

# A ciência

**CAPÍTULO 1 A atitude científica**

**CAPÍTULO 2 A ciência na história**

**CAPÍTULO 3 As ciências humanas**

**CAPÍTULO 4 O ideal científico e a razão instrumental**

## CAPÍTULO 1

### A atitude científica

#### O senso comum

##### Nossas opiniões cotidianas

O Sol é menor do que a Terra. Quem duvidará disso se, diariamente, vemos um pequeno círculo avermelhado percorrer o céu, indo de leste a oeste?

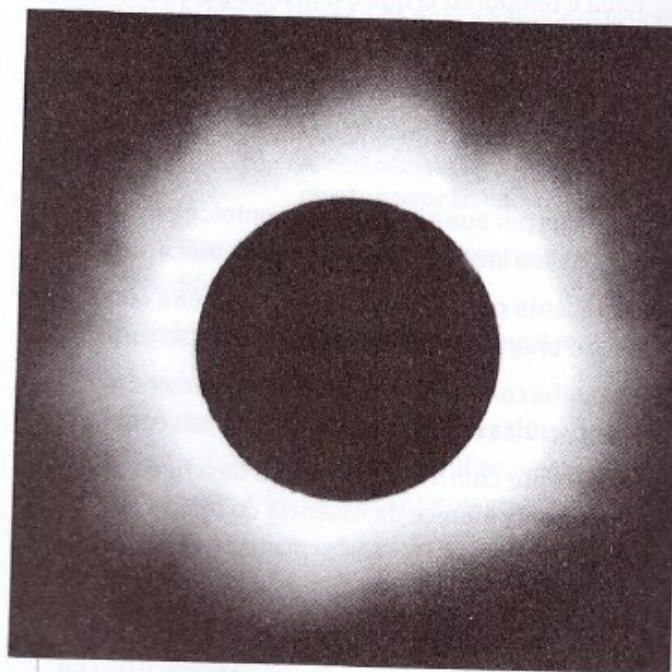
O Sol se move em torno da Terra, que permanece imóvel. Quem duvidará disso se diariamente vemos o Sol nascer, percorrer o céu e se pôr? A aurora não é o seu começo e o crepúsculo seu fim?

As cores existem em si mesmas. Quem duvidará disso se passamos a vida vendo rosas vermelhas, amarelas e brancas, o azul do céu, o verde das árvores, o alaranjado da laranja e da tangerina?

Cada gênero ou espécie de animais já surgiu tal como os conhecemos. Alguém poderia imaginar um peixe tornar-se um réptil ou pássaro? Em religião, como a judaica, a cristã e a islâmica, os livros sagrados não ensinam que a divindade criou de uma só vez todos os animais, num só dia?

A família é uma realidade natural criada pela natureza para garantir a sobrevivência humana e para atender à afetividade natural dos humanos, que sentem a necessidade de viver juntos. Quem duvidará disso, se vemos, no mundo inteiro, no passado e no presente, a família existindo naturalmente e sendo a célula primeira da sociedade?

A raça é uma realidade natural ou biológica produzida pela diferença dos climas, da alimentação, da geografia e da reprodução sexual. Quem duvidará disso, se vemos que os africanos são negros, os asiáticos são amarelos de olhos puxados, os índios são vermelhos e os europeus, brancos?



Eclipse solar ocorrido em 11 de agosto de 1999, fotografado na Hungria.

Certezas como essas formam nossa vida e o senso comum de nossa sociedade, transmitido de geração para geração, e, muitas vezes, ao se transformar em crença religiosa, torna-se uma doutrina inquestionável.

Retomemos nossos exemplos.

A astronomia demonstra que o Sol é muitas vezes maior do que a Terra e, desde Copérnico, que é a Terra que se move em torno do Sol. A óptica demonstra que as cores são ondas luminosas, obtidas pela refração e reflexão ou decomposição da luz branca.

A biologia demonstra que os gêneros e as espécies de animais se formaram lentamente, no curso de milhões de anos, a partir de modificações de microrganismos extremamente simples.



Historiadores e antropólogos mostram que o que entendemos por família (pai, mãe, filhos; esposa, marido, irmãos) é uma instituição social recentíssima — data do século XV — e própria da Europa ocidental, não existindo na Antiguidade nem nas sociedades africanas, asiáticas e americanas pré-colombianas. Mostram também que não é um fato natural, mas uma criação humana, exigida por condições históricas determinadas.

