



Cinquentenário do Instituto de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Uma viagem pelo mundo nano

Naira Maria Balzaretta

Centro de Nanociência e Nanotecnologia – CNANO

UFRGS



fonte: seminário de João Schmidt

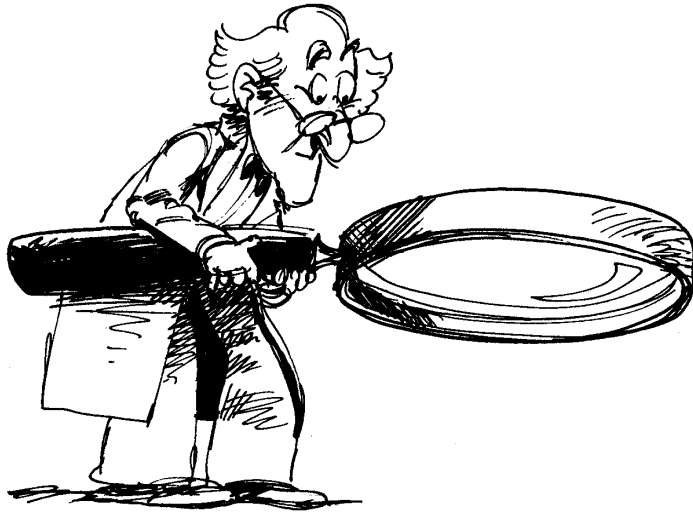




NANOTECNOLOGIA

Um exemplo de aplicação

fonte: filme/internet



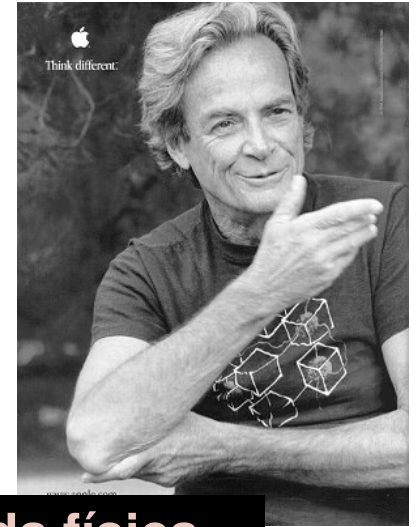
Desafio

- Fabricar e combinar blocos nanoestruturados para construir novos dispositivos para diversos tipos de aplicação tecnológica
 - $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 0,000 \ 000 \ 001 \text{ m}$

Marco inicial da nanociência:

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

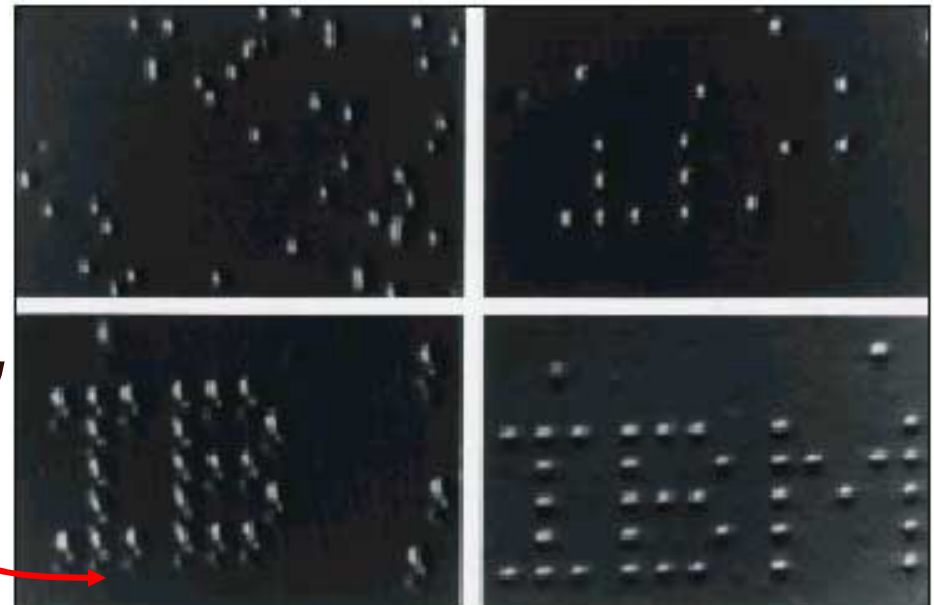
Reunião Anual da American Physical Society

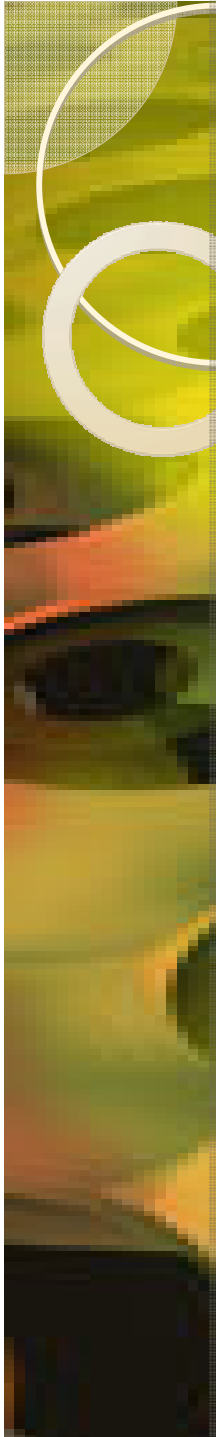


1959 – Não há nenhuma violação das leis da física nos princípios da nanomanipulação. É apenas uma questão de tempo.



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.

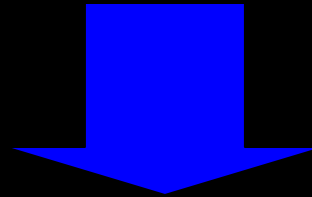
Ferramental teórico e experimental

Richard Feynman

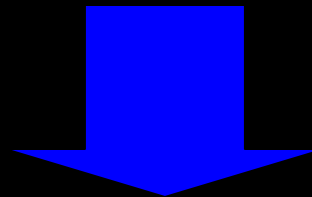
Plenty of Room at the Bottom (1959)



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

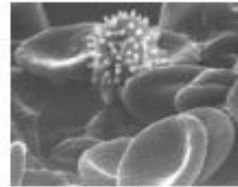
da natureza



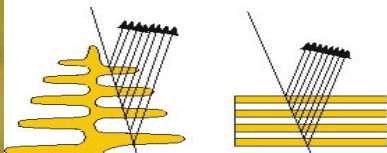
Ant
~ 5 mm



Human hair
~ 60-120 μm wide



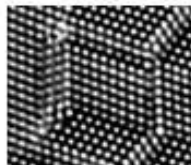
Red blood cells
with white cell
~ 2-5 μm



