

"Essas são algumas das minhas obras anteriores"

Ciência e arte
Duas abordagens cognitivas do "real"

Rui Vilela Mendes

6/21/2005

1 - O que é o "real" ?

- ◆ Quando considero o mundo de que me apercebo através dos meus sentidos, não posso dizer dum modo absoluto se ele é grande ou pequeno : Posso dizer que ele é muito grande comparado com o mundo dos vermes, que não tendo outra maneira de medir para além do seu sentido do tacto, não o podem julgar maior que o espaço que ocupam. Não me repugna pensar que o mundo percebido através dos nossos sentidos, possa ser tão pequeno em comparação com o Universo como o mundo dos vermes o é em relação ao nosso.

Galileu



E. A. Abbott

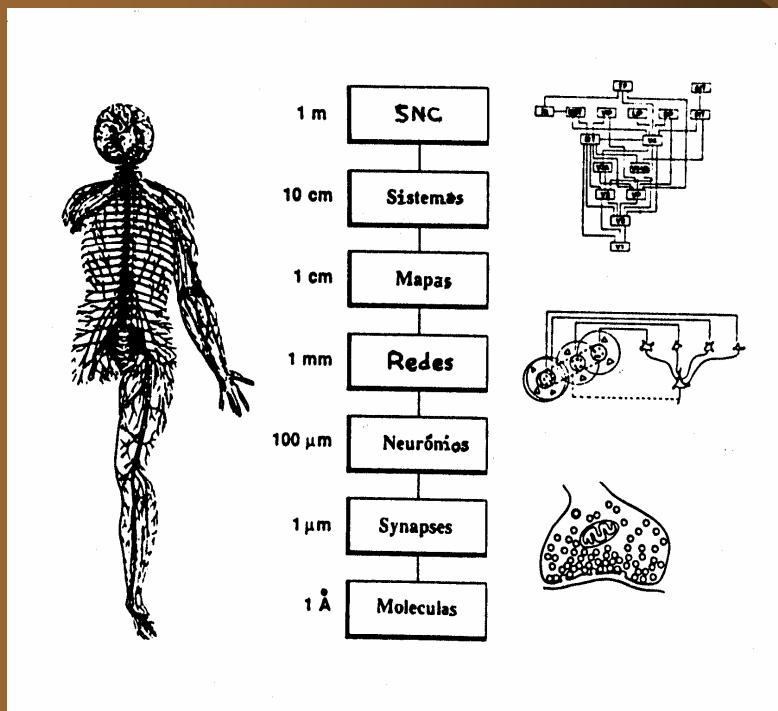


LIMITAÇÃO DE ACESSO

1 - O que é o "real" ?

- ◆ *O que de facto existe é :*
 - (a) *Uma imagem mental, que está nos nossos cérebros, não no mundo exterior*
 - (b) *Uma contrapartida no mundo exterior de natureza inescrutável*
 - (c) *Um conjunto de leituras de aparelhos, que a ciência estuda relacionando-as com as leituras de outros aparelhos**Em conclusão :*
A substância do mundo é substância mental

Arthur Eddington



A imagem do mundo a que chamamos "o real" não é mais que um conjunto de conexões sinápticas.

O que chamamos conhecimento e realidade é apenas um modo de operação do sistema nervoso

LIMITAÇÃO DE REPRESENTAÇÃO

Resumindo :

- ◆ **Apenas podemos conhecer aquela parte do Universo a que fisicamente temos acesso e apenas podemos formar sobre ele as imagens inteligíveis que sejam compatíveis com a estrutura neuronal do nosso cérebro**

O que é o “real” ?

2 - AS MODALIDADES DO CONHECIMENTO ACTIVO

- ◆ *A Ciência produz abstrações a partir de situações concretas, produzindo modelos intelectuais do que parecem ser os “universais” da realidade, enquanto que a Arte vai na direcção oposta, moldando em realidade as concepções mentais e submetendo-as portanto a essa mesma realidade. A Arte parte dos conceitos para as realizações concretas chamadas obras de arte.*

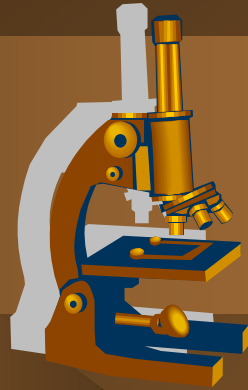
André Mercier

- ◆ Neste sentido, Ciência e Arte são duas modalidades de conhecimento activo da “realidade” exterior ao sujeito. Duas formas de conhecimento que se *aproximam* cada uma delas dos dois extremos possíveis do conhecimento activo :
 - *Estabelecer universais a partir de particulares*
 - *Produzir particulares a partir de universais reconhecidos*
- ◆ *Toda a arte é concreta (Picasso)*
- ◆ *É a realização de uma ideia no concreto que torna a obra de arte única, não um sentimento particular do seu autor. É o processo de abstracção do concreto para formas ideais que torna as teorias científicas universais (André Mercier)*

2 - AS MODALIDADES DO CONHECIMENTO ACTIVO

◆ *Ciência*

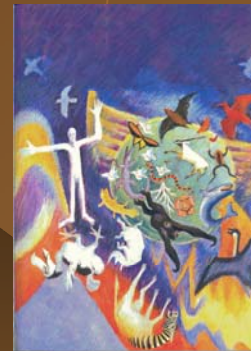
(Particulares)



(Universais)

◆ *Arte*

(Universais)

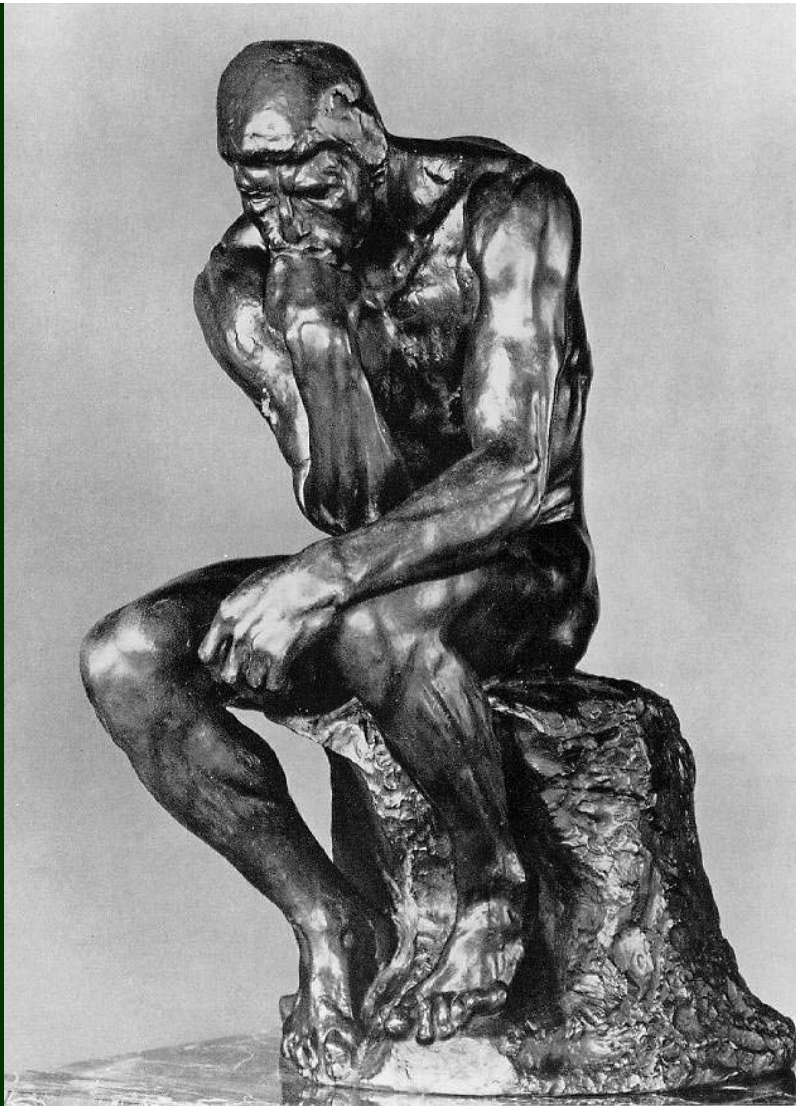


(Particulares)

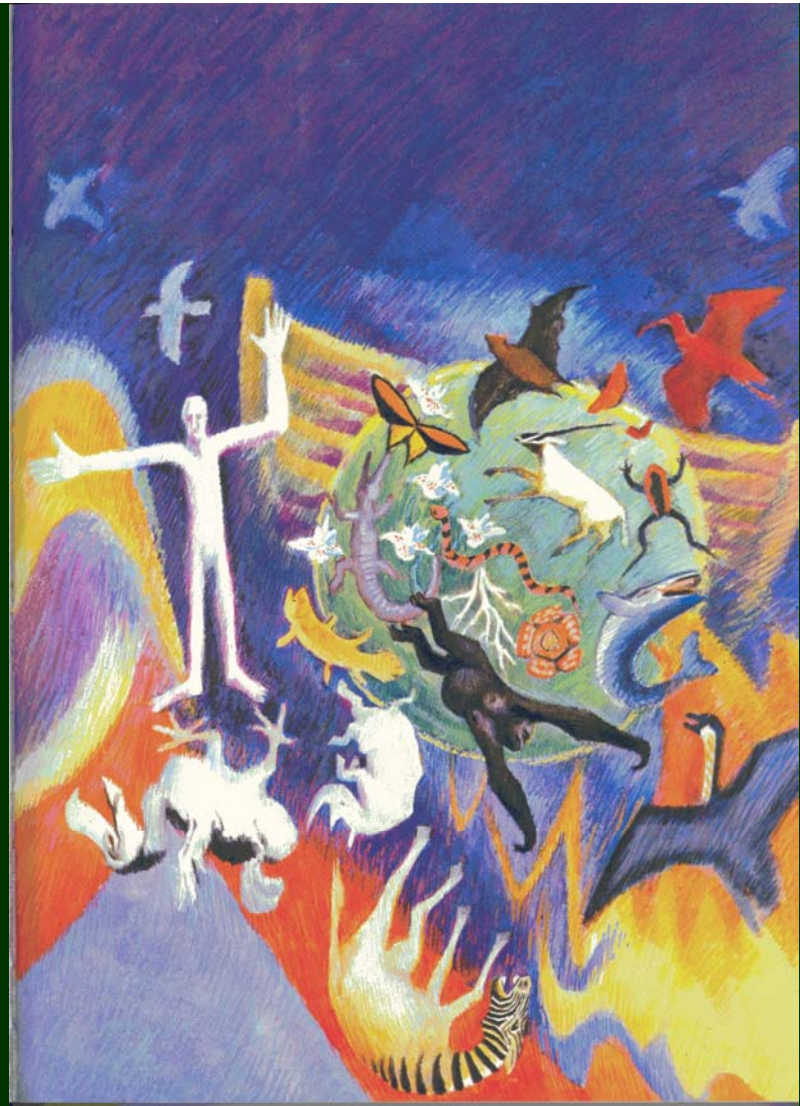
- ◆ Claro que nem a Arte nem a Ciência são categorias homogêneas e muitas situações inversas ou intermédias são encontradas :
“A Ciência como Arte”,
“A análise e experimentação artística como ciência”



EXEMPLOS (PUROS)



“O pensador” (Rodin)
(A materialização da ideia
de pensamento)



“O estado da arca”
(Jonathan Kingdon)
(A ecologia e o papel do
homem)



“A dor” (Rodin)

1840 - 1917



“Solidão” (Chagall)

