nos permite recebê-las com serenidade ".

Foram mencionadas pelos grandes historiadores da época várias obras, inclusive as de Matemática, que desapareceram, dentre elas podemos citar " **Peru ropon** " ( Sobre o equilíbrio ) e " **Peri diastáseos** " ( Sobre a dimensão ) através da qual tenta provar que todo espaço é tridimensional. No campo da Geografia, Ptolomeu publicou uma obra, que tornou-se clássica até o século XVI, intitulada " **Geographike Hyphegesis** " ( Introdução à geografia ) que trouxe para a época, grande repercussão, tanto que foi editada por mais de duzentos anos. Ela foi dividida em oito livros contendo 27 mapas sobre os países mediterrâneos e expõe uma concepção de que a extensão da Ásia era mais para o leste e existia um continente ao sul do oceano Índico. Apesar da obra ter apresentado vários erros e omissões de informações, Ptolomeu foi considerado um sábio que influenciou várias gerações. No campo da Física, destacamos duas de suas obras que foram traduzidas do árabe, no século III, para o latim, cuja título foi " **Optike** " ( Óptica ) na qual aborda cor, reflexão, refração e espelhos de várias formas, como também, estuda os fenômenos em relação aos astros. Na outra obra intitulada " **Harmonike** " ( Harmonias ) ele trata de assuntos relacionados à acústica no qual emprega a teoria matemática dos sons na música grega. Na Astronomia, Ptolomeu sintetiza no ano de 140 d.C. através de sua principal obra " **He megále sýntaxis** " ( A grande sintaxe ), também, intitulada " **Ho megas astronomos** " ( O grande astrônomo ) ou, ainda, denominada pelos árabes de " **Almagesto** " os conhecimentos astronômicos de seus antecessores. Dentre eles podemos citar: **Pitágoras**, afirmava que por a Terra ser esférica, a esfera mais perfeita de todas as figuras geométricas, onde todas se moviam em torno de um fogo central, todos os corpos celestes devem ser esféricos. Ademais, ele fazia uma analogia entre o Sol e a Lua e afirmava que: O universo era infinito e eterno a partir da convicção na repetição cíclica dos acontecimentos em um período de dez mil anos que foi denominado de " Grande Ano ". **Filolau** concebeu um sistema cosmológico, composto de dez corpos celestes, no qual a Terra se deslocava no espaço como os outros astros; Platão, fixou as órbitas dos planetas e afirmou que os planetas movem-se em círculos perfeitos assim como todos os objetos celestes; **Eudoxo**, aceitou o modelo cosmológico de Platão introduzindo um sistema composto de esferas homocêntricas, centrada em uma Terra imóvel com eixos de rotação diferentes e agindo uns sobre os outros; **Aristóteles** \*\*, aperfeiçoou o modelo de Eudoxo e propõe um modelo celestial composto por 55 esferas concêntricas às quais os corpos celestes estavam ligados e que rodavam a diferentes velocidades com a Terra ao centro. Além disso, o movimento dos corpos celestes era circular e uniforme; **Heráclides do Ponto** ou Pôntico foi o primeiro astrônomo que admitiu a rotação da Terra em torno do seu eixo, explicando assim o movimento observado nas estrelas e imaginou que Mercúrio e Vênus girassem em torno do Sol; **Aristarco de Samo** defendeu a tese de que a Terra está em rotação em torno de si mesma e, ao mesmo tempo, em torno do Sol. Este é o primeiro modelo heliocêntrico do Universo; **Apolônio**, ao invés de utilizar a teoria da revolução das esferas para mostrar o movimento dos planetas, inventou a teoria dos epiciclos, segundo a qual cada estrela gira ao redor de um ponto.

A partir da Idade Média o que prevalecia era o sistema cosmológico de **Aristóteles** \*\* e sua filosofia a qual era incorporada na teologia medieval, pois os teólogos rejeitavam qualquer teoria que não conferisse à Terra o lugar privilegiado de centro do universo. O Movimento Inicial de Aristóteles tornou-se o Deus da teologia Cristã, a esfera mais exterior do Movimento Inicial começou-se a identificar com o Céu Cristão, e a posição da Terra no centro de tudo era entendida em termos da preocupação de que o Deus Cristão tinha para os problemas da humanidade. Assim sendo, as idéias originadas, em grande parte, por filósofos gregos pagãos foram batizadas pela igreja Católica e assumiram o poder de dogmas religiosos: desafiar esta visão do Universo deixava de ser apenas um assunto científico, passava a ser também teológico, e sujeitava os incrédulos ao considerável e não sempre benevolente poder da Igreja.

Todas as teorias defendidas pelos sábios que confrontavam com as de **Aristóteles** \*\* foram rejeitadas e, então começou uma nova fase com **Hiparco**, que para alguns historiadores foi o inventor do astrolábio, e o seu modelo geocêntrico clássico que preocupado em explicar com exatidão o movimento retrógrado dos planetas, estabeleceu um modelo em que a Terra permanecia fixa no centro de um círculo giratório ( deferente ).