As cores das borboletas



DNA
~2-12 nm diameter

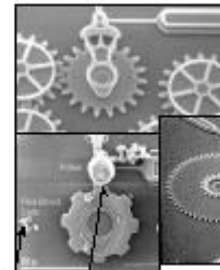


Atoms of silicon
spacing ~tenths of nm

feitas pelo Homem



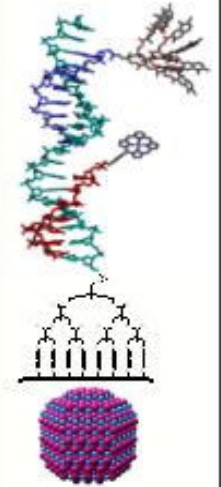
Head of a pin
1-2 mm



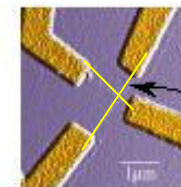
Micro Electro Mechanical
(MEMS) devices
10 - 100 μm wide

Pollen grain
Red blood cells

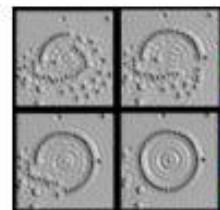
The Challenge



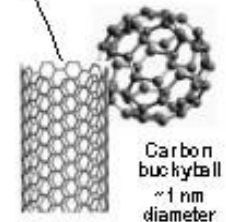
*Fabricate and combine
nanoscale building
blocks to make useful
devices, e.g., a
photosynthetic reaction
center with integral
semiconductor storage.*