Sociólogos e antropólogos mostram que a idéia de raça também é recente — data do século XVIII —, sendo usada por pensadores que procuravam uma explicação para as diferenças físicas e culturais entre os europeus e os povos que se tornaram conhecidos dos europeus a partir do século XIV, com as viagens de Marco Polo, e do século XV, com as Grandes Navegações e as descobertas de continentes ultramarinos.

Ao que parece, há uma grande diferença entre nossas certezas cotidianas e o conhecimento científico. Como e por que ela existe?

## Características do senso comum

Um breve exame de nossos saberes cotidianos e do senso comum de nossa sociedade revela que possuem algumas características que lhes são próprias:

- são subjetivos, isto é, exprimem sentimentos e opiniões individuais e de grupos, variando de uma pessoa para outra, ou de um grupo para outro, dependendo das condições em que vivemos. Assim, por exemplo, se eu for artista, verei a beleza da árvore; se eu for marceneira, a qualidade da madeira; se estiver passeando sob o sol, a sombra para descansar; se for bóia-fria, os frutos que devo colher para ganhar o meu dia. Se eu for hindu, uma vaca será sagrada para mim; se for dona de um frigorífico, estarei interessada na qualidade e na quantidade de carne que poderei vender;
- por serem subjetivos, levam a uma avaliação qualitativa das coisas conforme os efeitos que produzem em nossos órgãos dos sentidos ou conforme os desejos que despertam em nós e o tipo de finalidade ou de uso que lhes atribuímos, ou seja, as coisas são julgadas por nós como grandes ou pequenas, doces ou azedas, pesadas ou leves, novas ou velhas, belas ou feias, quentes ou frias, úteis ou inúteis, desejáveis ou indesejáveis, coloridas ou sem cor, com sabor, odor, próximas ou distantes, etc.;
- agrupam-se ou distinguem-se conforme as coisas e os fatos nos pareçam semelhantes ou diferentes. É assim,

por exemplo, que julgamos serem fatos diferentes um corpo que cai e uma pena que flutua no ar;

- são individualizadores, isto é, cada coisa ou cada fato nos aparece como um indivíduo distinto de outros por possuir qualidades que nos afetam de maneira diferente: a seda é macia, a pedra é rugosa, o algodão é suave, o mel é doce, o fogo é quente, o mármore é frio, a madeira é dura, etc.;
- mas também são generalizadores, pois tendem a reunir numa só opinião ou numa só idéia coisas e fatos julgados semelhantes: falamos dos animais, das plantas, dos seres humanos, dos astros, dos gatos, das mulheres, das crianças, das esculturas, das pinturas, das bebidas, dos remédios, etc.;
- em decorrência das generalizações, tendem a estabelecer relações de causa e efeito entre as coisas ou entre os fatos: “onde há fumaça, há fogo”; “quem tudo quer, tudo perde”; “dize-me com quem andas e te direi quem és”; a posição dos astros determina o destino das pessoas; mulher menstruada não deve tomar banho frio; ingerir sal quando se tem tontura é bom para a pressão; mulher assanhada quer ser estuprada; menino de rua é delinqüente, etc.;
- não se surpreendem nem se admiram com a regularidade, constância, repetição e diferença das coisas, mas, ao contrário, a admiração e o espanto se dirigem para o que é imaginado como único, extraordinário, maravilhoso ou miraculoso. Justamente por isso, em nossa sociedade, a propaganda e a moda estão sempre inventando o “extraordinário”, o “nunca visto”;
- pelo mesmo motivo e não por compreenderem o que seja investigação científica, tendem a vê-la quase como magia, considerando que ambas lidam com o misterioso, o oculto, o incompreensível. Essa imagem da ciência como magia aparece, por exemplo, no cinema, quando os filmes mostram os laboratórios científicos repletos de objetos incompreensíveis, com luzes que acendem e apagam, tubos de onde saem fumaças coloridas, exatamente como são mostradas as cavernas ocultas dos magos. Essa mesma identificação entre ciência e magia aparece num programa da televisão brasileira, o *Fantástico*, que, como o nome indica, mostra aos telespectadores resultados científicos como se fossem espantosa obra de magia, assim como exibem magos ocultistas como se fossem cientistas;
- costumam projetar nas coisas ou no mundo sentimentos de angústia e de medo diante do desconhecido. Assim, por exemplo, durante a Idade Média, as pessoas viam o demônio em toda parte e, hoje, enxergam discos voadores no espaço;



- por serem subjetivos, generalizadores, expressões de sentimentos de medo e angústia e de incompreensão quanto ao trabalho científico, nossas certezas cotidianas e o senso comum de nossa sociedade ou de nosso grupo social cristalizam-se em preconceitos com os quais passamos a interpretar toda a realidade que nos cerca e todos os acontecimentos.

