

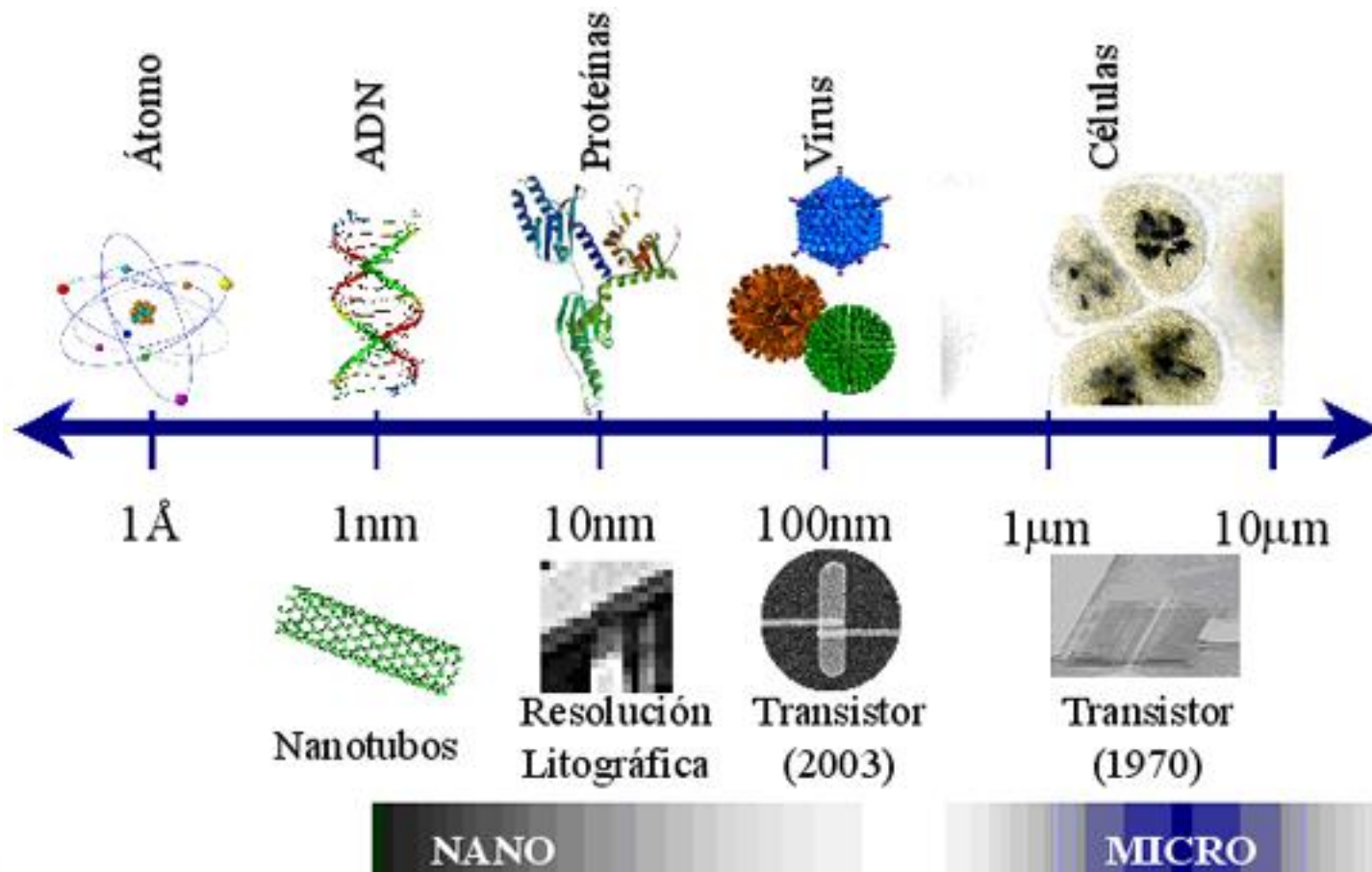
IV EEEFis-RS

O admirável mundo nano

Naira Maria Balzaretta

**Centro de Nanociência e Nanotecnologia – CNANO
UFRGS**

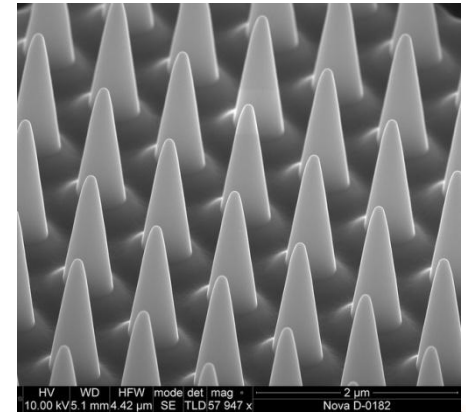
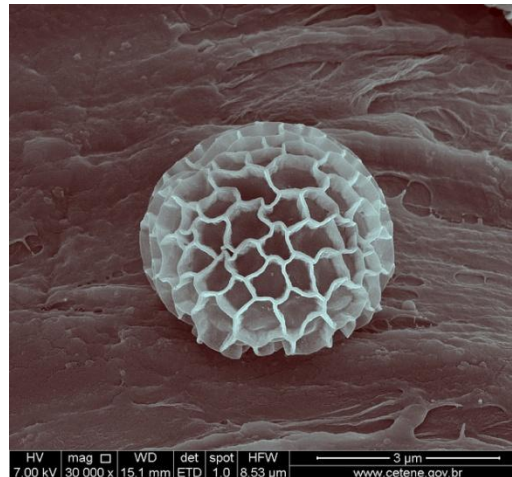
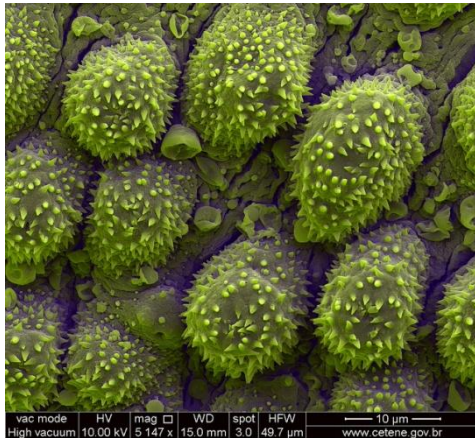
Dimensões



Nanociência e Nanotecnologia

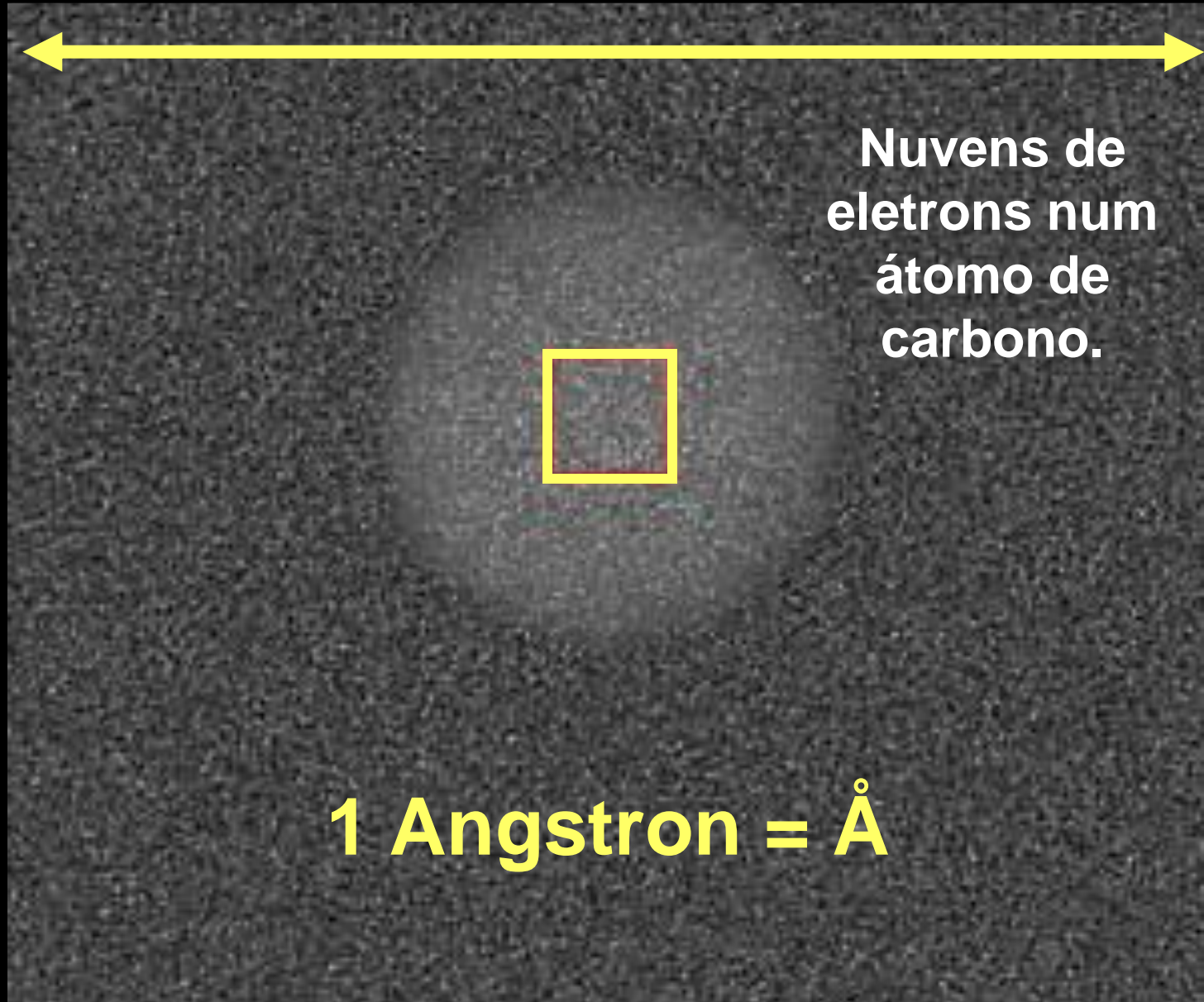
"Qualquer pesquisa fundamental ou aplicada que envolva a produção, com controle, de sistemas nanoestruturados, nanodispositivos, nanopartículas ou outra arquitetura em nanoescala, assim como seus estudos de caracterização, impacto social, econômico, ambiental e de regulação."

Dimensões: 1 a 100 nm

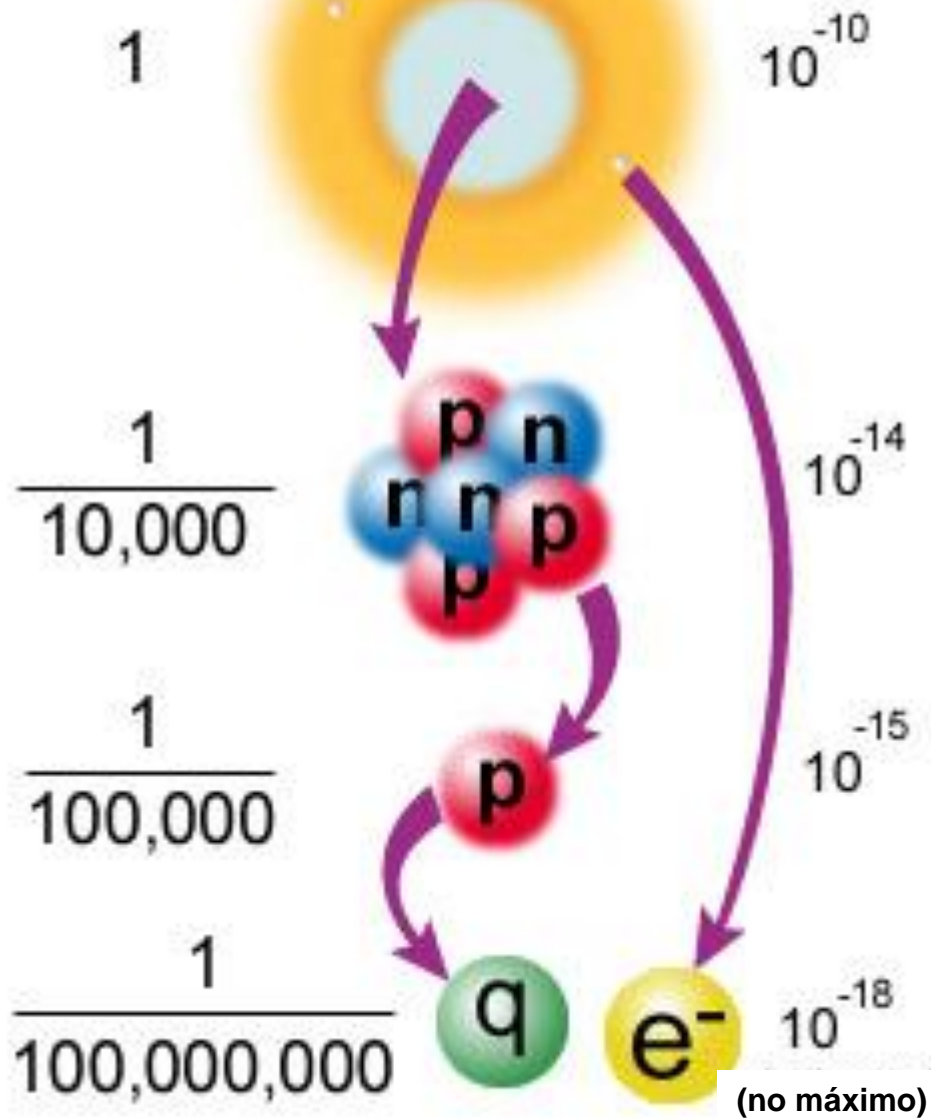


1 Angstrom = Å

10^{-10} metros



átomos metros



Marco inicial da nanociência:

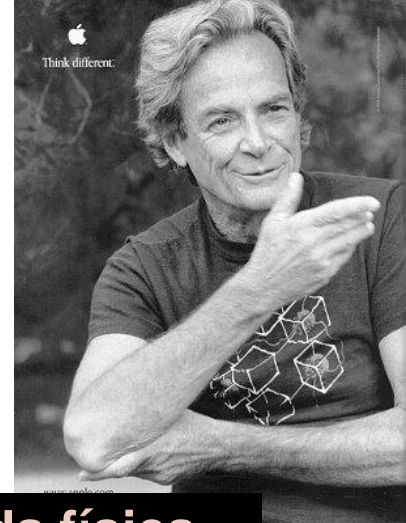
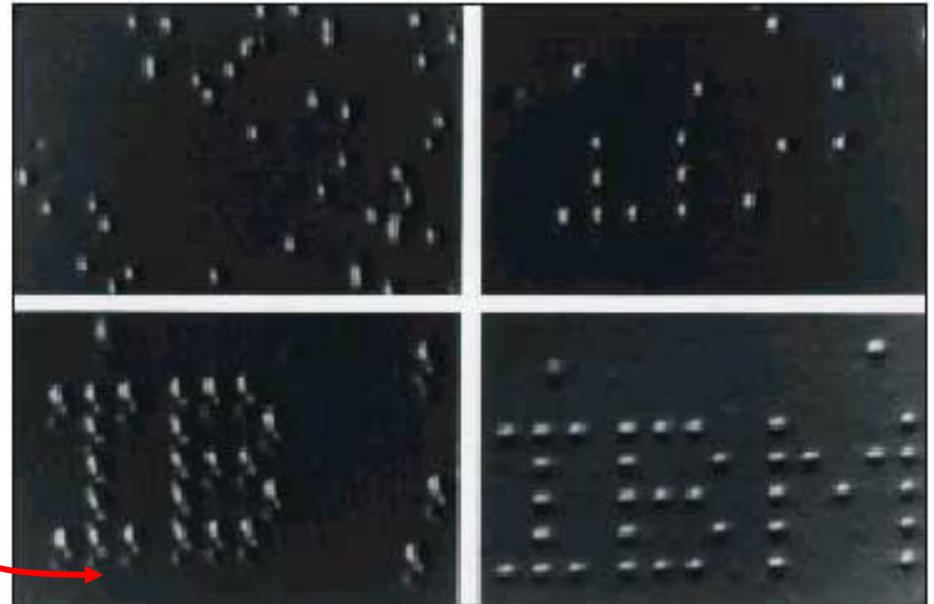
“There is plenty of room at the bottom”
Richard Feynman, 1959


Reunião Anual da American Physical Society

1959 – Não há nenhuma violação das leis da física nos princípios da nanomanipulação. É apenas uma questão de tempo.



