

Das partículas às estrelas

Evaldo M. F. Curado

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

resumo

- natureza – física
- ordens de magnitude
- partículas – átomos
- fenômenos curiosos -> partícula-onda
- objetos macroscópicos
- física da matéria condensada, física estatística e sistemas complexos...
- vida e morte das estrelas
- fábrica de átomos
- comentários finais

física

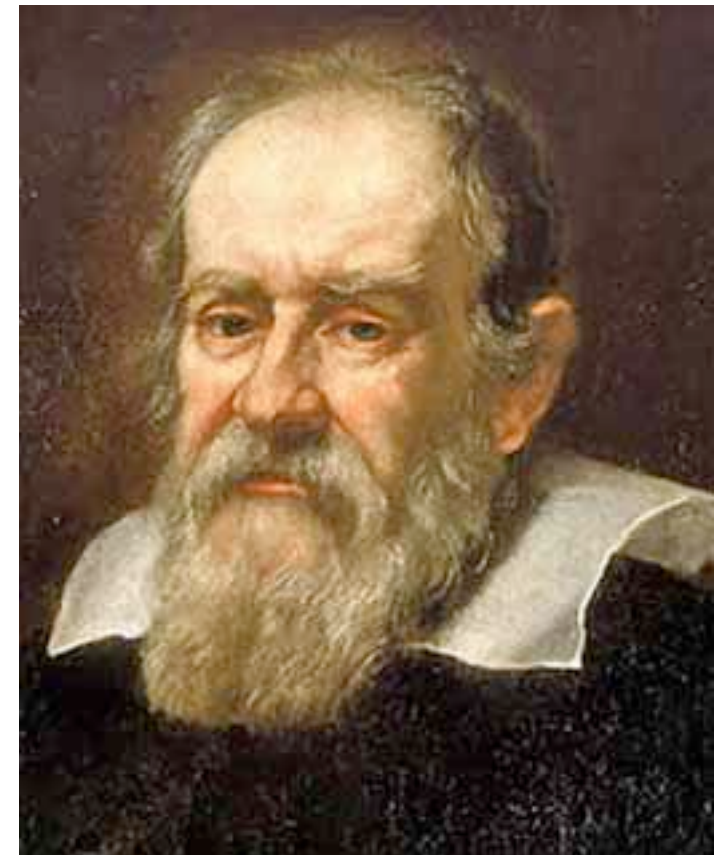
- experiência – quantitativo

“A filosofia (i.e., a física) está escrita neste grande livro – o universo – que está continuamente aberto para o nosso olhar. Mas o livro não pode ser entendido a menos que se aprenda primeiro a compreender a linguagem e interpretar os caracteres nos quais ele está escrito. Ele está escrito na linguagem da matemática, e seus caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem as quais é humanamente impossível entender uma única palavra; sem estas, caminha-se sem fim em um labirinto escuro.”

Galileu Galilei – Il Saggiatore – 1623

Galileu Galilei

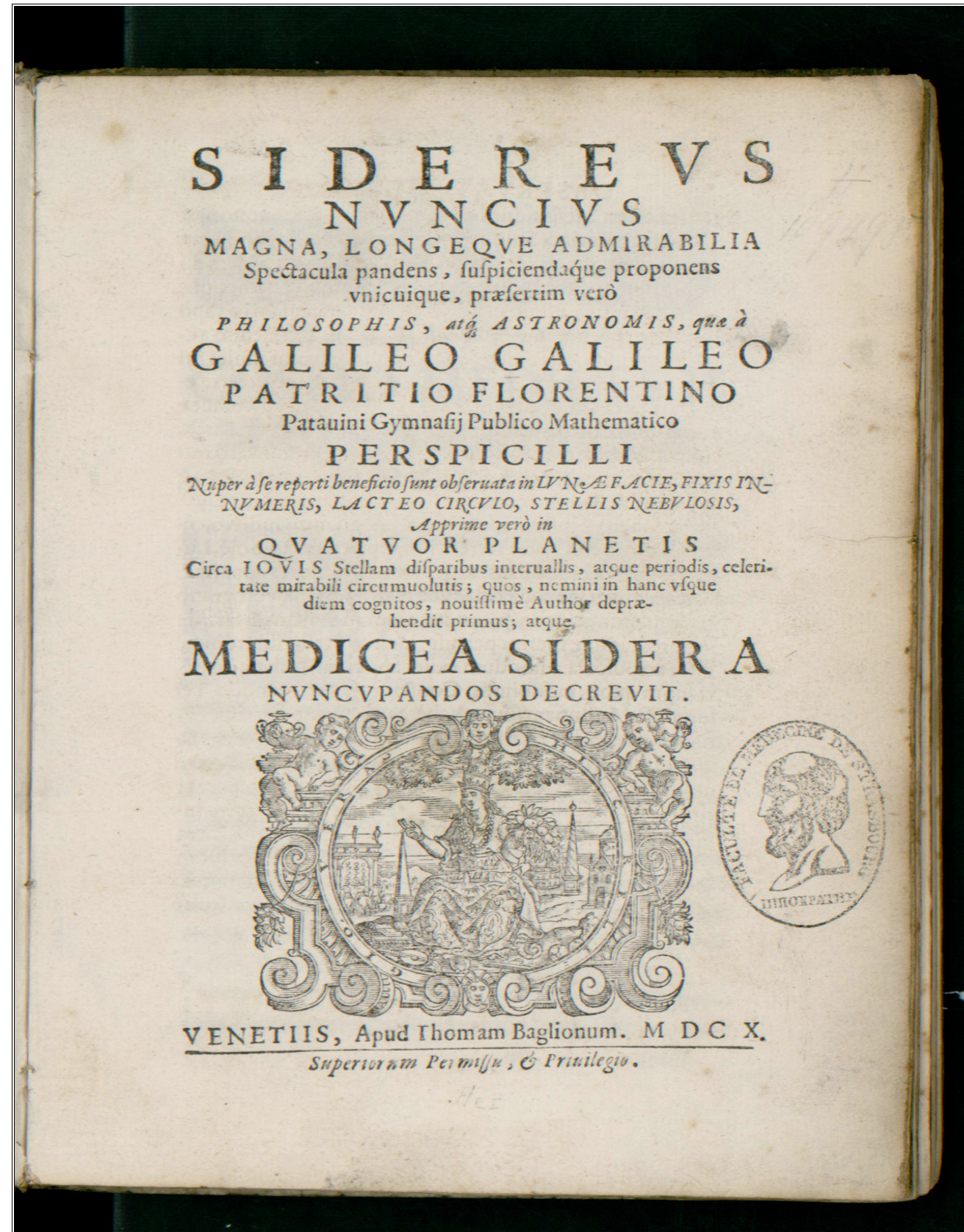
- nasceu em Pisa, Itália, 1564
- em 1609 (400 anos!) observou o céu com um novo instrumento, o telescópio
- relevo da lua
- luas de Júpiter
- fases de Vênus
- anéis de Saturno
- Via Lactea
- Sol no centro do Universo e não a Terra



Galileu Galilei

Service Commun de la Documentation - Patrimoine numérisé: Cliquez sur l'image pour fermer la fenêtre

11/09/09 16:44



física

- experiência – quantitativo
Galileu Galilei – século XVII
- método científico – experimentos
- linguagem matemática – “a linguagem da ciência é a matemática”
- ciências exatas
- estudo da natureza