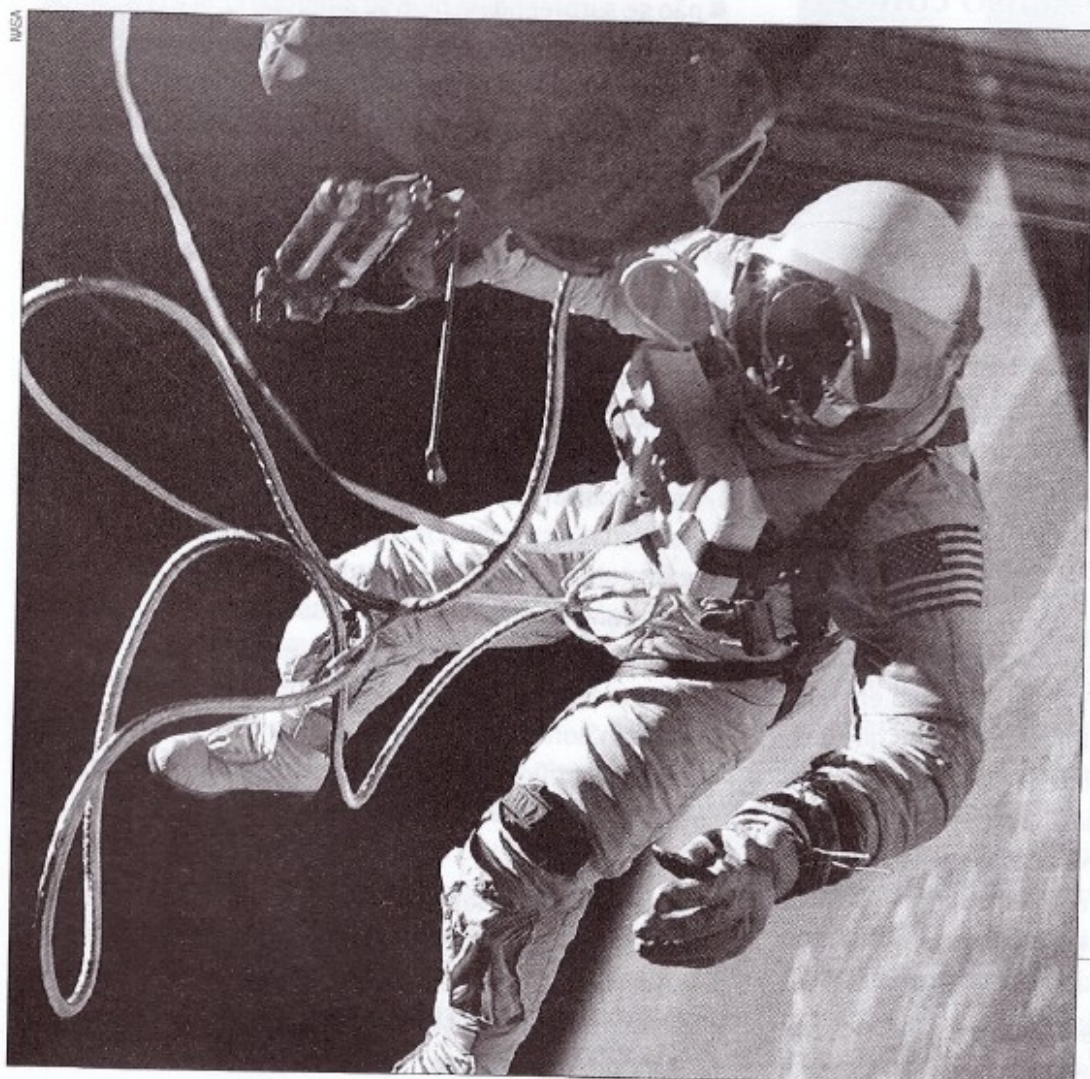
## A atitude científica

### Características gerais da atitude científica

O que distingue a atitude científica da atitude costumeira ou do senso comum? Antes de mais nada, a ciência *desconfia* da veracidade de nossas certezas, de nossa adesão imediata às coisas, da ausência de crítica e da falta de curiosidade. Por isso, onde vemos coisas, fatos e acontecimentos, a atitude científica vê *problemas* e *obstáculos*, aparências que precisam ser explicadas e, em certos casos, afastadas.