1887 - 1985



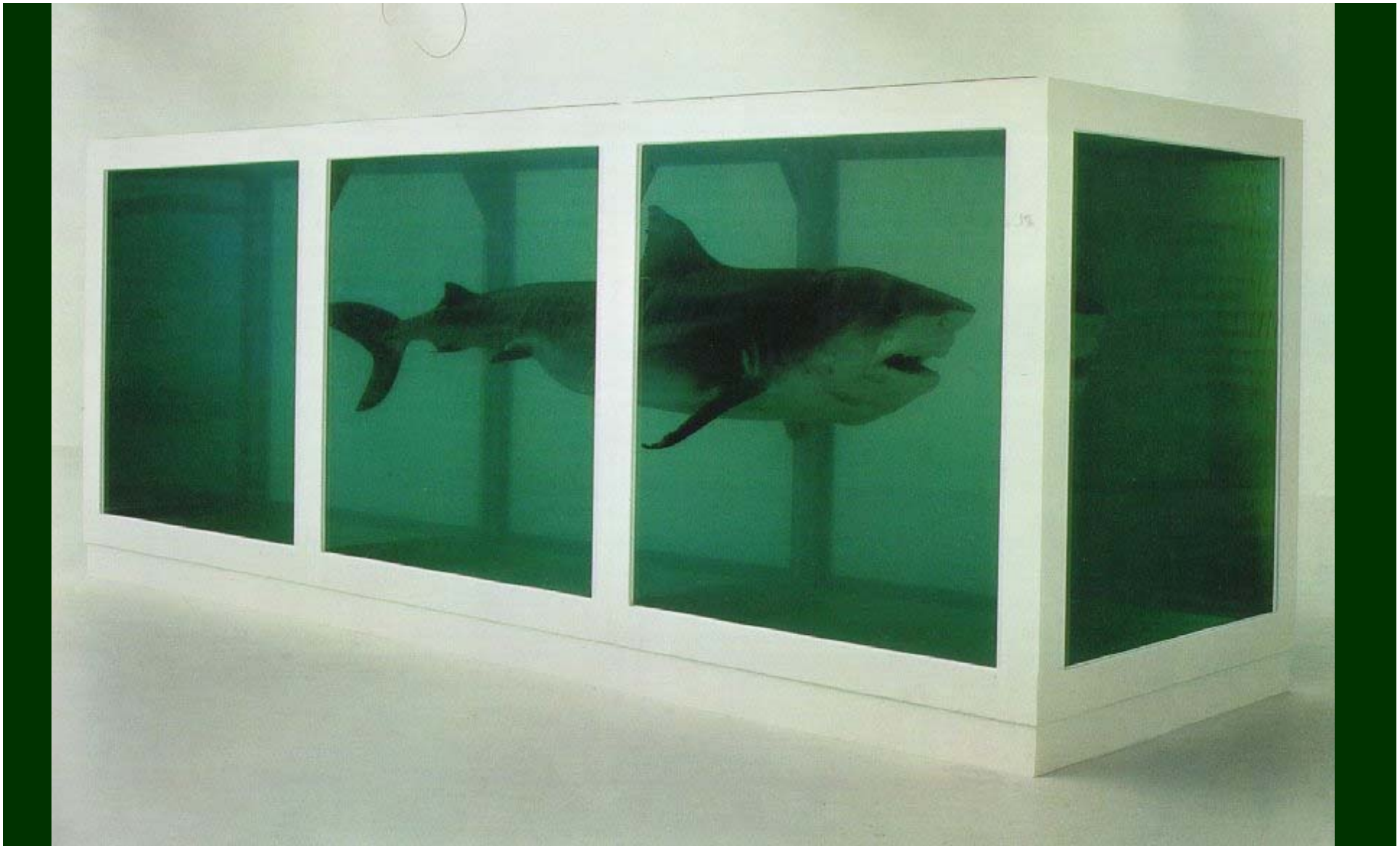
“O veado ferido” (Frida Kahlo)

1907 - 1954

“Mapa do que não
requer esforço”

(Francesco Clemente)
1952 -

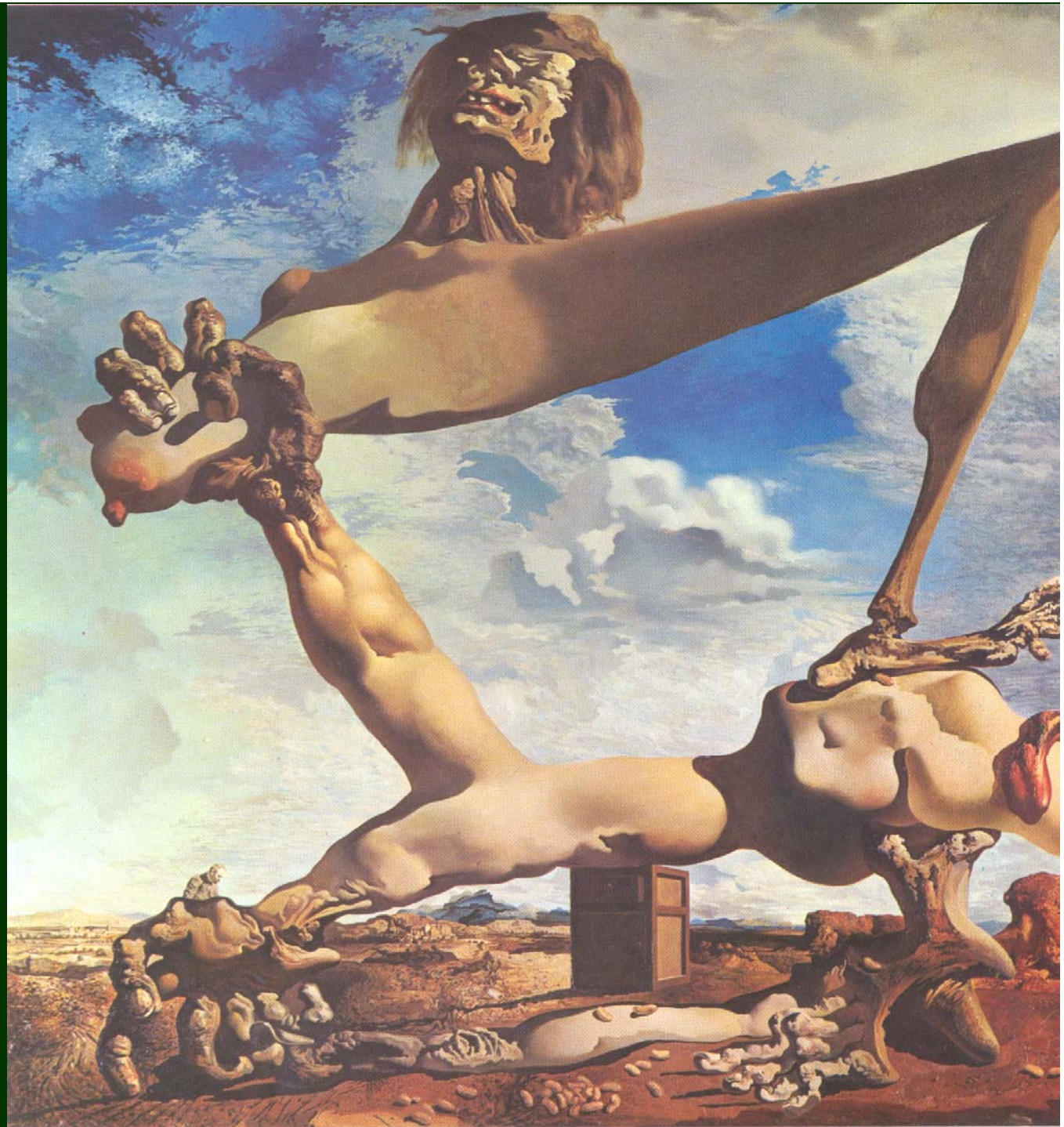




“A impossibilidade física da morte na mente dum vivente”
(Damien Hirst)
1965 -

◆ Premonição da guerra civil

(Salvador Dalí)
1904 - 1989



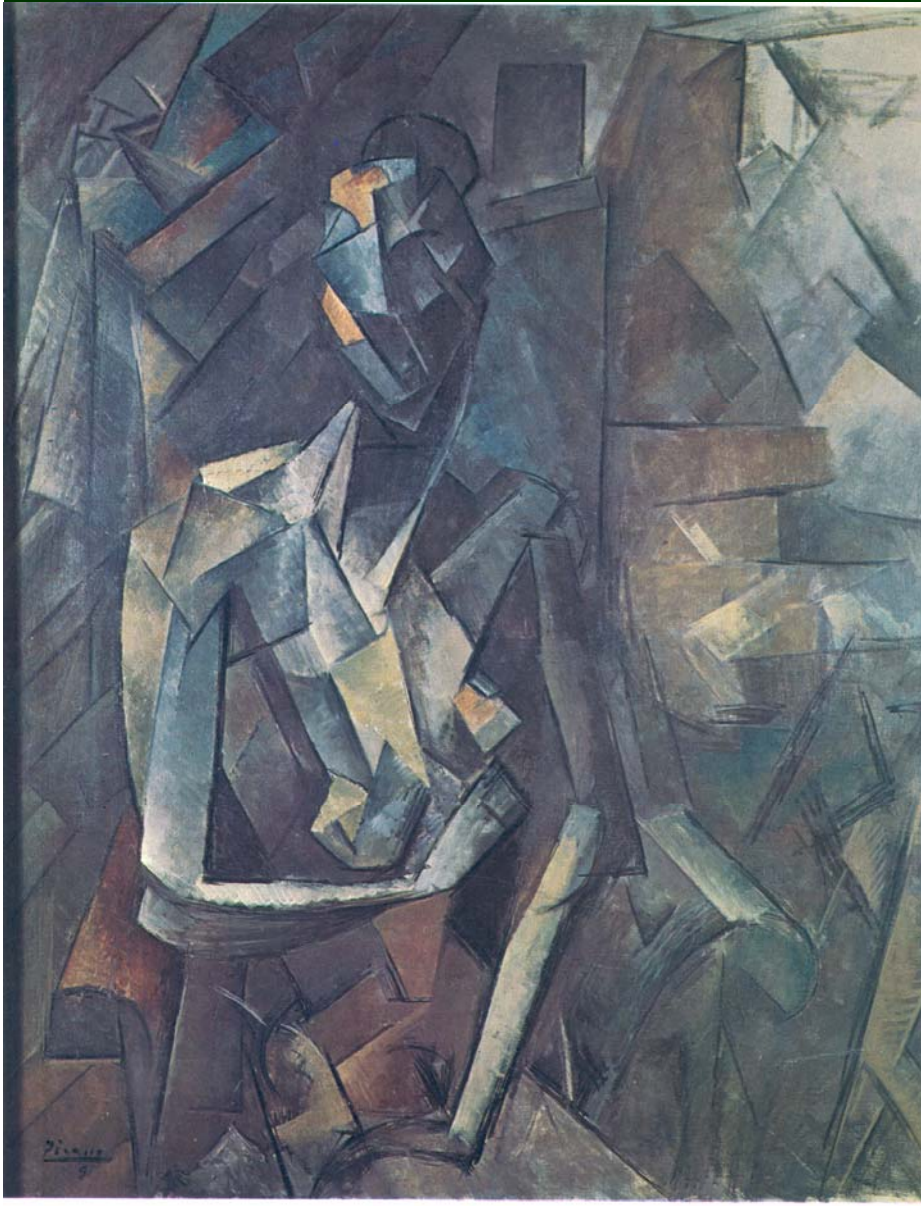


“Contando os dias”
(Howard Hodgkin)
1932 -



“Sonhos diurnos”

A ARTE COMO CIÊNCIA (O CUBISMO ANALÍTICO)



“A mulher sentada”
(Pablo Picasso) 1881 - 1973



“Portugueses”
(Georges Braque) 1882 - 1963

UM CASO INTERMÉDIO ?



“Elasticidade”

(Umberto Boccioni)
1882 - 1916



E A CIÊNCIA COMO ARTE ?



Lá iremos !

