

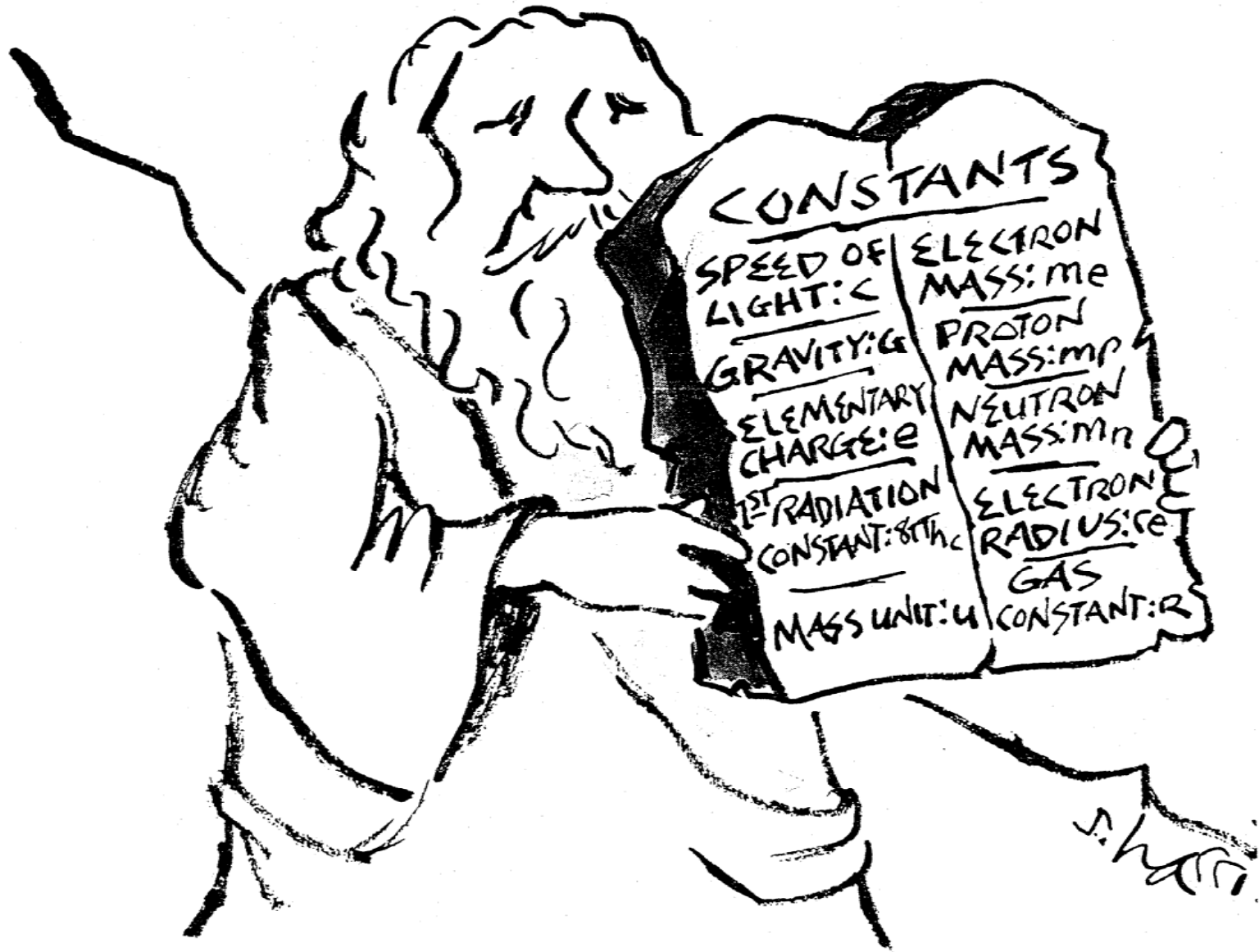
A FÍSICA E A ENERGIA

JOÃO CARAÇA

Fundação Calouste Gulbenkian

Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG/UTL)