1990 – REALIDADE !
Átomos de Xenônio





Quando chegamos ao mundo muito, muito pequeno - digamos circuitos de sete átomos – temos uma grande quantidade de novas coisas que devem acontecer e que representam oportunidades completamente novas de *design*.

O comportamento dos átomos numa escala nanométrica é modelado pelas leis da mecânica quântica.

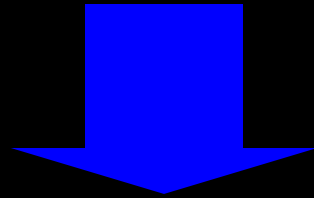
Ferramental teórico e experimental

Richard Feynman

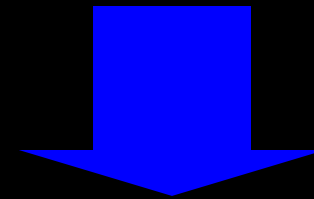
Plenty of Room at the Bottom (1959)



Novos Materiais/Escala



**Propriedades físicas, químicas
e biológicas diferenciadas**



NANOTECNOLOGIA

- *“Desenvolvimento de pesquisa e tecnologia nas escalas atômica, molecular ou macromolecular, com dimensões na faixa de, aproximadamente, 1 a 100 nanômetros, com o objetivo de entender, do ponto de vista fundamental, os fenômenos e materiais na escala nanométrica e para criar e usar estruturas, equipamentos e sistemas que tenham **propriedades e funções originais devido às suas diminutas dimensões.** As propriedades e funções originais e diferenciadas são desenvolvidas em uma escala crítica de dimensão da matéria tipicamente abaixo de 100 nm. A pesquisa e o desenvolvimento em nanotecnologia incluem a manipulação sob controle das estruturas na nanoescala e sua integração em componentes, sistemas e arquiteturas com dimensões maiores. Nestes arranjos em maior escala, o controle e a construção de suas estruturas e componentes permanece na escala nanométrica. Em alguns casos particulares, a escala crítica de comprimento para propriedades e fenômenos originais pode estar abaixo de 1 nm (por exemplo, na manipulação de átomos a ~0,1 nm) ou ser maior que 100 nm (por exemplo, polímeros reforçados com nanopartículas têm características ímpares a ~200-300 nm devido às pontes locais ou ligações entre as nanopartículas e o polímero).”*

•Tradução livre da página da National Science Foundation/EUA

Escala

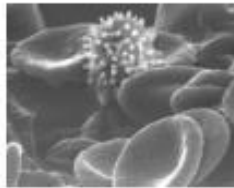
da natureza



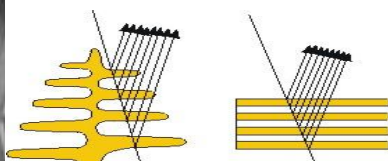
Ant
~ 5 mm



Human hair
~ 60-120 μm wide



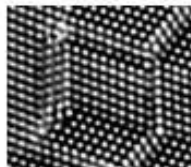
Red blood cells
with white cell
~ 2-5 μm



As cores das borboletas

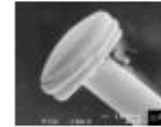


DNA
~2-12 nm diameter



Atoms of silicon
spacing ~tenths of nm

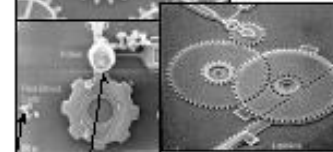
feitas pelo Homem



Head of a pin
1-2 mm

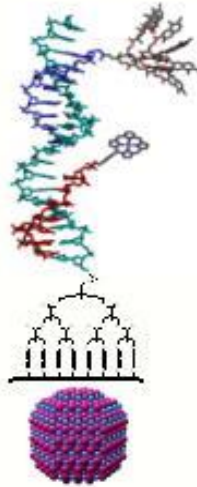


Micro Electro Mechanical
(MEMS) devices
10 - 100 μm wide

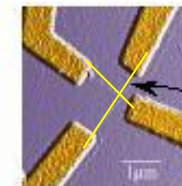


Pollen grain
Red blood cells

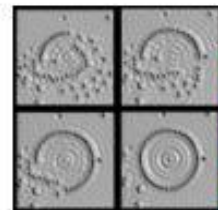
The Challenge



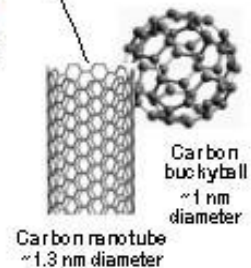
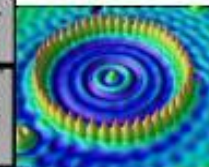
*Fabricate and combine
nanoscale building
blocks to make useful
devices, e.g., a
photosynthetic reaction
center with integral
semiconductor storage.*



