

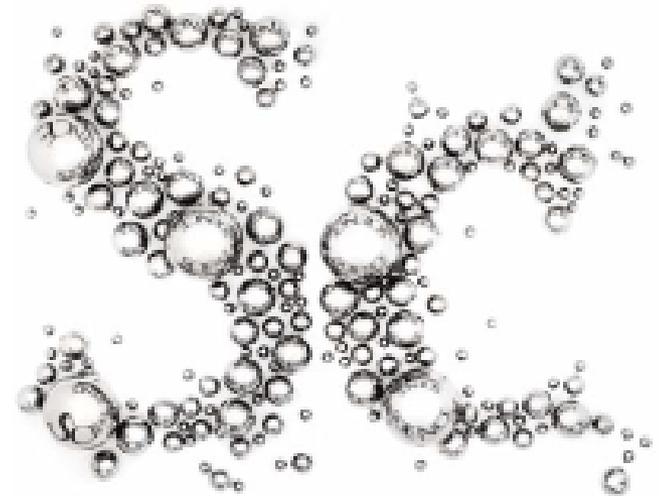
LIMITES DA CIÊNCIA

Luís Alcácer
29 Fev. 2008

A CIÊNCIA
TERÁ LIMITES?

IS SCIENCE
NEAR ITS LIMITS?

CONFERÊNCIA GULBENKIAN
LISBOA 25,26 OUTUBRO 2007



<http://www.gulbenkian.org/cienciateralimites/main.htm>

Os obstáculos que se colocam à ciência advêm da ignorância, iliteracia e indiferença dos políticos, dos *media* e de grande parte da sociedade, e sobretudo da crescente onda de irracionalidade, fundamentalismo e superstição que paira sobre nós.

Luís Alcácer,

http://dererummundi.blogspot.com/2007/10/cincia-ter-limites_29.html

...

... a mensagem transmitida pelos cientistas foi a de que o progresso científico não está limitado na actualidade nem no futuro previsível. Isto é, observadas de dentro, a ciência e a investigação científica não têm limites.

...

... os limites, barreiras, fronteiras, demarcações, condicionantes e condições aparecem quando se olha de fora para a ciência. Estão ligados com o facto de a ciência ser, como todas as outras, uma actividade social que é praticada numa sociedade altamente mediatizada.

João Caraça, Público, 21 de Novembro de 2007

Antes de começar a filosofia (ciência), os gregos tinham uma ideia sobre a natureza de carácter religioso ou ético.

"Physis kruptesthai philei" = A natureza gosta de se ocultar
Heráclito, (ca 535-475 BC)

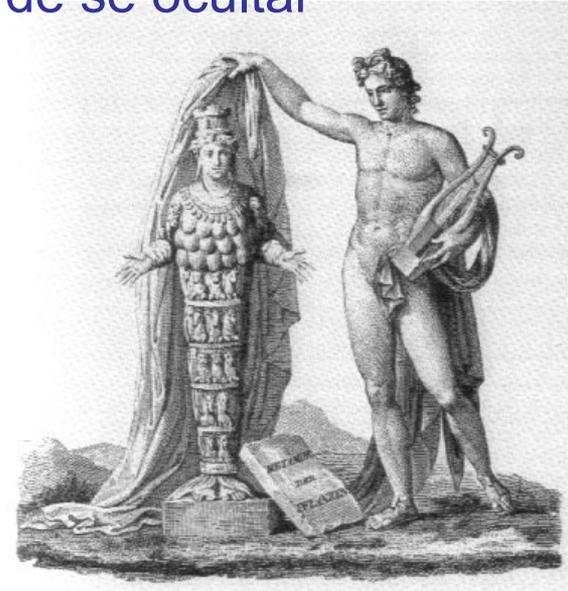
Relação Homem — Natureza

Antes da Ciência: monólogo



Natureza
como deusa

Isis



Apolo levanta o véu que cobre a estátua da Natureza, representada pela deusa Artemisa de Éfeso.

Depois da Ciência: diálogo

É provável, diria mesmo, quase certo, que a ciência, tal como a conhecemos, venha, mais tarde ou mais cedo, a dar lugar a uma nova época de obscurantismo, com eventuais grupos de "empresas" ou "gurus" detentores únicos do conhecimento científico e tecnológico, secreto, que fornecerão os "telemóveis" e os "gadgets" de então, limitando-se o comum habitante do planeta ou talvez até, apenas uma pequena elite, a utilizá-los como objectos mágicos.

Luís Alcácer

http://dererummundi.blogspot.com/2007/10/cincia-ter-limites_29.html



... o que os media deixam transparecer da ciência é apenas o seu aspecto mágico. Isto nos raros casos em que a ciência é notícia. E quando é notícia, é porque promete uma tecnologia milagrosa.

Umberto Eco, *"A Passo de Carangueijo"*, Difel, S.A. 2007, pag 120.

Através da magia, podemos saltar directamente da causa para o efeito sem passar por quaisquer fazes intermédias.

Magia:

Espetamos um alfinete num boneco que representa o nosso inimigo e ele morre. Dizemos umas palavras mágicas e o doente cura-se.

Tecnologia:

O utilizador carrega numas teclas do seu telemóvel e, instantaneamente fala com o amigo que está na Austrália. Carrega num botão no seu computador pessoal, lê o New York Times on-line, e compra um bilhete para um espectáculo na Broadway, para daqui a um mês. O cientista acaba de fazer uma experiência, envia o resultado por e-mail, para um amigo em Singapura, que interpreta os resultados, escreve o resto de um artigo e envia para uma revista científica on-line.

E ninguém faz a mínima ideia de como isso tudo acontece!

Para os *media* e políticos: **tecnologia = software.**

Desilusão da ciência

Movimentos Anti-Ciência

Dois livros

"The Coming of the Golden Age: a View of the end of Progress"
Gunther Stent, 1969.

J. Horgan, The End of Science.
Addison-Wesley, Reading, Mass. (1996)

Pós-modernismo Ciência é posta em causa como fonte de verdade.

Alan D. Sokal, "*Transgredir fronteiras: para uma hermenêutica transformativa da gravitação quântica*", Social Text #46/47, pp. 217-252 (1996).

http://www.physics.nyu.edu/~as2/transgress_v2/transgress_v2_singlefile.html

Limites éticos



Um médico alemão conduz investigação etnológica interrogando uma mulher cigana.

NATURE, VOL 405, 15 JUNE 2000

Limites éticos e morais como este, estão na ordem do dia, na altura em que a ciência está provavelmente à beira de criar vida biológica artificial.

A Ciência Vista pelos Cientistas

Na perspectiva dos cientistas, os limites da ciência têm que ver com a condição do homem enquanto dialogante com a natureza.

A ciência não só descreve e explica a natureza; é parte do diálogo entre a natureza e nós; descreve a natureza tal como ela se expõe aos nossos métodos de inquirição.