● notação científica

$$1/10 = 0,1 = 1,0 \times 10^{-1}$$

$$1/100 = 0,01 = 1,0 \times 10^{-2}$$

$$1/1000 = 0,001 = 1,0 \times 10^{-3}$$

$$1/1000000 = 0,000001 = 1,0 \times 10^{-6}$$

$$10,0 = 1,0 \times 10^1$$

$$100,0 = 1,0 \times 10^2$$

$$1000,0 = 1,0 \times 10^3$$

$$1000000,0 = 1,0 \times 10^6$$

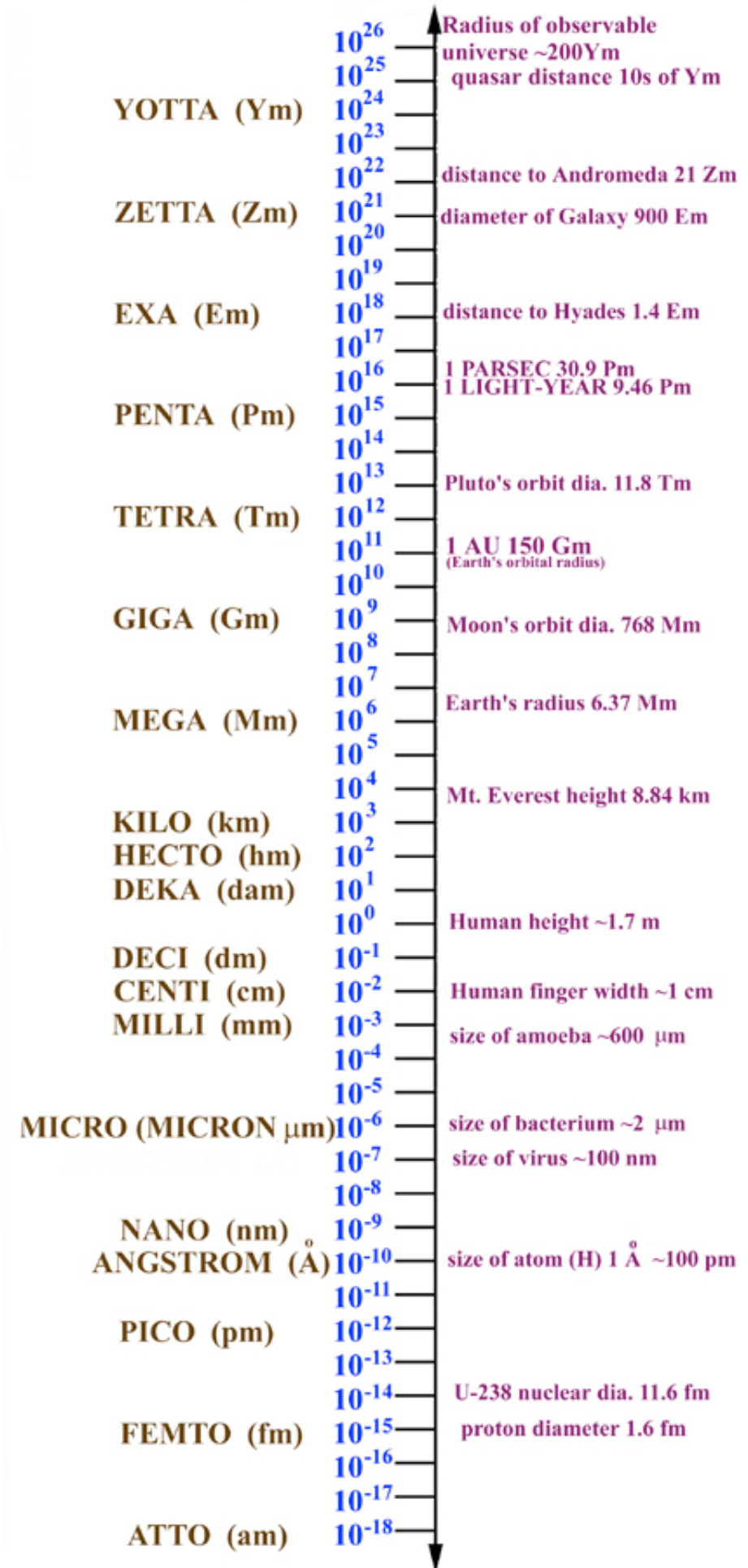
$$10000000000,0 = 1,0 \times 10^9$$

ordens de grandeza na natureza

- mundo microscópico – partículas, átomos – até 10^{-9} m (física de partículas, física nuclear)
- mundo mesoscópico – conjuntos de átomos, moléculas – de 10^{-9} m a 10^{-7} m (nanofísica, química quântica...)
- mundo macroscópico – um enorme número de átomos – mundo que conhecemos – 10^{-6} m a 10^7 m (física estatística, matéria condensada, plasma...)
- espaço estelar – distâncias em anos-luz – mundo das estrelas, galáxias etc. – acima de 10^7 m (gravitação, astrofísica, cosmologia)

ordens de magnitude

escalas



partículas, átomos

- Física de partículas

é a descoberta e medida dos constituintes fundamentais e suas interações básicas. Quarks, leptons, gluons... Altíssimas energias.

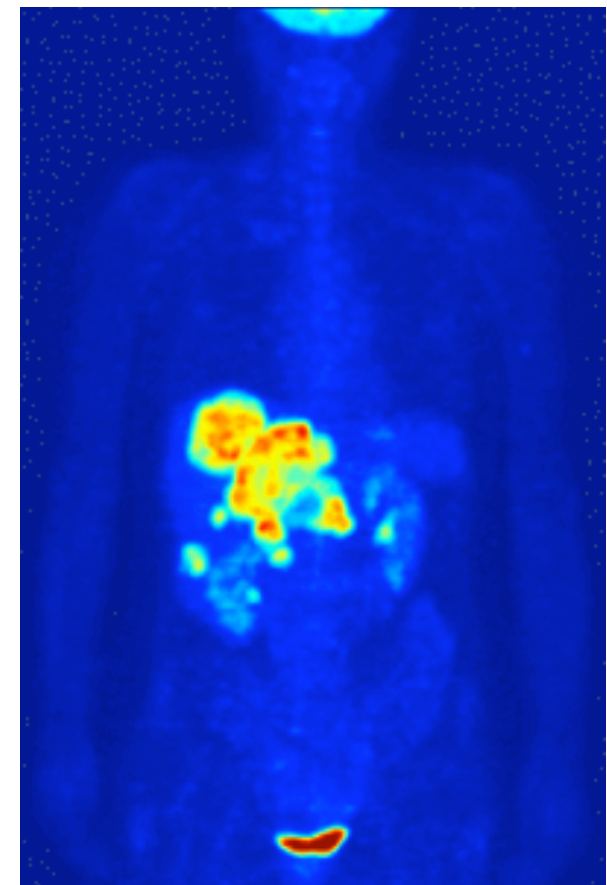
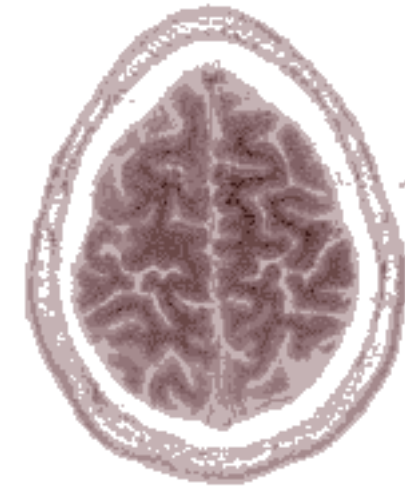
- Física nuclear

é o estudo dos sistemas complexos mais simples construídos a partir dos constituintes fundamentais. Protons eletrons, neutrons...