O TRATAMENTO DE CONCEITOS BÁSICOS

◆ Na ciência e na arte

Alguns exemplos :

- O tempo
- A causalidade
- As simetrias

3 – O tempo

- ◆ Pitágoras, quando lhe perguntaram o que era o tempo, respondeu que era a alma dos céus. Porque o tempo não é um atributo ou acidente de qualquer movimento, mas sim a causa e princípio do que liga todas as coisas que acontecem.

(Plutarco)

- ◆ O que é o tempo ? Eu sei bem o que é, se ninguém me perguntar. Mas se me perguntarem e eu tentar explicar, fico confuso.

(St. Agostinho)

- ◆ Deus! Como é triste a hora que morre
O instante que foge, voa e passa
Fiozinho de água triste ... a vida corre ...

(Florbela Espanca)

- ◆ Gibt es wirklich die Zeit, die zerstörende ?

(Rainer Maria Rilke)

- ◆ Aproveitar o tempo !
Mas o que é o tempo que eu o aproveite ?

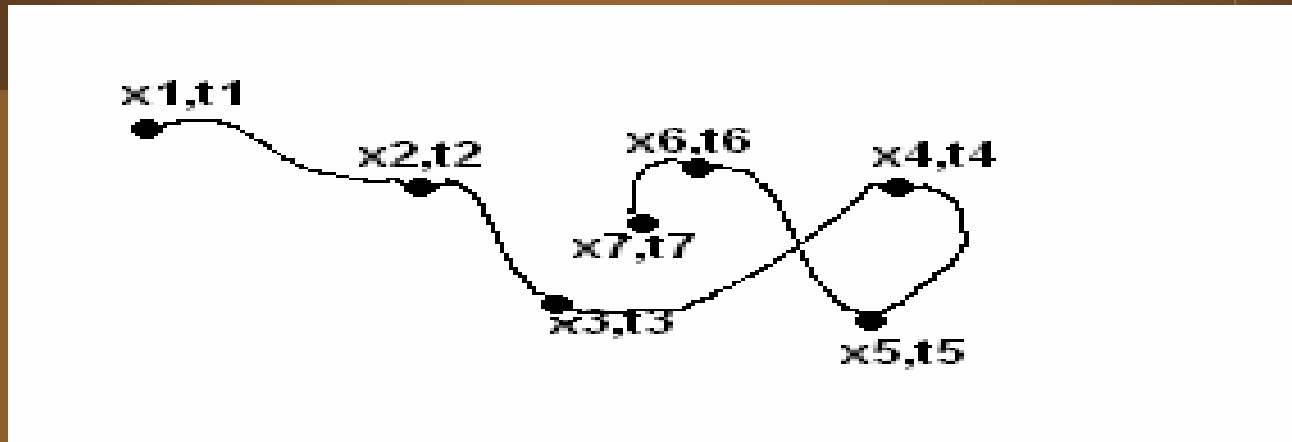
(Álvaro de Campos)

- ◆ Para mim é sempre ontem,
Não tenho amanhã nem hoje :
O tempo que aos outros foge
Cai sobre mim feito ontem.

(Mário de Sá-Carneiro)

3 – O tempo (na ciência)

- ◆ O tempo como coordenada
Na construção científica do tempo os dados primários são os “acontecimentos”



- ◆ Depois a direcção do tempo é escolhida para tornar as leis do movimento simples.
 $V = dx/dt = \text{constante}$ para movimentos livres
Este é o primeiro aspecto da convencionalidade do tempo
- ◆ Tempo e movimento (mudança) estão intimamente ligados:
Relógios, Movimentos planetários, Processos biológicos

3 – O tempo (na ciência)

- ◆ O tempo não é absoluto

Princípio da relatividade = Referenciais em queda livre são equivalentes (intuição biológica : a velocidade não se sente, só a aceleração)

- ◆ Este princípio mais homogeneidade e isotropia do espaço implica

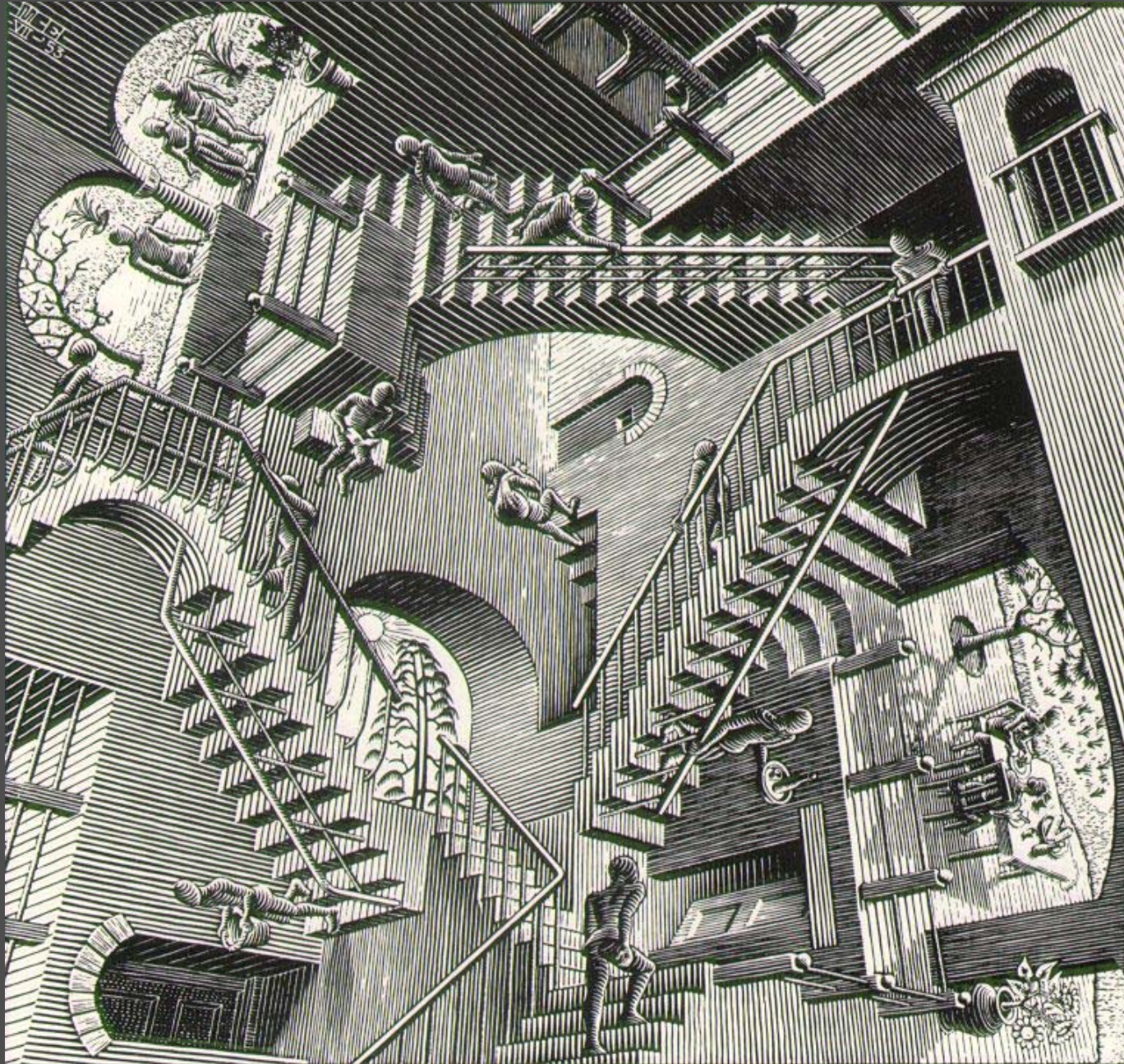
$$x' = (x - v t) / \gamma$$

$$t' = (t - v x / c^2) / \gamma$$

$$\gamma = (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

- ◆ Conclusão: tempo absoluto seria um caso patológico ($c = \infty$)
- ◆ Dois sujeitos com velocidades diferentes têm noções de tempo diferente

A relatividade (Escherer)



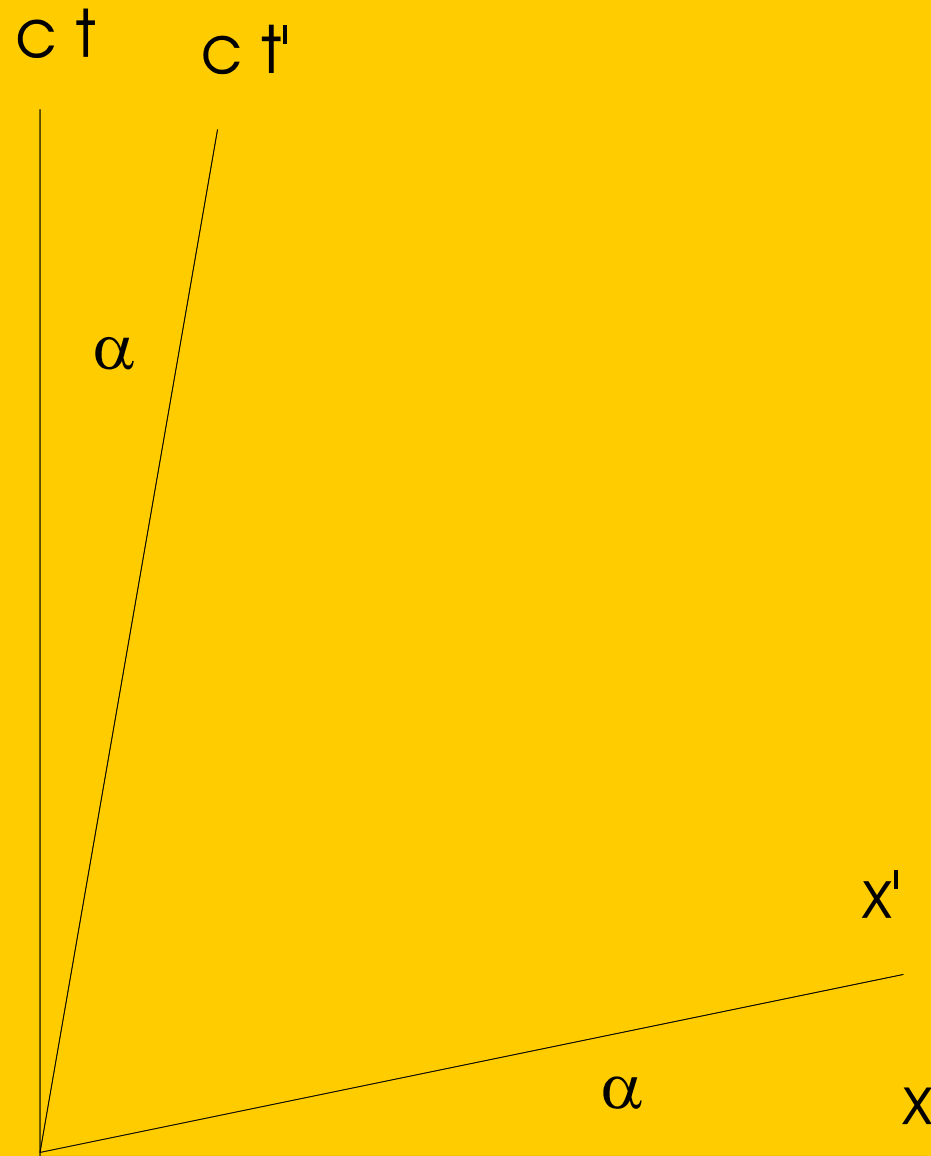
3 – O tempo (na ciência)