Werner Heisenberg

Limites da Condição Humana

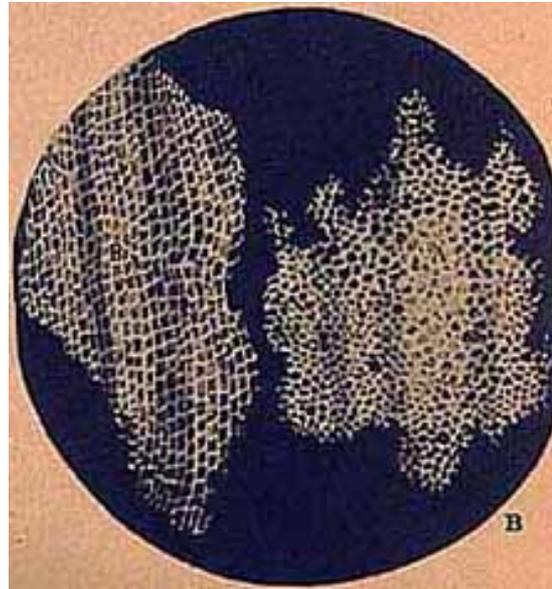
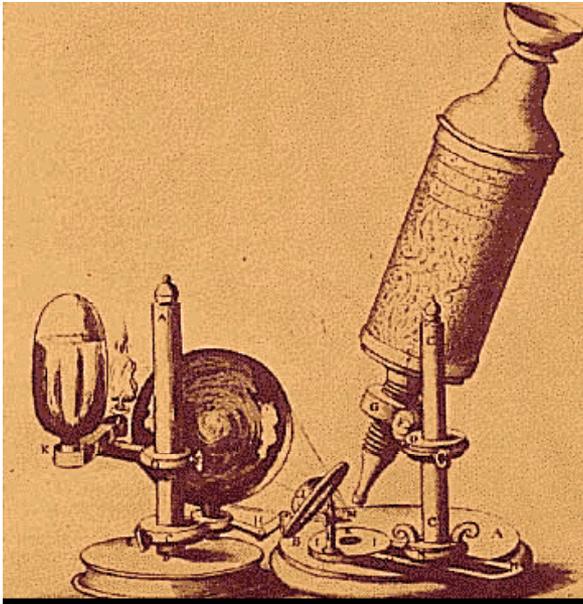
Quando questionamos a natureza, definem-se, de certo modo, **horizontes**: o maior do que nós, o **macrocosmo** e o mais pequeno do que nós, o **microcosmo**.

A ciência começou por investigar o maior do que nós, os astros.

O telescópio óptico deu lugar ao radiotelescópio e aos observatórios no espaço.

O telescópio e o microscópio foram desenvolvidos, em paralelo, nos séculos XVI e XVII

Microcosmo



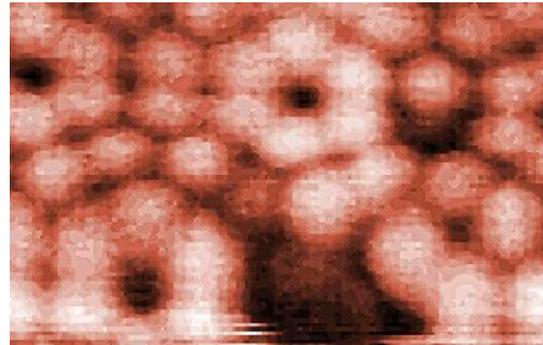
Microfotografia de folhas de cortiça feitas por Robert Hooke e publicadas, em 1665, no seu livro *Micrographia*.

...estes poros ou células ... foram, na verdade, os primeiros poros microscópicos que vi, e talvez jamais vistos, pois nunca encontrei alguém que os tivesse mencionado antes.

<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/images/hookecork.jpg>



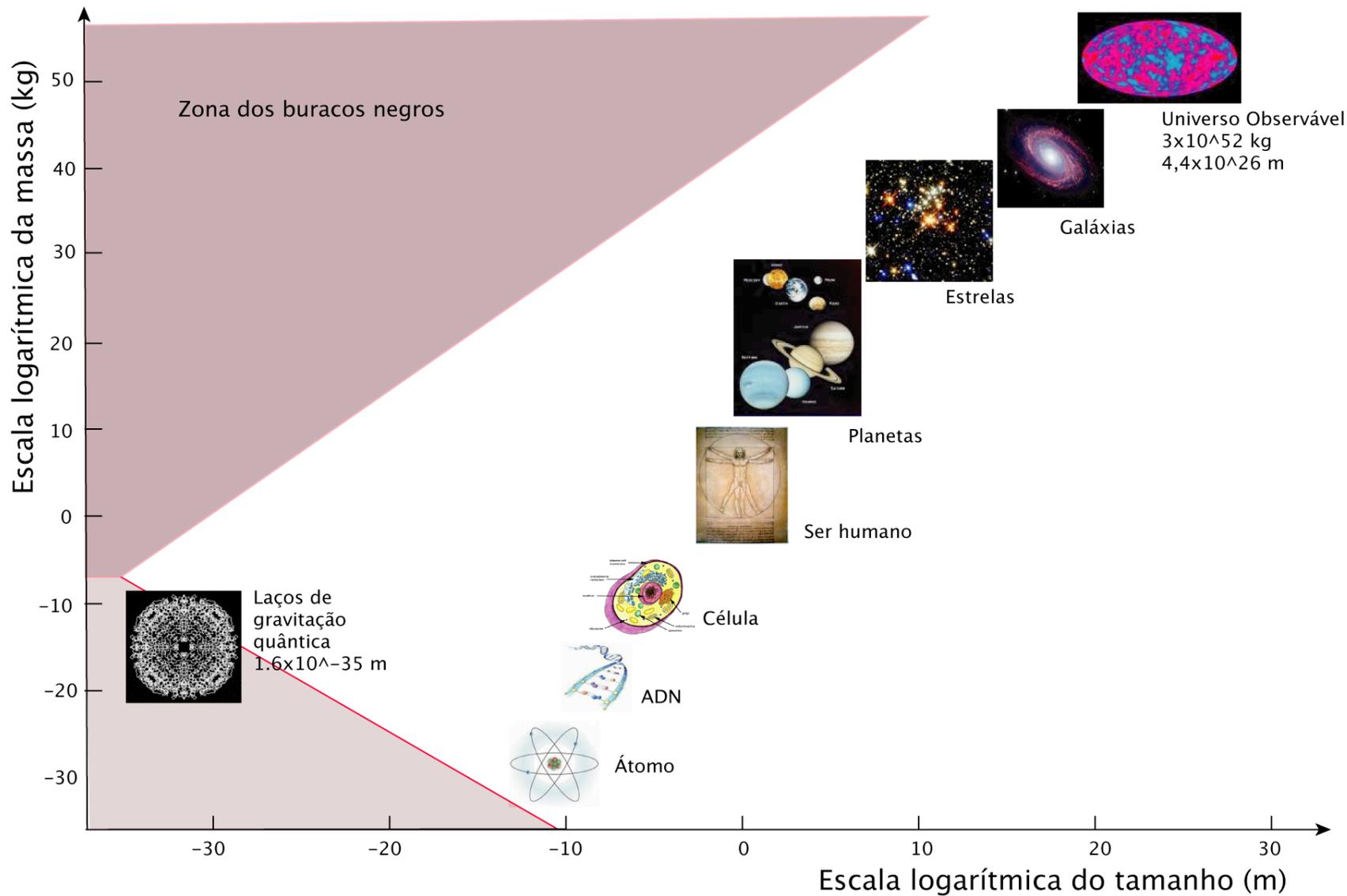
AFM no nosso Lab do IT/IST



Átomos numa superfície de silício
Imagem AFM

Wayne State University
Nanomechanics Laboratory

Horizontes



Limites Profundos

Será que neste diálogo com a natureza, teremos limitações impostas pela nossa capacidade mental?