## **A s t r o l á b i o   p l a n i s f é r i c o**

**Astrolábio** [Do latim Astrolabium; Do grego Astrolábion: aster, estrela + lambanein, alcançar., pelo latim medieval astrolabiu.]

Ele era usado para determinar a altura dos astros acima do horizonte, sobretudo a do Sol. Atualmente, foi aperfeiçoado, e é um dos instrumentos fundamentais da astrometria. Feito em ferro, a rodela graduada era suspensa por um anel e apontado para o objeto celeste de modo a poder-se tomar a altura deste.

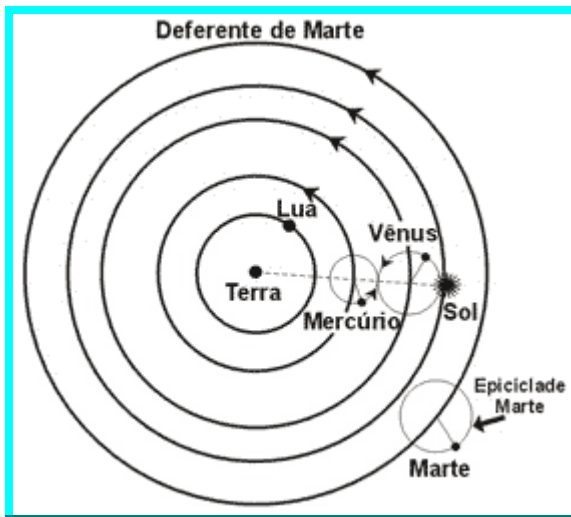
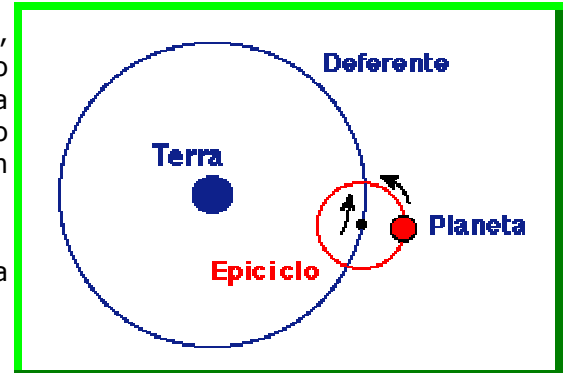
Este instrumento astronômico, talvez, o mais antigo, cuja invenção é atribuída a Hiparco de Nicéia, o pai da astronomia e trigonometria, foi astrônomo e matemático grego (séc. II a. C. entre 200 a.C. a 150 a.C.), remonta ao século III a.C., na Grécia. Ptolomeu designa por **astrolábio** a esfera armilar, — Instrumento astronômico, constituído de numerosos anéis metálicos, que representam os principais círculos da esfera celeste — que os árabes combinaram com o globo celeste e aperfeiçoaram criando assim o **astrolábio esférico**.



Após a exposição dos sistemas cosmológicos dos precursores de Ptolomeu — que para outros historiadores, ele foi o inventor do Astrolábio — vamos apresentar a sua teoria que surgiu quando da sua análise dos sistemas anteriores.

**Epíclio** — é um pequeno círculo imaginário da esfera celeste, cujo centro se encontra na circunferência de um outro círculo maior, ou seja é um círculo que um astro supostamente descrevia em torno de um ponto, o qual, por sua vez, descrevia um outro círculo em torno da Terra, chamado deferente, ou, às vezes, em torno do centro de outro epíclio.

**Deferente** — é um círculo imaginário da antiguidade para tentar explicar o movimento aparente dos planetas.



Ele desenvolveu seu sistema geocêntrico conhecido, também, por teoria ptolomaica ou geocêntrica baseado no sistema de Hiparco e introduziu o equante na teoria do epíclio, ou seja, ele supôs que a Terra esteja imóvel no centro do Universo, e que o Sol, a Lua e os planetas giram em torno dela, descrevendo órbitas complexas. Cada planeta realiza dois movimentos circulares simultâneos, exceto o Sol e a Lua por não possuírem epíclios.

Definiremos equante como sendo um ponto em que o centro do epíclio movia-se em volta desse ponto com movimento circular uniforme e que está simetricamente colocado do lado oposto do centro da terra.

No entanto, ao observar os planetas, Ptolomeu notou que eles forneciam elementos incompatíveis com o esquema elaborado e introduziu um sistema em que foram introduzidos oitenta epíclios através do qual os planetas se movimentariam.

Ptolomeu foi o primeiro a justificar a descrição do seu universo baseado no sistema relatado por Aristóteles. A sua justificativa foi elaborada usando modelos geométricos para prognosticar as posições do sol, da lua e dos planetas usando combinações de movimento circular conhecidas por epíclios. Após ter montado o modelo ele descreveu matematicamente, introduzindo métodos trigonométricos baseados em uma função chamada de corda representada simbolicamente por ' Crd ' que hoje equivale a função modernamente chamada de seno.  $O \text{ sen}\alpha = (\text{Crd } 2\alpha) / 120$

Ptolomeu criou novas provas geométricas e novos teoremas e obteve excelentes

resultados. Posteriormente, ele descreveu a disposição geométrica dos corpos do sistema solar com o planeta Terra fixo e no centro do universo.