◆ $\tan \alpha = v/c$

◆ $t' = 0$ para $t = vx/c^2$

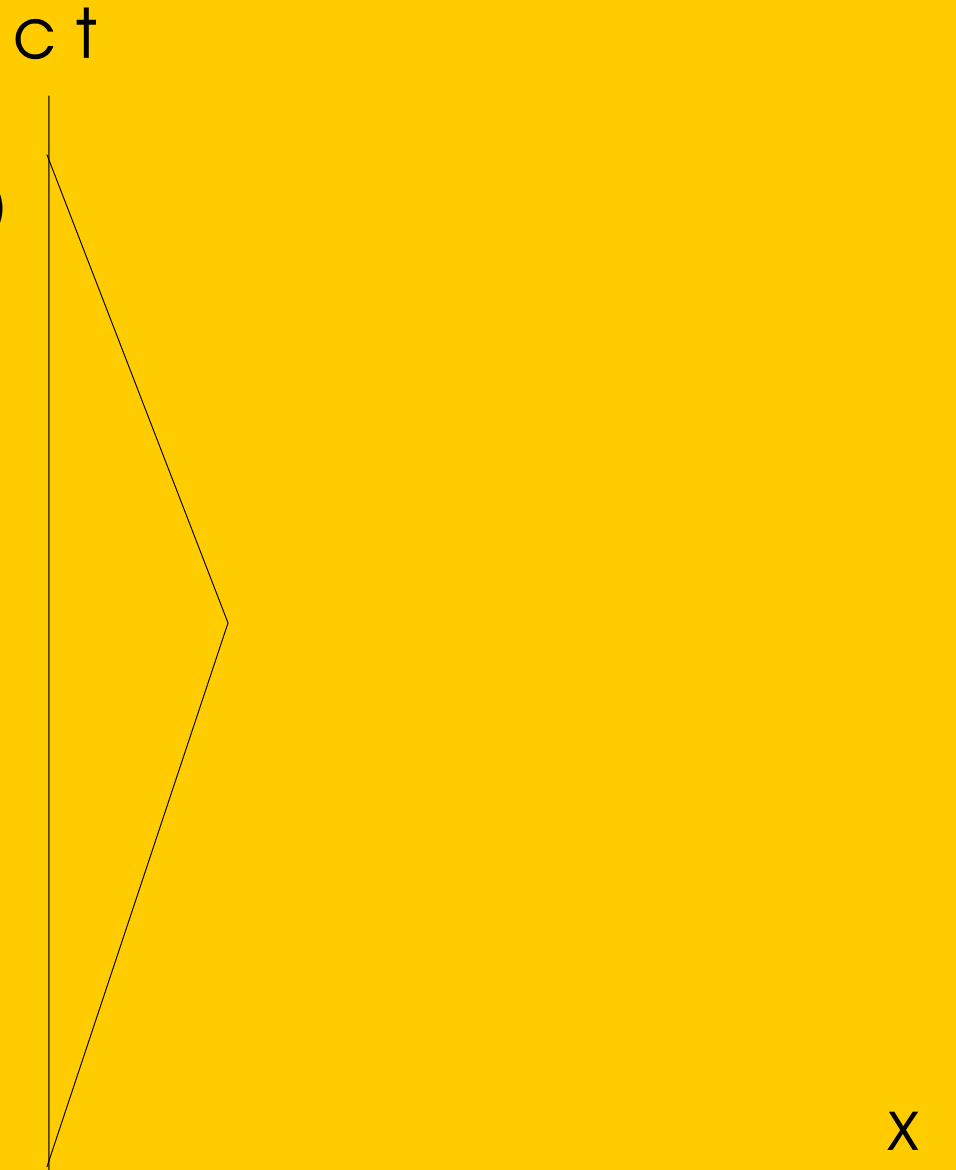
Implica que acontecimentos simultâneos para um observador não são simultâneos para outro em movimento

◆ Tempo não é absoluto



3 – O tempo (na ciência)

- ◆ Os gémeos
- ◆ Terra a Pluto ($6 \cdot 10^9$ Km)
a $0.5 c$
Leva 9,7 horas
Na terra 11,2 horas
- ◆ Quando volta, para o astronauta passaram 3 horas menos que na Terra
- ◆ Verificado todos os dias com os muões atmosféricos



3 – O tempo (na ciência)

- ◆ No “*tempo como coordenada*” não há uma direcção preferencial
- ◆ O tempo termodinâmico =
o “*tempo como dinâmica de sistemas com muitas configurações possíveis*”
- ◆ Irreversibilidade é “Evolução para o mais provável”

3 – O tempo (na arte)

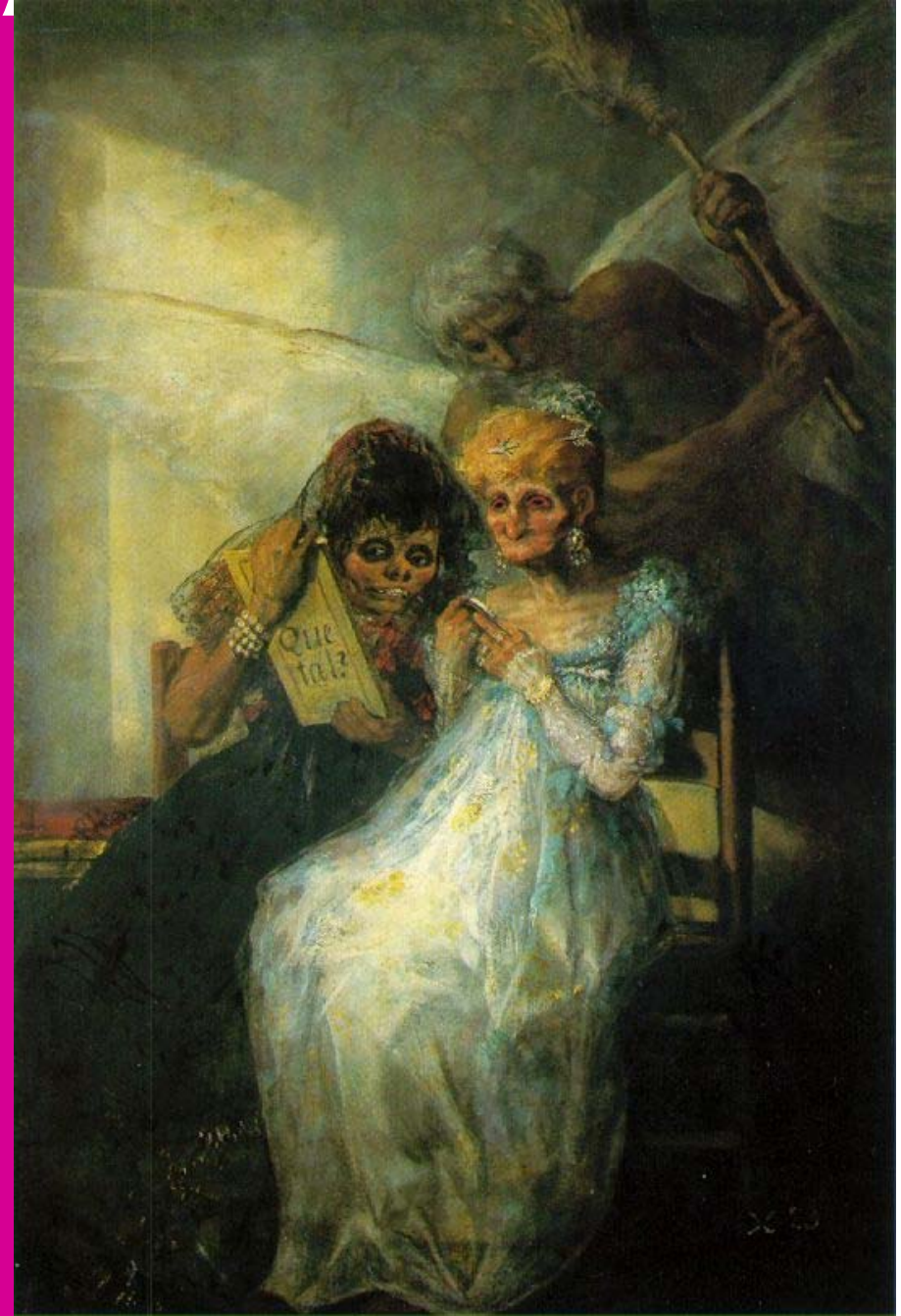
- ◆ O tempo que tudo consome
- ◆ O tempo como regulador da dinâmica da vida
- ◆ Ilustrações do tempo termodinâmico, mas não só

3 – O tempo (na arte)

◆ “Tempo”

Francisco de Goya

1746 - 1828



3 – O tempo (na arte)

◆ “Dançando a música do tempo”

Nicolas
Poussin

1594 - 1665



3 – O tempo (na arte)

- ◆ “Vénus, Cupido, Loucura e Tempo”

Agnolo Bronzino

1503 - 1572



3 – O tempo (na arte)

◆ “A dança da vida”

Edvard Munch 1863 - 1944

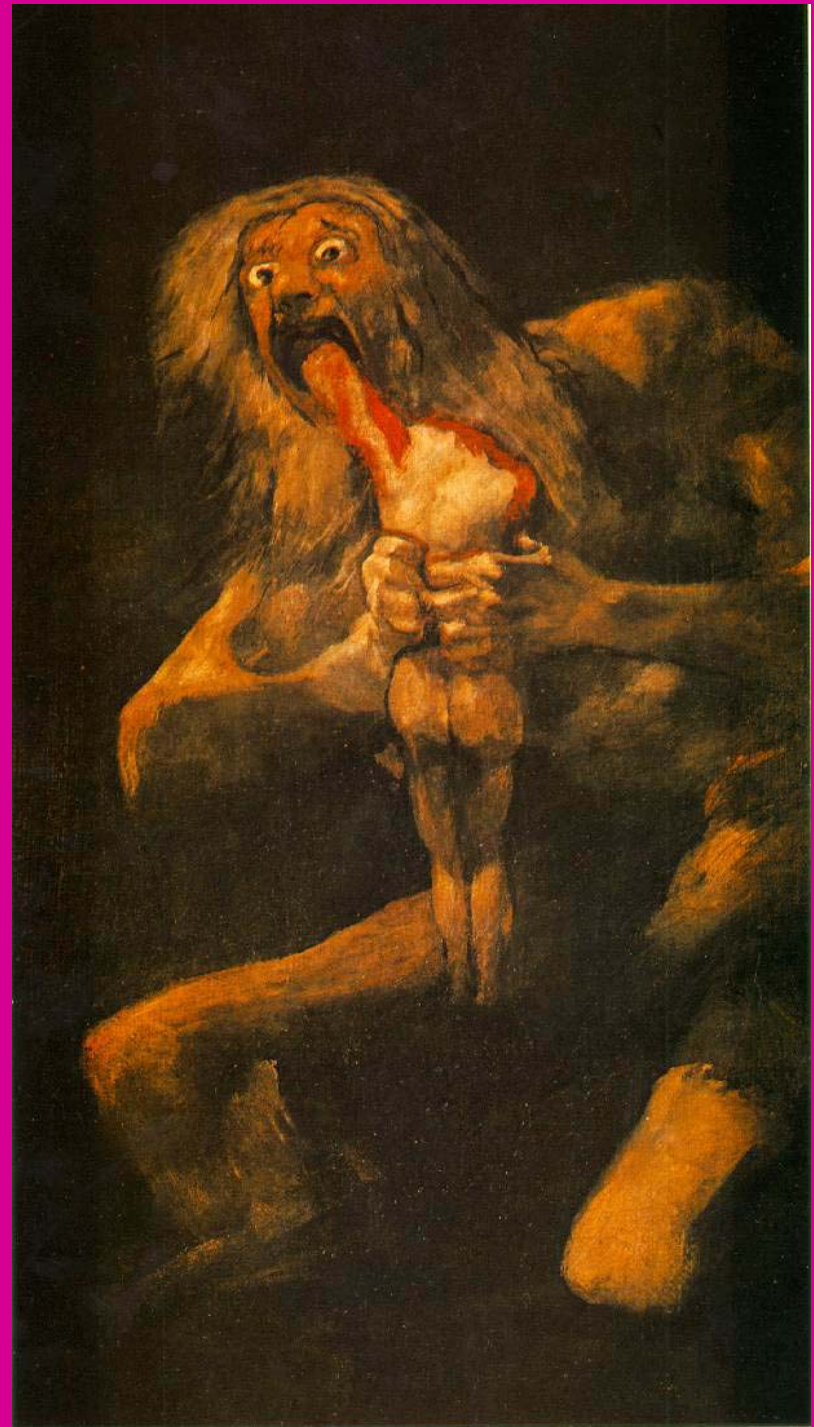


3 – O tempo (na arte)