É claro que aquilo que podemos observar será apenas uma parte diminuta da realidade física. Já Platão referia essa limitação na sua alegoria da caverna.

Há quem diga que o teorema de Gödel, impõe limites à ciência.

Pergunta:

Se a lógica tradicional não impediu a MQ porque haveria o teorema de Gödel impedir o avanço da ciência?

Cuenta la historia que en aquel pasado
Tiempo en que sucedieron tantas cosas
Reales, imaginarias y dudosas,
Un hombre concibió el desmesurado

Proyecto de cifrar el universo
En un libro y con ímpetu infinito
Erigió el alto y arduo manuscrito
Y limó y declamó el último verso.

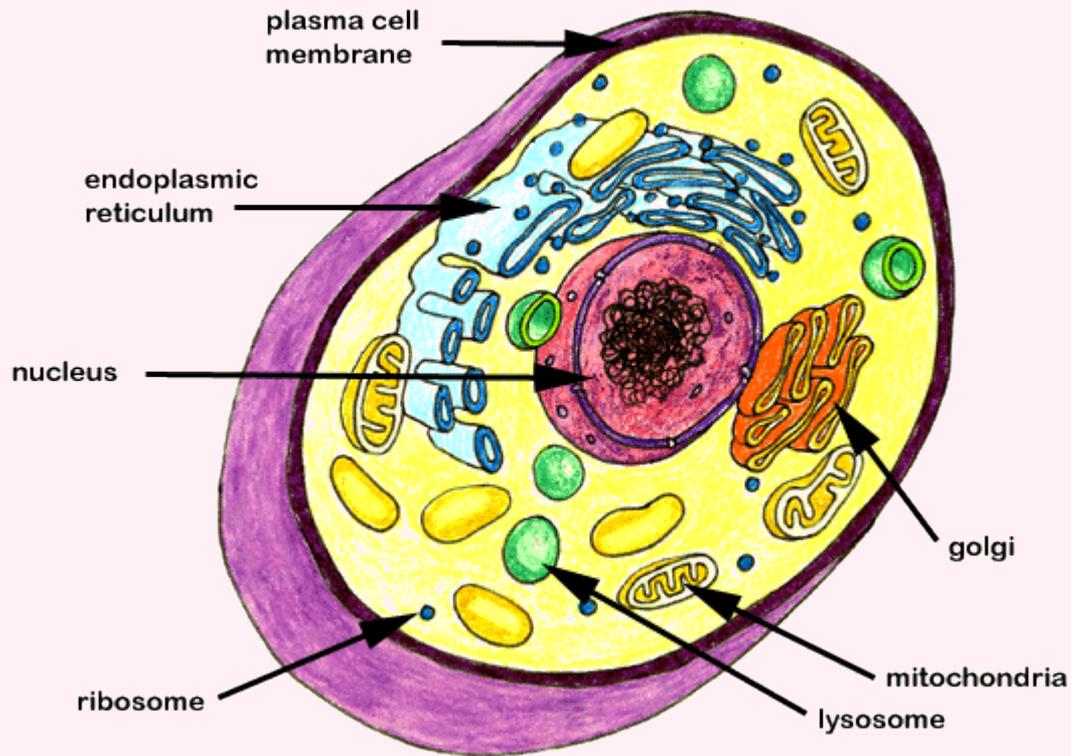
Gracias iba a rendir a la fortuna
Cuando al alzar los ojos vio un bruñido
Disco en el aire y comprendió, aturdido,
Que se había olvidado de la luna.

La historia que he narrado aunque fingida,
Bien pude figurar el maleficio
De cuantos ejercemos el oficio
De cambiar en palabras nuestra vida.

Siempre se pierde lo esencial. Es una
Ley de toda palabra sobre el numen.

Jorge Luis Borges
La Luna

...



Dimensões: 10 - 100 μm

Numa célula viva há cerca de 10 000 proteínas que se movem de modo organizado.

Cada célula sabe a sua posição no organismo, pensa-se que, *comunicando* com as vizinhas.

A origem evolutiva da célula está relacioanda com a origem da vida.

Não se sabe quase nada!

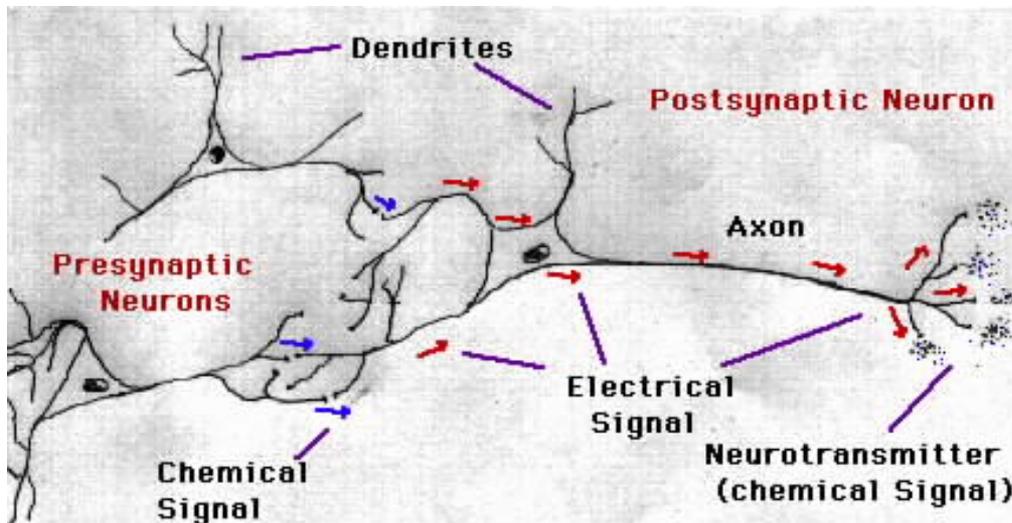
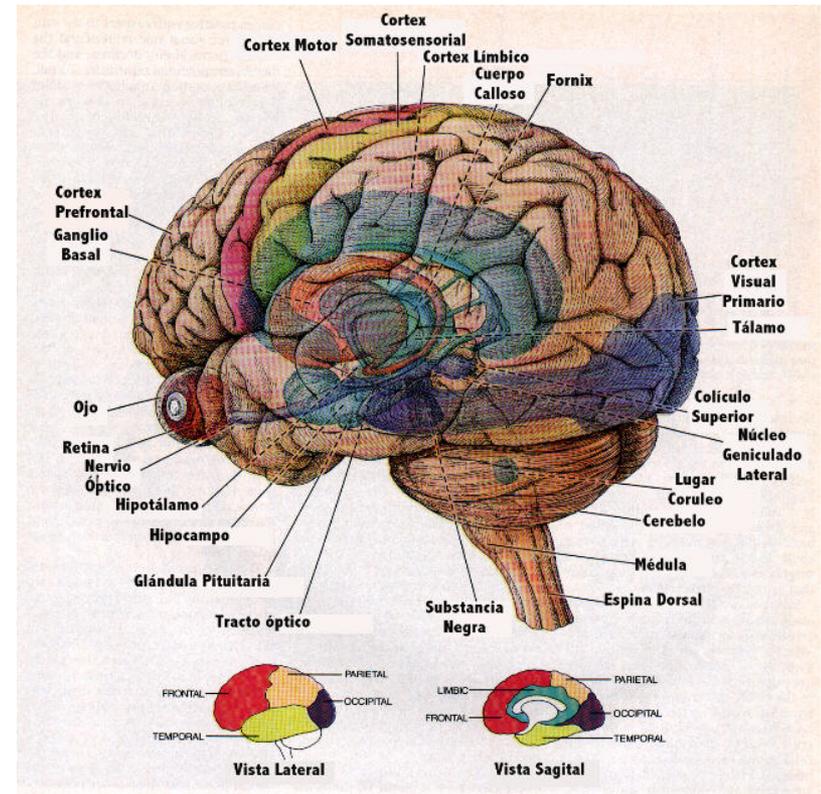
Célula