I.S.T., 21. Novembro.2005





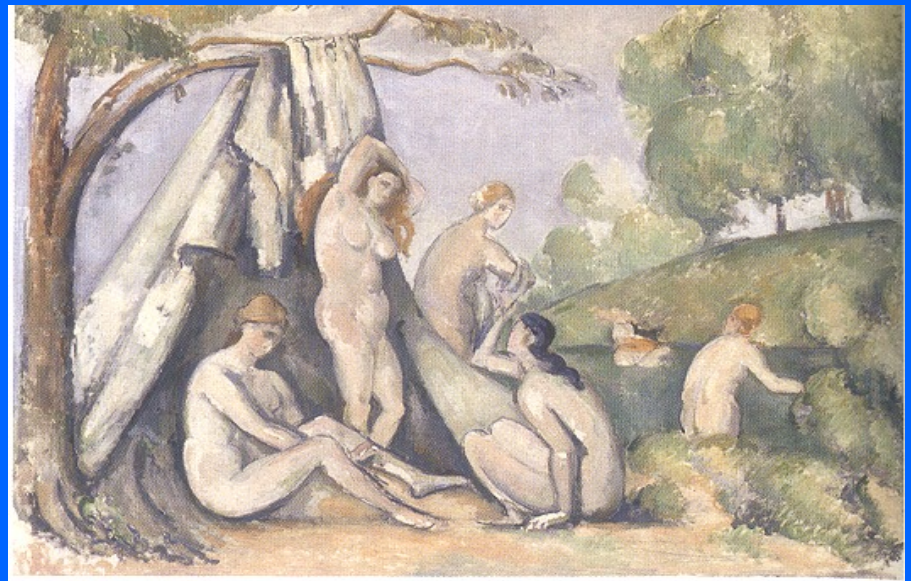
"Is that *it*? Is that the *big bang*?"

A natureza e as suas escalas: (44) de 10^{-18}m a 10^{25}m

quando se conheciam apenas 11 escalas (de 10^{-3}m a 10^7m):

«todas as formas da natureza podem reverter à esfera, ao cone e ao cilindro»

Paul Cézanne (1839-1906)



a visão geométrica do mundo

As grandes visões/explicações do mundo

mágica	mistérios	locais sagrados	poderes mágicos anímicos
religiosa	rituais	ciclos/pureza inicial	privilégios imutabilidade social
geométrica	grandes simetrias	princípios de invariância	leis eternas da transformação
temporal/ quântica	instabilidades	princípio de auto- organização	sistemas complexos