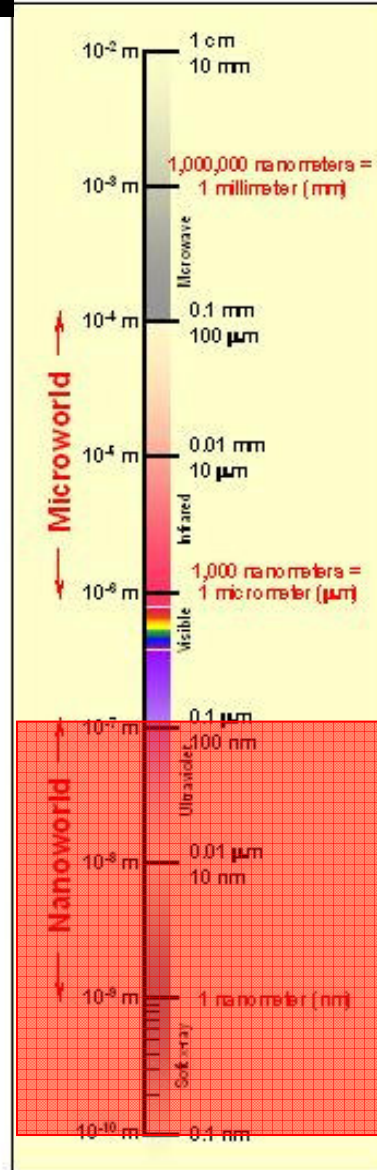
Nanotube electrode



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



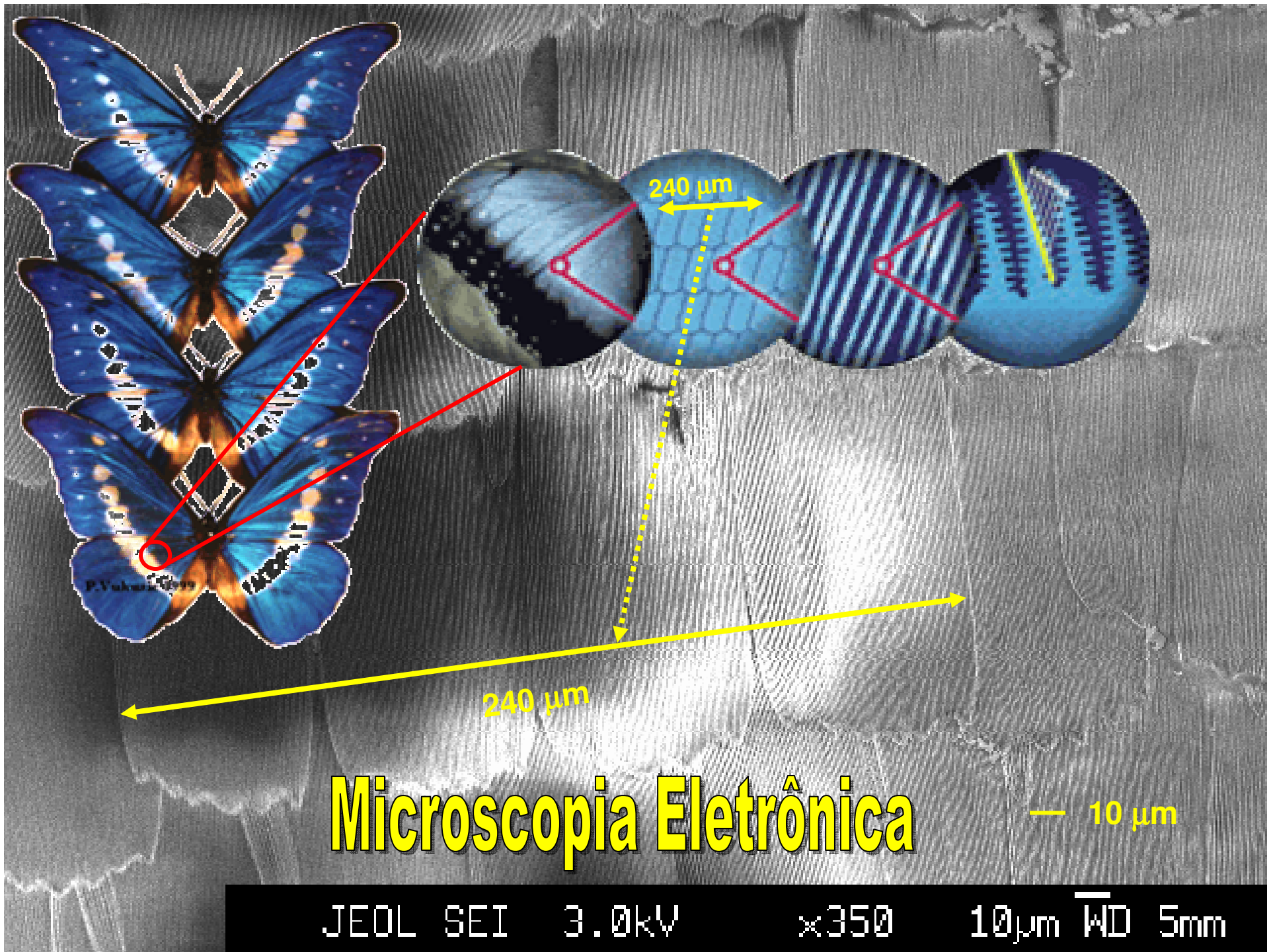
Carbon nanotube
~1.3 nm diameter



Nanoestruturas na natureza

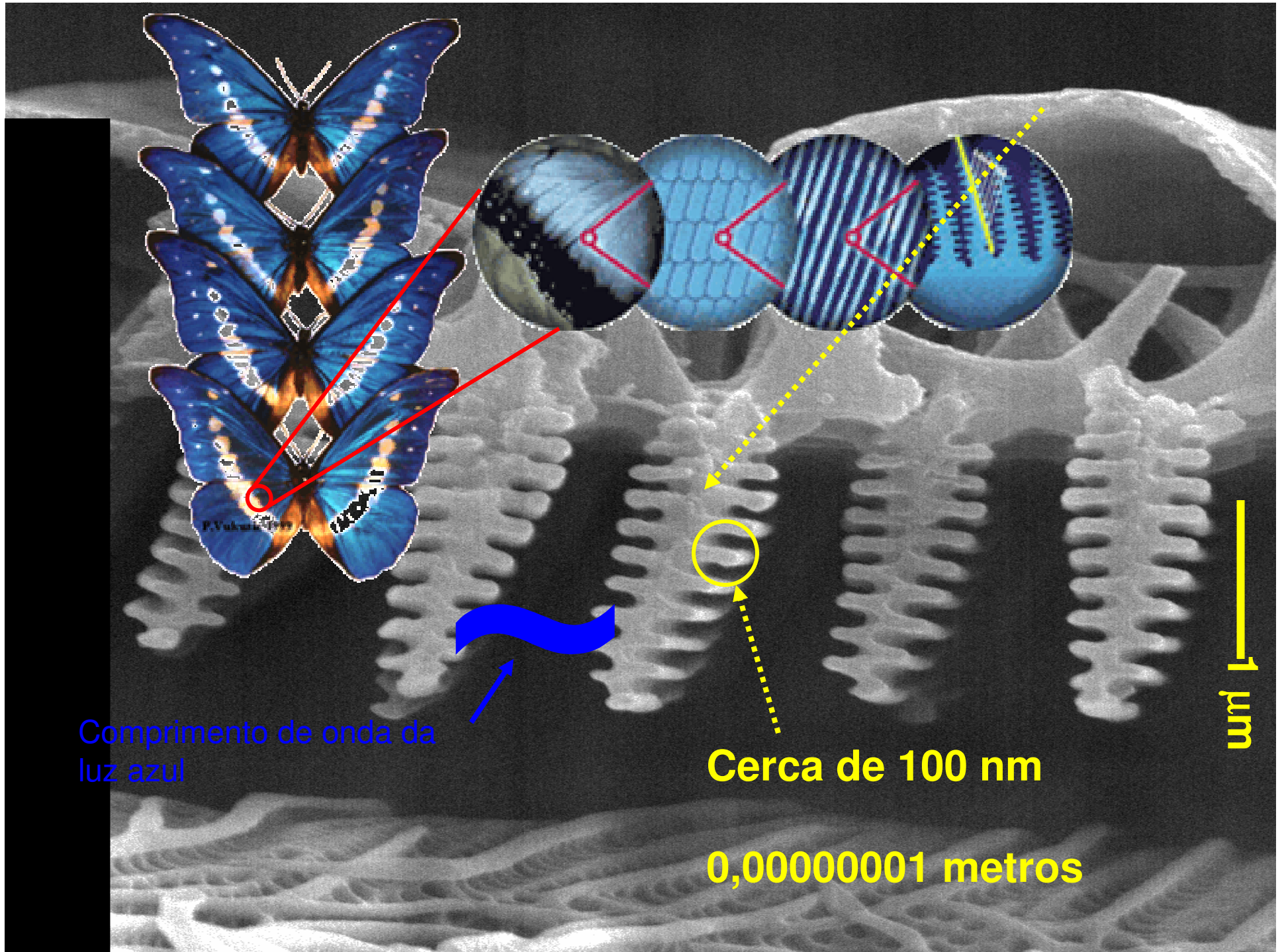