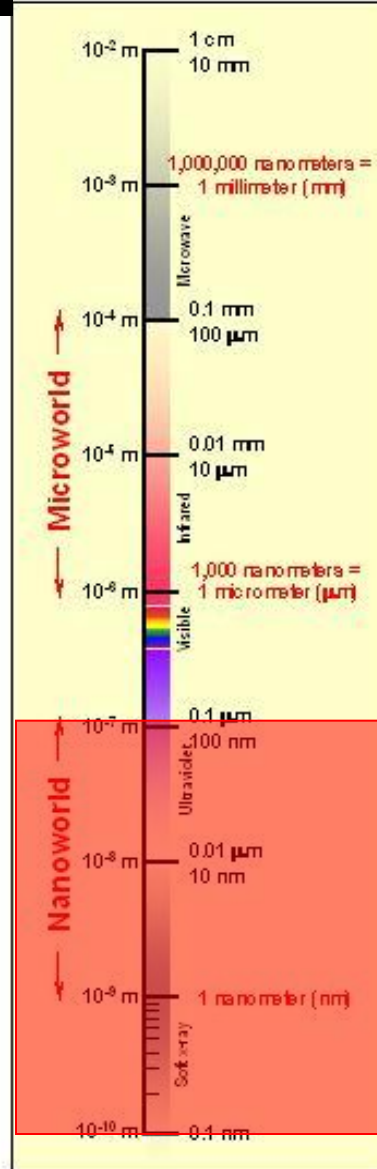
Nanotube electrode



Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Conal diameter 14nm



Carbon buckytube
~1 nm diameter
Carbon nanotube
~1.3 nm diameter



Nanoestruturas na natureza

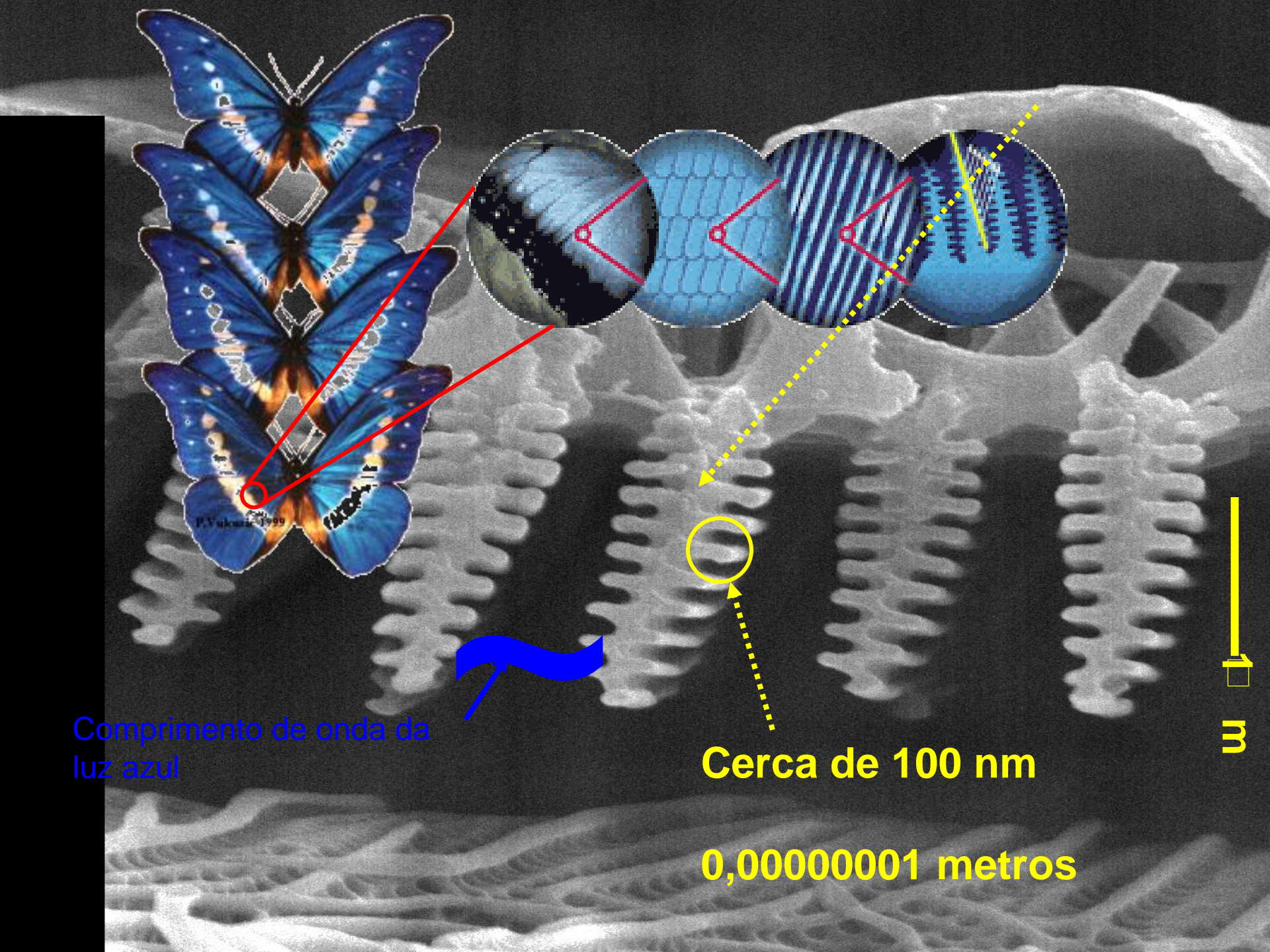


240 μ m

240 μ m

— 10 μ m

Microscopia Eletrônica



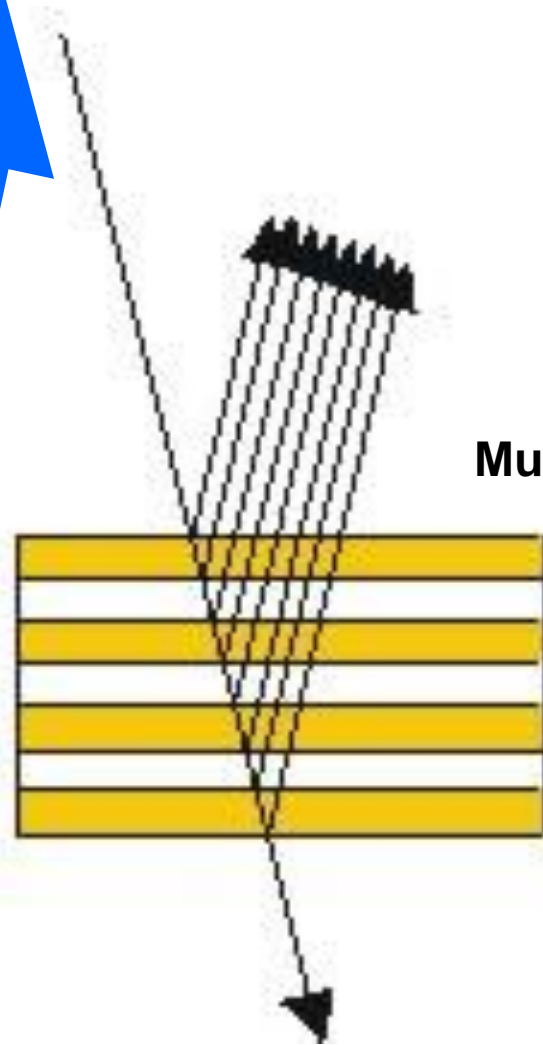
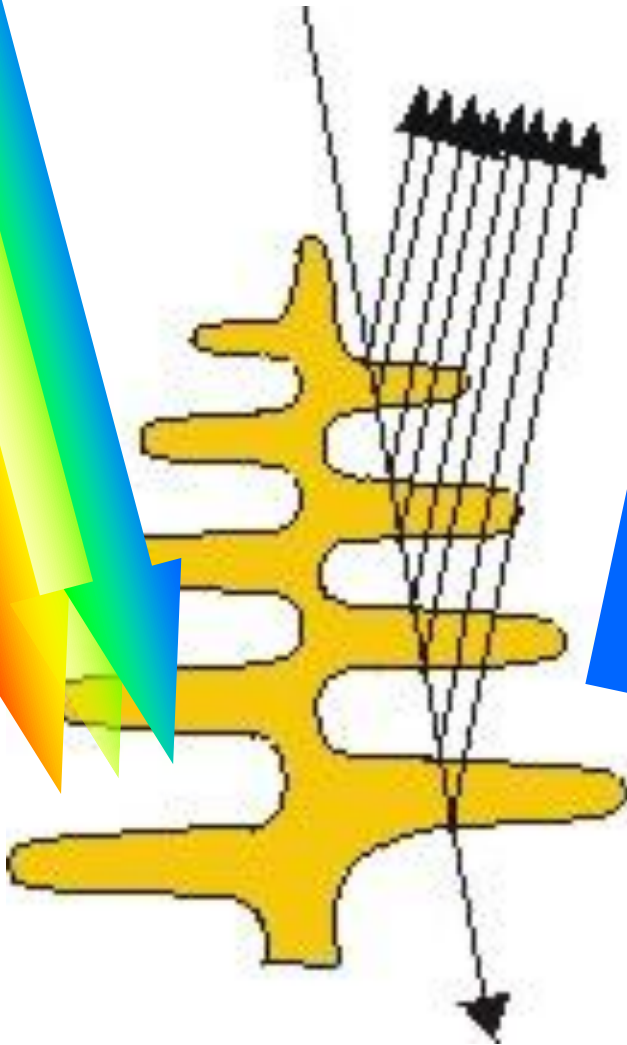
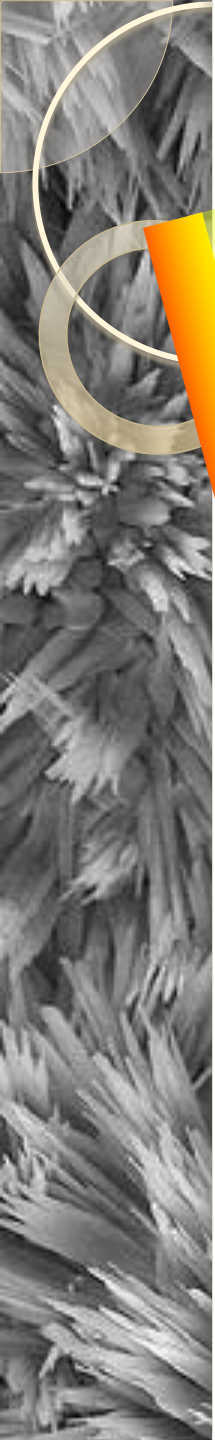
Comprimento de onda da luz azul

Cerca de 100 nm

0,00000001 metros

1 μm

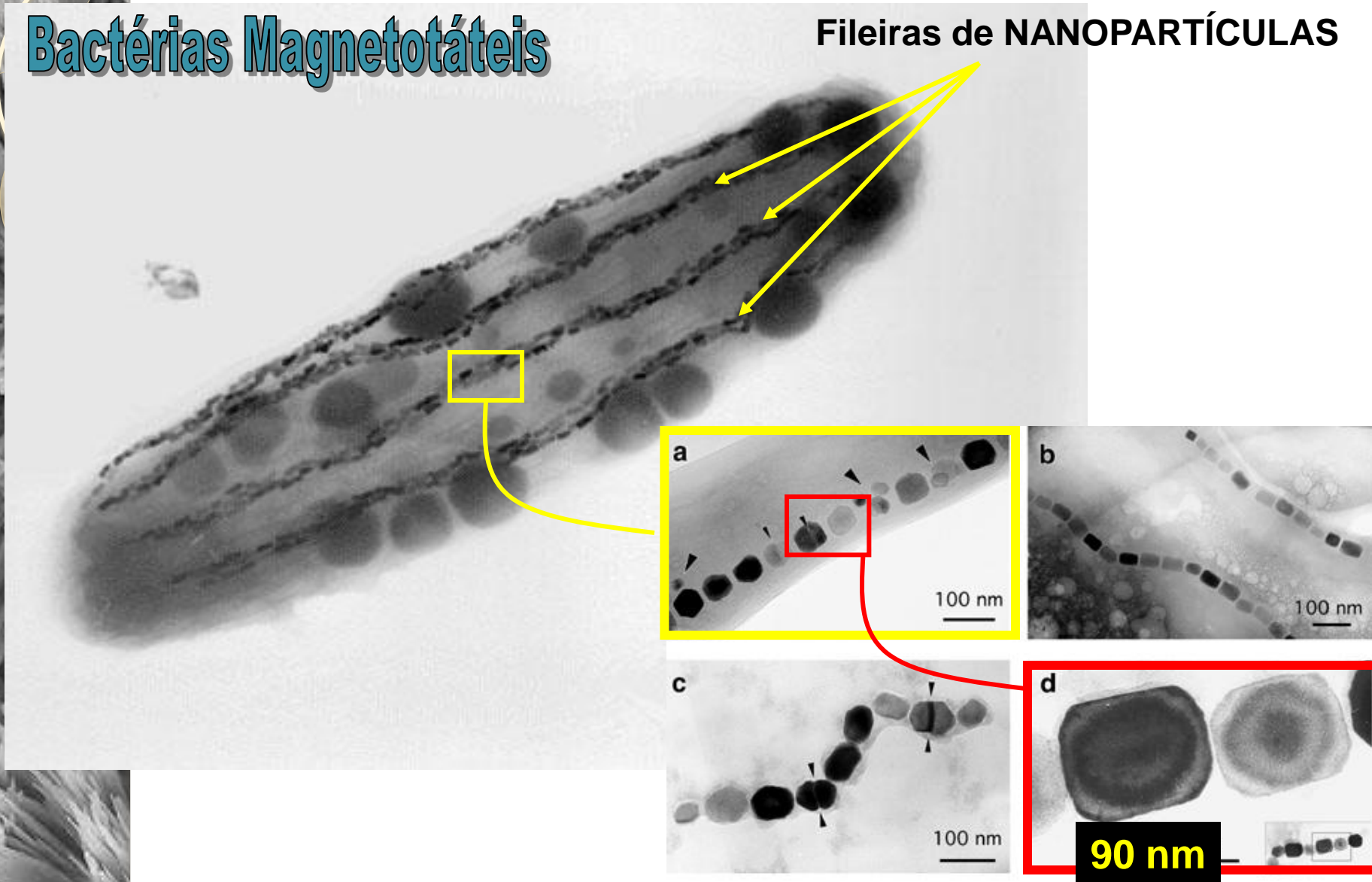
Asa da borboleta: MATERIAL FOTÔNICO



Multicamadas

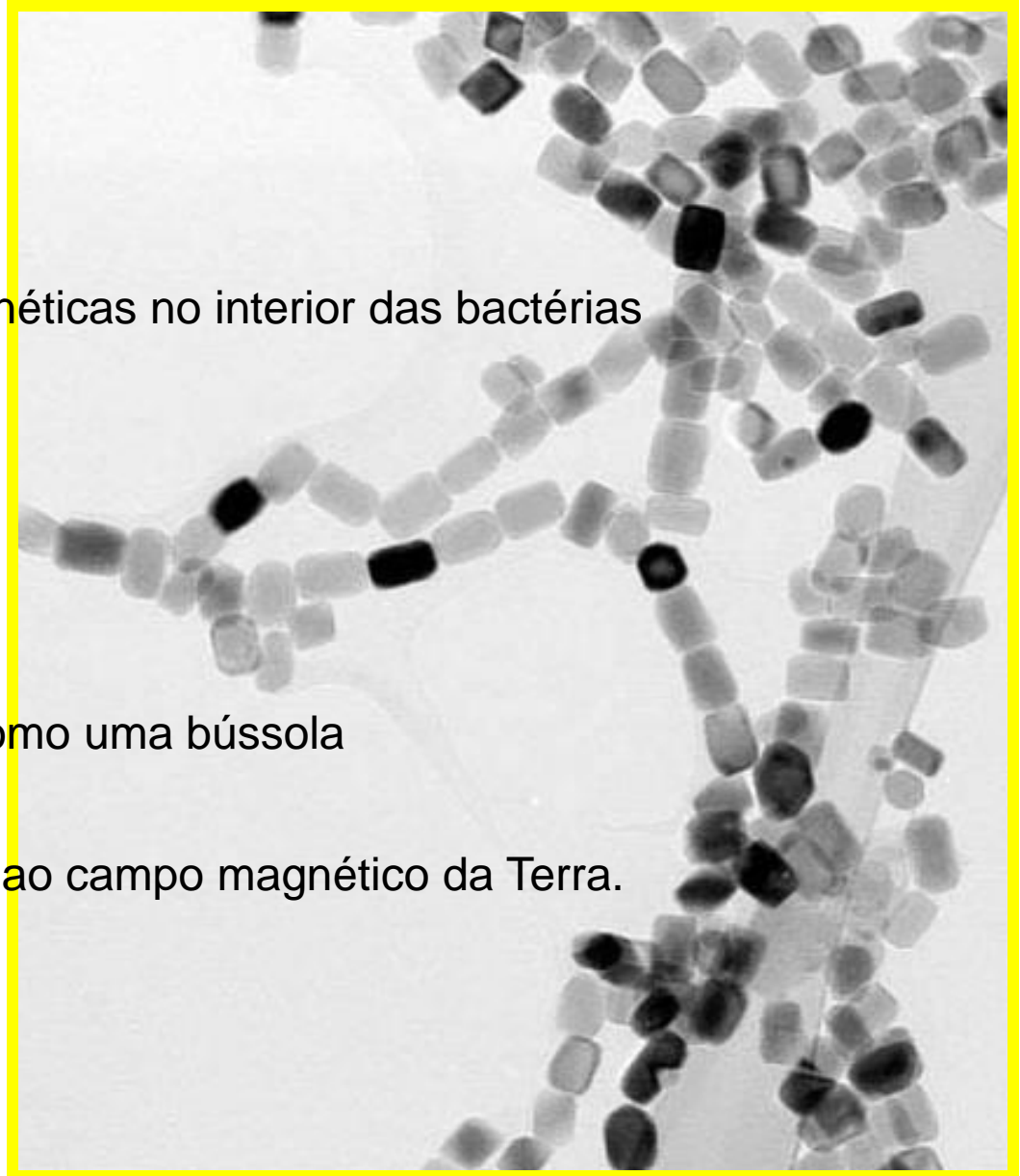
Bactérias Magnetotáteis

Fileiras de NANOPARTÍCULAS



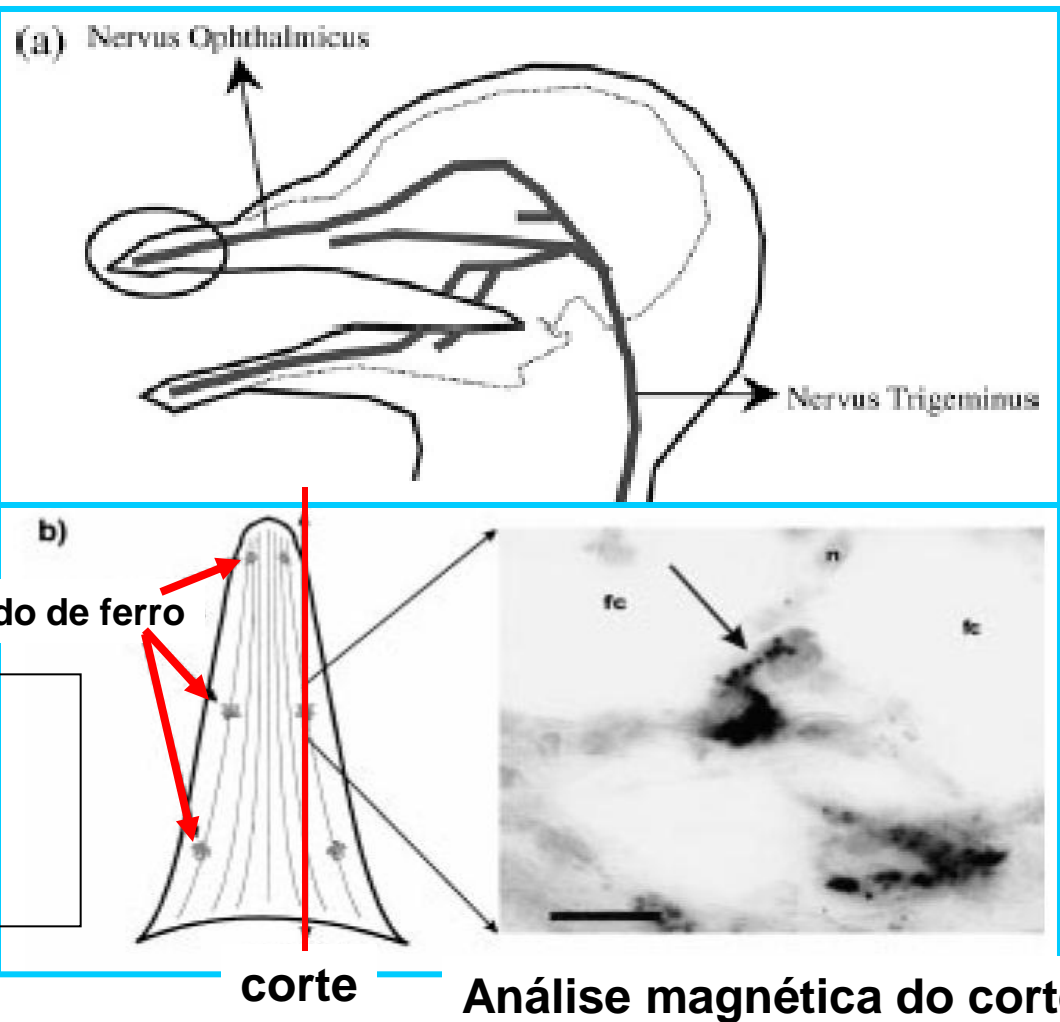
Bactérias Magnetotátteis

- NANOpártículas magnéticas no interior das bactérias
- Magnetita: Fe_3O_4
- Cadeias de partículas
- Reagem ao campo como uma bússola
- Alinhamento paralelo ao campo magnético da Terra.