- ◆ “Saturno (Chronos) comendo os seus filhos”

Francisco de Goya

1746 - 1828



3 – O tempo (na arte)

- ◆ “O tempo revela a verdade”

Theodor
van Thulden

1657



3 – O tempo (na arte)

◆ “O triunfo do tempo”

Georg
Prencz

1532



3 – O tempo (na arte)

- ◆ “O triunfo da eternidade sobre o tempo”

Jean de Tournes

1547



3 – O tempo (na arte)

- ◆ Na maior parte dos exemplos artísticos é a noção de tempo termodinâmico que predomina.
- ◆ Porém o tempo como coordenada também aparece ocasionalmente

3 – O tempo (na arte)

- ◆ “O tempo é um rio sem margens”

Marc Chagall

1887 - 1985



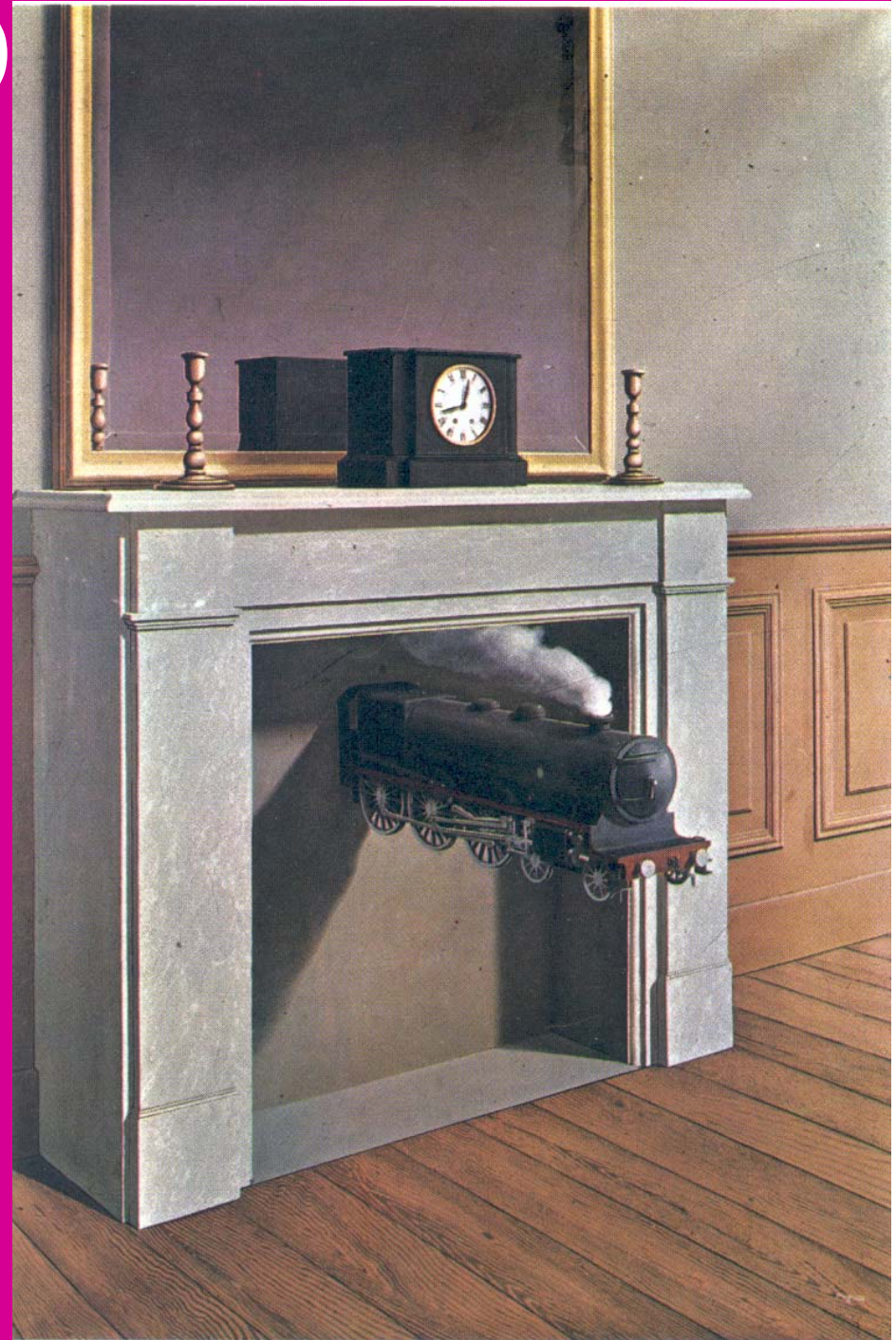
3 – O tempo (na arte)

◆ “Tempo trespasado”

René Magritte

1898 – 1967

Estranhamente evocativo de noções científicas tais como o de “linhas fechadas do tipo tempo”



3 – O tempo (na arte)

- ◆ Curiosamente é na poesia que se encontra uma maior libertação da direcção do tempo
- ◆ Talvez por ser mais fácil exprimir este “universal” em palavras do que em objectos sólidos

*“Time present and time past
Are both perhaps present in time future
And time future contained in time past.
If all time is eternally present
All time is unredeemable...”*

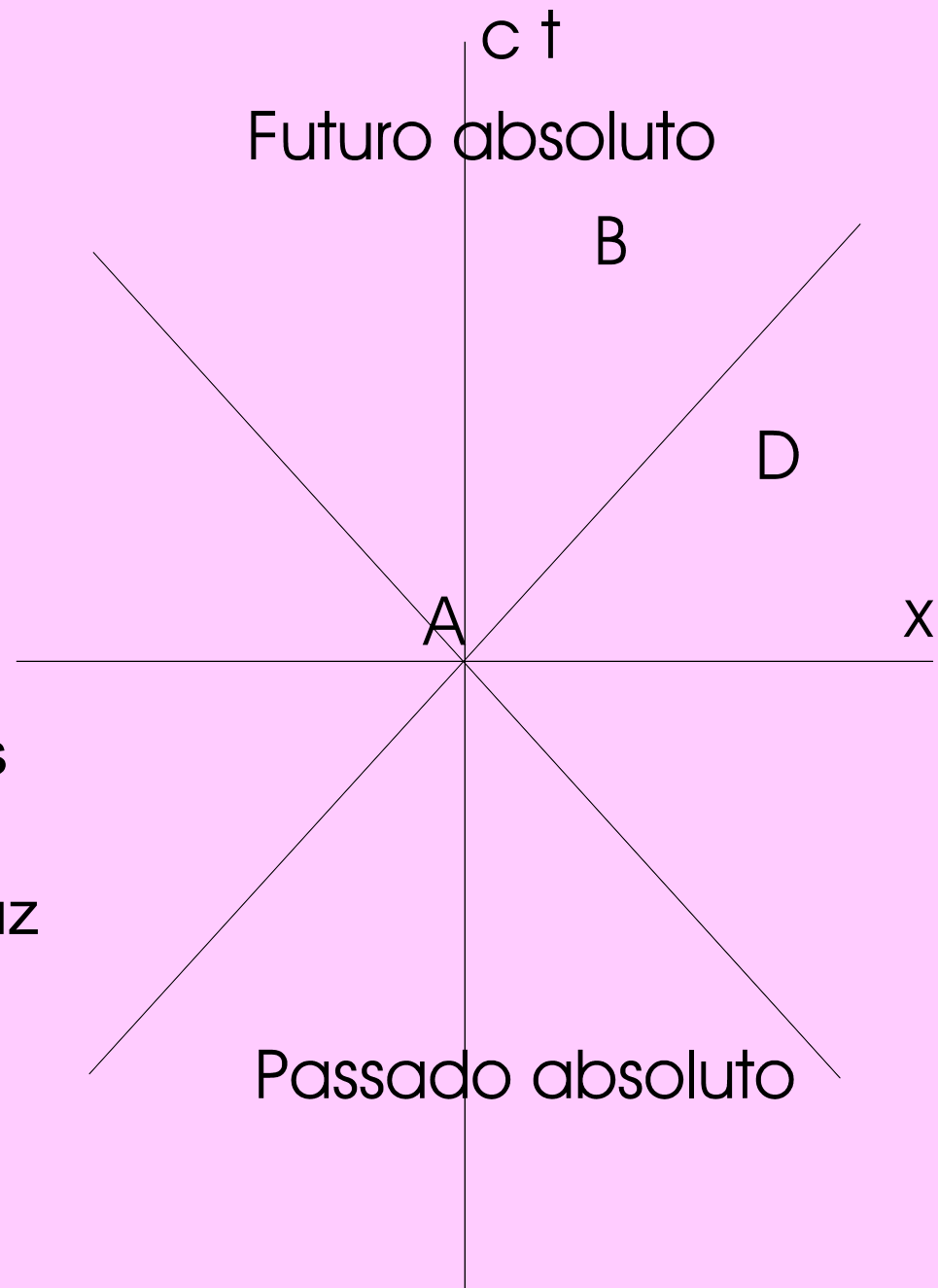
T. S. Elliot (Four Quartets)

4 – A causalidade

- ◆ *En el parque, de esclavas rodeada,
te vi mirar la rosa más hermosa ...
Y aún no sé Mariposa,
si es que la rosa atrajo tu mirada
o tu mirada hizo brotar la rosa* (Manuel Machado)
- ◆ Causalidade : O que é que causa o quê ?

4 – A causalidade

- ◆ A noção científica de causalidade está associada a estrutura relativista do tempo
- ◆ O acontecimento B pode ser causado por A
- ◆ A e D são independentes porque não podem comunicar por raios de luz



4 – A causalidade

- ◆ *“Footfalls echo in the memory
Down the passage which we did not take
Towards the door we never opened ...”*
- ◆ *“Time past and time future
What might have been and what has been
Point to one end, which is always present.”*
- ◆ *“Yet the enchainment of past and future
Woven in the weakness of the changing body,
Protects mankind from heaven and damnation
Which flesh cannot endure”*

T. S. Eliot

4 – A causalidade

- ◆ E porquê ter apenas memória do que se passou ?
Por que não ter memória ou saudade do que não se passou?
O que há de absoluto na relação causa-efeito ou na sequência temporal ?
A tudo isto fomos habituados pela convivência com os fenómenos naturais (filtrada pelos nossos sentidos) e pelo “senso comum” que daí extraímos.
Mas o que pode haver de tão inevitável em “leis” que até o nosso débil pensamento pode conceber como violadas ?
- ◆ Na Ciência o *sujeito* limita o conhecimento do *objecto*,
na Arte os *objectos* limitam o *sujeito*