CNANO
Centro de Nanociência e
Nanotecnologia - UFRGS



Microscopia Eletrônica

JEOL SEI 3.0kV x350 10μm WD 5mm



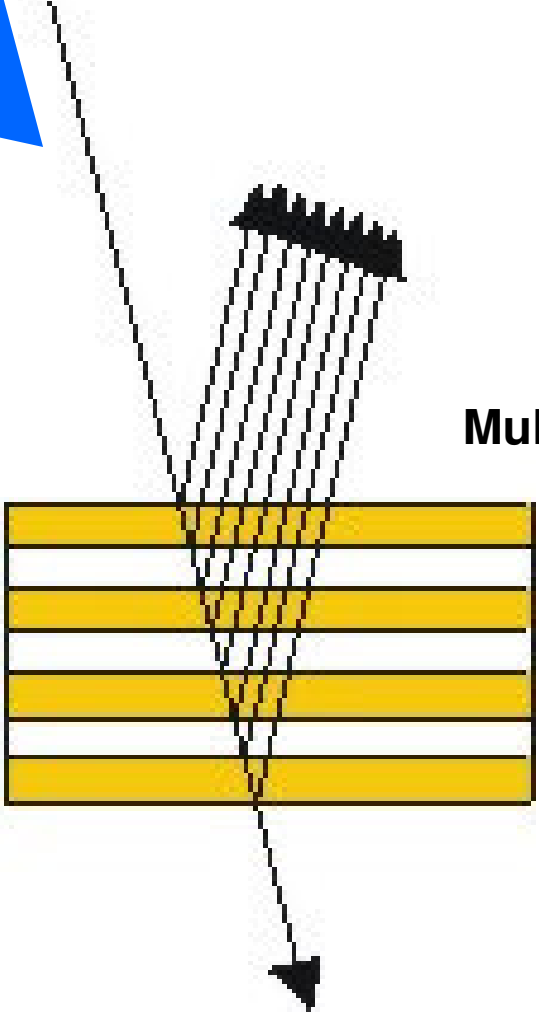
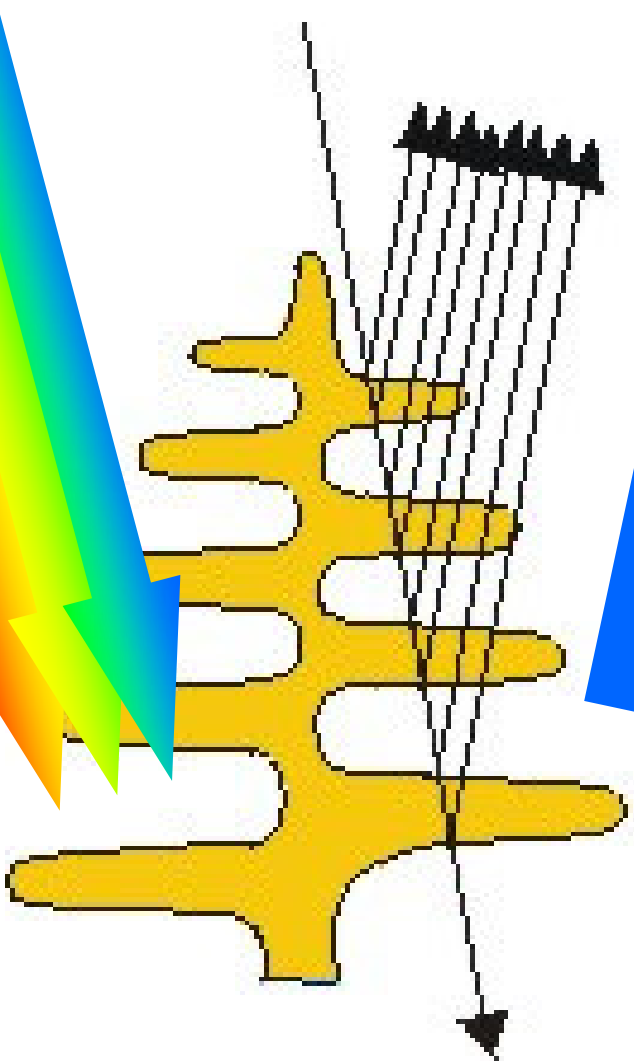
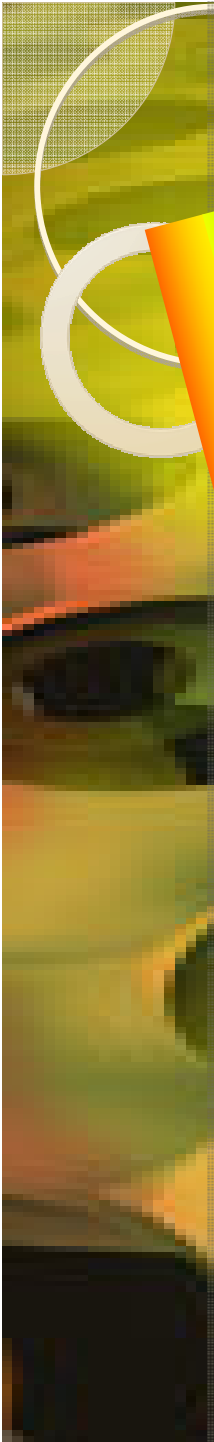
Comprimento de onda da luz azul