- interação forte e interação fraca

física de partículas e nuclear

- Ressonância Magnética Nuclear
- PET
- câncer
- WWW



CERN



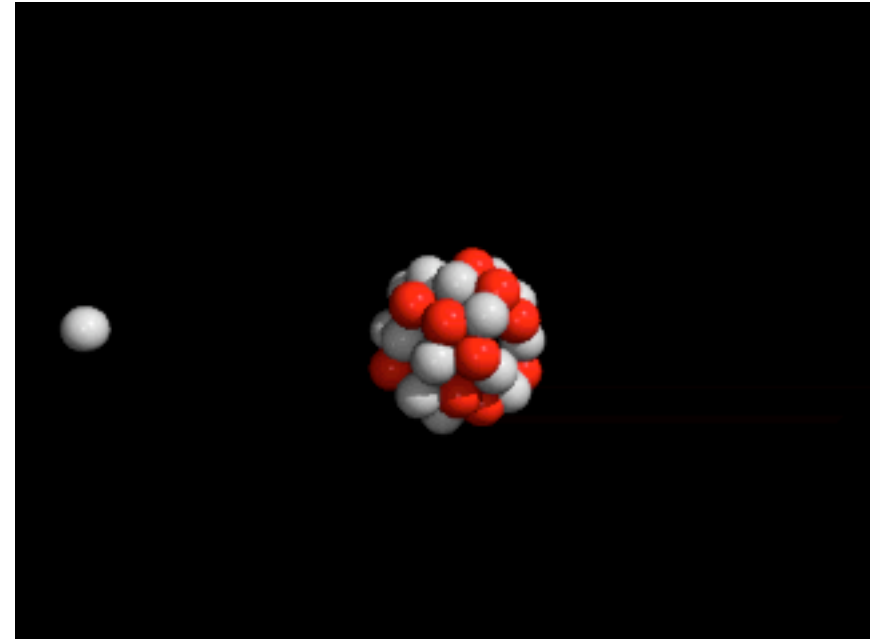
Hiroshima depois da bomba

<http://www.youtube.com/watch?v=xYQ88GB4zBA>

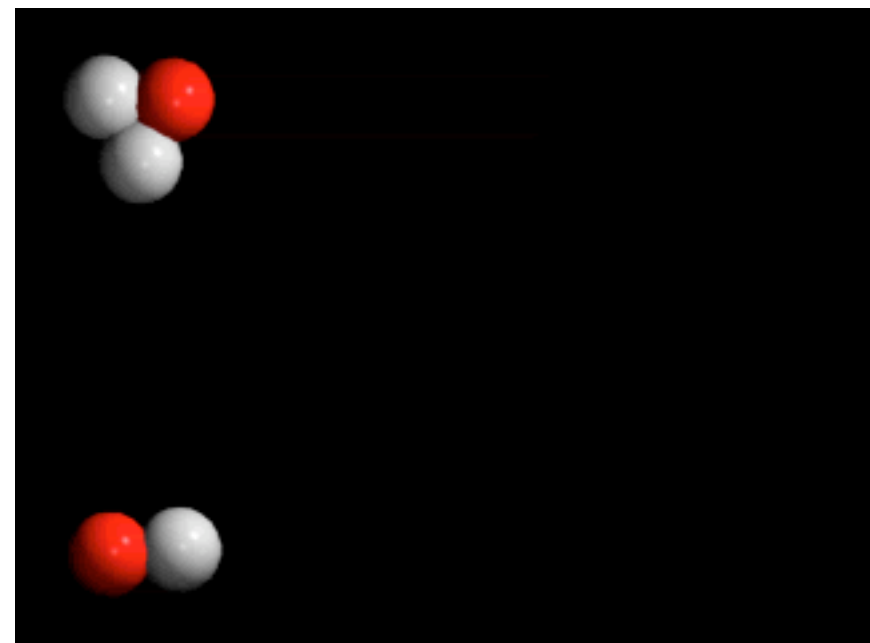
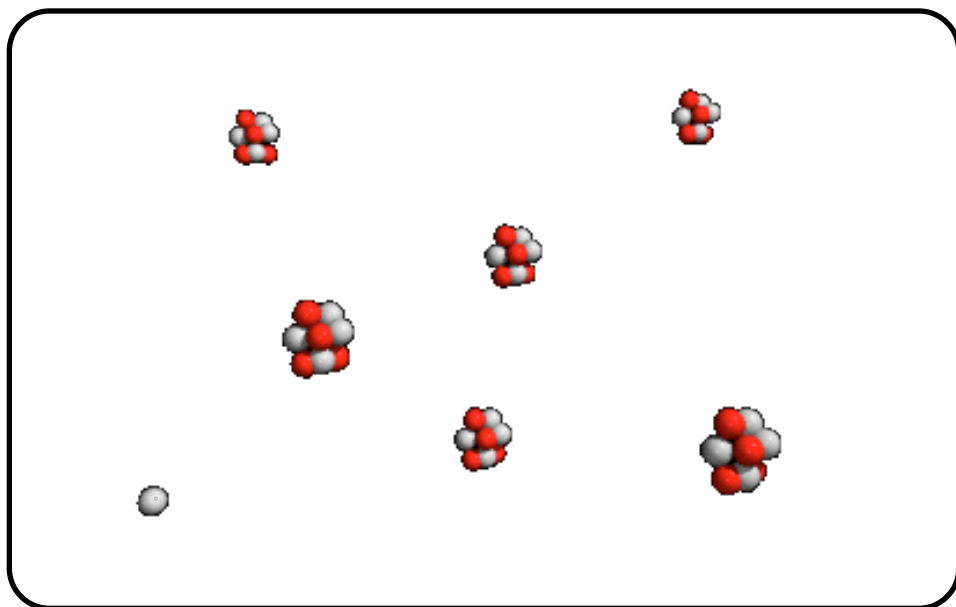
energia nuclear



-
-
- usinas nucleares
- fissão nuclear
- fusão nuclear



$$E = mc^2$$



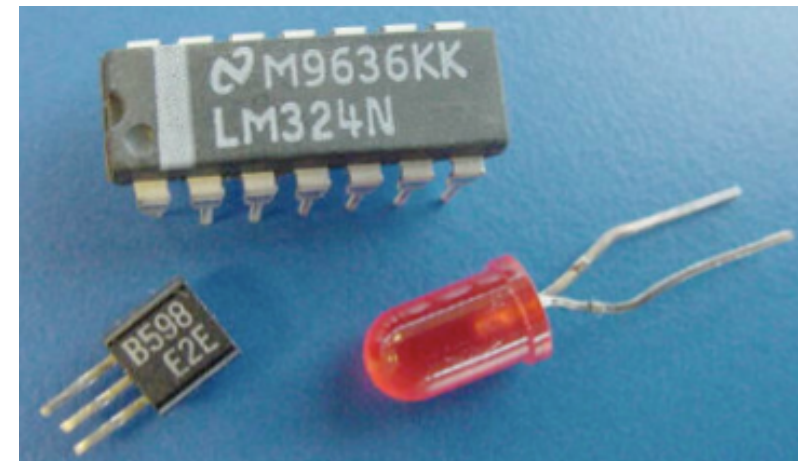
mundo microscópico – mecânica quântica

- não intuitivo – mundo clássico e mundo quântico
dualidade onda-corpúsculo, emaranhamento, não-localidade, princípio da incerteza, efeito túnel etc.



física da matéria condensada

- propriedades macroscópicas da matéria (partindo das propriedades microscópicas) – número de constituintes muito grande
- diodos, transistores, metais, isolantes, semicondutores, magnetismo etc. As propriedades da matéria descobertas nesta área levaram à construção da grande maioria dos aparelhos que usamos. Novidades: pontos, poços e fios quânticos. Nanotecnologia.
- eletromagnetismo



física estatística – sistemas complexos

- usa métodos de teoria de probabilidades, estatística e métodos matemáticos sofisticados para estudar um grande número de variáveis (spins, átomos, moléculas etc. Termodinâmica, Entropia. Pode descrever uma grande variedade de temas que apresentem um grande número de variáveis e apresentando uma aleatoriedade intrínseca. Do microscópico ao macroscópico. Aplicações em biologia – redes neuronais – química, economia, sociologia, ecologia etc).