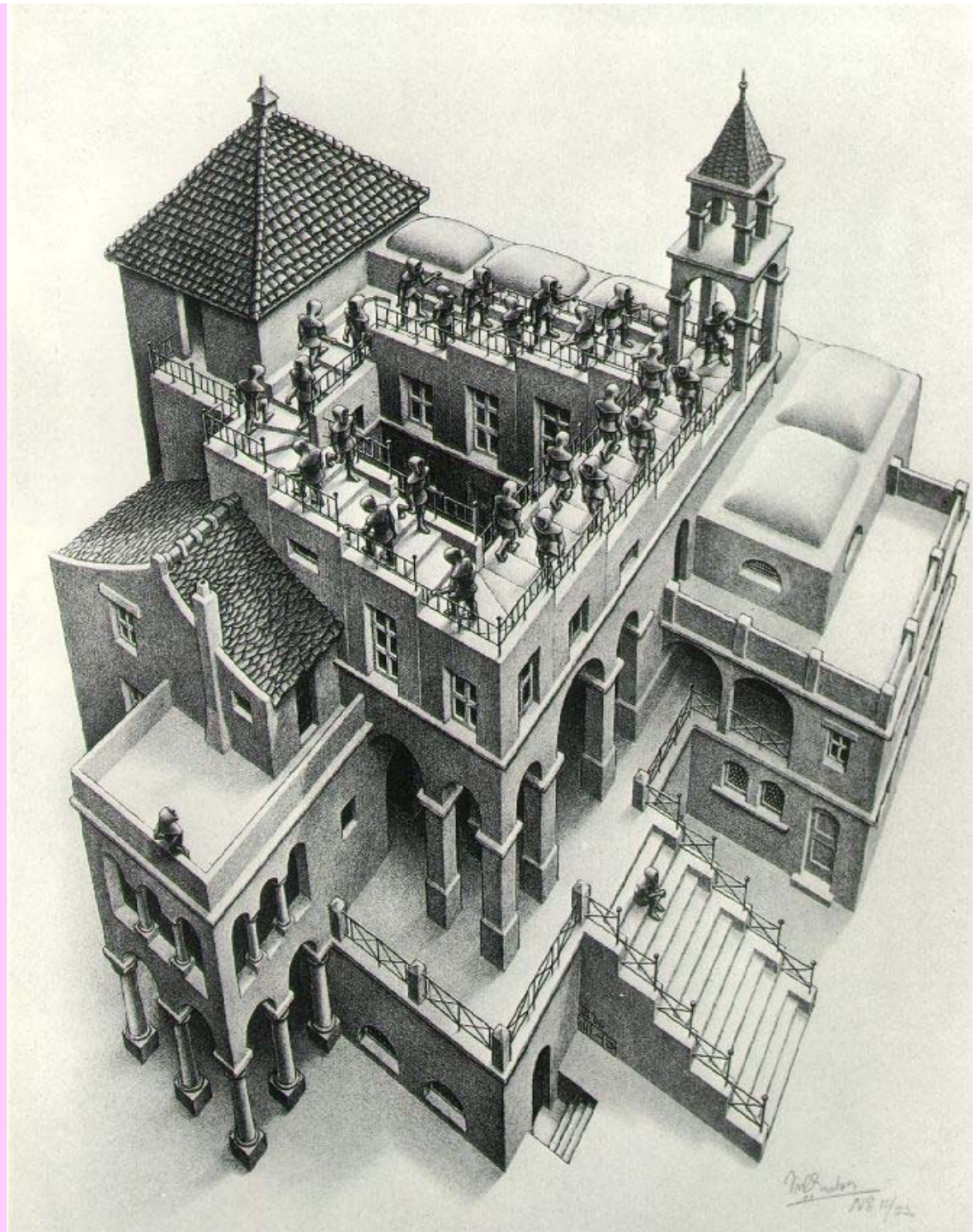
4 – A causalidade

- ◆ Outros exemplos de limitação de conceitos pelos objectos e pelo “senso comum”

◆ “Subindo e descendo”

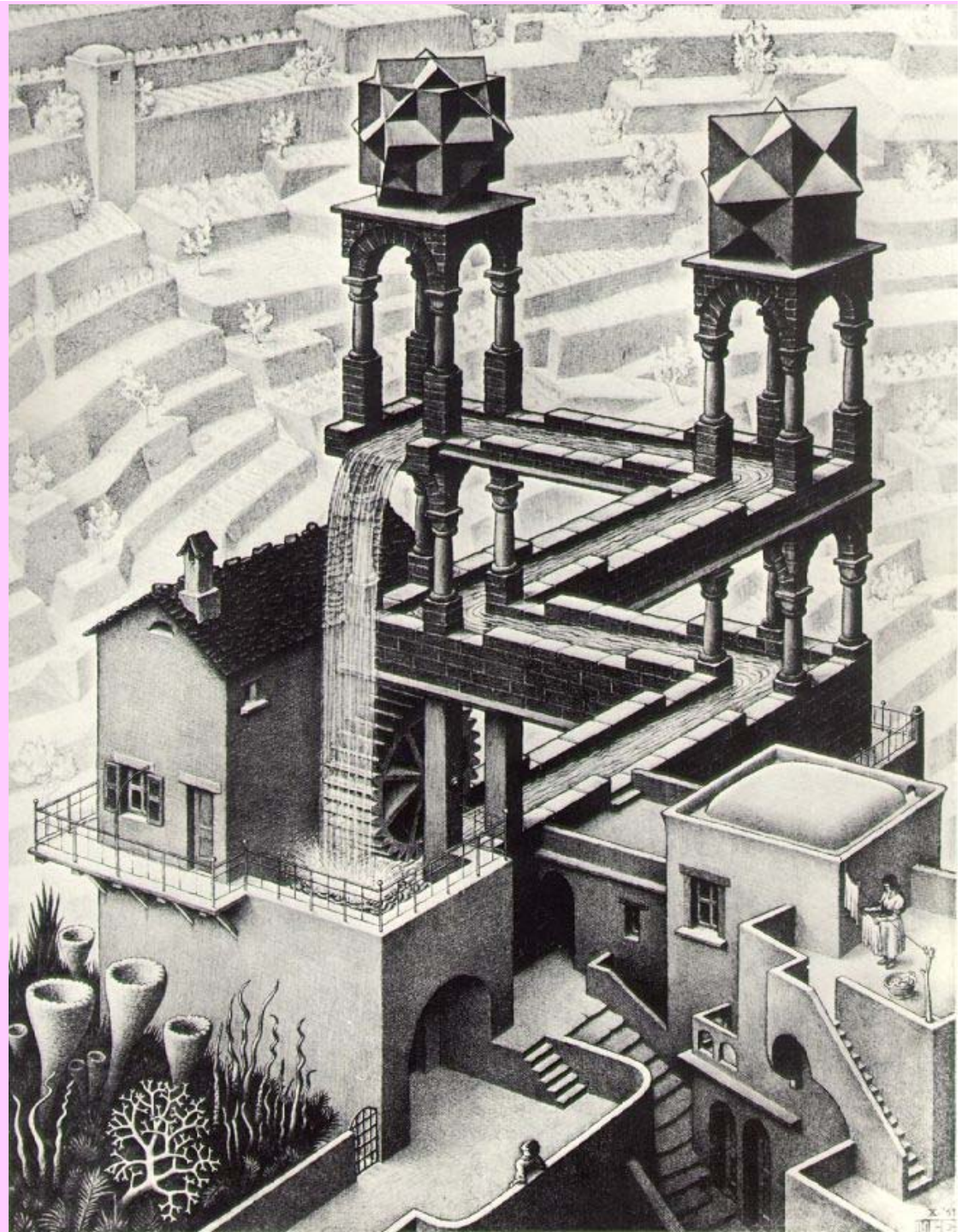
M. C. Escher

(1898 - 1972)



◆ *“Queda de água”*

M. C. Escher



5 - As simetrias

- ◆ Existência de uma simetria significa que um objecto se mantém invariante para uma dada transformação
- ◆ ***O objecto pode ser um corpo físico ou uma lei matemática (equação)***
- ◆ ! Leis simétricas podem ter manifestações assimétricas (Violação espontânea da simetria)
- ◆ ***A existência de uma simetria permite comprimir a informação e facilitar a codificação mental dos objectos.***
- ◆ Daí talvez que as noções de padrão, regularidade, equilíbrio, associadas às simetrias, sejam sinónimos de harmonia e beleza
- ◆ Porém demasiada simetria também não agrada.
O cérebro é preguiçoso mas não monótono !
- ◆ Os artistas fazem um uso extensivo destas noções. Composições simétricas, mas com um certo grau de assimetria estimulante.

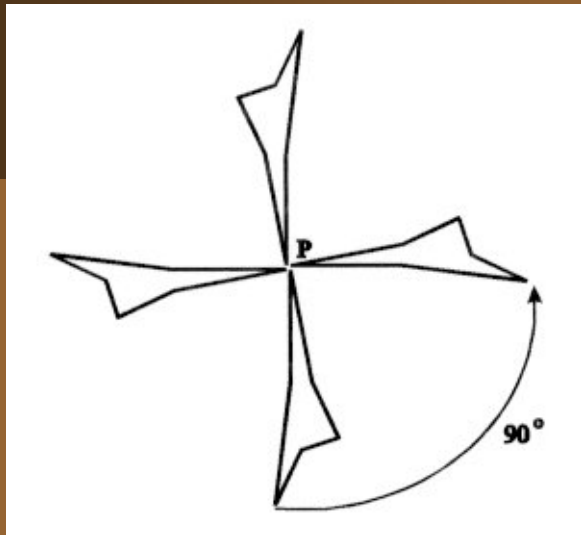
5 - As simetrias

- ◆ Na Ciência as simetrias desempenham um papel fundamental na descodificação dos fenómenos naturais e na descoberta de novas leis.
- ◆ Simetrias do espaço-tempo :
 - # Homogeneidade (invariância de translação no espaço e no tempo)
 - # Isotropia (invariância por rotações)
 - # Equivalência de referenciais em movimento relativo uniforme
- ◆ Simetrias (ditas) internas
 - # Isospin, SU2, SU3, simetrias locais (gauge), etc.
- ◆ Simetrias do espaço-tempo + robustez dos modelos fixam as leis naturais (“ver a ciência feita como arte”)
- ◆ Na arte analisarei apenas um caso particular :
A simetria nas artes decorativas

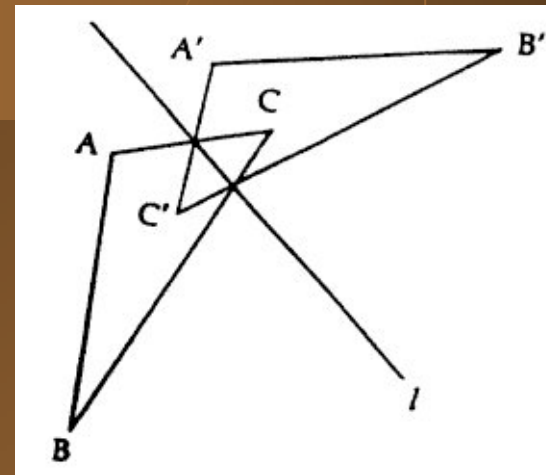
5 - As simetrias

◆ *As simetrias nas artes decorativas*

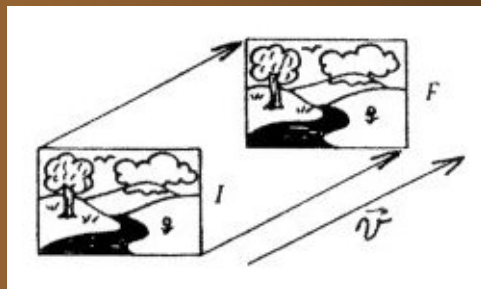
As quatro transformações isométricas do plano