A visão geométrica do mundo

uma nova cultura, de tendência crítica e base
experimental

o mundo foi criado como espaço/o tempo é um
parâmetro

a invenção da perspectiva

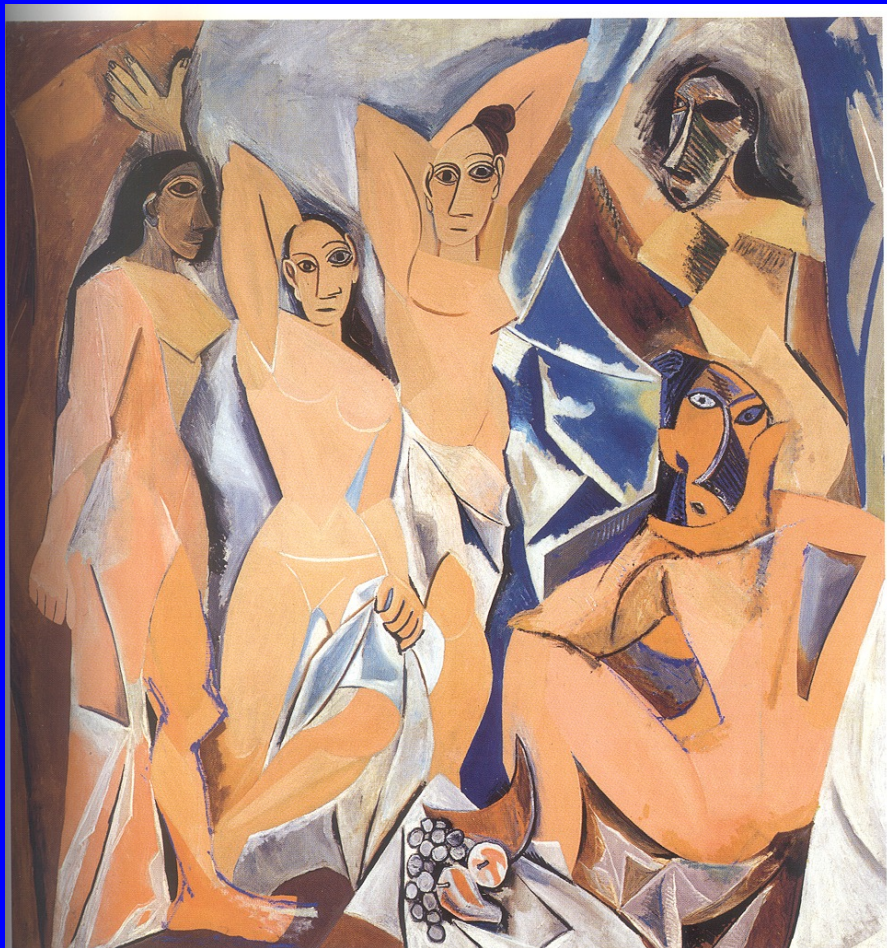


[...] forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come *I'Iliade e I'Orlando furioso*, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero. Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, in *Opere di Galileo Galilei* (a cura di Franz Brunetti), UTET, Torino, 1980, vol. I, pp. 631-632)

O emergir de uma nova visão?

as perspectivas múltiplas
a criação de um campo



a visão geométrica do mundo retrai-se e, com ela, as suas certezas...

O estudo da natureza

duas categorias distintas ...

- matéria -- resposta “química” —→ *Empédocles de Agrigento*/os elementos
- movimento -- resposta “física” —→ *Demócrito*/os átomos e o vazio

o “materialismo” aristotélico:

«*energeia*»: o modo de ser em acto

«*dunamis*»: o modo de ser em potência

▪ o estado de equilíbrio é o repouso («*skhole*»)

A revolução científica moderna

o uso de instrumentos

▪ o estado de equilíbrio é o movimento uniforme

o que é preciso explicar no movimento não é a velocidade, mas a
aceleração

a gravidade newtoniana

Jean Bernoulli (1717) a energia como trabalho mecânico

Thomas Young (1807) a energia como explicação do movimento

a conservação da energia (1840-1860)/ Carnot, Joule, Mayer, Helmholtz .

... até 1905 !!

A energia hoje - 1

a principal característica da energia é a sua conservação

«energy (...) does not change in the manifold changes that nature undergoes»

Richard Feynman (1963)

a grandeza energia é uma função escalar conservativa

«a conservação [da energia] deriva da uniformidade do tempo»

Lev Landau (1960)

a procura de uma “conservação” tem que ver com a ideia de unidade da natureza

a unidade e a unificação

- a ideia da “conservação” não existia para os gregos —→ mas a procura das causas naturais que fornecem a explicação racional das coisas
- nem para os primitivos cristãos —→ que procuravam a revelação dos propósitos morais de Deus
- surge com a modernidade —→ com a procura de conhecimento que forneça poder sobre a natureza: a descoberta das leis da natureza --- o simples e o universal