Cerca de 100 nm

0,00000001 metros

1 μm

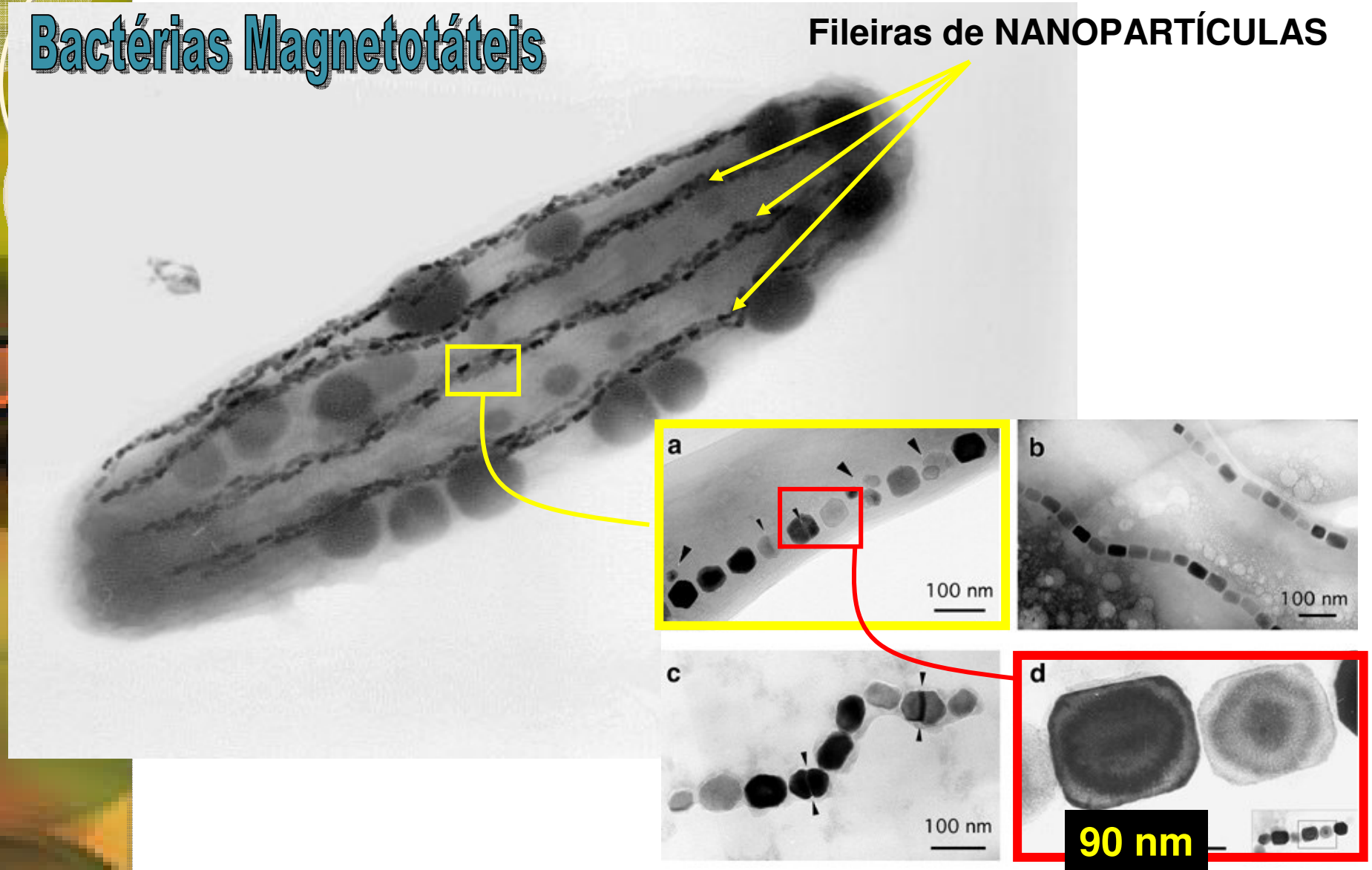
Asa da borboleta: MATERIAL FOTÔNICO



Multicamadas

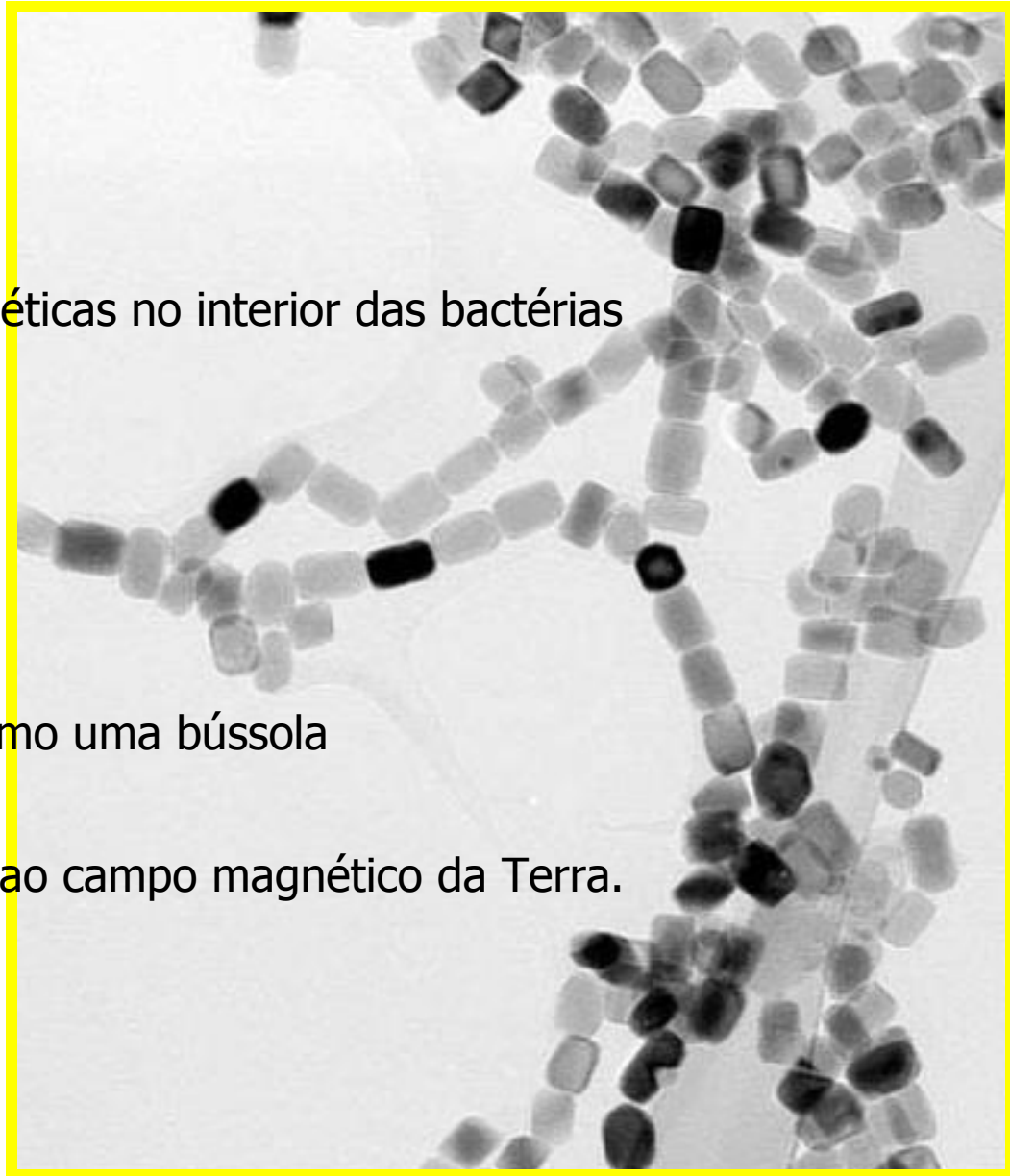
Bactérias Magnetotáteis

Fileiras de NANOPARTÍCULAS



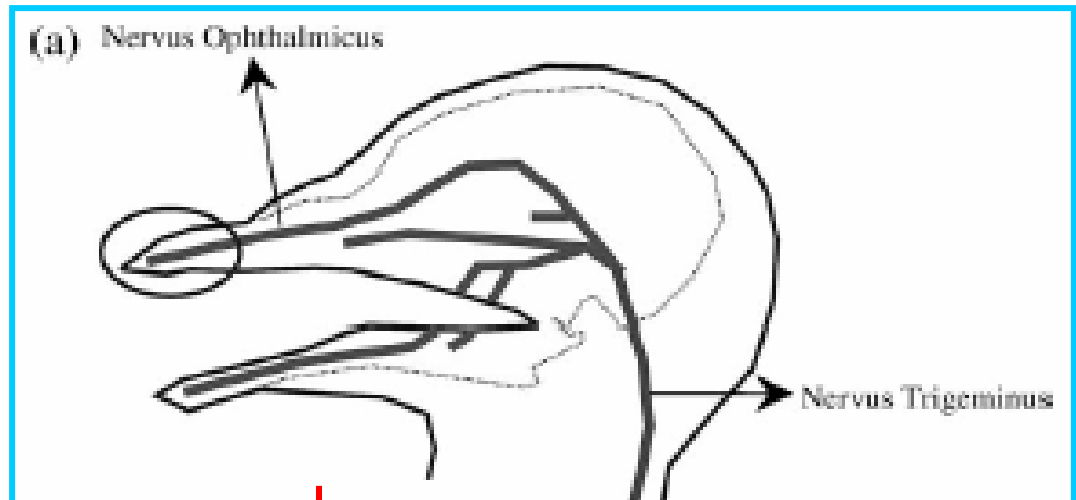
Bactérias Magnetotátteis

- NANOpartículas 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.