● Microscópico → Macroscópico

a) Agitação térmica das partículas

→ Temperatura

b) Número de choques / unidade de tempo

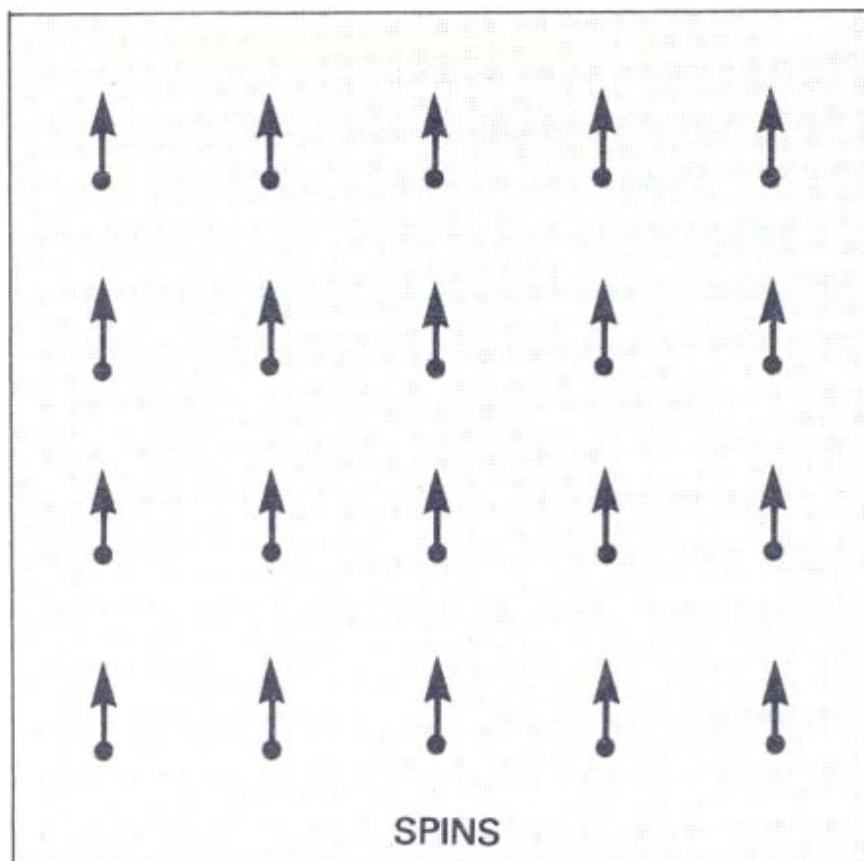
→ Pressão

c) Soma de momentos magnéticos atômicos

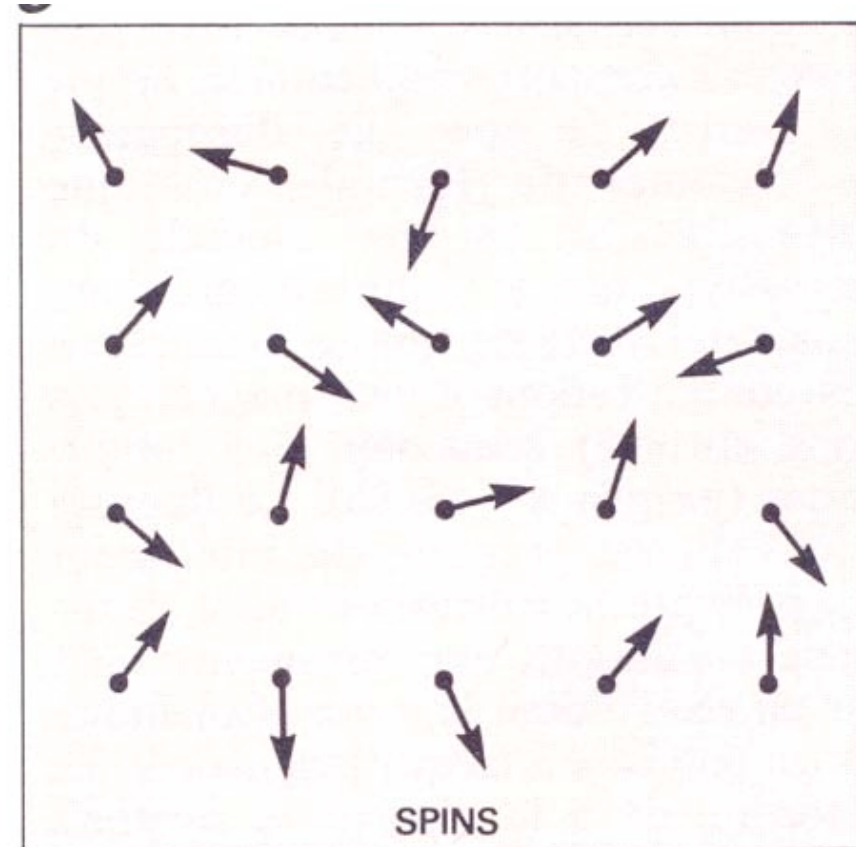
→ Magnetização

magnetismo

- ferromagnetismo: Fe, Co, Ni



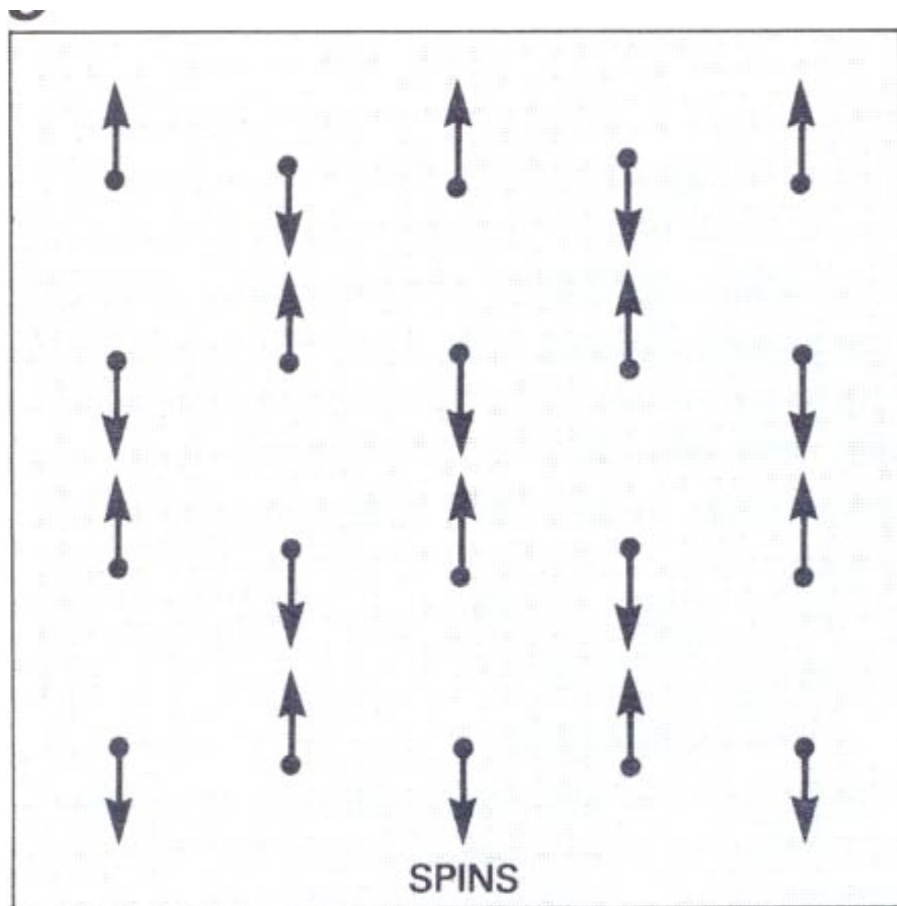
$$T < T_C$$



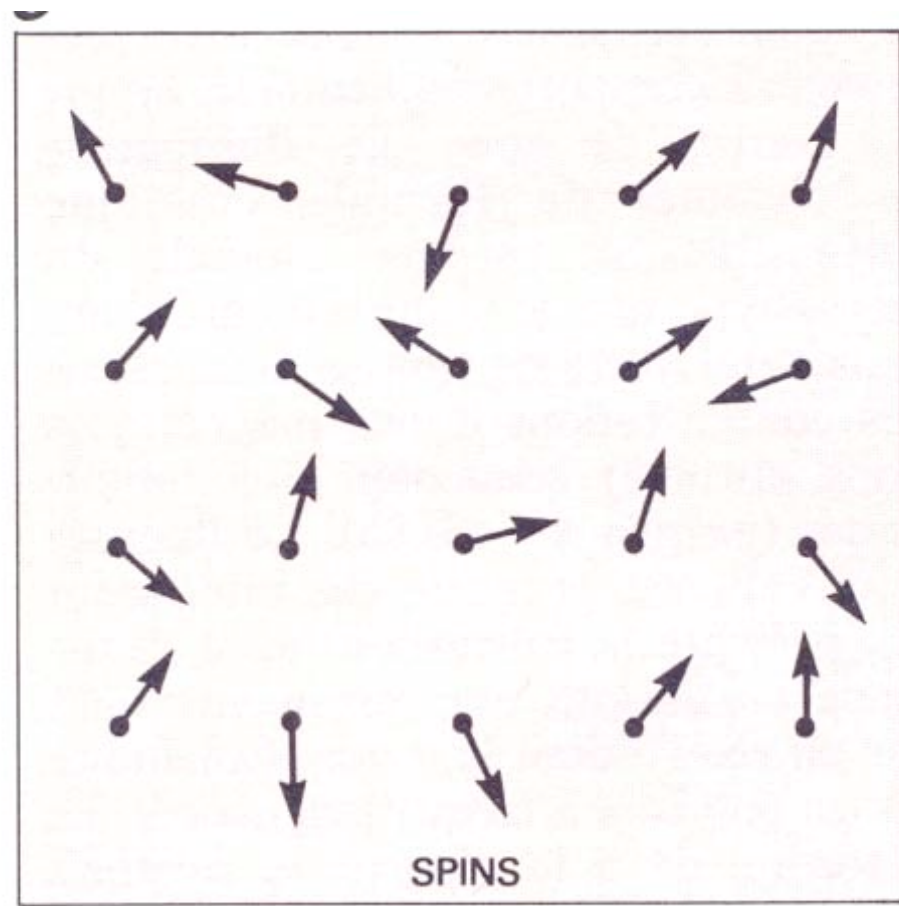
$$T > T_C$$

fases magnéticas

- antiferromagnetismo: FeCl_2 FeF_2



$$T < T_C$$



$$T > T_C$$

sistemas complexos

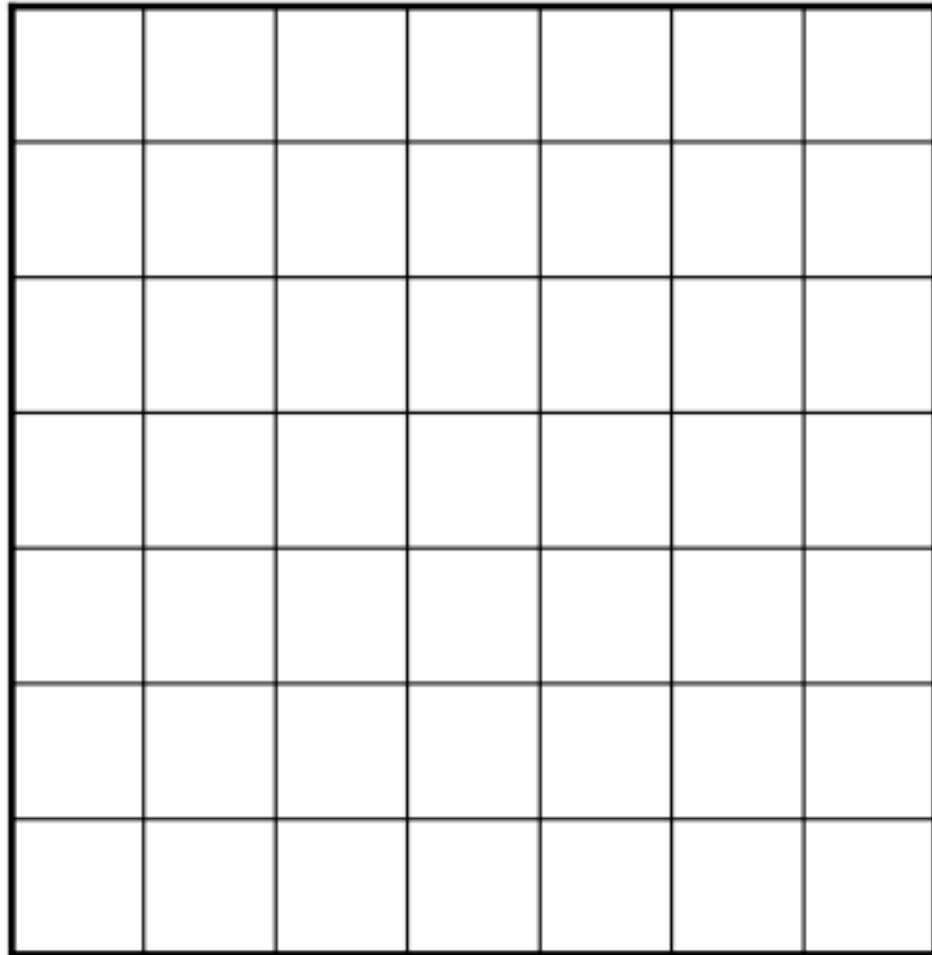