**«a linguagem matemática é eficaz [na ciência] para além do razoável»
Eugene Wigner (1960)**

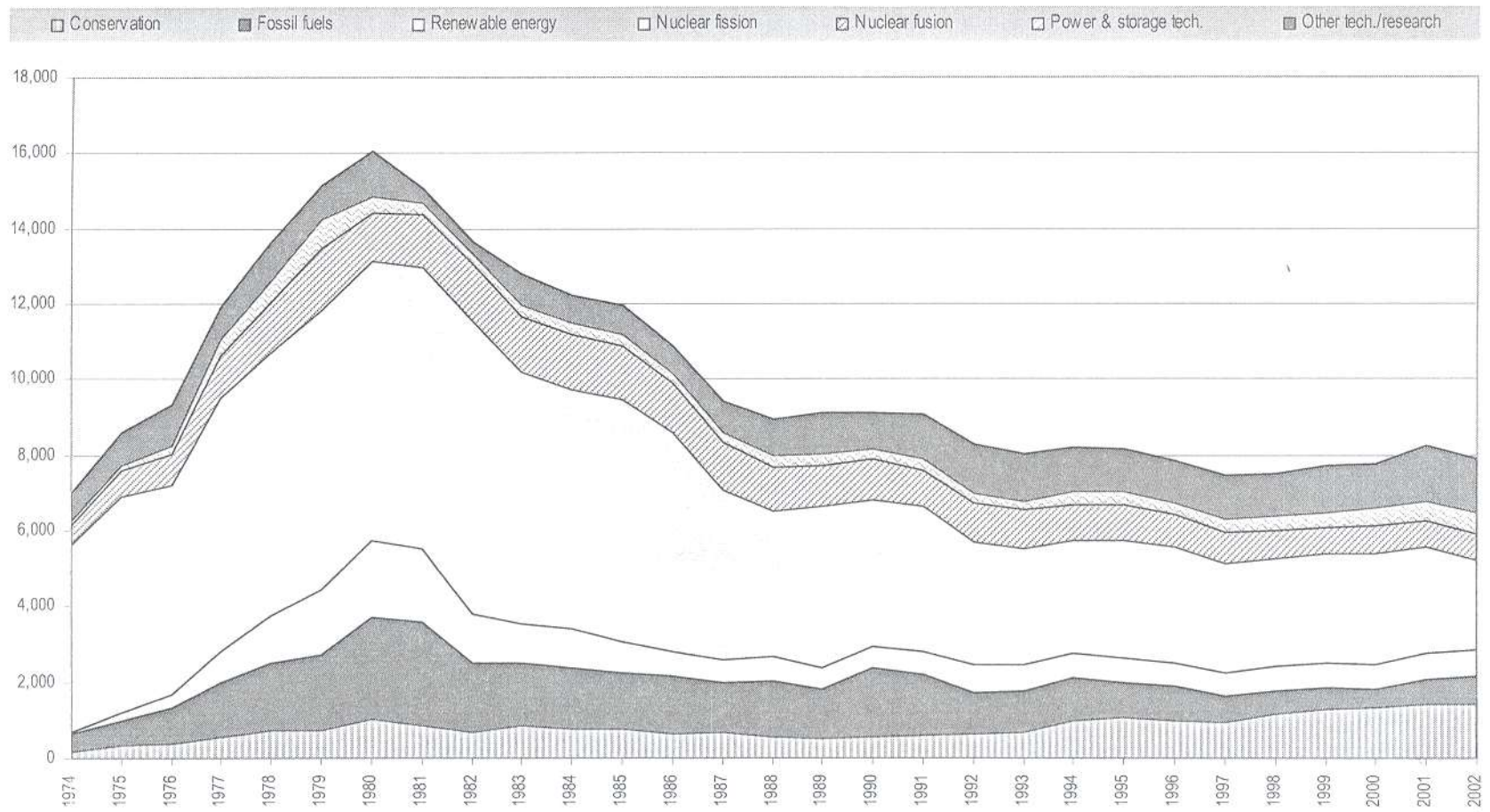
A energia hoje - 2

todas as grandes transformações sociais estiveram associadas a revoluções nos sistemas energéticos existentes:

a agricultura	--- energia solar
as primeiras civilizações	--- energia hidráulica
os gregos sem milagre	--- energia mecânica/comércio de madeiras e cereais
florescimento urbano na europa	--- energia hidráulica/canais, barragens e moinhos
o emergir da modernidade	--- energia química e mecânica
a revolução industrial	--- o carvão
o século XX	--- a electricidade, o petróleo, o nuclear
e o século XXI	???

Figure 1.3. Government funding for energy R&D by field

USD millions



Source: IEA World Energy Outlook 2004.

INNOVATION IN ENERGY TECHNOLOGY: COMPARING NATIONAL INNOVATION SYSTEMS AT THE SECTORAL LEVEL – ISBN-92-64-01407-1 – © OECD 2005