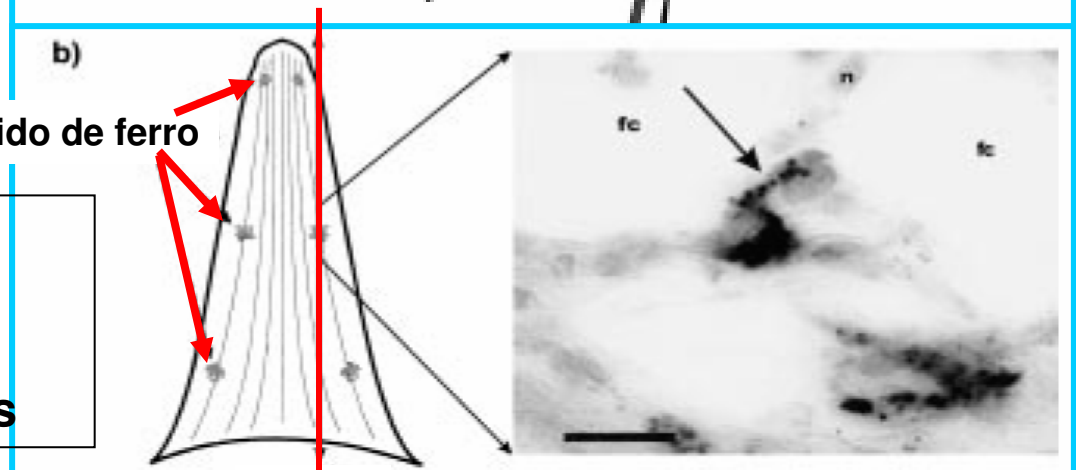
Nanopartículas Biomineralizadas

Pássaros



Aglomerados de óxido de ferro

e mais,
Tartarugas
Répteis
Abelhas e formigas



corte

Análise magnética do corte

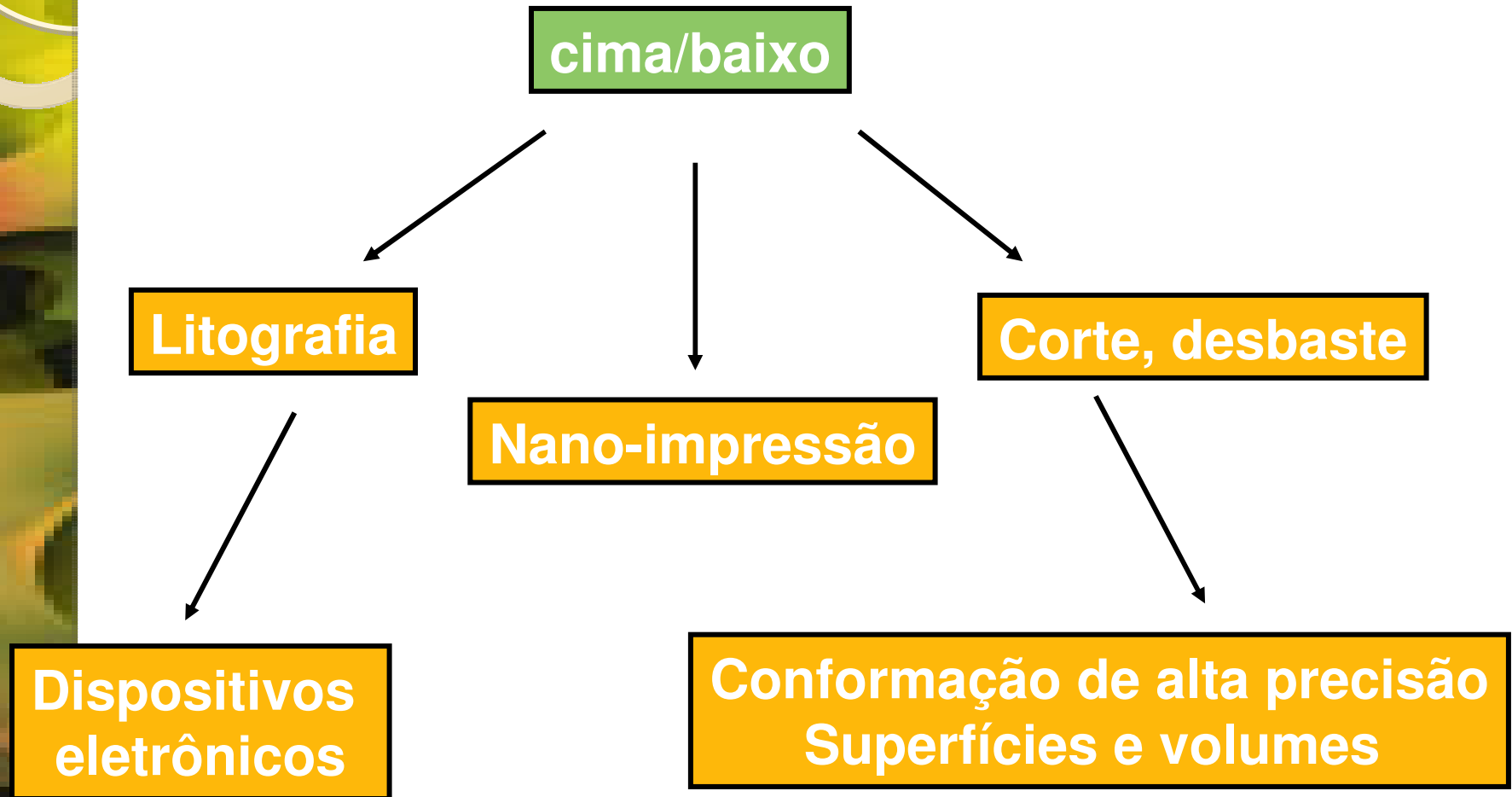
Nanoestruturas feitas pelo Homem