Em quase todos os aspectos podemos dizer que o conhecimento científico opõe-se ponto por ponto às características do senso comum:

- é objetivo, pois procura as estruturas universais e necessárias das coisas investigadas;
- é quantitativo, ou seja, busca medidas, padrões, critérios de comparação e de avaliação para coisas que parecem diferentes. Assim, por exemplo, as diferenças de cor são explicadas por diferenças de um mesmo padrão ou critério de medida, o comprimento de onda luminosa; as diferenças de intensidade dos sons, pelo comprimento de onda sonora;
- é homogêneo, isto é, busca as leis gerais de funcionamento dos fenômenos, que são as mesmas para fatos que nos parecem diferentes. Por exemplo, a lei universal da gravitação demonstra que a queda de uma pedra e a flutuação de uma pluma são movimentos que obedecem à mesma lei no interior do campo gravitacional;
- é generalizador, pois reúne individualidades sob as mesmas leis, os mesmos padrões ou critérios de medida, mostrando que possuem a mesma estrutura, embora sejam sensorialmente percebidas como diferentes. Assim, por exemplo, a química mostra que a enorme variedade



Edward H. White, astronauta norte-americano, flutuando na gravidade zero do espaço, em 3 de junho de 1965.



de corpos decorre das inúmeras combinações de um pequeno número limitado de elementos que compõem os corpos complexos;

- é diferenciador, pois não reúne nem generaliza por semelhanças aparentes, mas distingue entre os que parecem iguais, desde que obedeçam a estruturas diferentes. Lembremos aqui um exemplo que usamos no capítulo sobre a linguagem, em que mostramos que a palavra *queijo* parece ser a mesma coisa que a palavra inglesa *cheese* e a palavra francesa *fromage*, quando, na realidade, são muito diferentes, porque se referem a estruturas alimentares diferentes;
- só estabelece relações causais depois de investigar a natureza ou estrutura do fato estudado e suas relações com outros semelhantes ou diferentes. Assim, por exemplo, um corpo não cai porque é pesado, mas o peso de um corpo depende do campo gravitacional onde se encontra — é por isso que, nas naves espaciais, onde a gravidade é igual a zero, todos os corpos flutuam, independentemente do peso ou do tamanho; um corpo tem uma certa cor não porque é colorido, mas porque, dependendo de sua composição química e física, reflete a luz de uma determinada maneira, etc.;
- surpreende-se com a regularidade, a constância, a frequência, a repetição e a diferença das coisas e procura mostrar que o maravilhoso, o extraordinário ou o “milagroso” são um caso particular do que é regular, normal, freqüente. Um eclipse, um terremoto, um furacão, a erupção de um vulcão, embora excepcionais, obedecem às leis da física. Procura, assim, apresentar explicações racionais, claras, simples e verdadeiras para os fatos, opondo-se ao espetacular, ao mágico e ao fantástico;
- distingue-se da magia. A magia admite uma participação ou simpatia secreta entre coisas diferentes, que agem umas sobre outras por meio de qualidades ocultas e considera o psiquismo humano uma força capaz de ligar-se a psiquismos superiores (planetários, astrais, angélicos, demoníacos) para provocar efeitos inesperados nas coisas e nas pessoas. A atitude científica, ao contrário, opera um desencantamento ou desenfeitiçamento do mundo, mostrando que nele não agem forças secretas, mas causas e relações racionais que podem ser conhecidas e que tais conhecimentos podem ser transmitidos a todos;
- afirma que, pelo conhecimento, o homem pode libertar-se do medo e das superstições, deixando de projetá-los no mundo e nos outros;
- procura renovar-se e modificar-se continuamente, evitando a transformação das teorias em doutrinas e destas em preconceitos sociais. O fato científico resulta de um trabalho paciente e lento de investigação e de pesquisa ra-

cional, aberto a mudanças, não sendo nem um mistério incompreensível nem uma doutrina geral sobre o mundo.