- sistema composto de muitos elementos interagindo entre si e cujo comportamento global não pode ser facilmente previsto considerando-se as propriedades dos elementos individuais e suas interações. Ciências naturais, matemática, física, infraestrutura de comunicações, rede de voos de uma grande companhia aérea, colônias de formigas, economia, estruturas sociais, clima, sistema nervoso, células etc. Interdisciplinar.



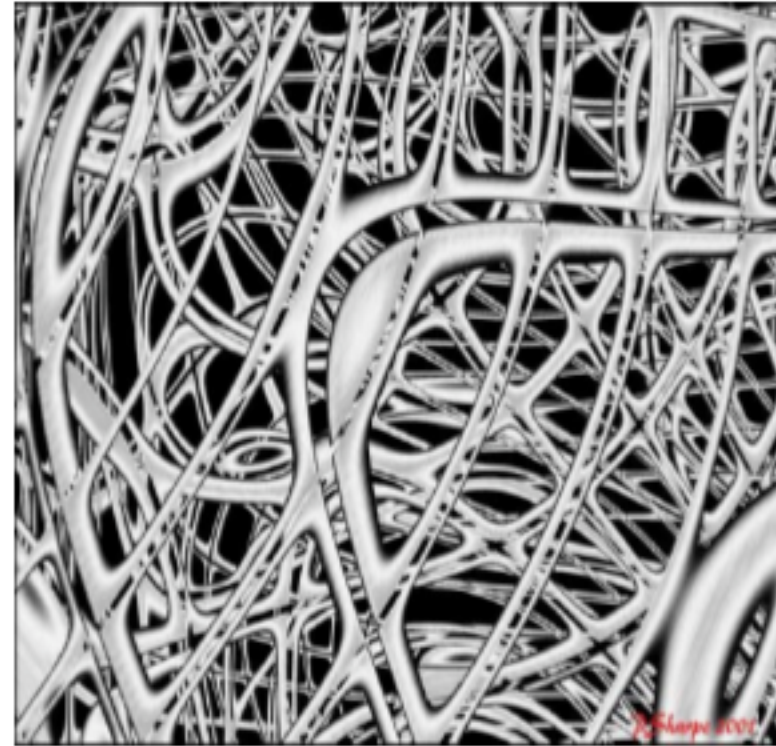
***I think the next century will
be the century of complexity***

Stephen Hawking

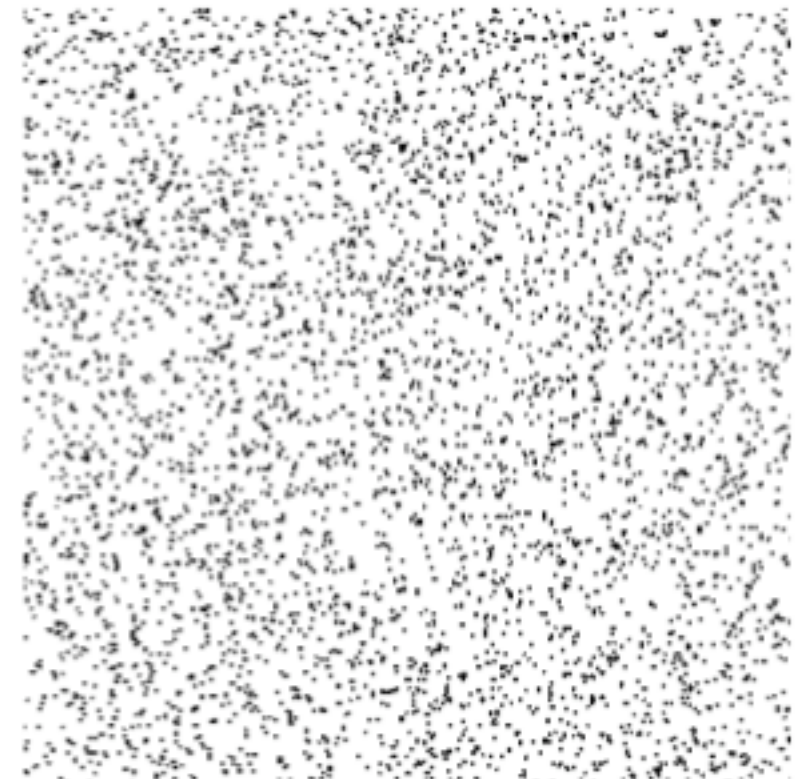
[San Jose Mercury News (January 23, 2000)]