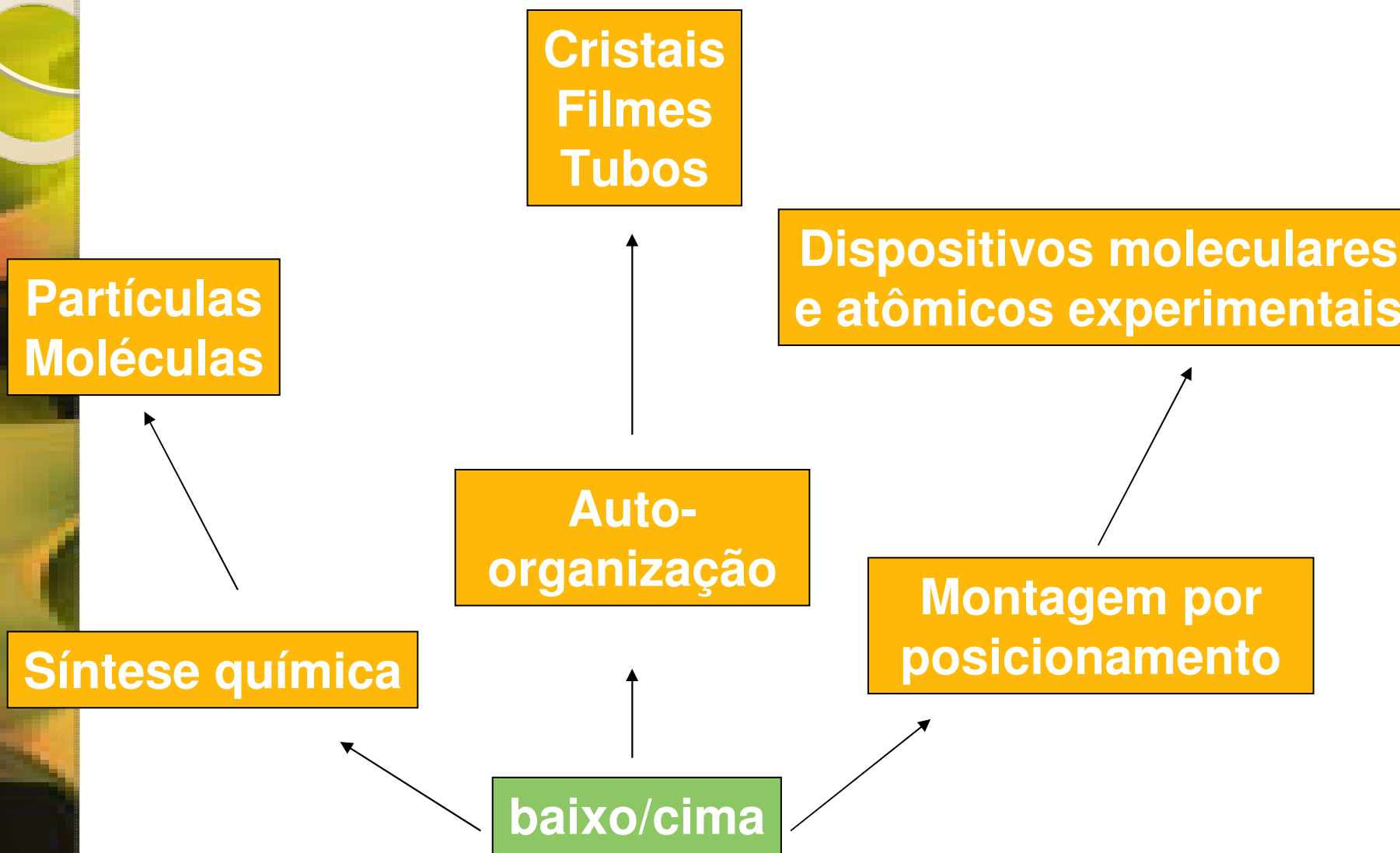
CNANO
Centro de Nanociência e
Nanotecnologia - UFRGS



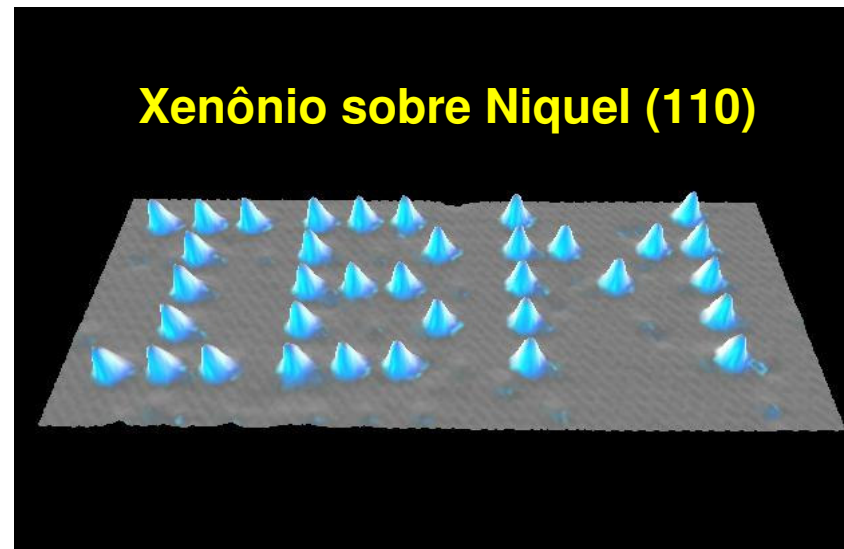
Preparação de nanoestruturas



Preparação de nanoestruturas

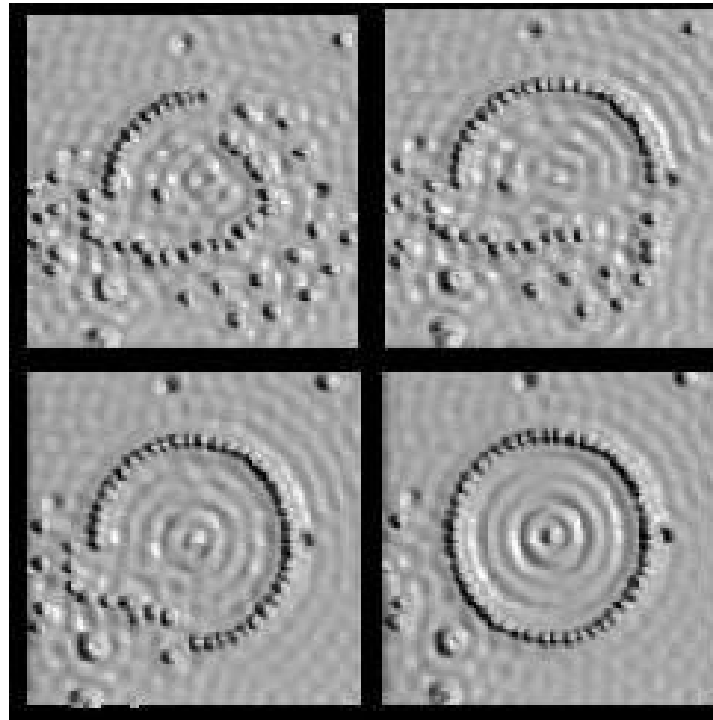


- Engenharia átomo a átomo
- Processo “de baixo para cima”