Em seu livro *Lógica e filosofia das ciências*, o filósofo das ciências, Giles Gaston Granger, escreve:

*A ciência é uma forma sistematicamente organizada do pensamento objetivo. (...) Da magia — considerada um conjunto de práticas destinado a aproveitar os poderes sobrenaturais —, a ciência teria conservado uma aparência de mistério e gravidade ritual, traço que ainda hoje surpreende a maioria dos espíritos. Do feiticeiro ao cientista há apenas um pequeno passo, fácil de transpor, quando considerados os “milagres” da ciência moderna. Quanto mais escapam aos nossos sentidos as forças naturais das quais ela se aproveita (ondas hertzianas, eletricidade, emissões eletrônicas), mais parece ela realizar os sonhos dos mágicos. (...) A ciência, entretanto, apenas poderá ser magia aos olhos de espectadores, pois apenas se libertando da magia que a ciência propriamente dita pode desenvolver-se.*

## O trabalho científico é metódico e sistemático

Os fatos ou objetos científicos não são dados empíricos espontâneos de nossa experiência cotidiana, mas são *construídos* pelo trabalho da investigação científica. Esta é um conjunto de atividades intelectuais, experimentais e técnicas, realizadas com base em **métodos** que permitem e garantem que a principal marca da ciência seja o **rigor**:

- separar os elementos subjetivos e objetivos de um fenômeno;
- construir o fenômeno como um objeto do conhecimento, controlável, verificável, interpretável e capaz de ser retificado ou corrigido por novas elaborações;
- demonstrar e provar os resultados obtidos durante a investigação, graças ao rigor das relações definidas entre os fatos estudados; a demonstração deve ser feita não só para verificar a validade dos resultados obtidos mas também para prever racionalmente novos fatos como efeitos dos já estudados;
- relacionar com outros fatos um fato isolado, integrando-o numa explicação racional unificada, pois somente essa integração transforma o fenômeno em objeto científico, isto é, em fato explicado por uma teoria;
- formular uma teoria geral sobre o conjunto dos fenômenos observados e dos fatos investigados, isto é, formular um conjunto sistemático de conceitos que expliquem e interpretem as causas e os efeitos, as relações de dependência, identidade e diferença entre todos os objetos que constituem o campo investigado.



Por isso, no livro acima citado, Granger nos diz que:

O verdadeiro significado da ciência, que a distingue de toda outra forma de nossa atividade civilizada, é o de ser um **método de pensamento e de ação**.

Delimitar ou definir os fatos a investigar, separando-os de outros semelhantes ou diferentes; estabelecer os procedimentos metodológicos para observação, experimentação e verificação dos fatos; construir instrumentos técnicos e condições de laboratório específicas para a pesquisa; elaborar um conjunto sistemático de conceitos que formem a teoria geral dos fenômenos estudados, que controlem e guiem o andamento da pesquisa, além de ampliá-la com novas investigações, e permitam a previsão de fatos novos com base nos já conhecidos: esses são os pré-requisitos para a constituição de uma ciência e as exigências da própria ciência.

A ciência distingue-se do senso comum porque este é uma opinião baseada em hábitos, preconceitos, tradições cristalizadas, enquanto a primeira baseia-se em pesquisas, investigações metódicas e sistemáticas e na exigência de que as teorias sejam internamente coerentes e digam a verdade sobre a realidade. A ciência é *conhecimento* que resulta de um trabalho racional.