SIMPLES

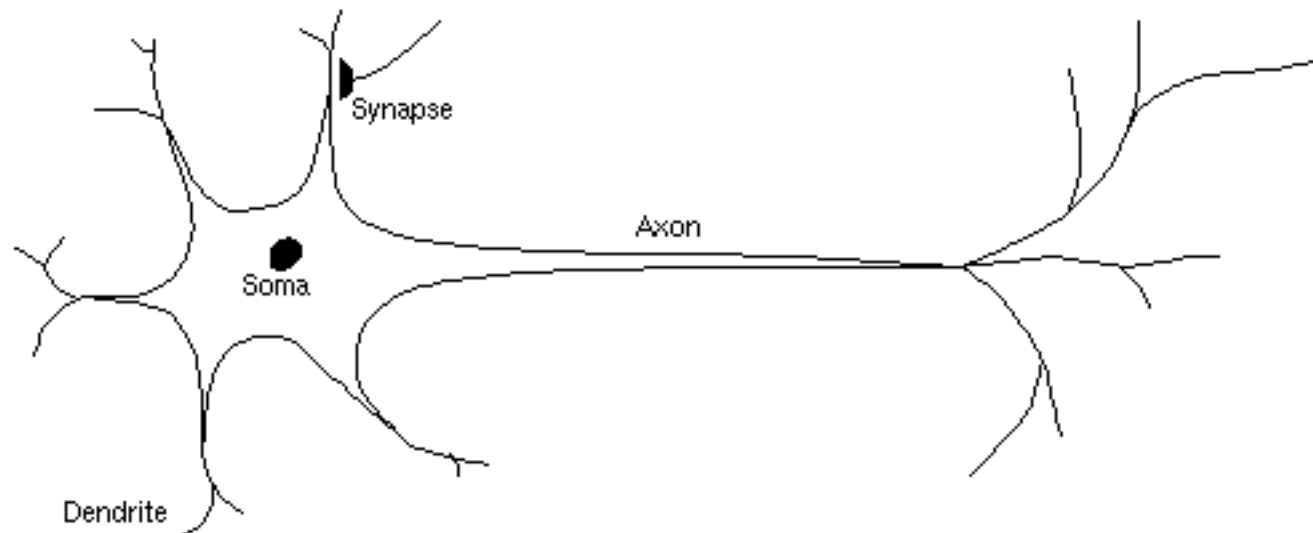


COMPLEXO

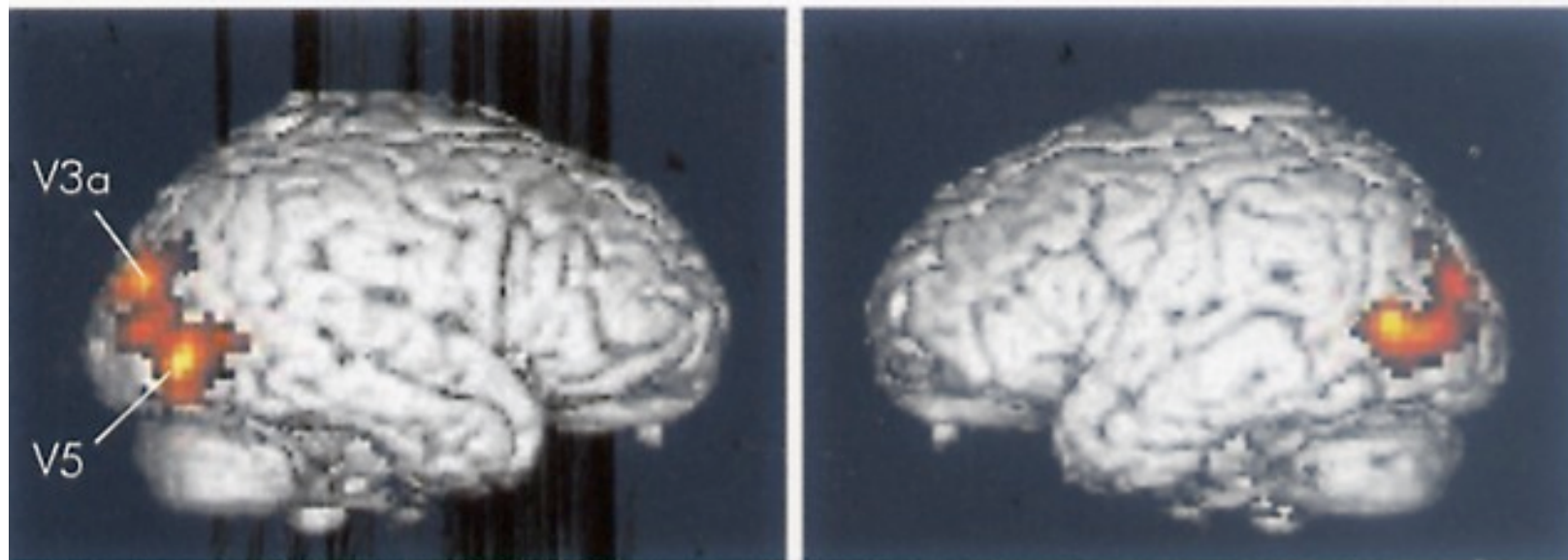


SIMPLES

neurônio



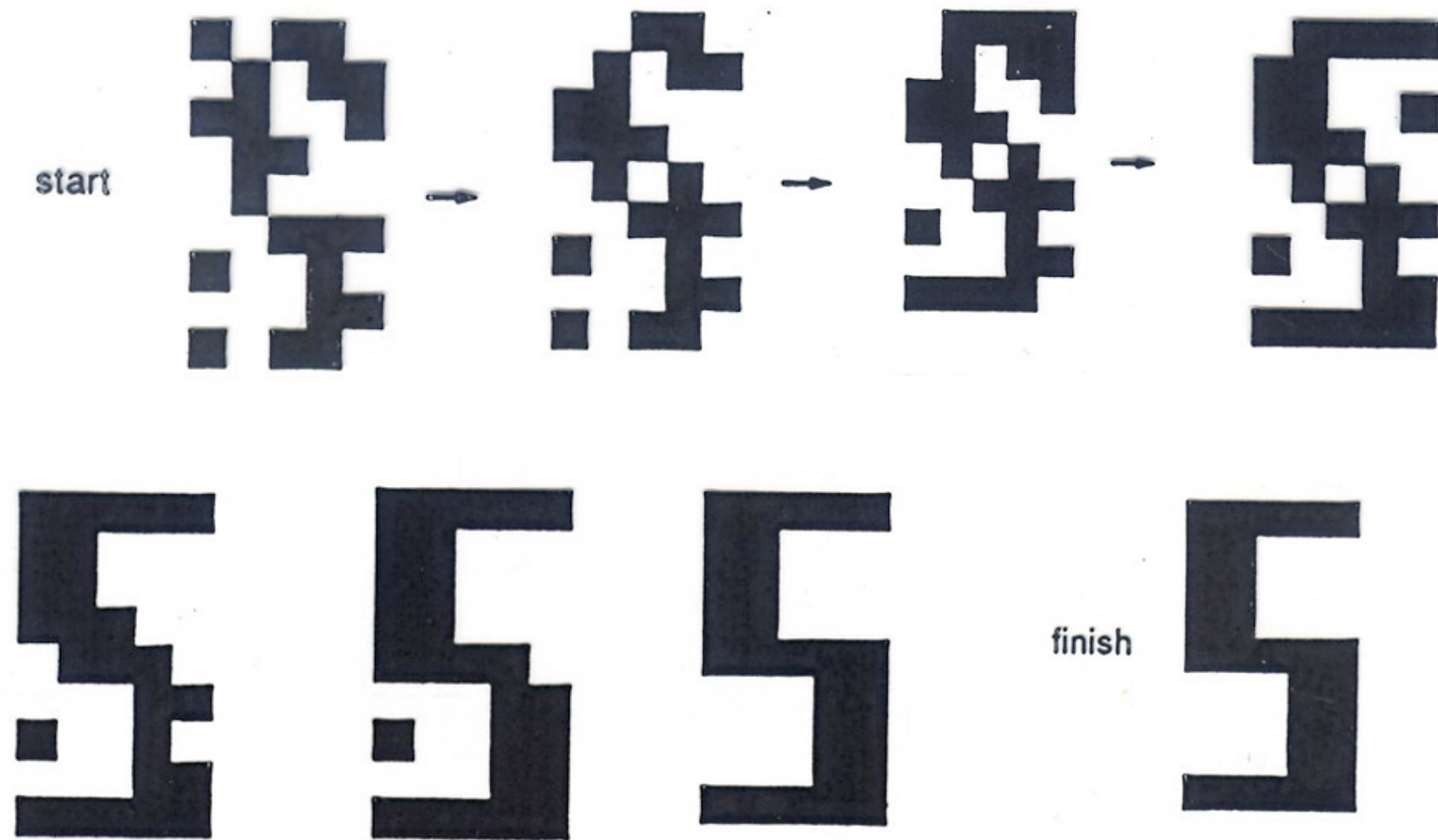
- 100×10^9 neurônios
- 1 000 a 10 000 conexões