Nanopartículas Biomineralizadas

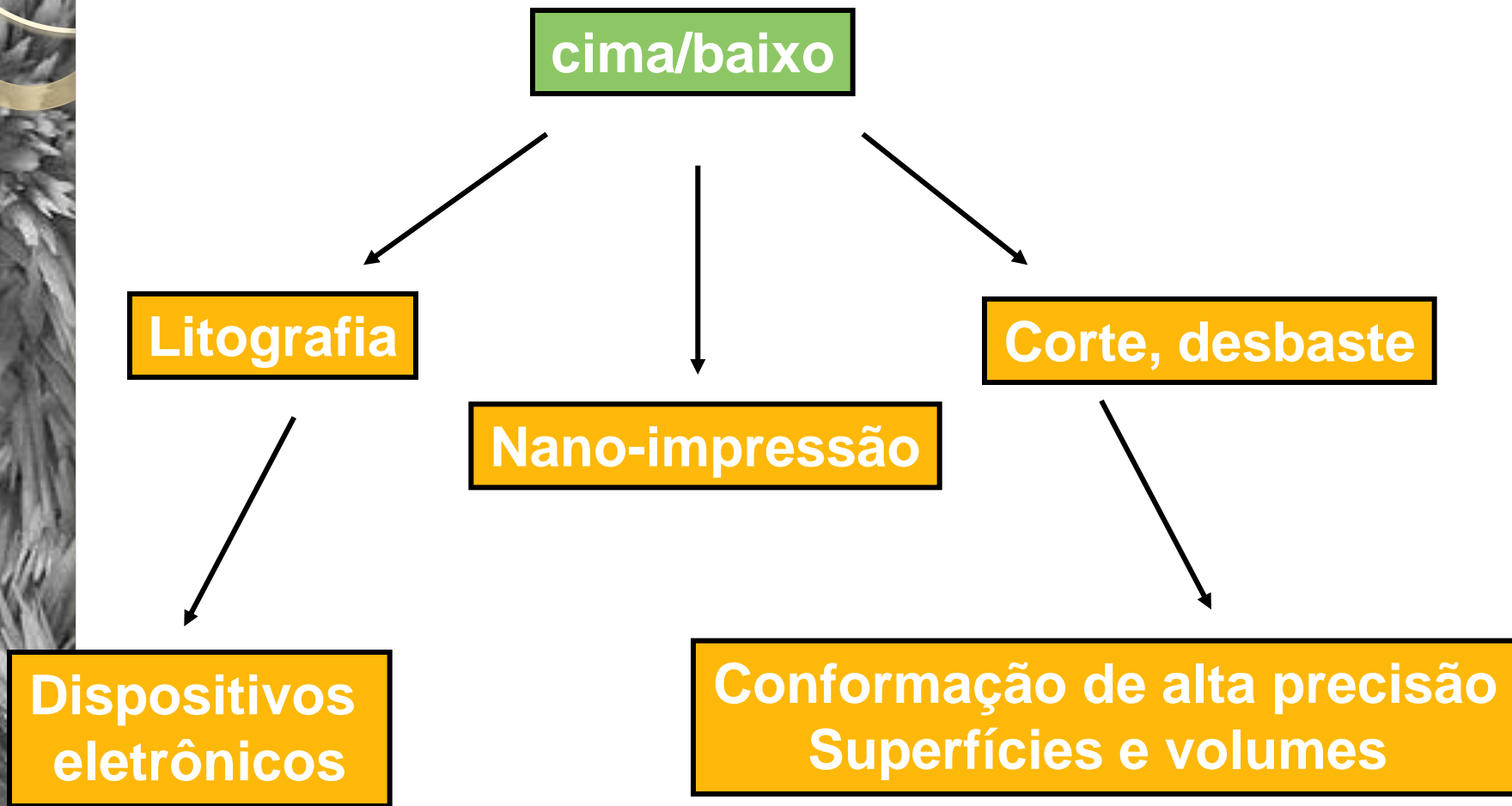
Pássaros



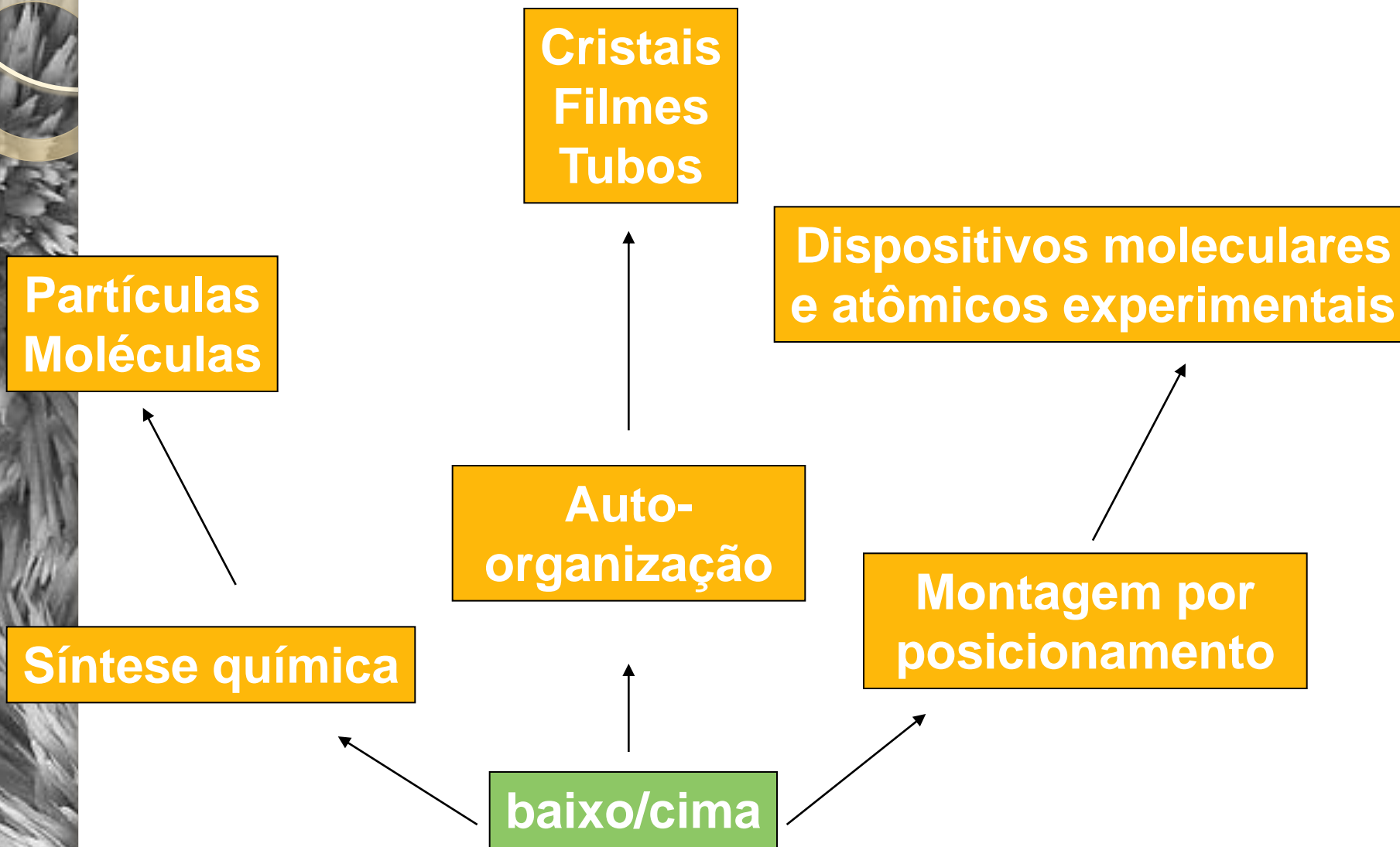
e mais,
Tartarugas
Répteis
Abelhas e formigas

Nanoestruturas feitas pelo Homem

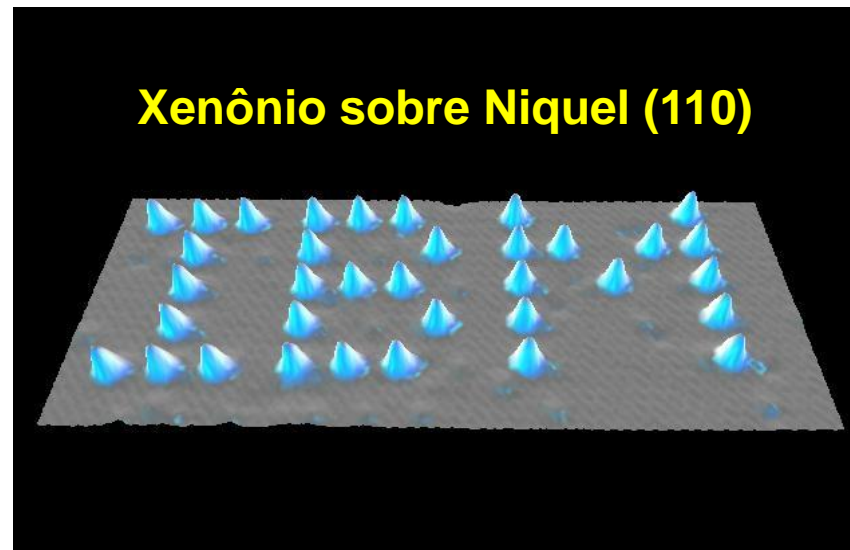
Preparação de nanoestruturas



Preparação de nanoestruturas

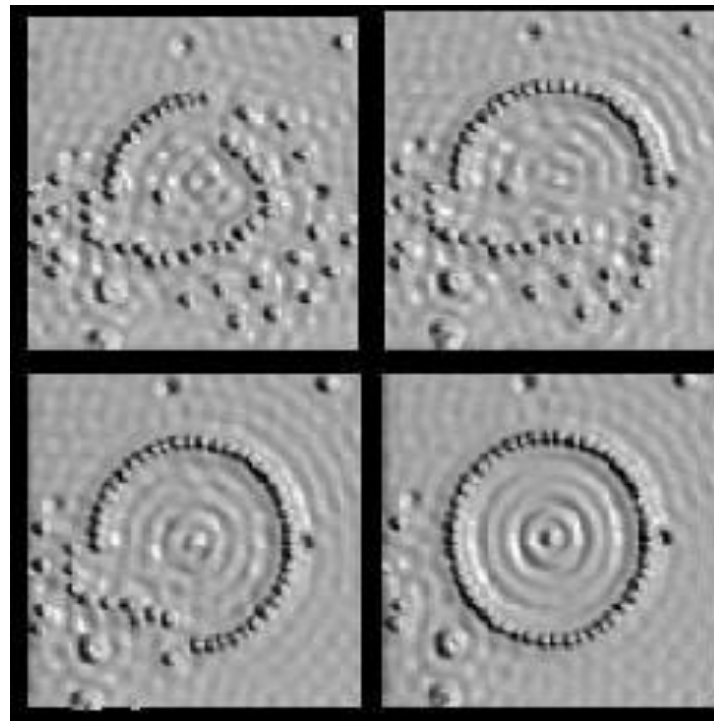


- Engenharia átomo a átomo
- Processo “de baixo para cima”



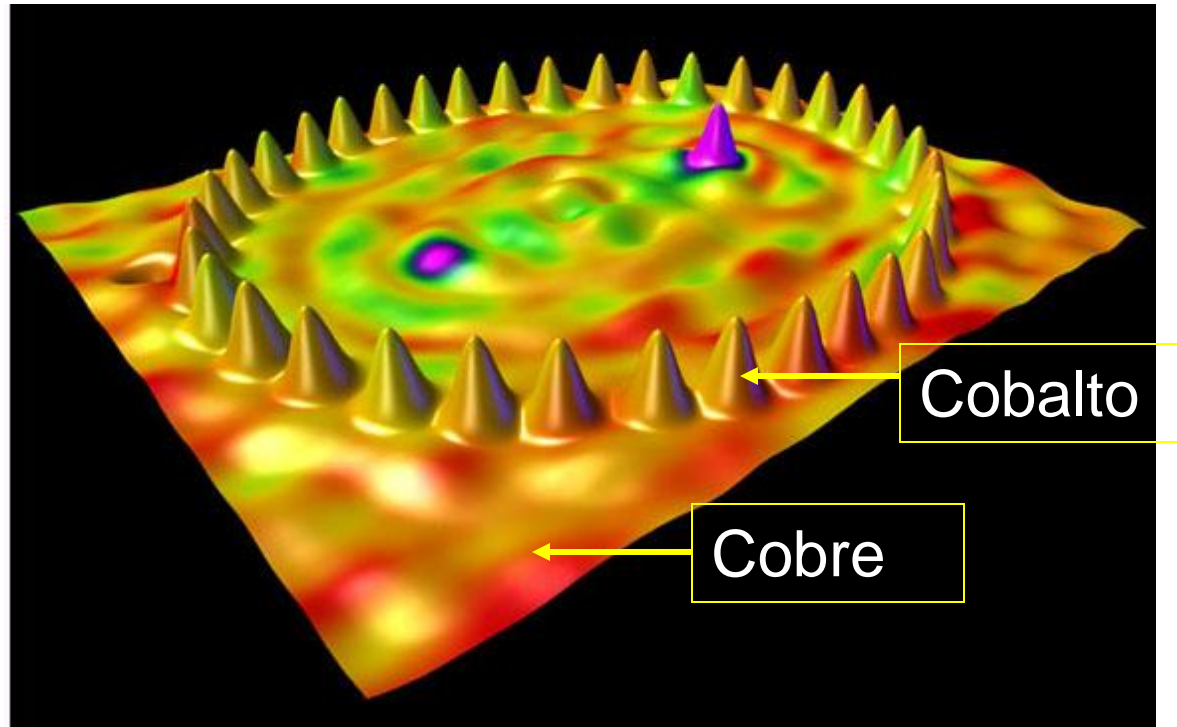
Manipulação de átomos

- Superfície de Cu(111)
- Átomos de Fe são depositados e deslocados até a posição final, um a um.