O Cérebro Humano

~ 10^{11} neurónios

~ 10^4 ligações sinápticas por neurónio

~ 10^6 km de ligações



As grandes questões que se colocam à química:

- Qual é a base química da célula viva?
- Qual a base química do pensamento e da memória?
- Como começou a vida na terra, e como e onde poderá começar noutros mundos?
- Como poderemos fazer o "design" de moléculas com funções e dinâmicas específicas?
- Como poderemos fabricar os materiais necessários para o futuro, nas áreas da energia, da indústria aeroespacial e da medicina?
- Como poderemos explorar todas as possíveis combinações de todos os elementos químicos?

É possível criar um ser vivo artificial a partir de matéria inorgânica?

Em Junho de 2007, um grupo de cientistas submeteu um pedido de patente para um método de criar um "organismo sintético". O pedido de patente, do Instituto J. Craig Venter, reclama propriedade exclusiva de um conjunto de genes e de um organismo sintético vivo, que pode crescer e replicar-se, feito a partir desses genes.

Mais recentemente a equipa de Craig Venter publicou um relato de mais um passo no processo de criação de vida artificial, criando, em laboratório, o primeiro genoma sintético de uma bactéria, um passo considerado crucial para a criação de uma forma de vida artificial

A vida parece ser comportamento ordenado da matéria, não baseado na tendência para passar da ordem à desordem, mas sim na ordem existente, que se perpetua, ou mesmo na passagem da desordem à ordem (auto-organização ou *self-assembly*).

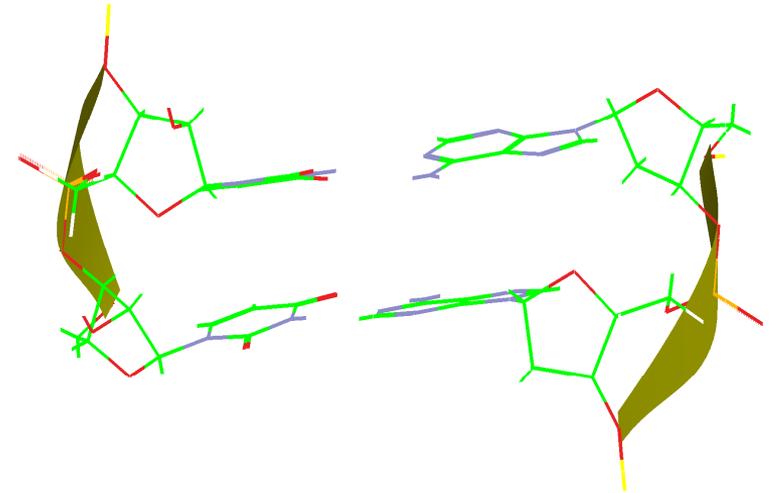
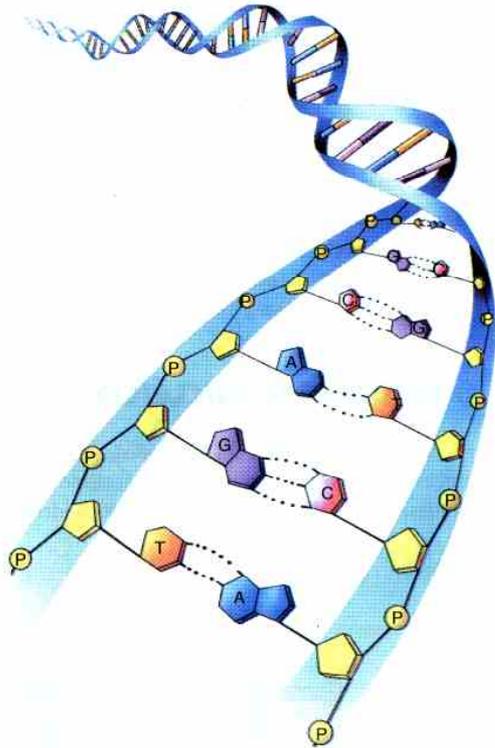
Parece violar a segunda lei da Termodinâmica.

A matéria viva alimenta-se de entropia negativa!

O gene é necessariamente estável!

Essa estabilidade de moléculas e agregados só se pode explicar, pela ligação química e pelas interações intermoleculares (e.g., ADN = 2 hélices enroladas uma sobre a outra!) — QUÍMICA QUÂNTICA

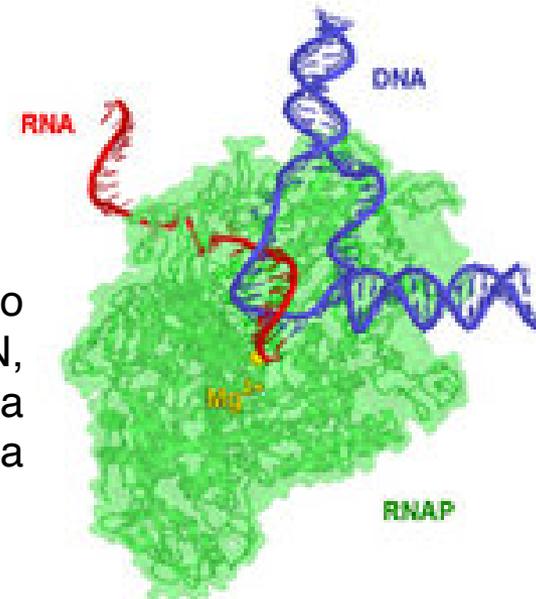
Auto-organização e auto-agregação (self-assembly)



uma pequena parte de uma cadeia de ARN e uma parte de ADN

Interacções de van der Waals

interacção entre o
ARN e o ADN,
associados a uma
enzima



Os sistemas auto-organizados apresentam muitas vezes propriedades ***emergentes***.

O conceito de ***emergência*** surge associado à complexidade.

Já Aristoteles, há mais de 2000 anos, escrevia na *Metafísica*, que "o todo é algo de diferente e acima das suas partes, e não apenas a soma de todas elas.

Foi no entanto no século XIX que essa ideia surgiu entre os biólogos para explicar como alguns aspectos dos seres vivos são estáveis e reprodutíveis, enquanto que as leis microscópicas da química donde descendem são aleatórias e probabilísticas.

Os especialistas consideram que os fenómenos emergentes são governados por regras de selecção, que controlam o modo como os agentes interactuam uns com os outros. Essas regras são muitas vezes expressas em modelos matemáticos. É curioso como um pequeno conjunto de regras simples pode gerar comportamentos de grande complexidade.

Teoria Quântica

A teoria quântica explica o quadro periódico dos elementos e a razão pela qual as reacções químicas acontecem.

Dá previsões exactas sobre a operação dos lasers e microchips e explica a estabilidade do ADN.