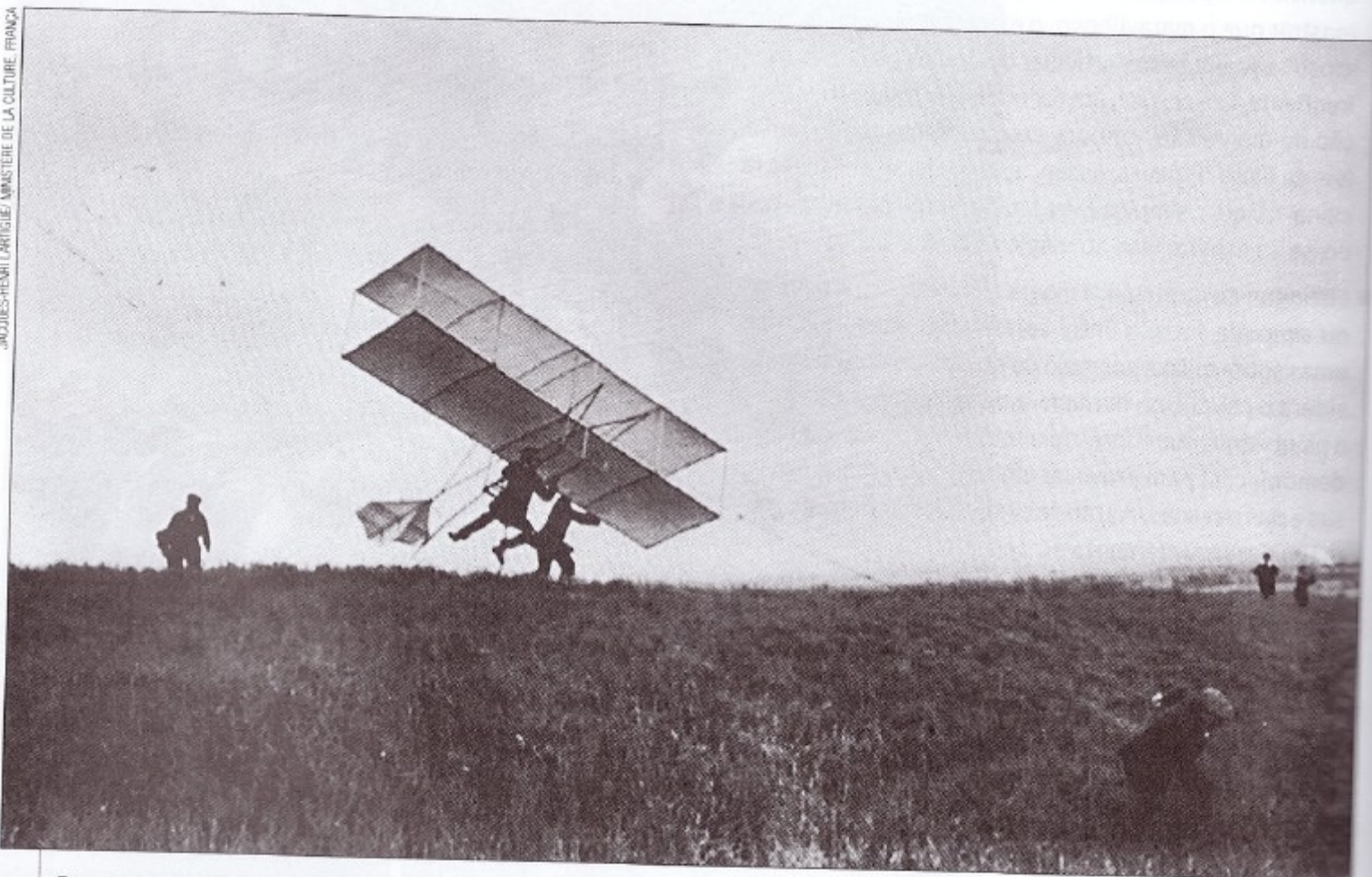
Que tipo de conhecimento é esse?

Vem de Aristóteles a primeira grande definição do conhecimento científico: a ciência é um conhecimento das causas e pelas causas, isto é, um conhecimento demonstrativo.

E vem do final do Renascimento e do início da Filosofia moderna, com Francis Bacon, Galileu e Descartes, a idéia de que, além de conhecimento demonstrativo, a ciência é um conhecimento eficaz, isto é, capaz de permitir ao homem não só conhecer o mundo, mas também dominá-lo e transformá-lo.

O trabalho científico é sistemático e por isso uma teoria científica é um sistema ordenado e coerente de proposições ou enunciados baseados em um pequeno número de princípios, cuja finalidade é descrever, explicar e prever do modo mais completo possível um conjunto de fenômenos, oferecendo suas leis necessárias. A teoria científica permite que uma multiplicidade empírica de fatos aparentemente muito diferentes sejam compreendidos como semelhantes e submetidos às mesmas leis; e vice-versa, permite compreender por que fatos aparentemente semelhantes são diferentes e submetidos a leis diferentes.

JACQUES-HEURI LARTIGUE/ MINISTÈRE DE LA CULTURE - FRANÇA



Decolagem do avião ZYX 24, em Rouzat, França, 1910. Com a invenção do avião, o homem pode percorrer grandes distâncias em menos tempo.