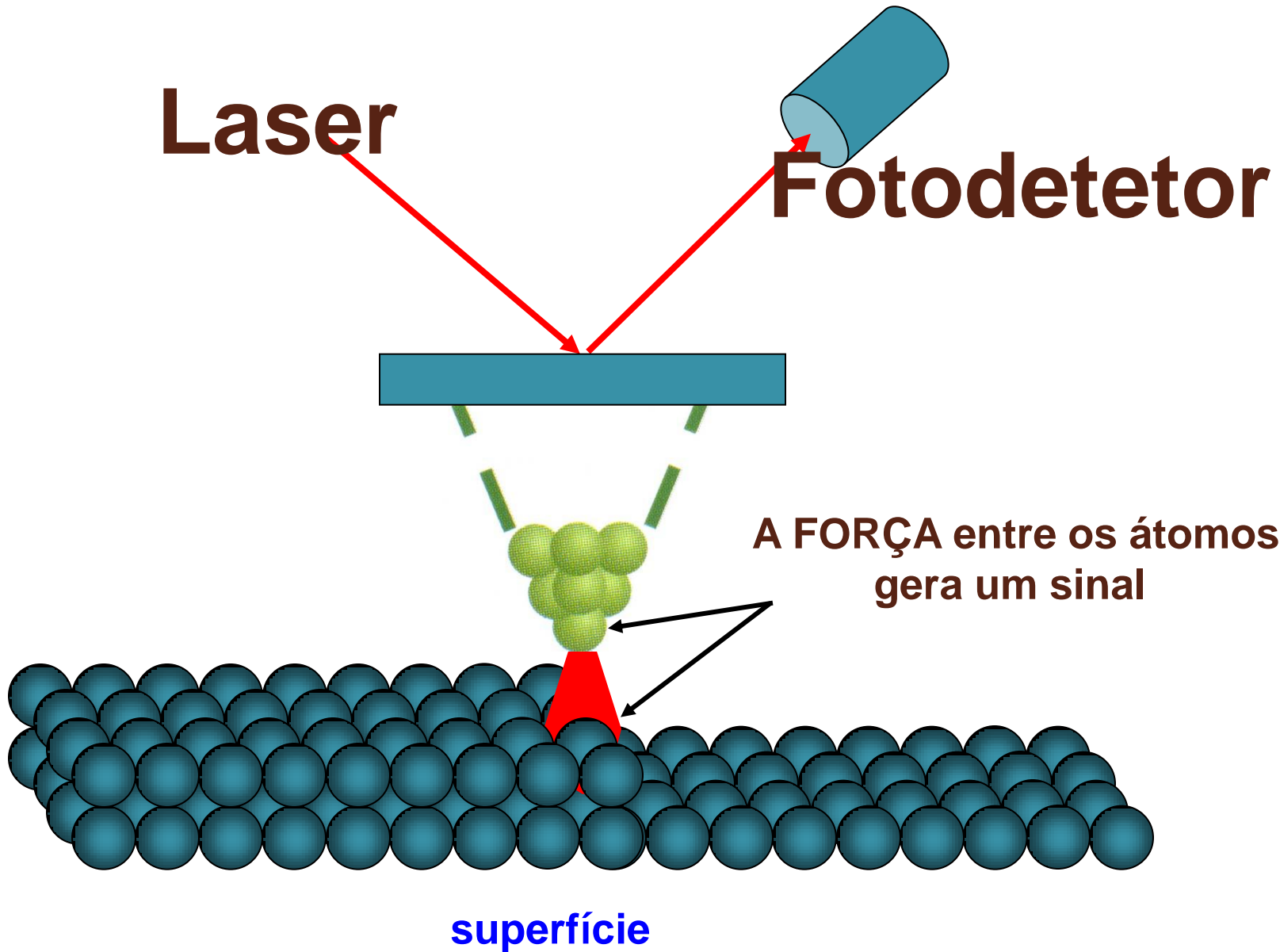


Curral atômico

Microscópio de Tunelamento (STM)

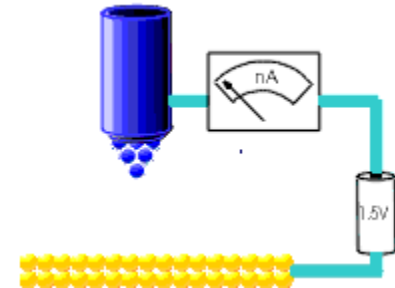
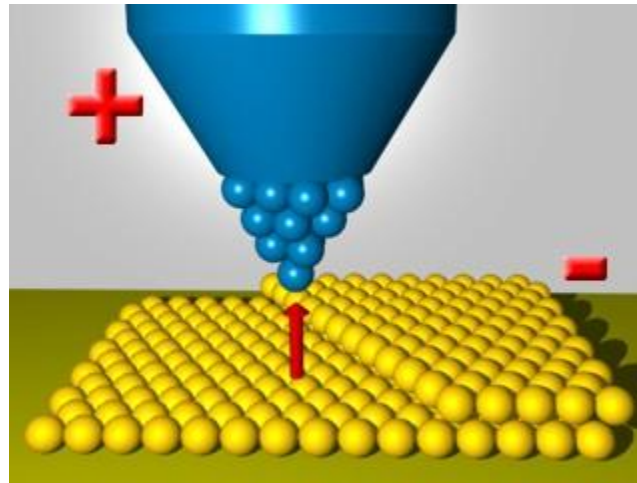


Microscópio de Força Atômica



Microscópio de Tunelamento Eletrônico

Esquema do STM

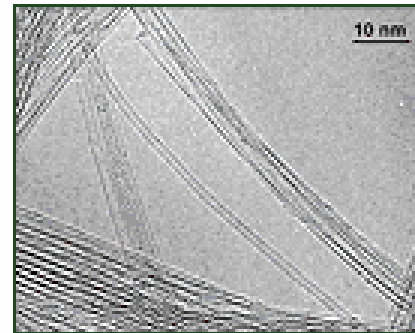
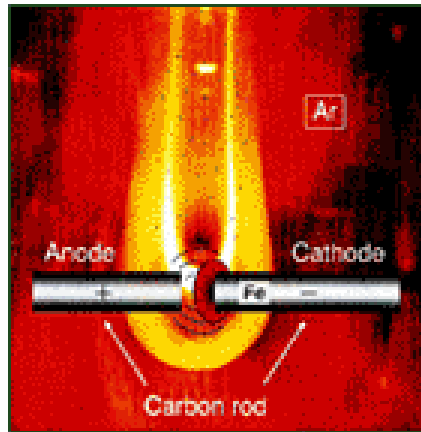


Corrente elétrica se estabelece SEM contato entre as partes:

TUNELAMENTO QUÂNTICO

The **scanning tunneling microscope** (not to be confused with [scanning electron microscopes](#)), or STM, was invented in 1981 by [Gerd Binnig](#) and [Heinrich Rohrer](#) of IBM's Zurich Lab in Zurich, Switzerland. The invention garnered the two a [Nobel prize](#) for physics in 1986. (Wikipedia)

Nanotubos de carbono



Electron microscope photograph of Carbon Nanotubes


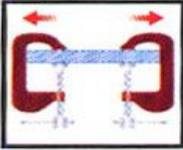

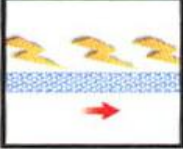
Arc discharge.
Carbon in the anode decreases,
and soot accumulates on the cathode side.

**Descobertos pelo físico japonês
Sumio Iijima em 1991**



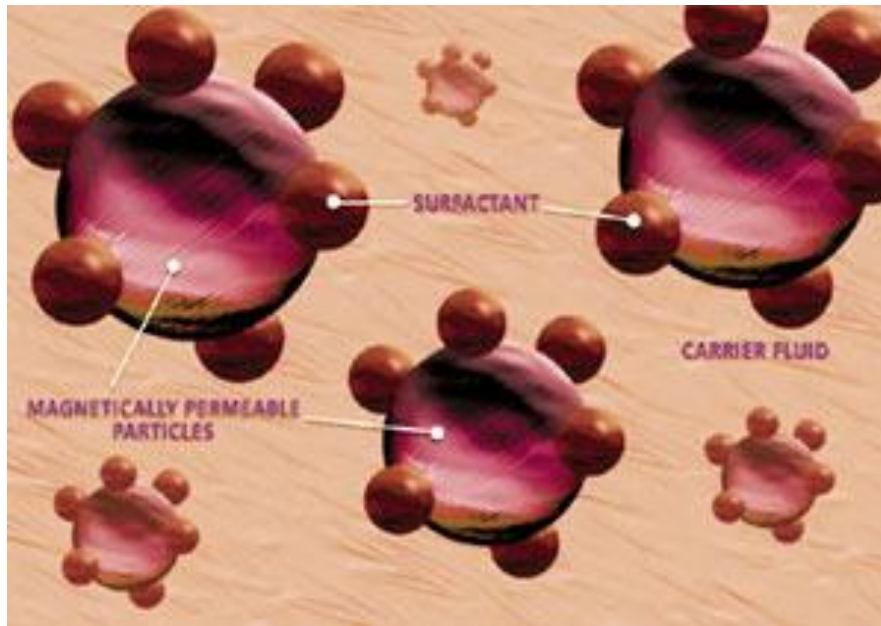
Propriedades Físicas de Nanotubos de Carbono

Going to Extremes

PROPERTY	SINGLE-WALLED NANOTUBES	BY COMPARISON
	Density 1.33 to 1.40 grams per cubic centimeter	Aluminum has a density of 2.7 g/cm ³
	Tensile Strength 45 billion pascals	High-strength steel alloys break at about 2 billion Pa
	Resilience Can be bent at large angles and restraightened without damage	Metals and carbon fibers fracture at grain boundaries
	Current Carrying Capacity Estimated at 1 billion amps per square centimeter	Copper wires burn out at about 1 million A/cm ²

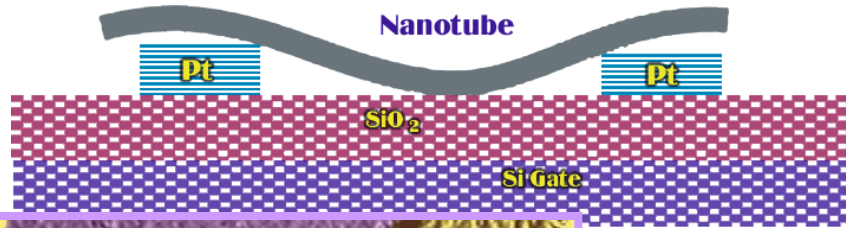
Aplicações de nanopartículas

Fluidos Magnéticos - Ferrofluidos

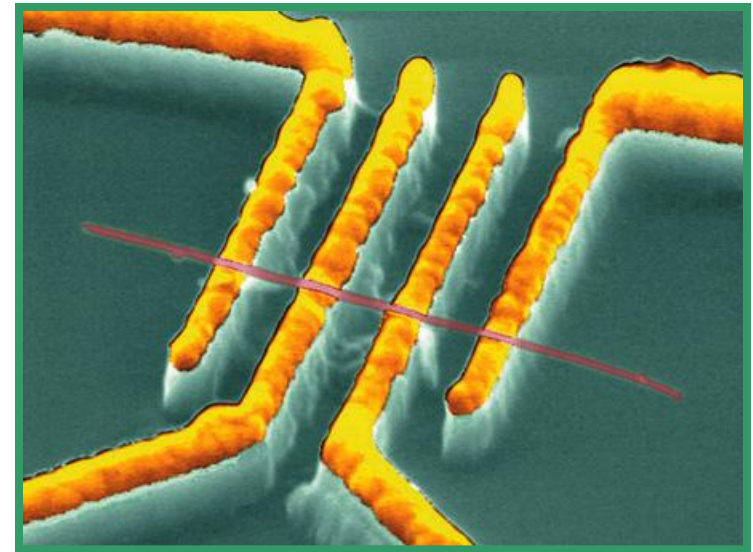
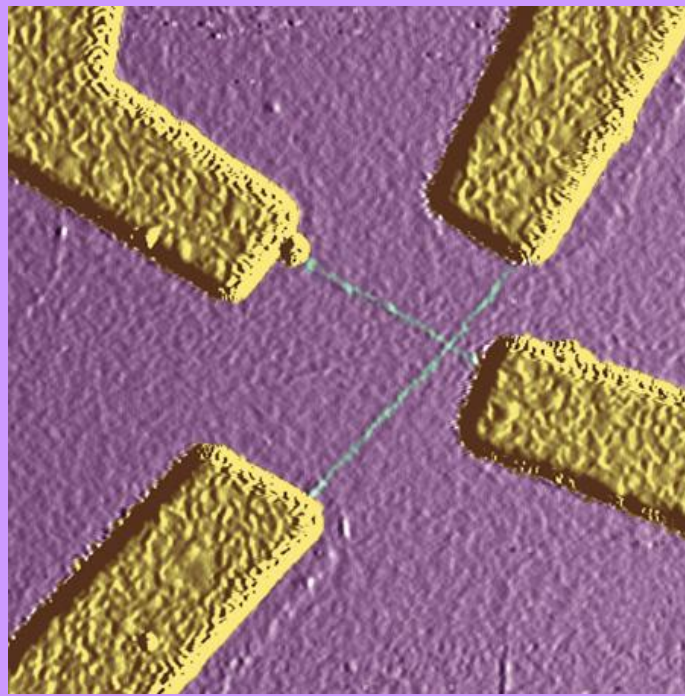


- Suspensão de pequenas partículas magnéticas em meio líquido
- Partículas com diâmetro nanométrico (~10nm)
- diversas aplicações

Nanotubos de Carbono - Aplicações



- NanoEletrônica



- **Sensores de força**

Nanotubos de carbono de parede simples são potenciais candidatos a **sensores de força** em escala nanométrica. A deformação mecânica de um nanotubo suspenso conduz a uma variação apreciável, porém reversível, na sua condutividade elétrica (um fator de 3 para uma força aplicada de ~120 nN).