Para o cidadão comum, a teoria quântica é algo de misterioso. Os seus conceitos têm sido comparados à filosofia oriental e usados para explorar os segredos da consciência, do livre arbítrio e do paranormal.

O princípio de incerteza de Heisenberg é o arauto do fim do determinismo.

Os pós-modernistas rejubilam pela subjectividade da realidade física.

O adjectivo *quântico* é sinónimo de *poder mágico*, como por exemplo, na chamada *medicina quântica*.

Que problemas tem ainda a mecânica quântica?

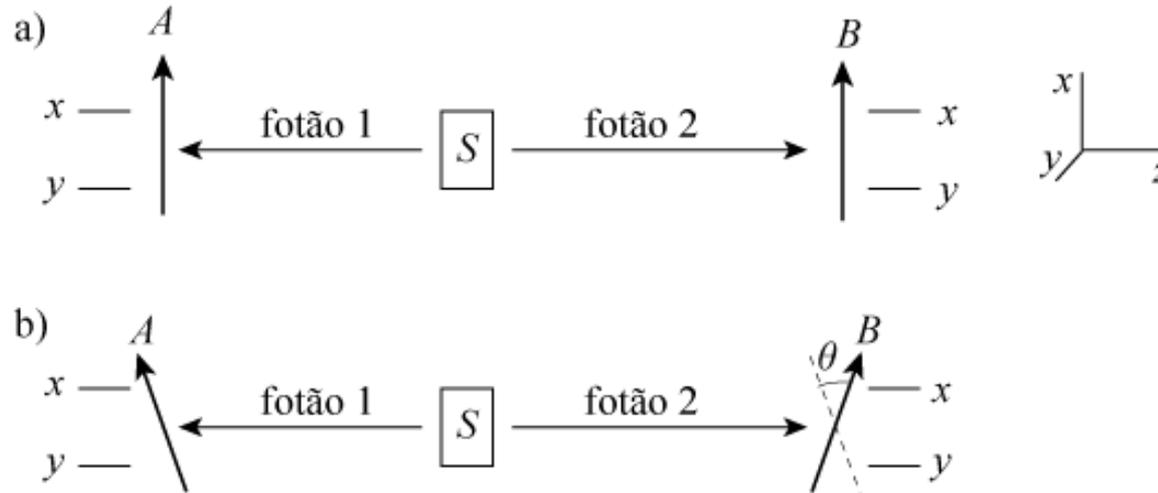
Um dos problemas consiste em pretender usar indevidamente a teoria quântica no seu formalismo mais elementar, apenas aplicável a sistemas isolados e como um todo. Os sistemas reais são sistemas de muitas partículas, cuja individualidade é questionável.

Os electrões num átomo ou numa molécula não são partículas individuais identificáveis.

O problema da dualidade onda-partícula está mal colocado! Einstein tinha razão ao dizer que era um disparate considerar duas descrições, uma de onda e outra de partícula, para uma única realidade.

A de partícula nitidamente não serve, pois há muitos fenómenos que contradizem essa hipótese.

Experiência de Aspect (1982) [Phys.Rev.Lett.]



um par de fótons é gerado numa fonte S , saindo cada uma para seu lado, em direcção aos analisadores A e B .

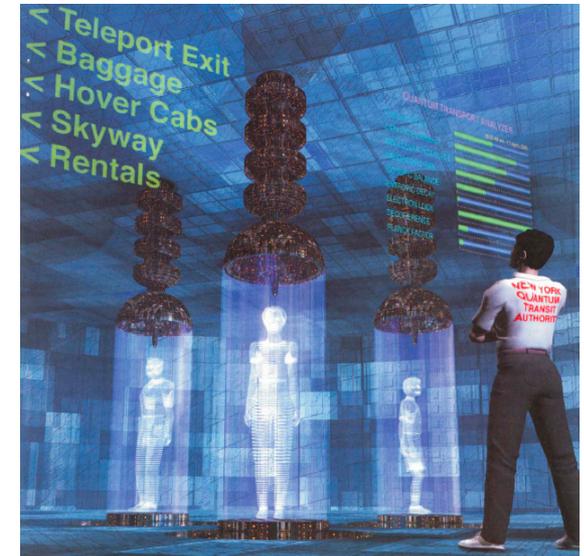
Probabilidade de serem detectados com a mesma polarização:

$$\text{Prob} = \cos^2\theta$$

Acção fantasma a distância (Einstein)?

Interacção vudu?

Percepção extrassensorial?



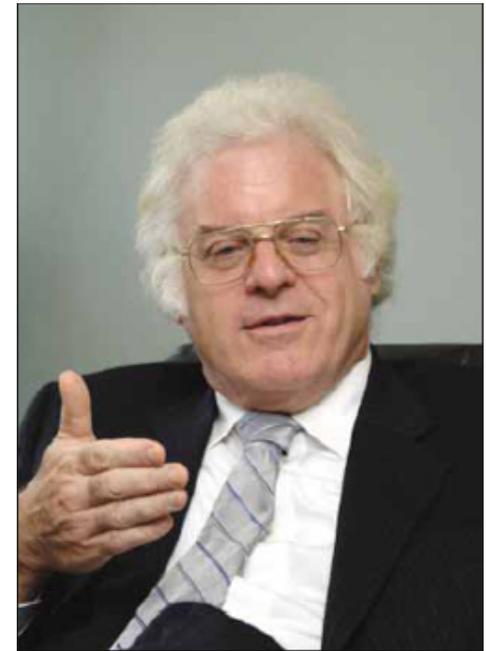
Teleportação (Star Trek)

Os físicos dizem que os fótons estão entrelaçados!

O **entrelaçamento quântico** é difícil de acreditar porque o **fenômeno emergente**, que nos permite controlá-lo, e que é a **descoerência**, é difícil de observar.



①



Robert Laughlin

1998 Nobel Prize in physics for his explanation of the fractional quantum Hall effect.

Todos sabemos que as sociedades humanas se organizam. Mas também é verdade que a natureza se organiza, e que os princípios pelos quais o faz é o principal tema da ciência moderna

A mecânica quântica tem a forma que tem por razões históricas.

Foi assim que foi sendo criada, ao longo das três primeiras décadas do século XX.

Certamente que a evolução poderia ter sido diferente, provavelmente chegando a conclusões coerentes com as actuais.