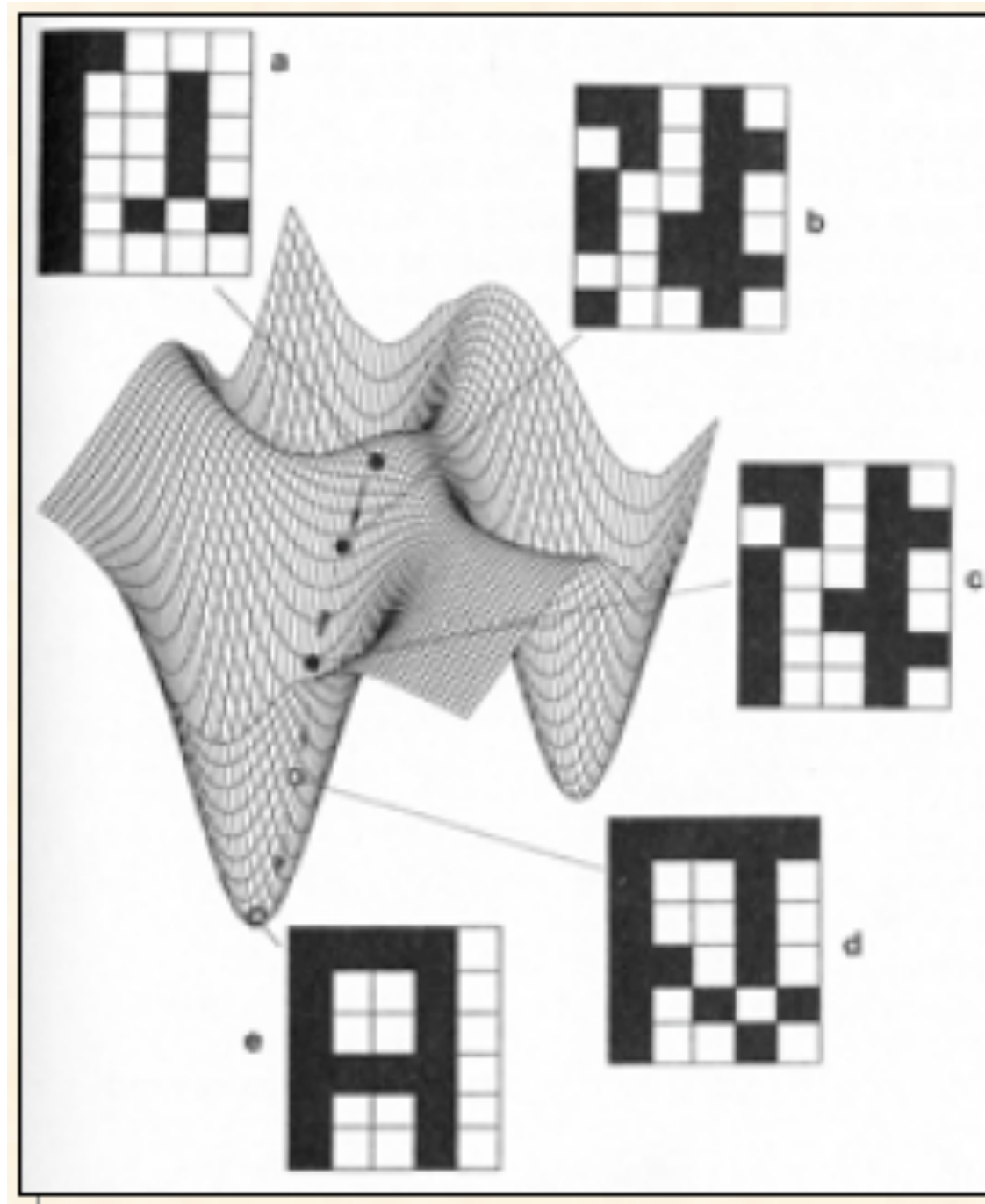
► **Figura 9.18.** As imagens de ressonância magnética funcional permitem localizar as áreas que processam movimento, porque elas apresentam maior fluxo sanguíneo (em cores) quando o indivíduo é estimulado visualmente com imagens em movimento. Imagens cedidas por D. Chawla e K.J. Friston, do Wellcome Department of Cognitive Neurology, Institute of Neurology, Londres,



redes neuronais



redes neuronais atratoras





More Is Different

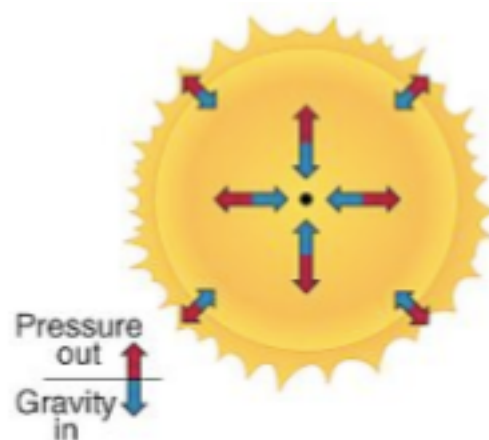
Philip Warren Anderson
[*Science* **177** (1972) 393-396]

estrelas – galáxias

- distâncias enormes – anos luz
- interação gravitacional
- fábricas de átomos
- vida e morte das estrelas

formação de uma estrela

- início: em uma nebulosa a força gravitacional faz uma nuvem de gás de hidrogênio e poeira estelar se contrair
- a nuvem gira e esquenta; quando atinge 10^6 °C começa a fusão nuclear: $H \rightarrow He$
- a estrela começa a brilhar
- equilíbrio entre a força gravitacional e pressão causada pela fusão nuclear