Materiais magnéticos em um HD

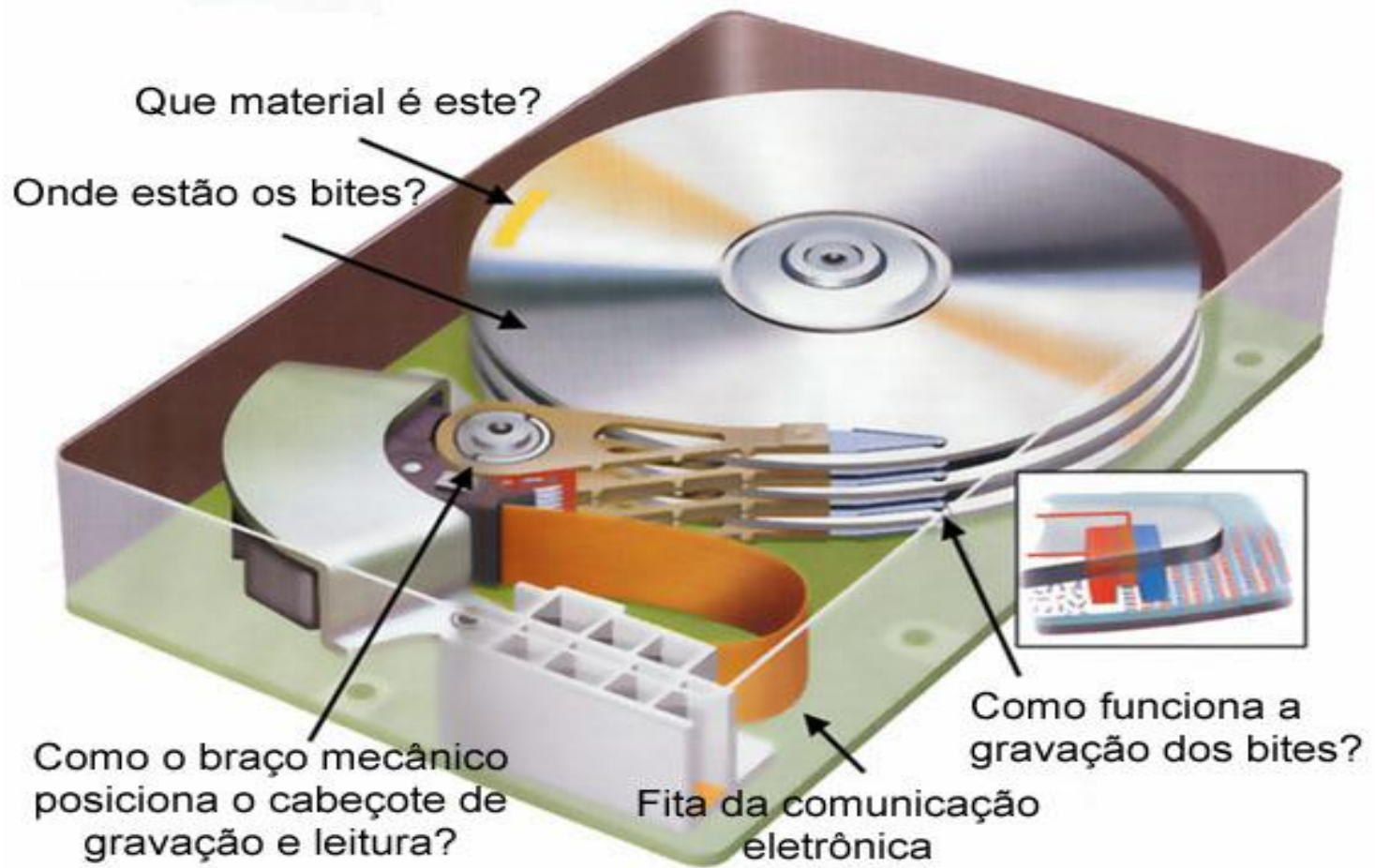
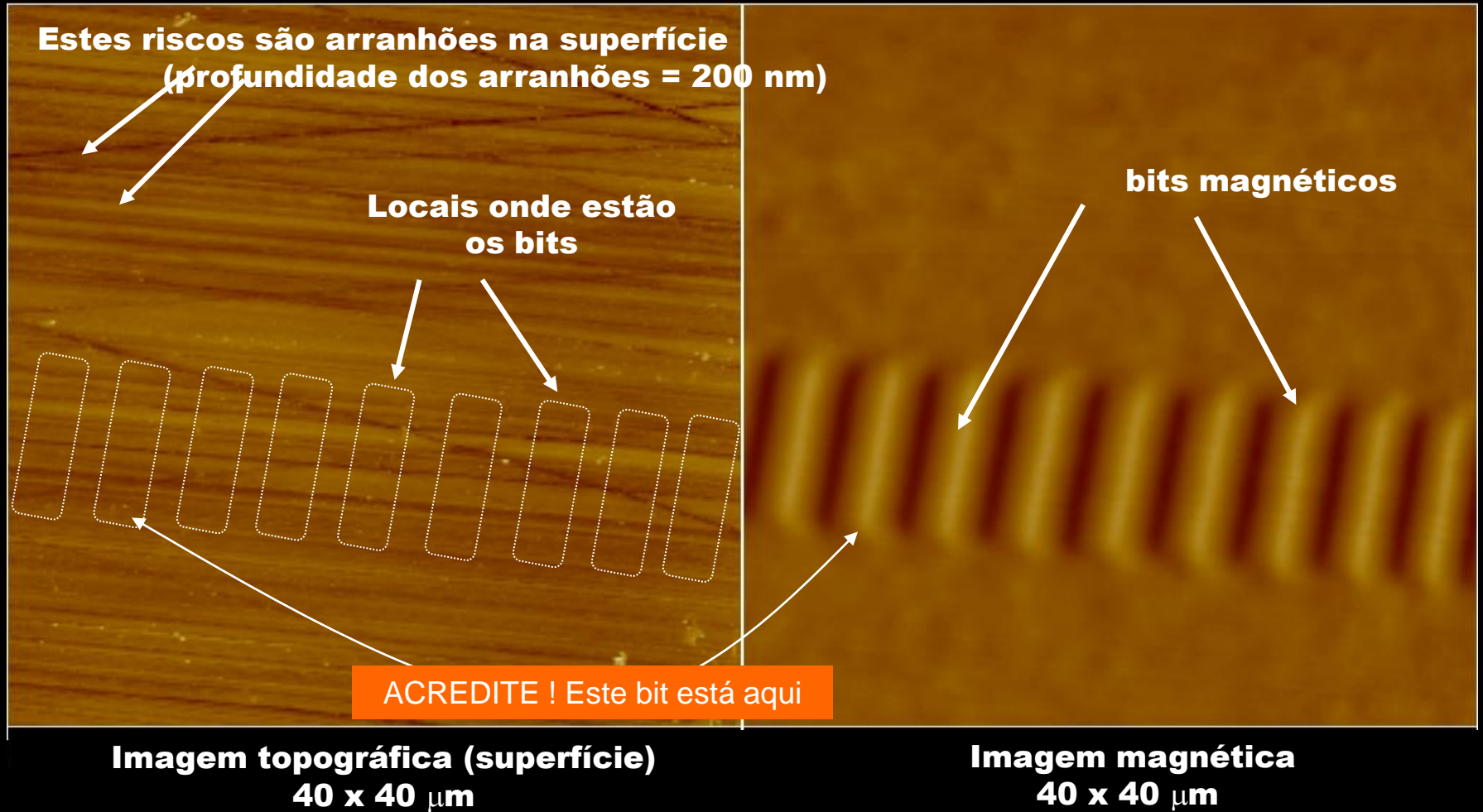


Imagem da superfície de um disco rígido

São duas imagens da mesma área do disco :
a da esquerda é a imagem topográfica e a da direita é a imagem magnética



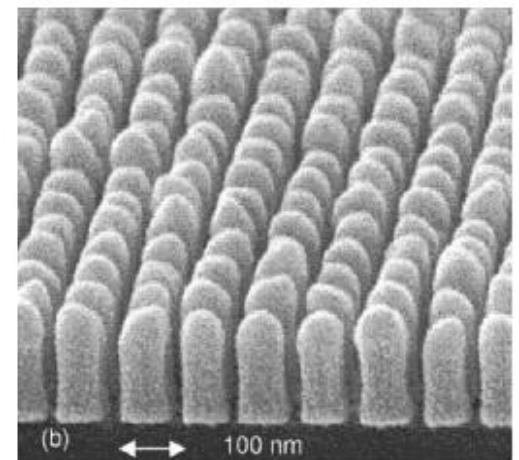
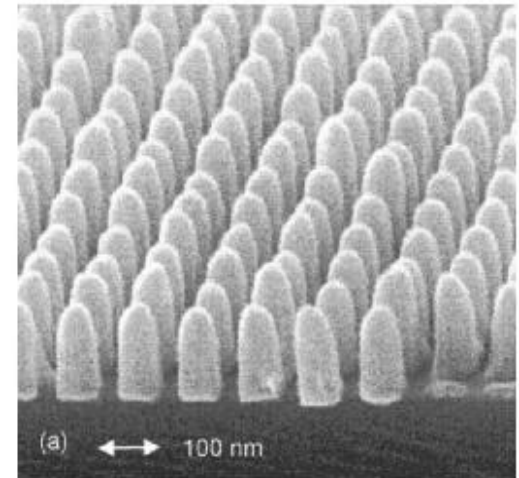
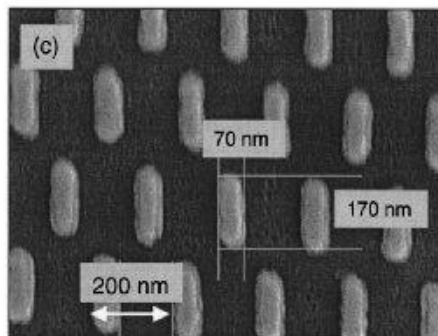
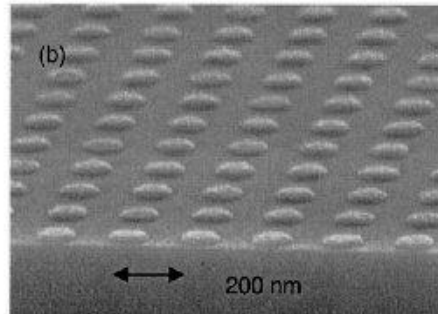
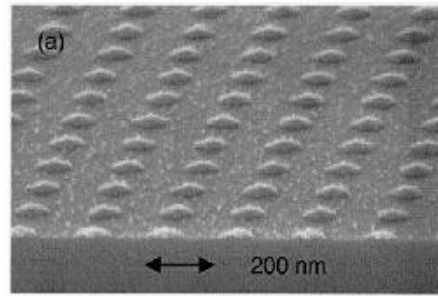
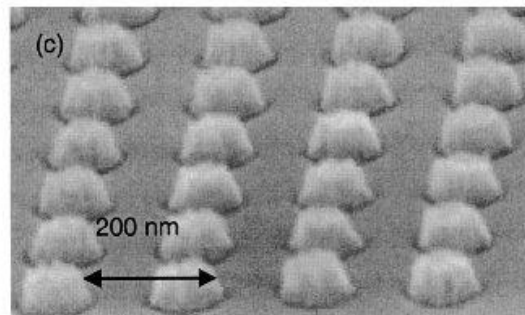
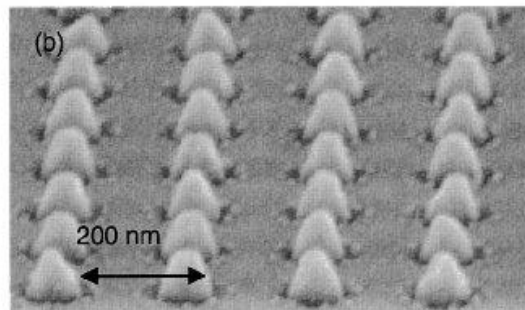
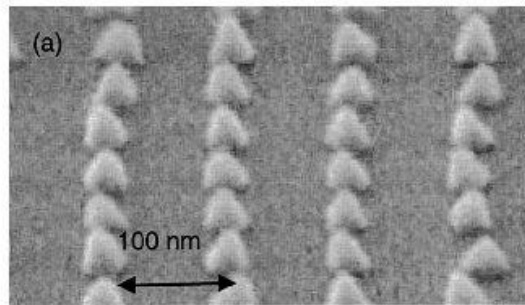
μm = micrômetro = 10^{-6} metros = 0,000001 metros

nm = nanômetro = 10^{-9} metros = 0,000000001 metros

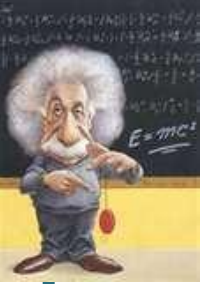
Meios de gravação magnética de alta densidade

- Protótipos de meios de gravação feitos através de **Litografia**

(C. Ross MIT, USA), J. Vac. Sci. Technol. B 17, 3168, (1999)

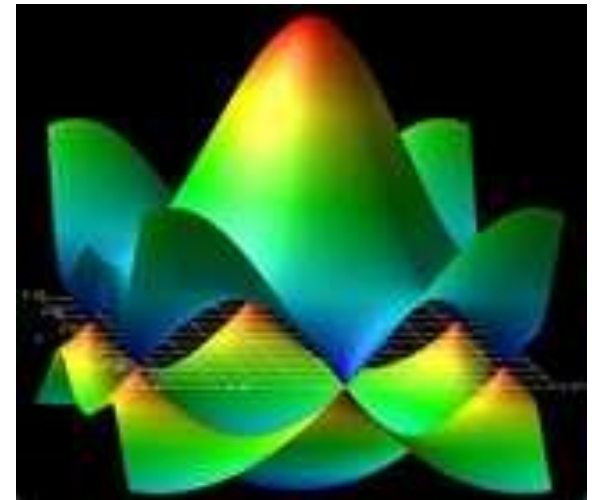
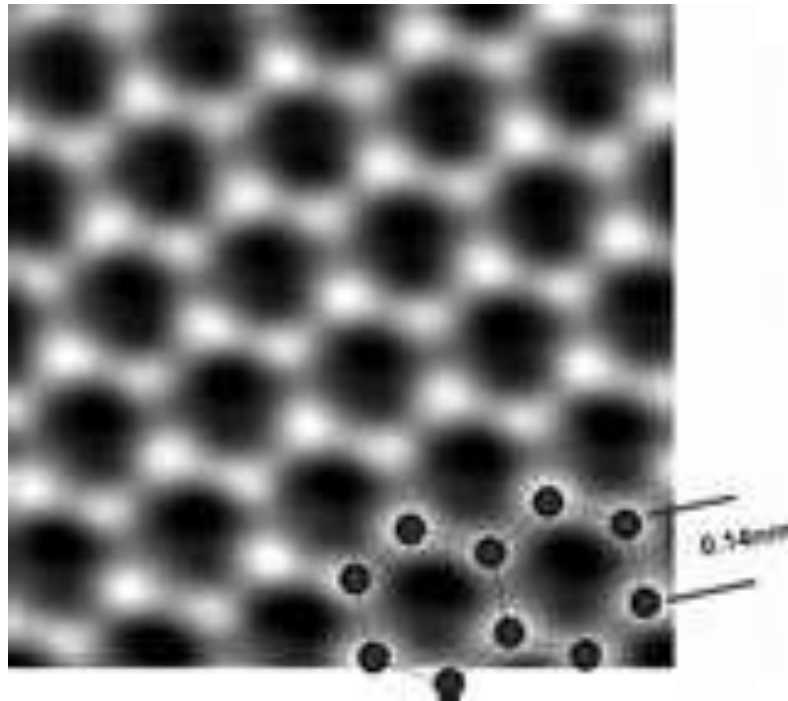
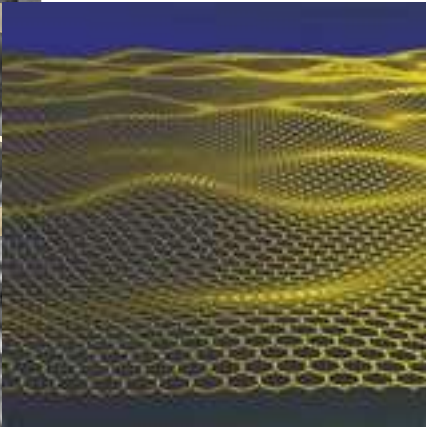