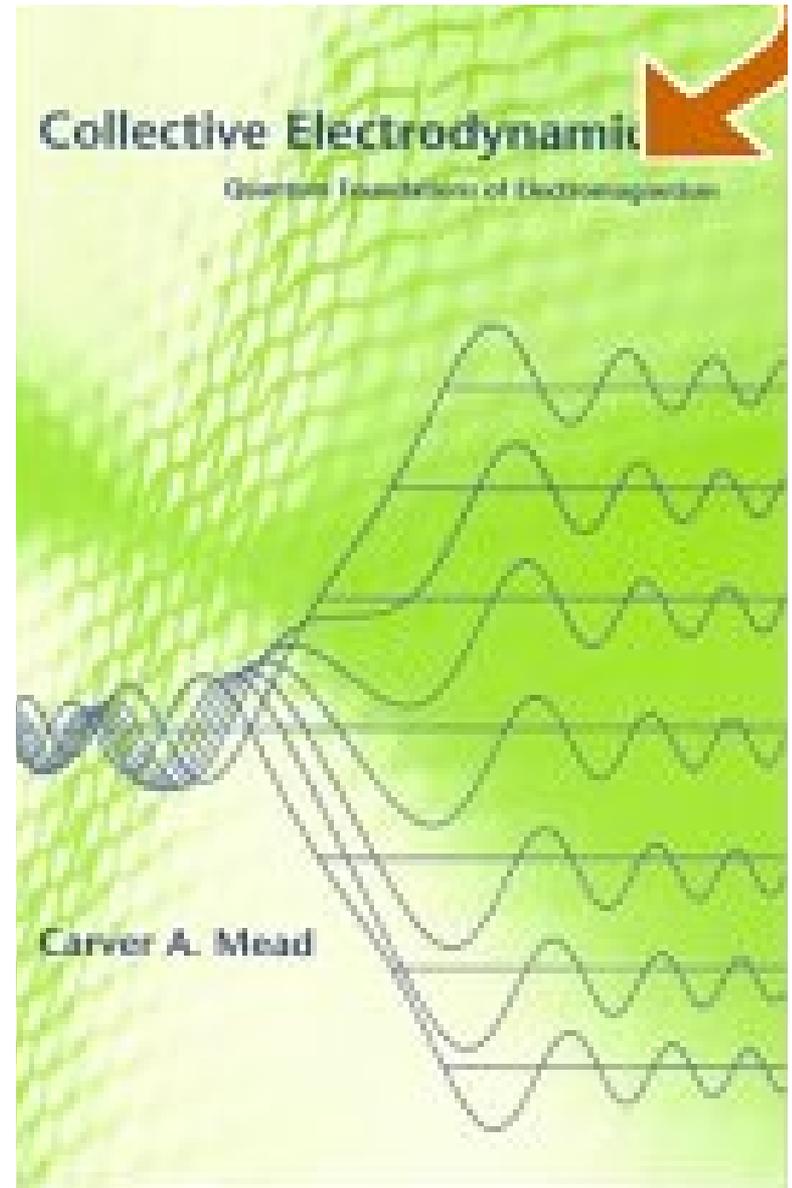
Robert Laughlin defende que algumas das questões da MQ difíceis de entender decorrem da natureza *emergente* das medidas feitas sobre sistemas de componentes microscópicas configuracionalmente entrelaçadas.

Será possível construir a teoria quântica a partir dos fenómenos quânticos macroscópicos ?

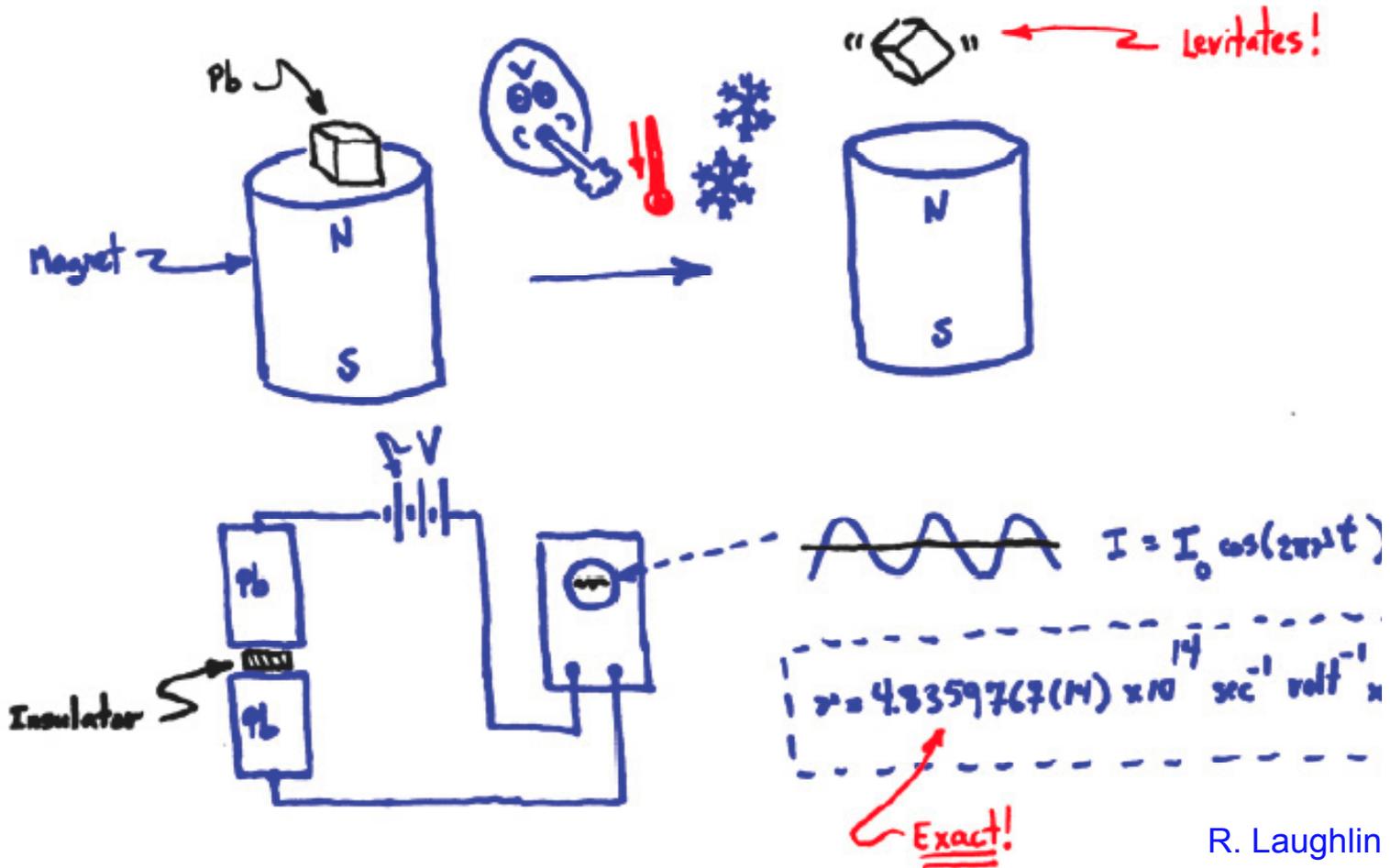
Por exemplo: supercondutividade (1911)