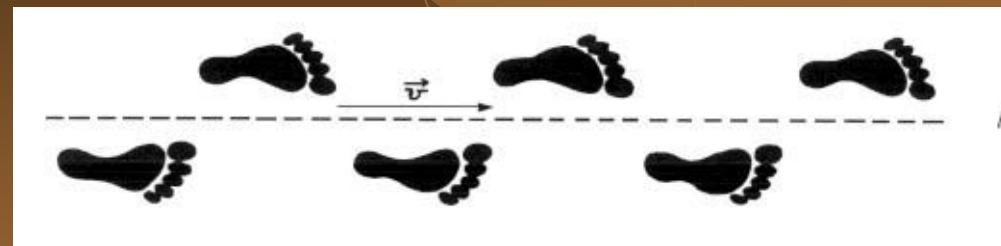
◆ *Rotação*



Reflexão



◆ *Translação*



Translação + reflexão

5 - As simetrias

- ◆ *Os sete padrões unidimensionais*

*Cerâmica de
San Ildefonso*



11



1g



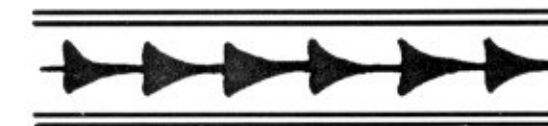
ml



12



mg



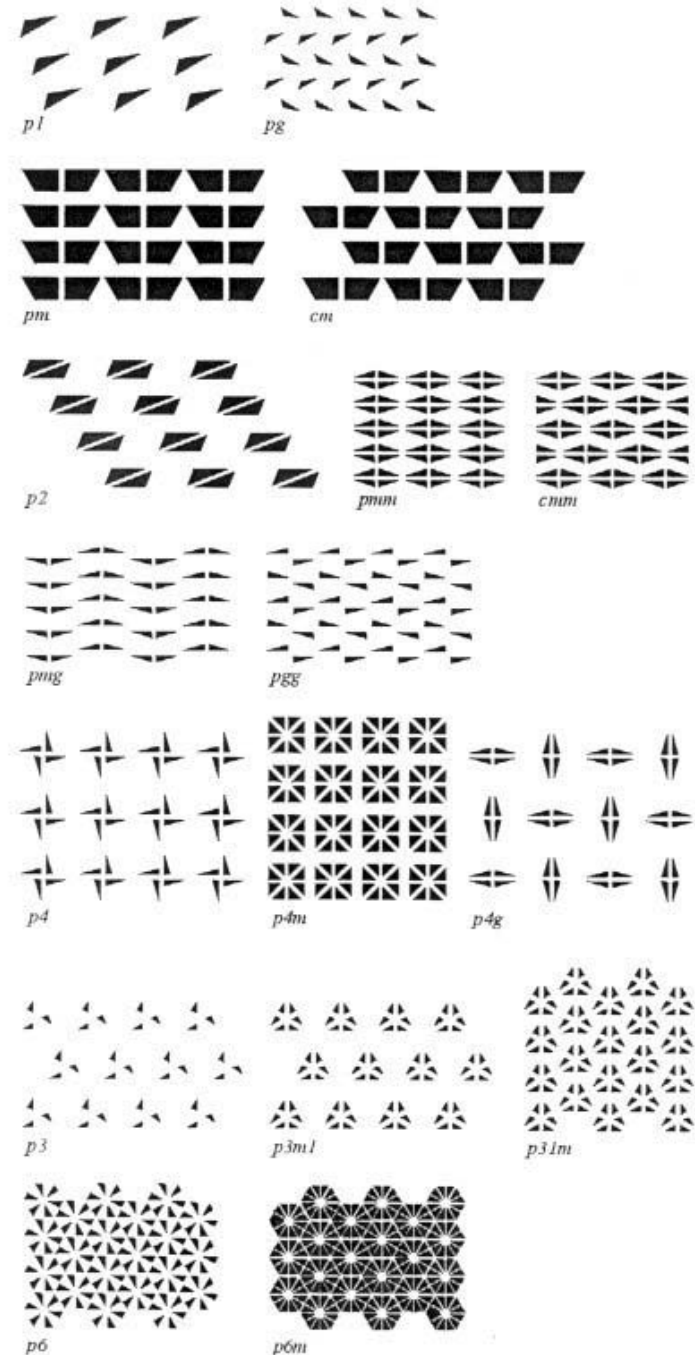
1m



mm

5 - As simetrias

◆ Os 17 padrões bi-dimensionais



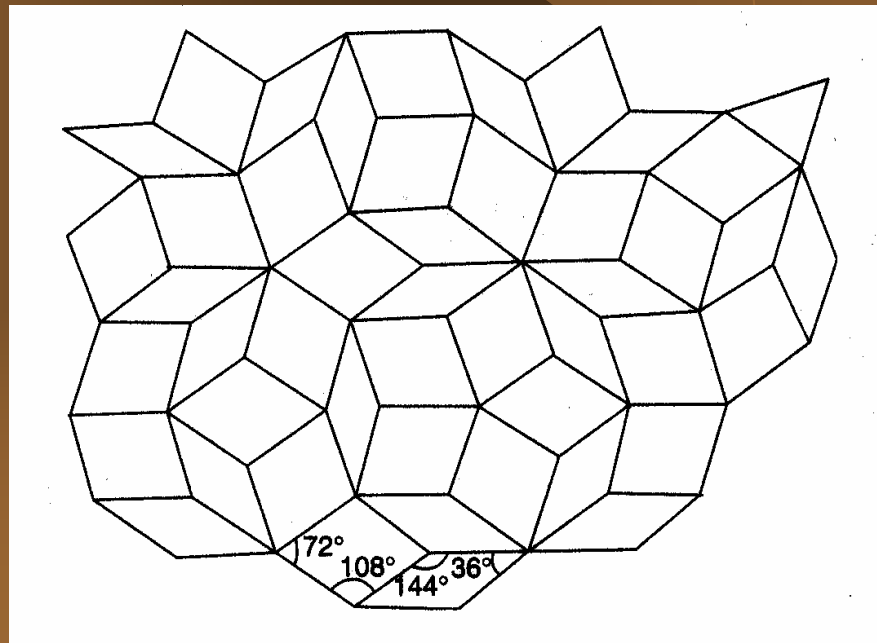
5 - As simetrias

- ◆ Com duas cores :
17 padrões em 1D
46 padrões em 2D
- ◆ Um exemplo do
Egipto antigo



5 - As simetrias

- ◆ Um caso mais geral :
- ◆ As pavimentações aperiódicas
- ◆ Quasi-cristais
- ◆ Os quasi-cristais como estruturas cristalinas projectadas dum espaço de maior dimensão
- ◆ Pavimentação de Penrose



6 - A ciência feita como arte

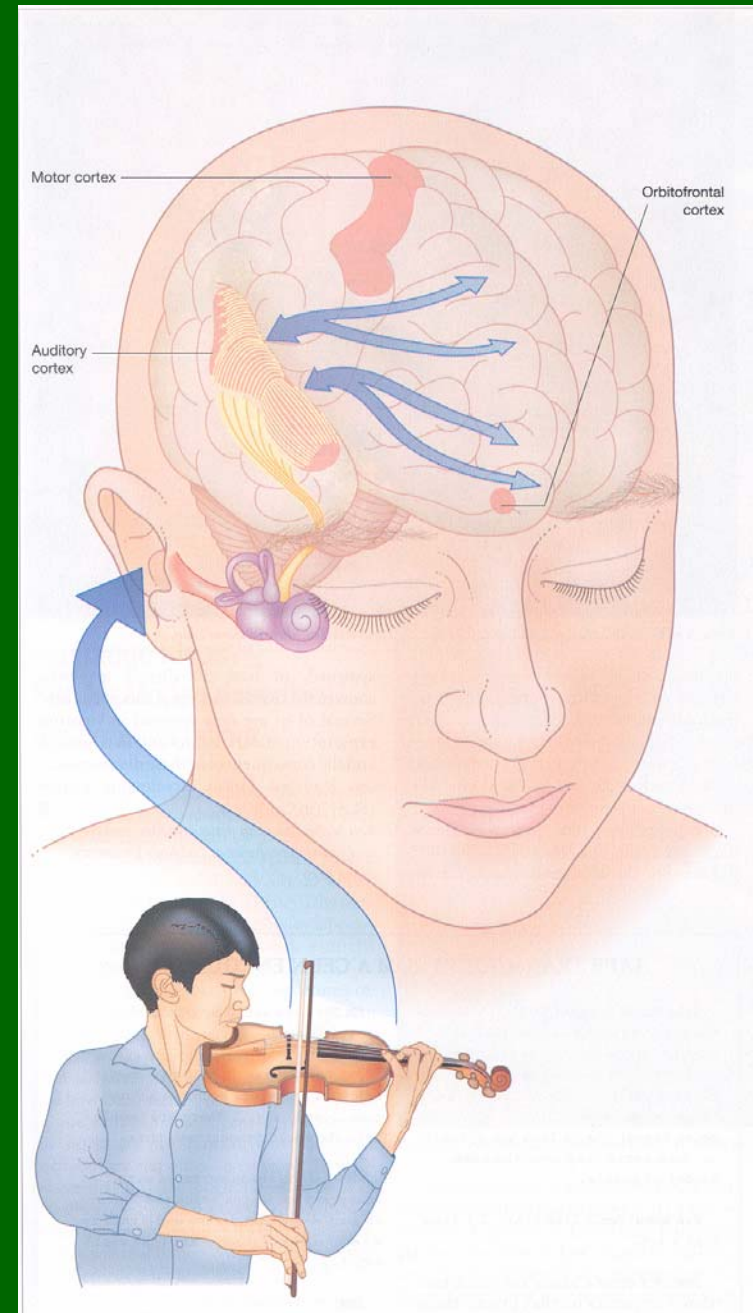
- ◆ **Simetrias básicas + Robustez dos modelos**
- ◆ 1) Homogeneidade + Isotropia + Equivalência de referenciais + robustez
⇒ *Teoria da relatividade* (c invariante e $\neq \infty$)
- ◆ 2) Robustez da dinâmica (álgebra rígida no espaço de fase)
⇒ *Teoria quântica da matéria* ($\hbar \neq 0$)
- ◆ 3) (1)+(2) globalmente
⇒ *Espaço-tempo não comutativo* (ℓ ou $\tau \neq 0$)
(comprimento elementar ou tempo elementar)

7 - A arte feita como ciência

- ◆ Cubismo analítico
 - ◆ Arte experimental
 - ◆ Bauhaus
-
- ◆ Os artistas que nos expliquem !

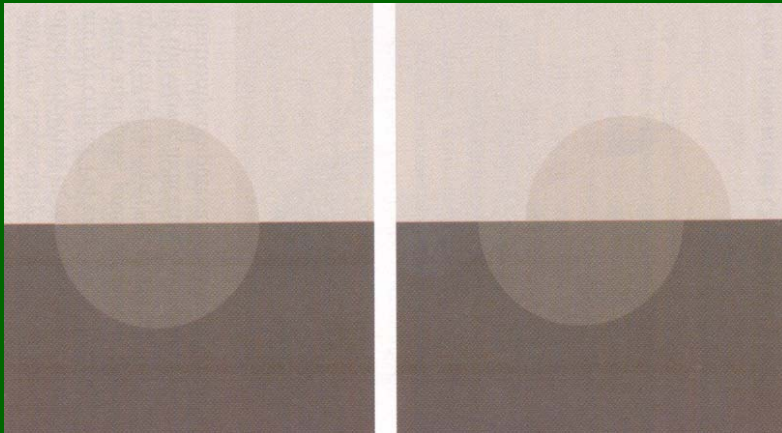
8 - A arte como mensagem codificada para o cérebro

- ◆ A arte feita por humanos para ser interpretada por humanos tem um contexto biológico. *(A arte estudada pelas neurociências e as neurociências ajudadas pela arte)*
- ◆ Estudos de MEG e lesões ajudaram a compreender a reacção à música
- ◆ Cortex auditivo esquerdo (menor resolução de frequência, mais rápido, fala)
- ◆ Cortex auditivo direito (maior resolução, mais lento, música)
- ◆ *Interacção do cortex auditivo com centros motores e emocionais (orbifrontal, insular)*
- ◆ Bébés equipados com sensibilidade musical desde a nascença ⇒ Mecanismo primitivo destinado a lidar com o exterior e sobreviver
- ◆ *A música (tavez a arte em geral) transcende a mera percepção do objecto artístico porque estabelece contacto com mecanismos neurobiológicos primordiais*

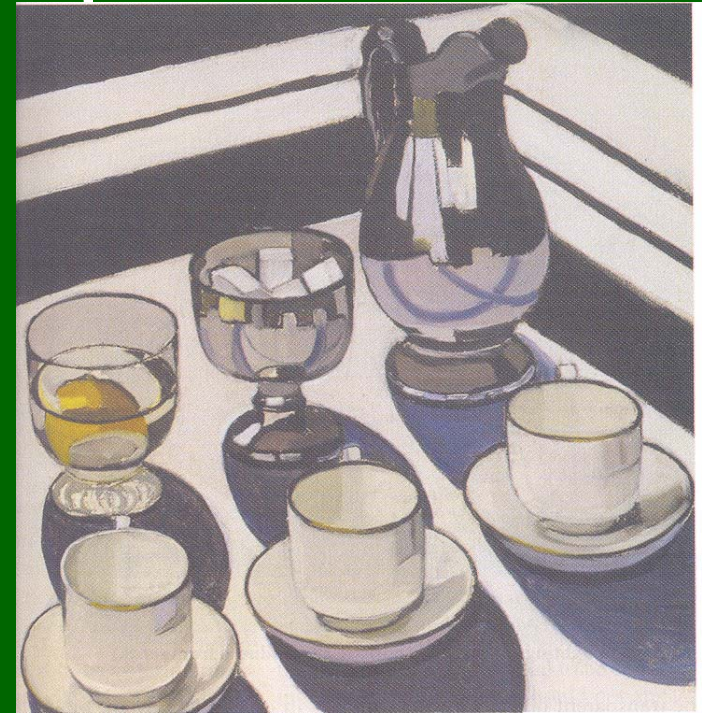


8 - A arte como mensagem codificada para o cérebro

- ◆ Mesmo a arte dita “figurativa” não é “realista” mas sim codificada
- ◆ Cruzamento de contornos como código de “transparência”



- ◆ Tratamento incorrecto da refração
- ◆ Detalhes não são importantes
Reconhecimento é reconstrução no cérebro
- ◆ Reconhecimento de objectos sólidos sem distorsão como imagens 2D
Representação 2D no cérebro.