Prêmio Nobel Física 2010



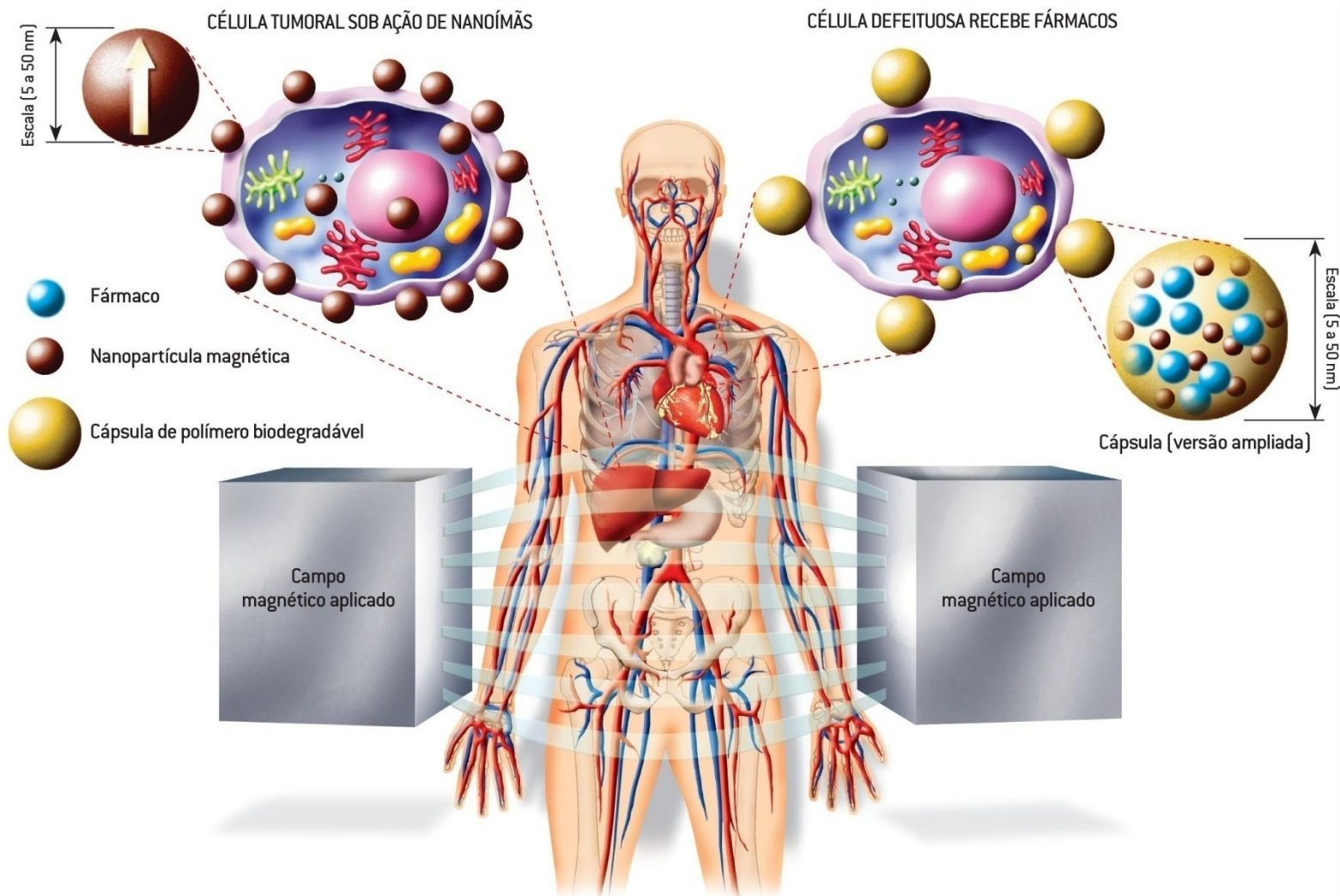
Andre Geim e Konstantin Novoselov:

Grafenos podem significar nada para muitos hoje em dia, mas suas incríveis propriedades mecânicas e elétricas representarão impactos semelhantes ao da televisão, bomba atômica e chip de silício.



Nanopartículas - Aplicações Biomédicas

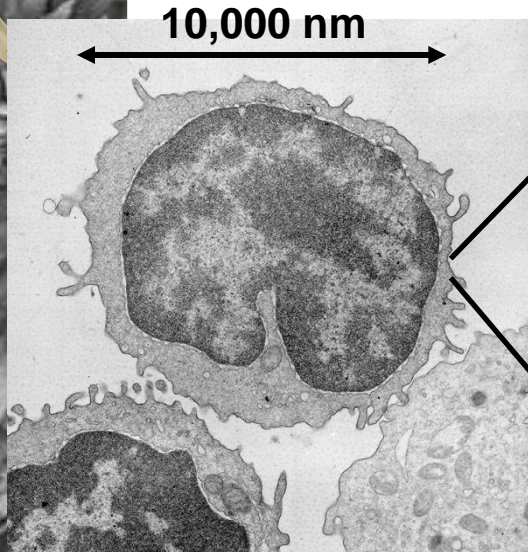
DUAS NANOESTRATÉGIAS CONTRA CÂNCER E OUTRAS DOENÇAS



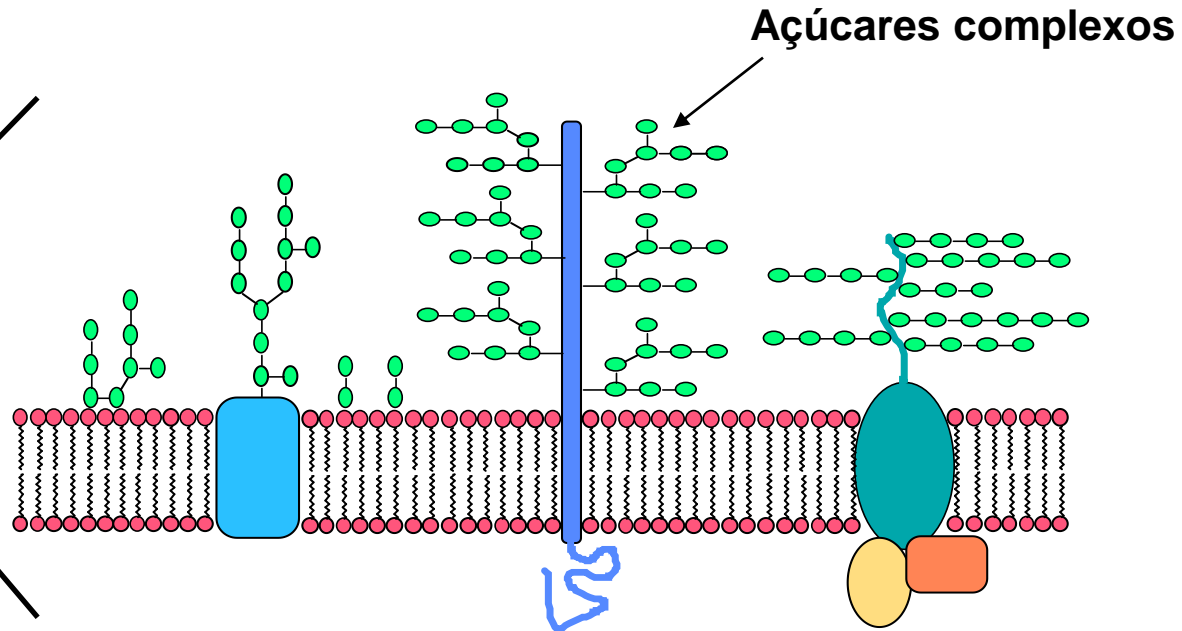
Duas aplicações terapêuticas possíveis dos nanoímãs. Carregados pelo corpo com a ajuda de um campo magnético, eles poderiam ser levados até células cancerosas e agitados por alterações sucessivas do campo. O processo geraria calor e mataria as células doentes (*no alto, à esquerda*). Em outro

cenário, eles seriam agregados a um pacote que contém um fármaco e uma capa de polímero biodegradável. O campo magnético serviria para carregá-los até as células doentes, às quais entregariam o remédio com menor chance de erro (*no alto, à direita*).

Nanopartículas - Aplicações Biomédicas



Células humanas

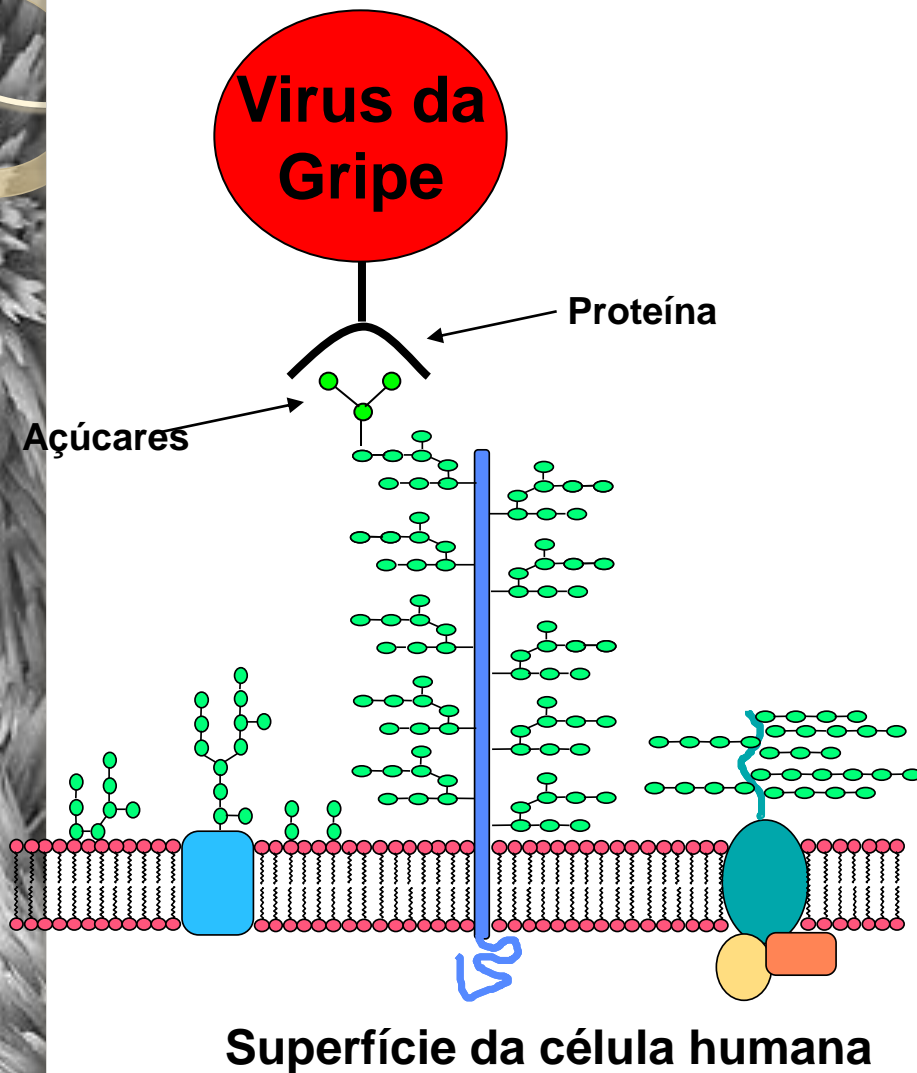


Membrana celular

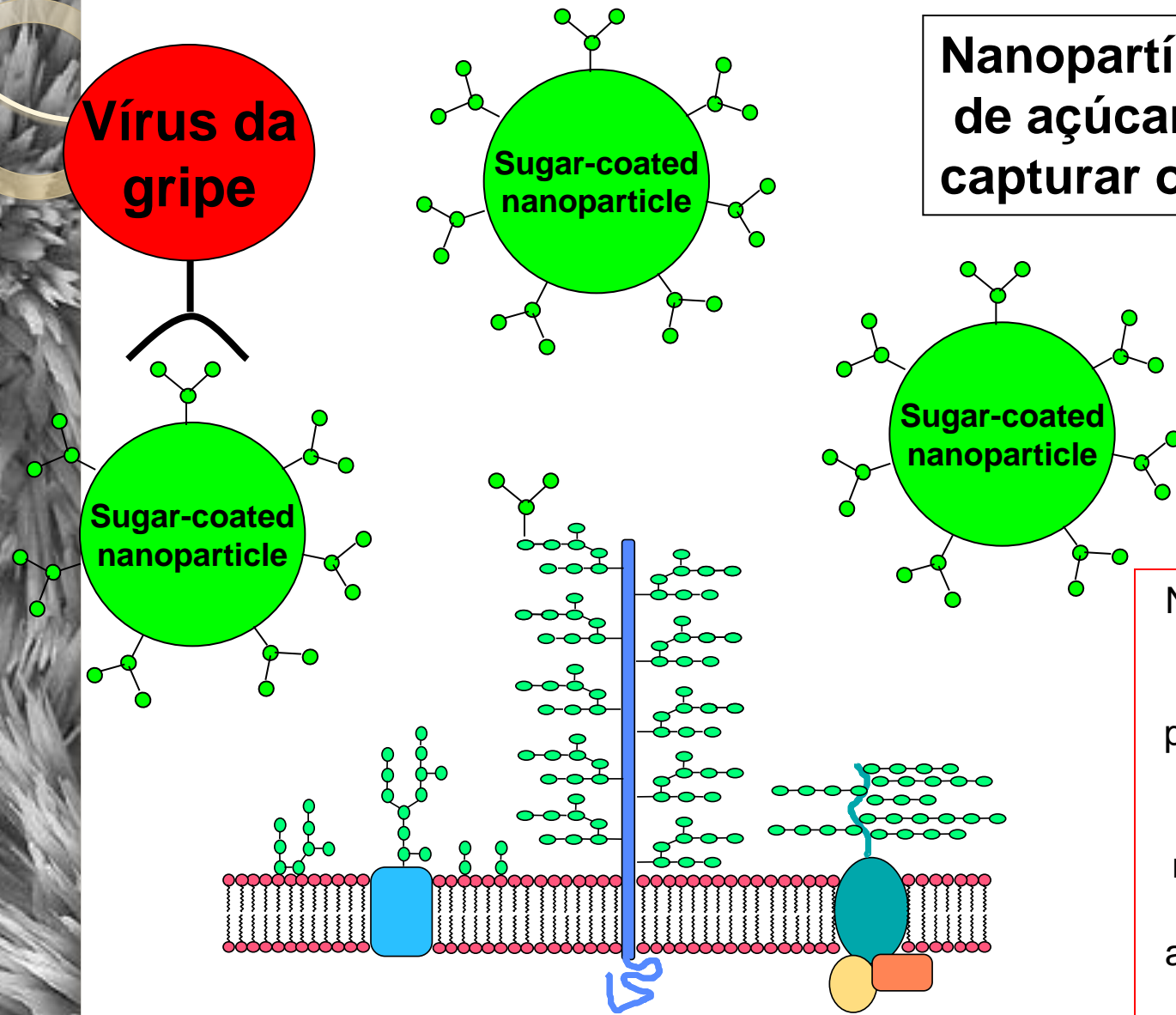
Células humanas são cobertas com açúcares complexos

Nanopartículas - Aplicações Biomédicas

O virus Influenza se liga aos açúcares da superfície celular



Nanopartículas - Aplicações Biomédicas



Nanopartículas cobertas de açúcares podem capturar o vírus

Nanopartículas: são maiores do que moléculas típicas, porém menores que os vírus. Elas têm tamanho similar a muitas proteínas e, portanto, podem atuar no interior das células.