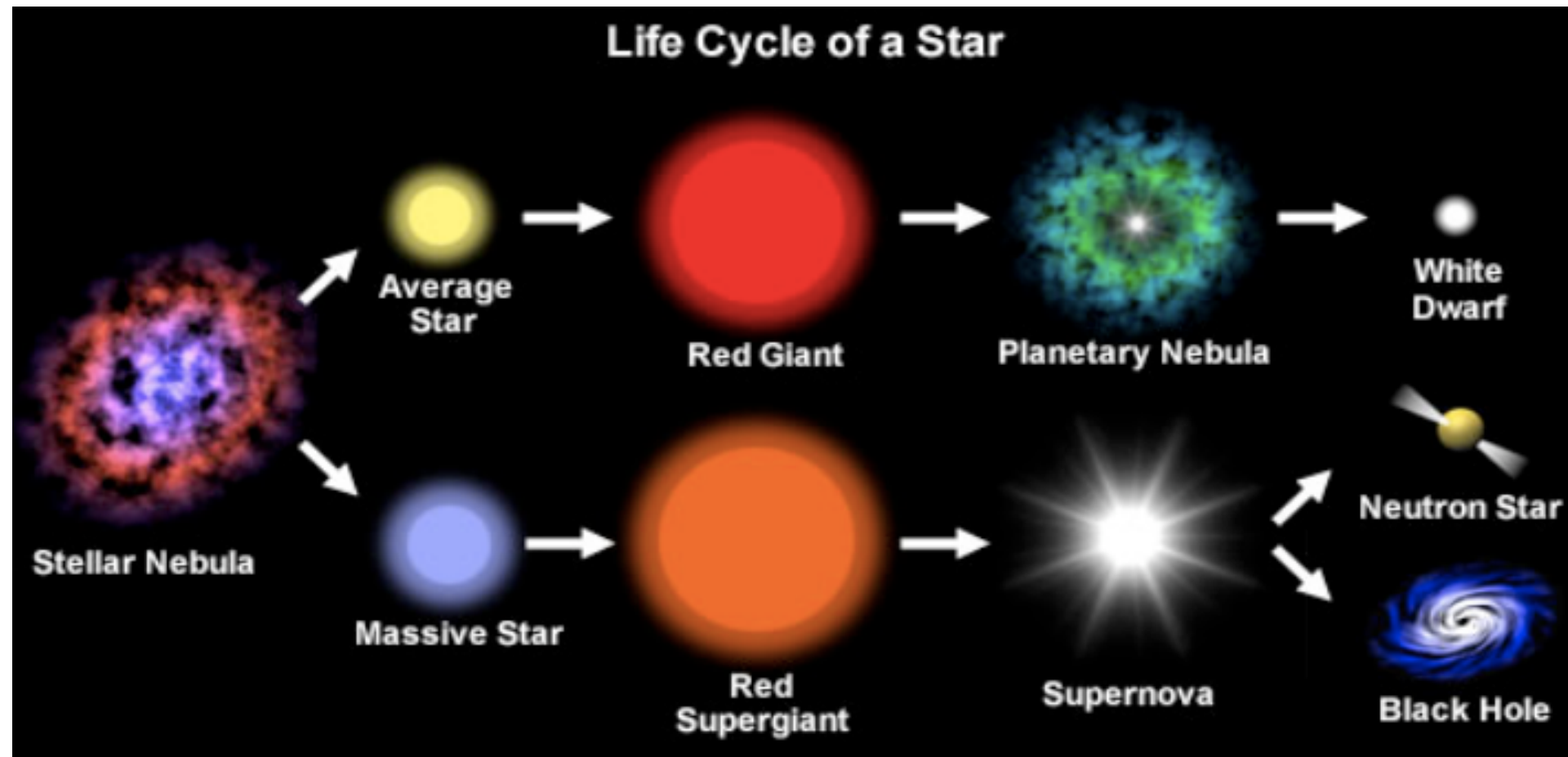


águia



orion

ciclo de vida



- o ciclo de vida de uma estrela é determinado pela sua massa. Quanto maior é massa, mais curta é a sua vida. $H \rightarrow He \rightarrow$ outros elementos até o Ferro.

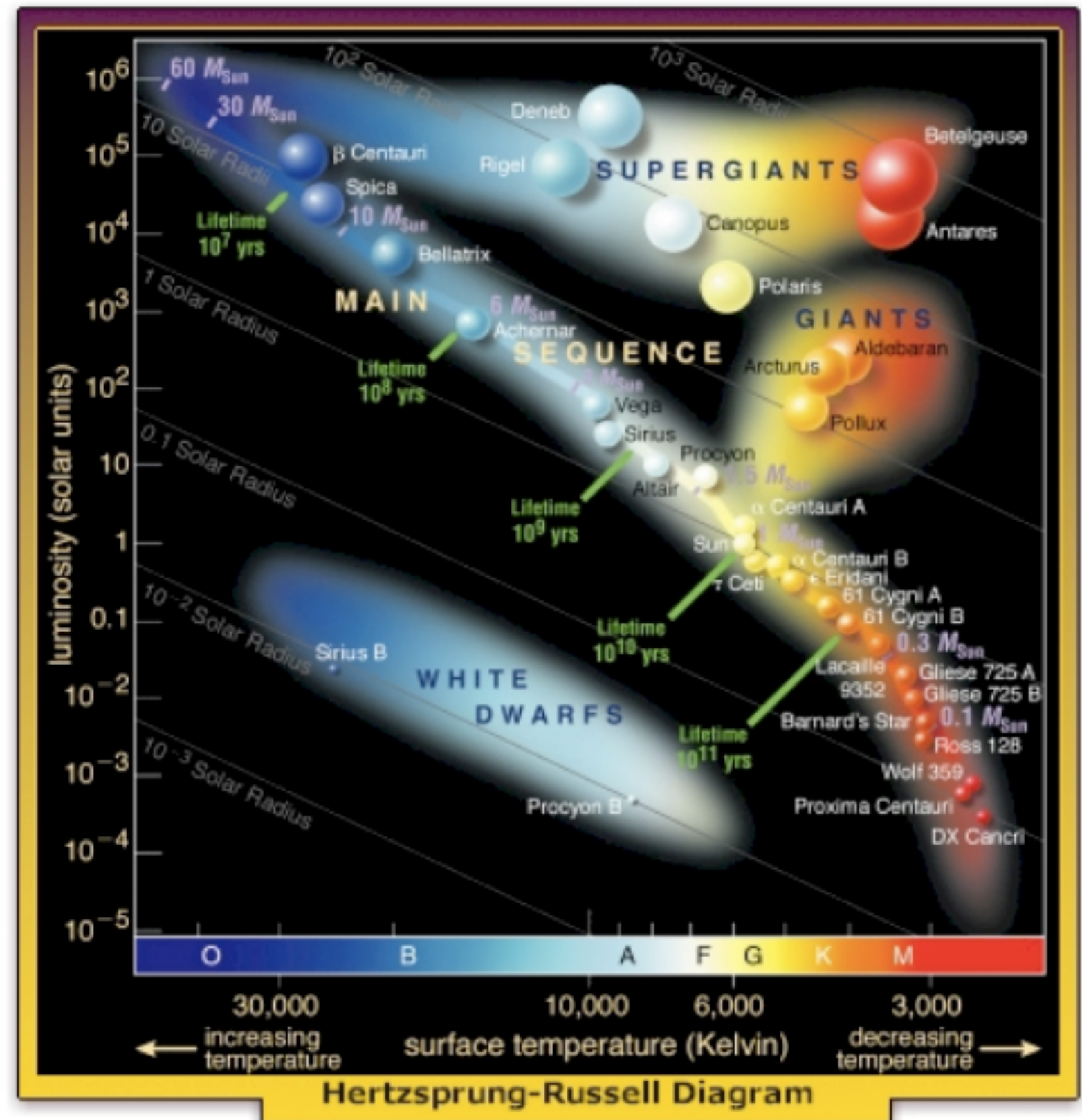
H – R Diagram

Diagrama de Hertzsprung-Russel

Temperatures of Stars

The surface temperature of a star is indicated by the star's color.

Class	Color	Surface Temp (°C)	Example(s)
O	Blue	> 30,000	10 Lacartae
B	Blue-White	10,000 – 30,000	Rigel, Spica
A	White	7,500 – 10,000	Vega, Sirius
F	Yellow – White	6,000 – 7,500	Canopus, Procyon
G	Yellow	5,000 – 6,000	Sun, Capella
K	Orange	3,500 – 5,000	Arcturus, Aldebaran
M	Red	< 3,500	Betelgeuse, Antares



poeira das estrelas

- vida e morte das estrelas são essenciais para a vida: somos feitos de poeira de estrelas mortas
- o muito grande (estrelas, galáxias) e o muito pequeno (átomos) se encontram: nucleossíntese
- tudo a estudar: buracos negros, matéria escura, energia escura etc. Sabemos ainda muito pouco!

alguns dados

- 1654: Arcebispo irlandês James Ussher calculou, baseado em dados bíblicos, que a Criação teria se dado no anoitecer antes do dia 23 de outubro de 4004 AC.
- idade do universo: +/- 14 bilhões de anos
- formação das primeiras galáxias: 13 bilhões de anos
- idade do sol: +/- 5 bilhões de anos
- idade da Terra: +/- 4,5 bilhões de anos
- início da vida na Terra: +/- 3,8 bilhões de anos
- homem sapiens: +/- 200.000 anos

The reasonable man adapts himself to the world: the unreasonable one persists in trying to adapt the world to himself. Therefore all progress depends on the unreasonable man.

George Bernard Shaw (1856-1950)

Maxims for Revolutionists



http://www.youtube.com/watch?v=riVW0wQd5z2M&feature=PlayList&p=A20935467216E947&playnext=1&playnext_from=PL&index=19



<http://www.youtube.com/watch?v=G XKfw5nZREQ&feature=related>