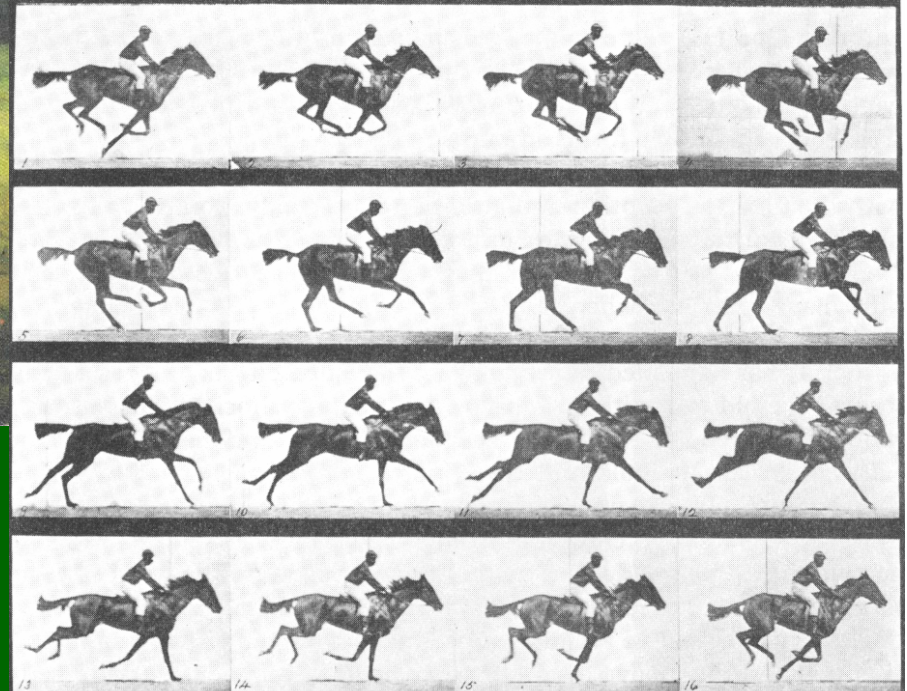


8 - A arte como mensagem codificada para o cérebro

- ◆ Outro exemplo : Cavalos a galope. Dá-nos uma sensação de velocidade e movimento



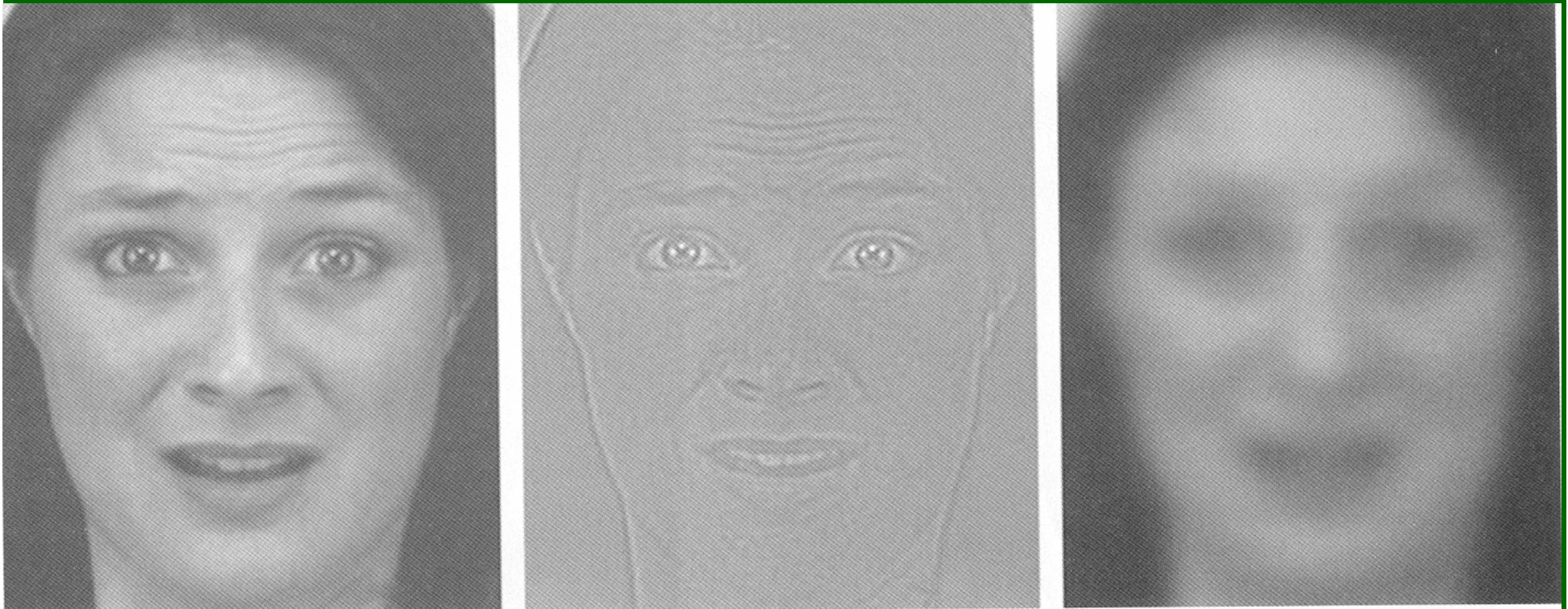
Corrida de cavalos em Epsom
Géricault (1821)



- ◆ Mas nenhum cavalo galopa assim !

8 - A arte como mensagem codificada para o cérebro

- ◆ *Vuilleumier, Armony, Driver, Dolan; Nature Neuroscience 6 (2003) 624 – 631.*
- ◆ As áreas emocionais (amygdala) respondem mais fortemente a imagens desfocadas
- ◆ As áreas de reconhecimento de faces respondem a imagens nítidas



8 - A arte como mensagem codificada para o cérebro

A eficiência do impressionismo (Uma interpretação neurológica)

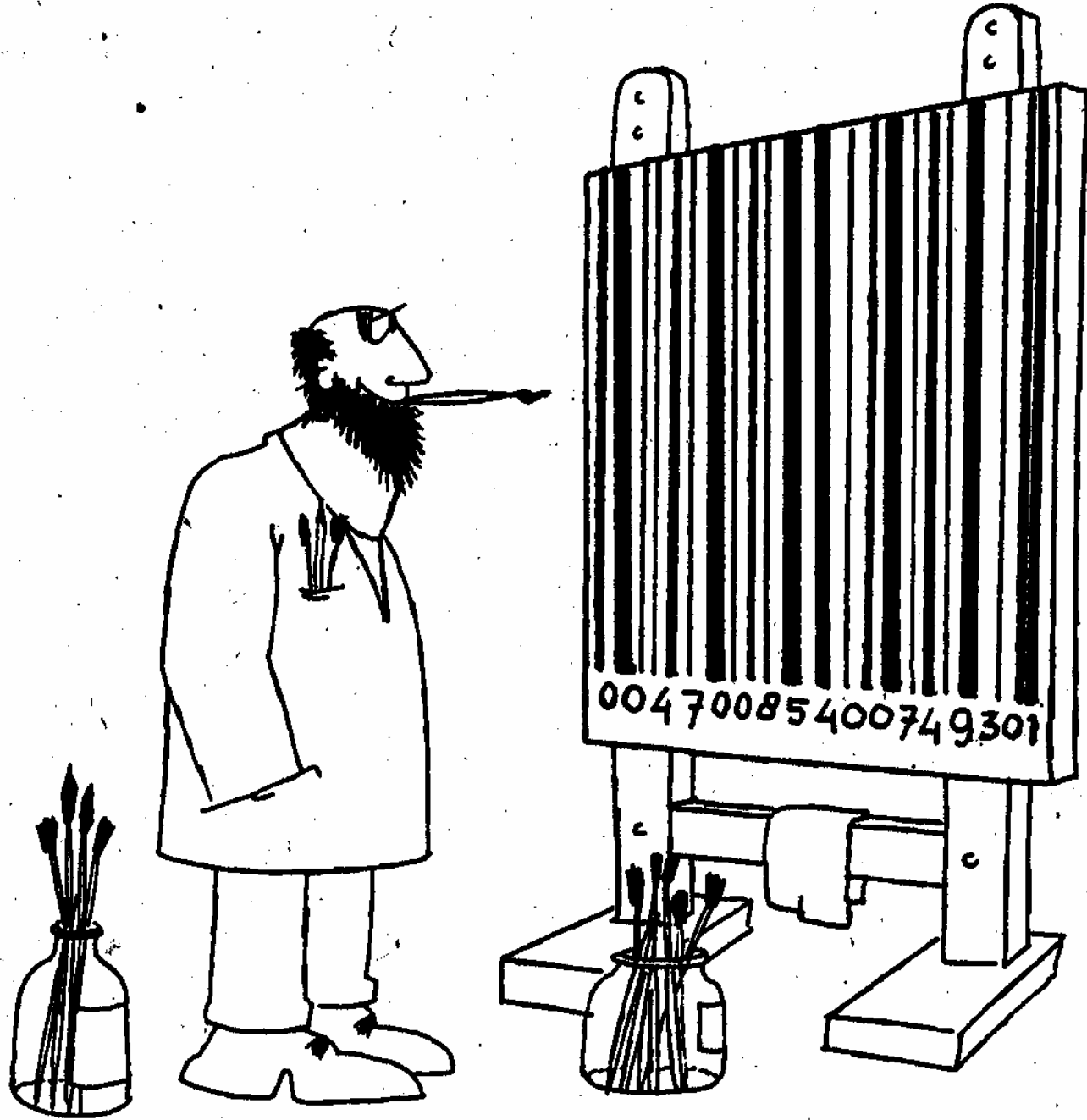
As imagens desfocadas apelam directamente para os centros emocionais no cérebro, enquanto que as pinceladas imprecisas distraem os centros de reconhecimento de faces.



A vibrant sunset scene. The sky is a deep, uniform red, with a bright, glowing sun in the upper center. The sun has a starburst effect. Below the sky, the silhouettes of mountains are visible against the red background. The foreground shows the surface of the sea, which is shimmering with golden light from the setting sun.

Fim

<http://label2.ist.utl.pt/vilela/>



ORK