Cosméticos

Plenitude Revitalift antiwrinkle cream por L'Oréal Paris.

O creme usa cápsulas de 200nm com vitamina E, as cápsulas liberam a vitamina quando estão sob a pele tendo efetividade muito maior que cremes convencionais



**A Faculdade de Farmácia da UFRGS
faz pesquisas nesta área**

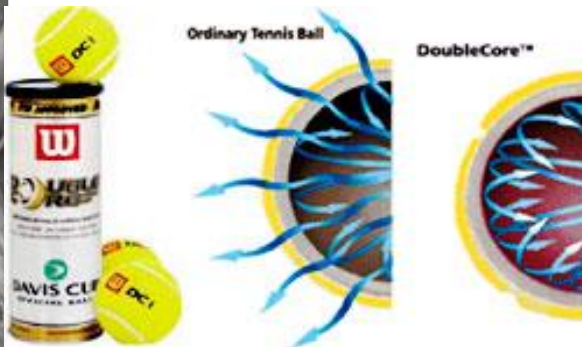
Produtos Esportivos



Nanoledge

Raquetes mais resistentes

Usam nanotubos de carbono, muito mais resistentes e mais leves para uma raquete mais eficiente!



Bolas de tênis Wilson Double Core.

Devido à dupla camada a bola dura duas vezes mais pois não perde a pressão interna. Isto é devido a uma camada micrométrica de partículas nanométricas. Bola oficial da Copa Davis

Proteção super-hidrofóbica e anti-aderente

BASF Superhydrophobic Spray

BASF is now wielding its nanotech muscle in the building-material industry, especially in **concrete, brick facings, limestone and plasters**. In the near future, your home may be coated with Mincor, an additive that helps to improve the hydrophobic effect of building materials. Its extreme water repellence minimizes contact and adhesion among water drops and surfaces, which means rain water



pearls up immediately. The nanoparticles in Mincor reduce the adhesion of water and particulate soiling to a minimum. Dirt particles are simply rinsed away by rain water. BASF is currently looking for distributors.

Para materiais de construção



Figure 1. Water droplets on a wood surface treated with BASF's "Lotus Spray". The coating combines nanoparticles with hydrophobic polymers. Courtesy of BASF, Germany.

Tecidos que não mancham



A água remove o vinho derramado
sem deixar manchas.

Pinturas resistentes a riscos e arranhões

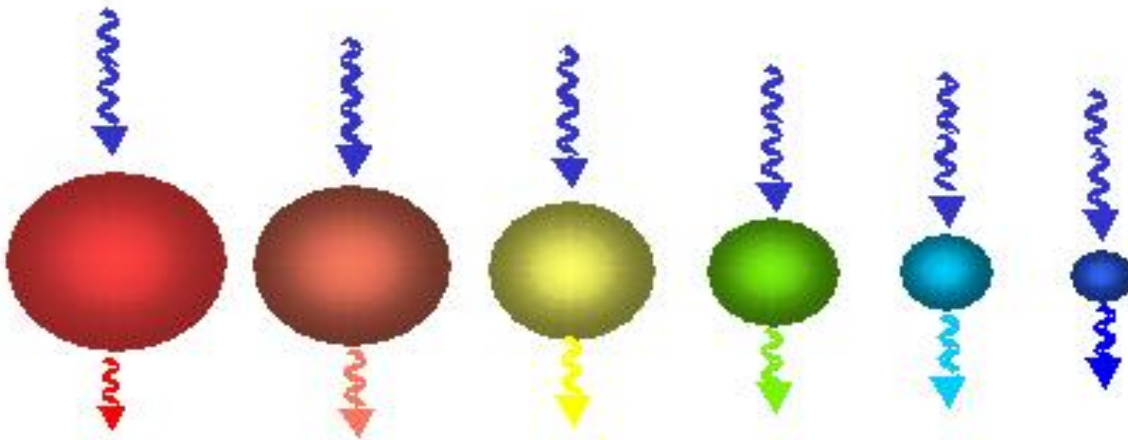


- Nanopartículas cerâmicas

Mercedes Benz

Corantes, marcadores

Incide luz ultravioleta saem outros comprimentos de onda na faixa do visível



A resposta óptica de nanopartículas coloidais de ouro (5 a 20 nm) é caracterizada por uma ressonância com excitações na superfície das partículas em comprimentos de onda na região de 520 nm, que não ocorre no espectro do ouro metálico. Uma característica interessante dos materiais nanoestruturados é a capacidade de controlar as propriedades ópticas e elétricas deles através de parâmetros simples como a espessura das camadas e a composição do material.

UFRGS & NANO

Centro de Nanociência e Nanotecnologia - CNANO



nanomateriais

nanoeletrônica

nanobiotecnologia

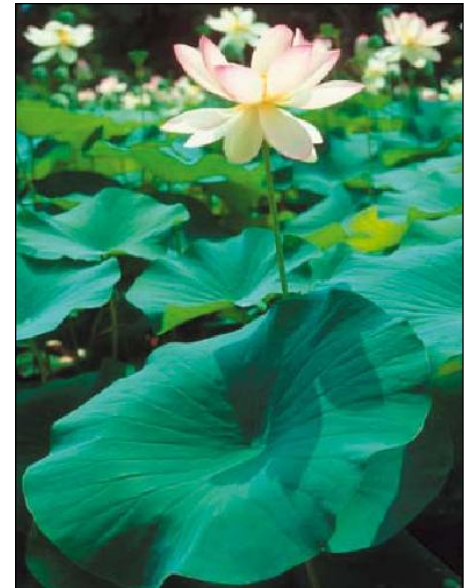
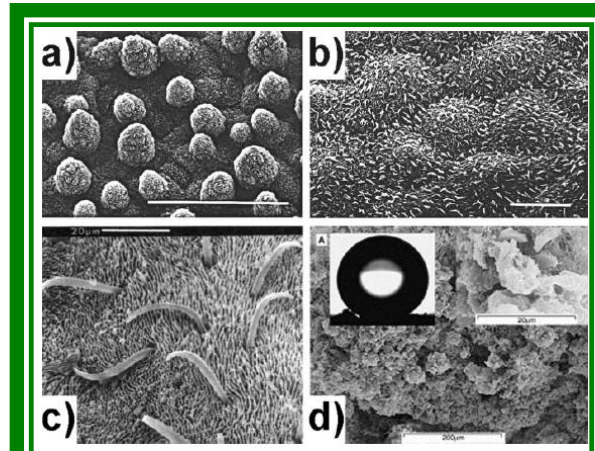
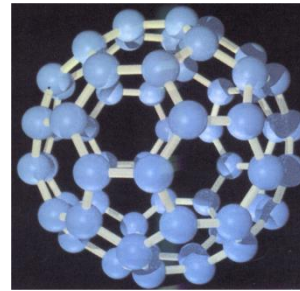
- Instituto de Química
- Instituto de Física
- Escola de Farmácia
- Instituto de Biociências
- Escola de Engenharia
- Escola de Administração
- Instituto de Geociências
- Instituto de Matemática
- Instituto de Informática
- Instituto de Ciências Básicas da Saúde

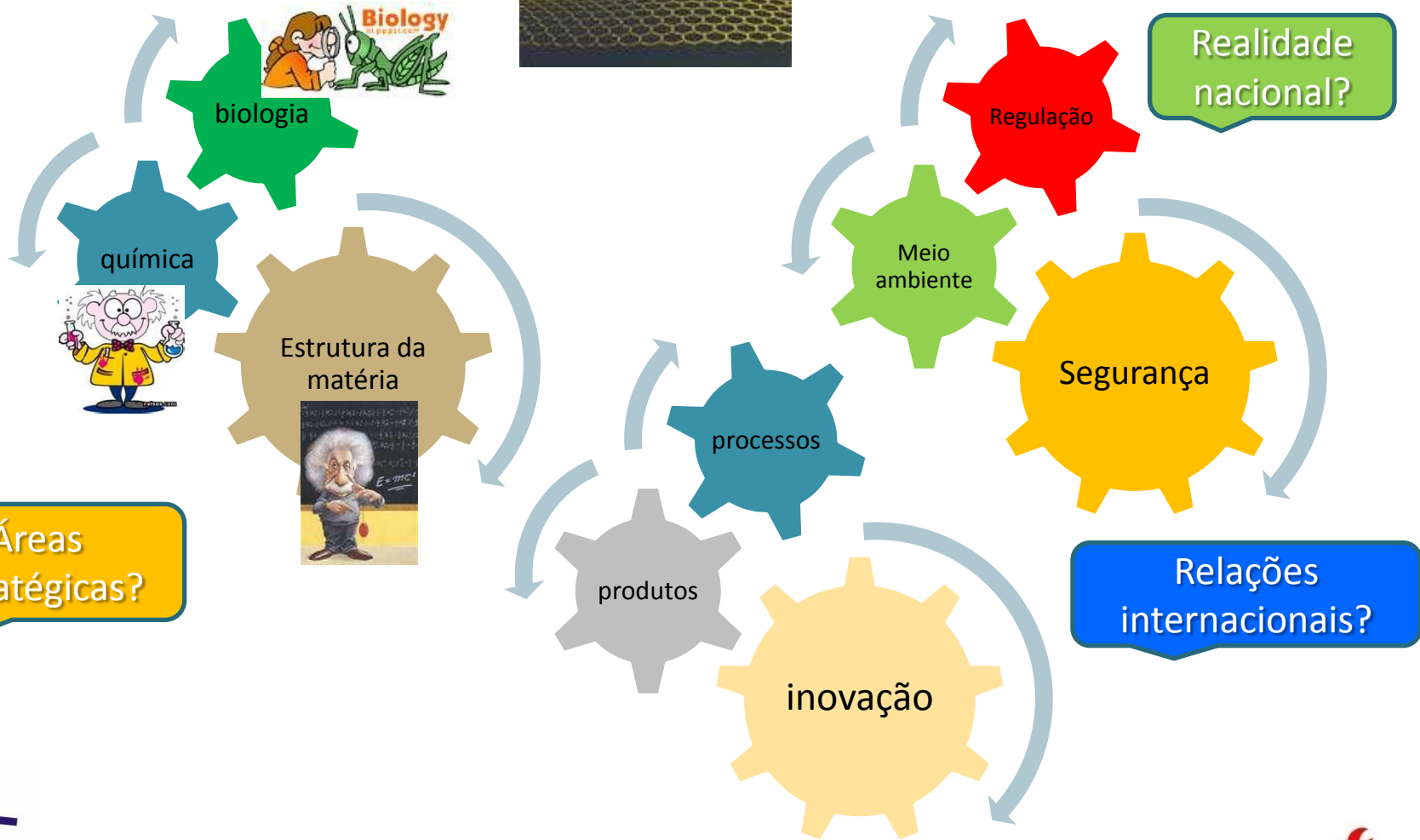
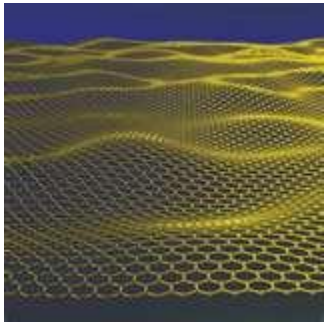


- Nanocatálise
- Nanopartículas
- Nanomagnetismo
- Nanoargilas
- Nanopolímeros
- Nanofármacos
- Nanoeletrônica
- Sistema nanoeletromecânicos
- Nanobiomateriais
- Nanotubos
- Modelagem computacional
- Oportunidades & negócios
- Nanocompósitos
- Modelagem matemática

O IF e a nanociência

- Materiais para células fotoelétricas
- Materiais para nanoeletrônica
- Suportes para catalisadores/células combustíveis
- Multicamadas magnéticas: magneto-resistência gigante
- Ferromagnetismo
- Nanocompósitos
- Fullerenos, nanotubos, grafenos
- Superfícies super-hidrofóbicas





Concluindo

- De acordo com Feynman, um sistema biológico pode ser muito pequeno. Muitas das células são diminutas, mas são muito ativas. Elas produzem várias substâncias, se movem e armazenam informação em uma escala diminuta (fonte de inspiração para a N&N).
- A nanotecnologia consiste em **construir algo nanométrico**, capaz de realizar o que desejamos **de forma manipulada e controlada**.
- O estágio atual de desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia tem mostrado **resultados fascinantes em várias áreas**, como medicina, biologia, eletrônica, química, física, engenharias e farmacologia.
- **Novos paradigmas têm sido formulados, estimulados pela multidisciplinaridade**.
- Este fascínio deve ser, entretanto, ponderado pelo **impacto** que esta área pode eventualmente apresentar **a nível ambiental e para a saúde humana**.

Obrigado pela atenção!

Contato: cnano@if.ufrgs.br

www.ufrgs.br/cnano