Carver Mead



Superconductivity



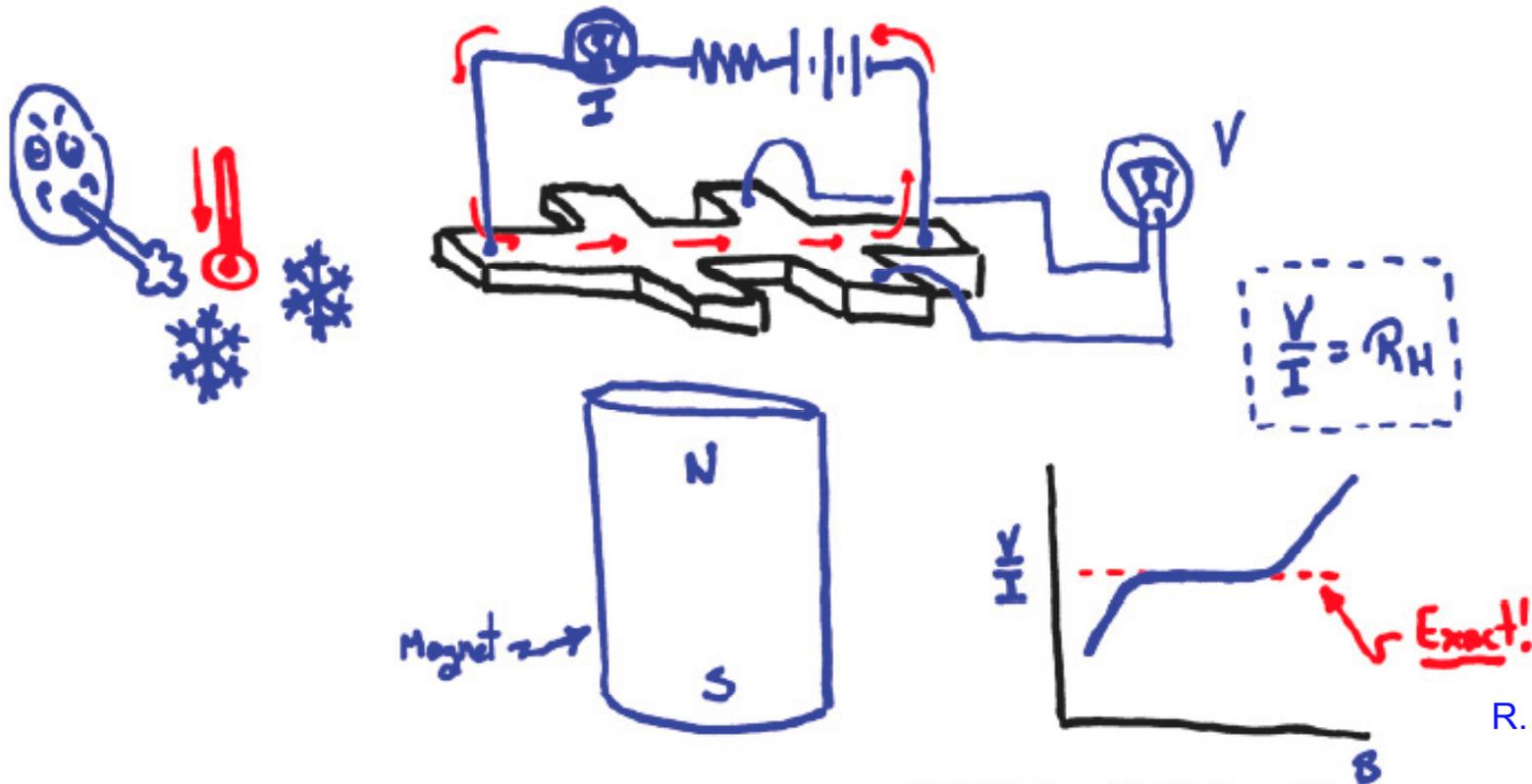
R. Laughlin

A constante de Josephson (inverso do quantum de fluxo) relaciona a carga elementar com a constante de Planck, e pode ser medida com a precisão de 1 em 10^8 . O seu valor é independente de do tamanho, da forma ou composição do anel.

$$v_J = \frac{2e}{h} = 4.83597891(12) \times 10^{14} \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$$

CODATA 2006

Quantum Hall Effect



R. Laughlin

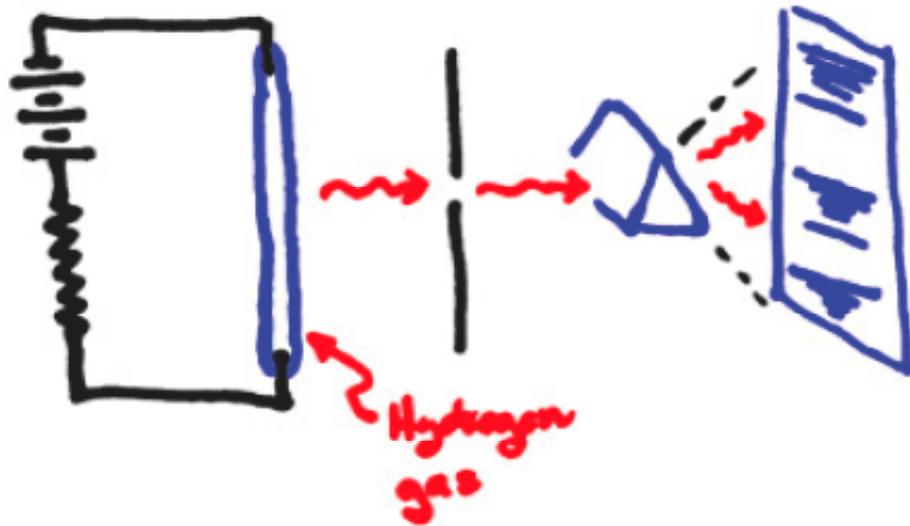
$$R_H = \frac{h}{e^2} = 2.58128056(12) \times 10^4 \, \Omega$$

CODATA 2006

$$\nu_J = \frac{2e}{h} = 4.83597891(12) \times 10^{14} \, \text{s}^{-1}\text{V}^{-1}$$