Os teólogos medievais adotaram sua concepção por se tratar de um sistema em que a terra continuaria sendo o centro do Universo.

Este sistema dominou a astronomia durante quatorze séculos quando surgiu outro pensador, o astrônomo polonês **Nicolau Copérnico** que, após análise de toda a teoria dos seus antecessores, construiu o modelo heliocêntrico onde os planetas deveriam girar em torno do Sol e introduziu alguns epiciclos em seu sistema com a finalidade de explicar alguns movimentos planetários. Este sistema foi endossado por **Galileo Galilei**, rejeitado por **Tycho Brahe** e, posteriormente, **Kepler**, revendo o modelo de Copérnico e utilizando as mensurações do seu mestre Brahe com respeito as posições planetárias, concluiu que os círculos poderiam ser substituídos pelas elipses, eliminando, desta forma, toda a ambigüidade da teoria heliocêntrica eliminando, assim, os epiciclos e as deferentes. Ademais, propôs uma órbita elípticas para o planeta Marte, após analisar os dados de Brahe sobre o referido planeta.

Nesta grande obra, que foi dividida em treze livros, além de apresentar uma vasta compilação dos conhecimentos astronômicos da antiguidade e o seu modelo geocêntrico, ela apresenta nos dois primeiros livros as bases científicas, da altura, para o resto da obra.

No terceiro livro, Ptolomeu aborda temas relacionados com a **solstício** e o **equinócio** em que baseado em suas observações encontrou a duração das estações que serviu para propor a teoria do Sol.

Nos livros quarto e quinto, ele sugere a teoria da Lua e que define as suas dimensões e a distância entre ela e o Sol. Aborda também, os eclipses do Sol e da Lua, etc.

No livro sexto, Ptolomeu constrói a teoria dos eclipses, tendo por base as teorias do Sol e da Lua.

Nos dois livros seguintes, ele trata de assunto que diz respeito as estrelas fixas e no livro sete justifica as suas convicções de que as estrelas fixas sempre mantêm as mesmas posições em relação às outras. Nestes livros ele discute, também, a precessão dos equinócios que foi atribuída por ele, a sua descoberta à Hiparco. Ptolomeu ainda inseriu nestes livros o catálogo de estrelas que contendo 1.022 estrelas fixas, sendo que 172 das quais, foram descobertas por ele e as demais por Hiparco, pois este elaborou o primeiro catálogo estelar.

Os cinco livros finais foram dedicados exclusivamente à teoria planetária constituindo, assim, sua contribuição mais original à astronomia.



Em um desses livros, Ptolomeu explicar a construção do Astrolábio e expõe questões de trigonometria retilínea e esférica. Estas questões foram posteriormente aprofundadas em "**Haplosis epipháneas sphaíras**" ( Sobre a projeção das esferas ).

Ptolomeu, ainda escreveu uma obra intitulada "**Planetary Hypothesis**" ( Hipóteses Planetárias ) o qual foi dividido em dois livros abordando assuntos relacionados aos planetas e a teoria geométrica. Os temas abordados foram de maior leveza e simplicidade.

Em um outro livro intitulado "**Analemma**" ele discutiu detalhes da projeção ortogonal dos pontos da esfera celeste sobre três planos, pois, precisa construir um relógio de sol que envolvia a projeção de pontos na esfera celestial. Em "**Planisphaerium**" ele se preocupa com projeção de estereográfica da esfera celestial sobre um objeto no espaço. Além disso, ele propõe nova demonstração para o postulado das paralelas de Euclides.

Brahe analisando os trabalhos de Ptolomeu, foi o primeiro a descobrir que havia erro nas longitudes das estrelas constante nos livros em que foi inserido o catálogo de estrelas e pode demonstrar as imperfeições das Tábuas Alfonsinas, baseadas, no sistema de Ptolomeu. Esses erros eram de um mês ao predizer o evento , e as tabelas de **Copérnico** erraram por vários dias. As análises não pararam por aí, pois, em seguida, apareceu os comentários de **Laplace** e Delambre e mais recentemente as de **Newton** que chega a declarar o seguinte.

Esta é a história de um crime científico. ... Eu quero dizer um crime cometido por um cientista contra os cientistas da mesma categoria e estudiosos, uma traição das éticas e integridade da profissão dele que privou gênero humano de informação fundamental sempre sobre uma área importante de astronomia e história.

Cláudio Ptolomeu faleceu na cidade de Canopo — cidade do Egito antigo, situada no Mediterrâneo, na embocadura do braço ocidental do rio Nilo — no ano 168 d.C. segundo a tradição islâmica com os seus setenta e oito anos.