$$h = 6.626\,068\,96(33) \times 10^{-34} \, \text{J s}$$

"Fundamental" Exactness



$$\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right]$$

Integers

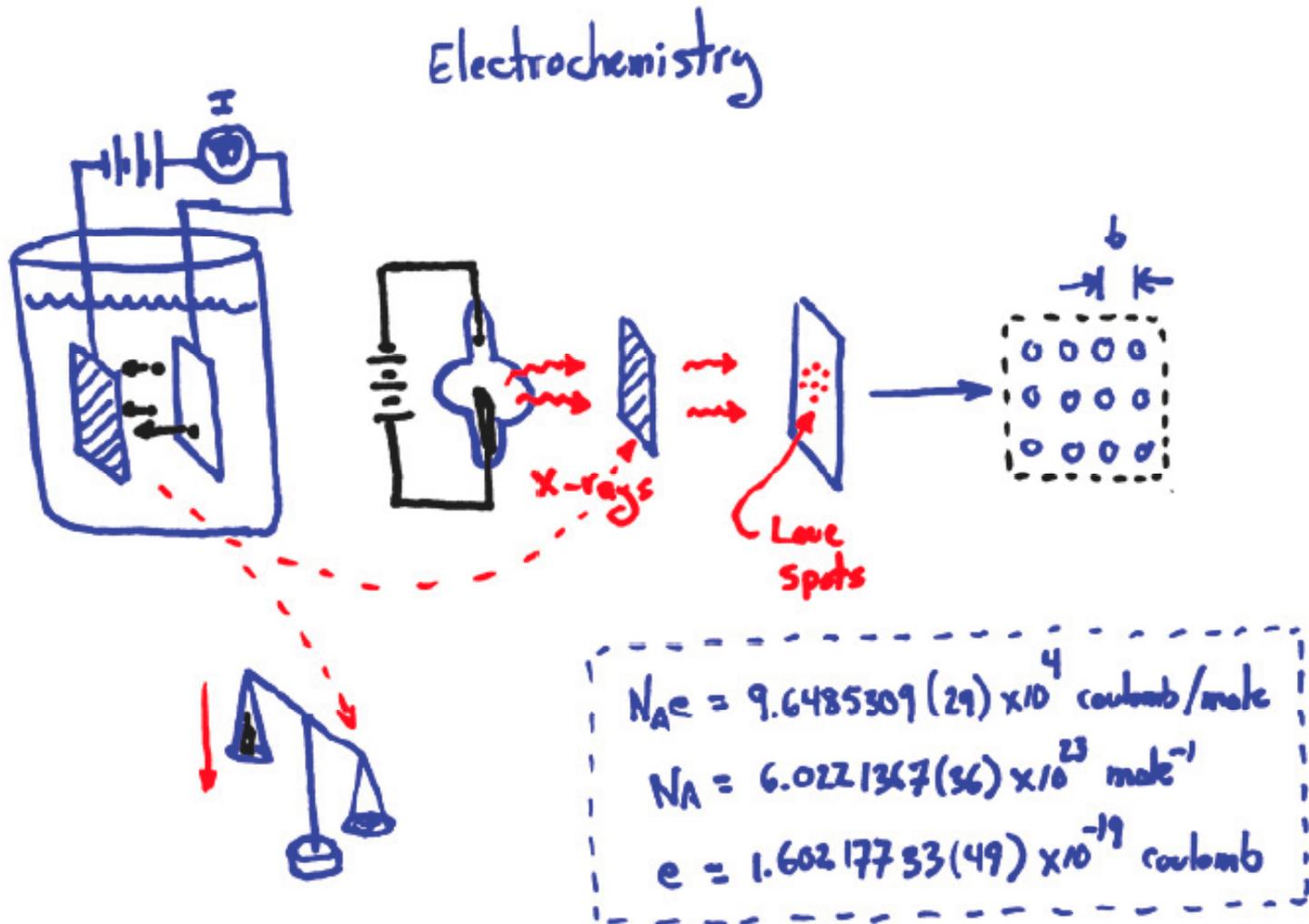
R. Lauchlin

$$R = 10\,973\,731.568\,527(73) \text{ m}^{-1}$$

CODATA 2006

R = constante de Rydberg : precisão 1 em 10^{14}

A carga elementar pode ser determinada com uma experiência de electroquímica:



R. Laughlin

$$e = 1.602\,176\,487(40) \times 10^{-19} \text{ C}$$

CODATA 2006

Estes valores mostram que se podem medir as *grandezas básicas* que descrevem a realidade física com uma precisão enorme, sem lidar directamente com elas.

Pergunta:

Não seria sensato procurar partir destes fenómenos relativamente fáceis de compreender para edificar a teoria quântica, que levanta tantos problemas de compreensão e de interpretação, embora o seu edifício formal seja extremamente robusto e coerente.

Como disse Heisenberg, "se um átomo não pode ser visto, então não é um conceito com **significado**".

O conceito de determinismo é talvez um mito.

"A base da visão da física clássica era a convicção de que o futuro é determinado pelo presente, que uma análise cuidadosa do presente permite prever o futuro. No entanto, nunca isso foi mais do que uma possibilidade teórica. Contudo, em certo sentido, esta ilimitada predictibilidade era um elemento essencial à imagem científica do mundo físico. Podemos até chamá-la o mito fundador da ciência clássica.

Ilya Prigogine

Mas, sem alguma espécie de determinismo, talvez o universo não fizesse sentido e muito menos nós próprios.

Igualmente poderosa é a lógica, descendente directa do determinismo.

É com base nessas convicções que somos capazes de fazer previsões.



Não chegámos ao fim da ciência, mas sim ao fim do pensamento reducionista.

Robert M. Laughlin

Reduccionismo:

Os sistemas complexos podem ser sempre explicados por redução às suas partes constituintes mais simples.



Vieira da Silva. Egipto³⁷



Jackson Pollock - Alchemy, 1947. Oil, aluminum, enamel paint, and string on canvas, 45 1/8 x 87 1/8 inches. Peggy Guggenheim Collection. 76.2553.150. Jackson Pollock © 2007 The Pollock-Krasner Foundation/ Artists Rights Society (ARS), New York.

Há duas razões para suspeitar que as pinturas de Pollock podem ter geometria fractal.

Ao mover-se à volta da tela, estendida no chão, o artista deixa a tinta voar de todos os ângulos, usando todo o seu corpo.

Sabe-se que os movimentos do corpo humano têm propriedades fractais, quando as pessoas retomam o equilíbrio, e os filmes de Pollock parecem mostrar que ele pintava num estado de *desequilíbrio controlado*.

Em segundo lugar, o derramar e o pingar da tinta, podem ser processos *caóticos*.

Richard Taylor, Univ. of Oregon

Analizou 14 Pollocks, 37 imitações e 46 de origem desconhecida

Pollock-Krasner Foundation

NATURE, Vol 439, 9 February 2006

As tintas de Jackson Pollock não se auto-organizaram por si, dando a estrutura emergente que nós admiramos.

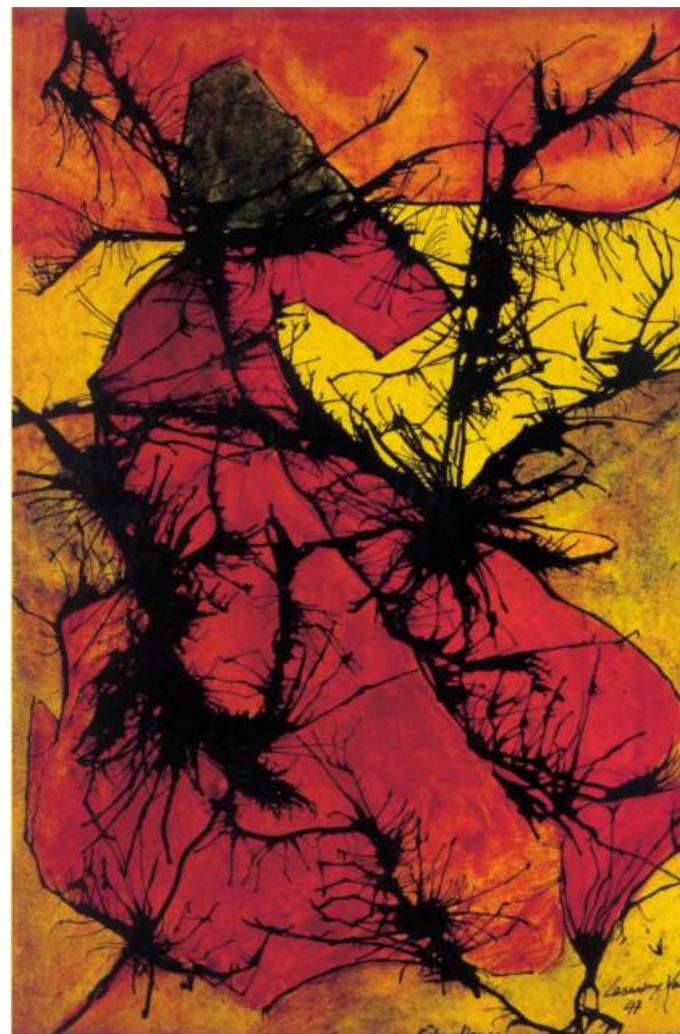
Foi preciso o input do génio de Jackson Pollock.



Vieira da Silva, Cidade ⁴⁰



Figuras de sopra, 1947
Óleo, tinta-da-china e verniz industrial sobre platex
37,5 x 24,5 cm



Mário Césariny de Vasconcelos



Guião da lição:

<http://www.lx.it.pt/~alcacer/Licao.pdf>