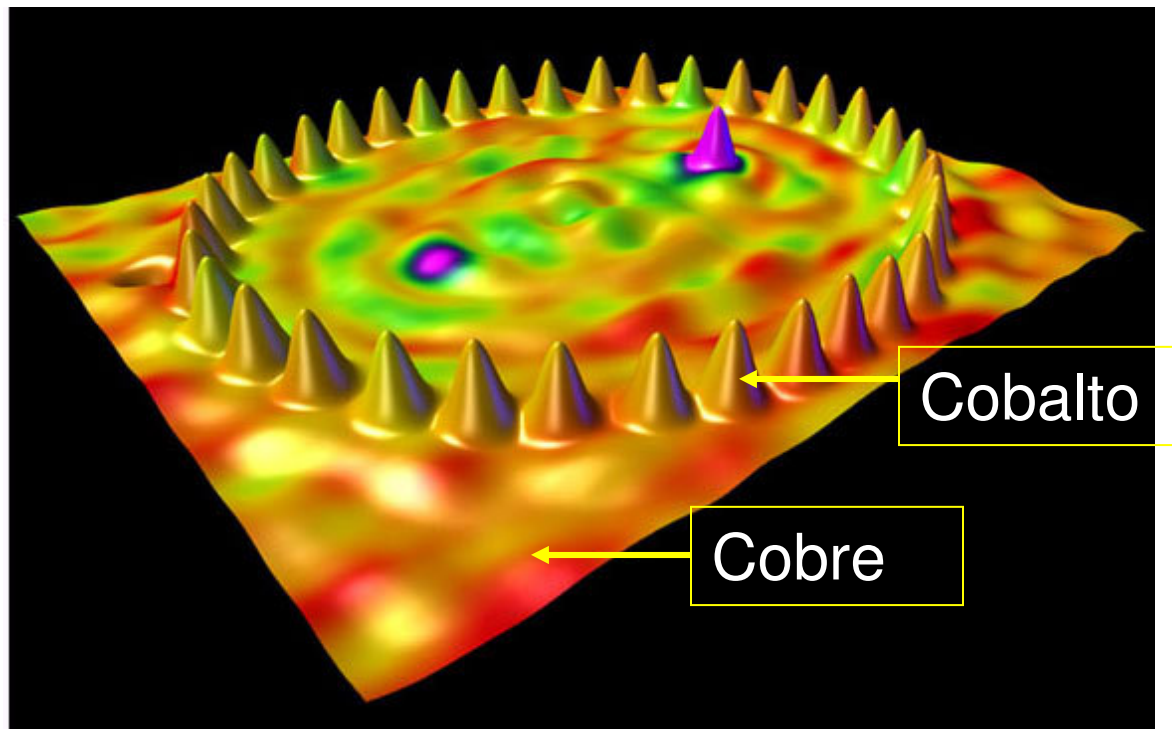
Manipulação de átomos

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

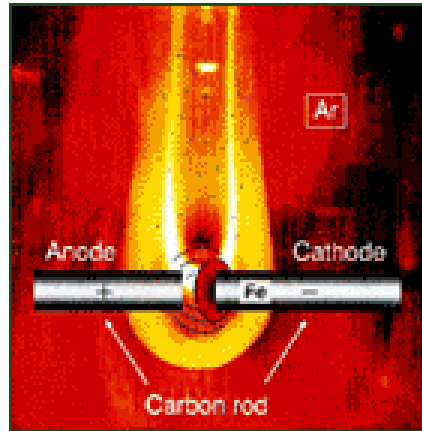


Curral atômico

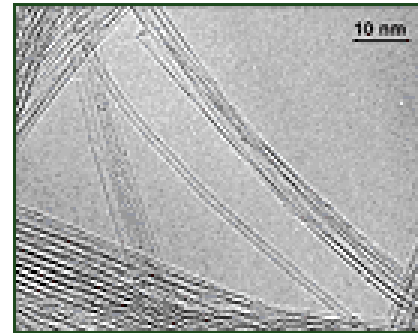
Microscópio de Tunelamento (STM)



Nanotubos de carbono



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

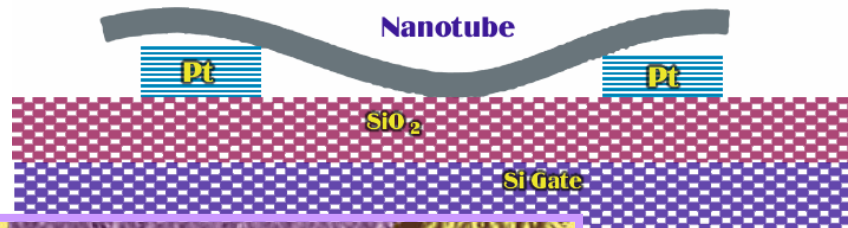


Electron microscope photograph of
Carbon Nanotubes

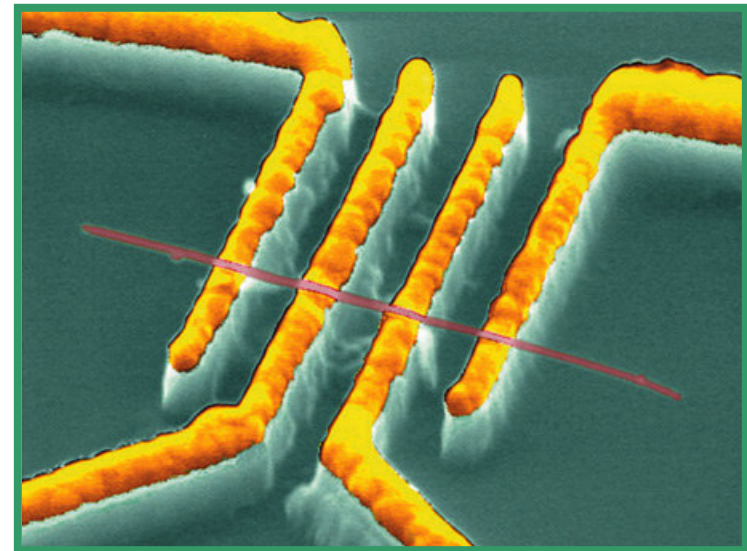
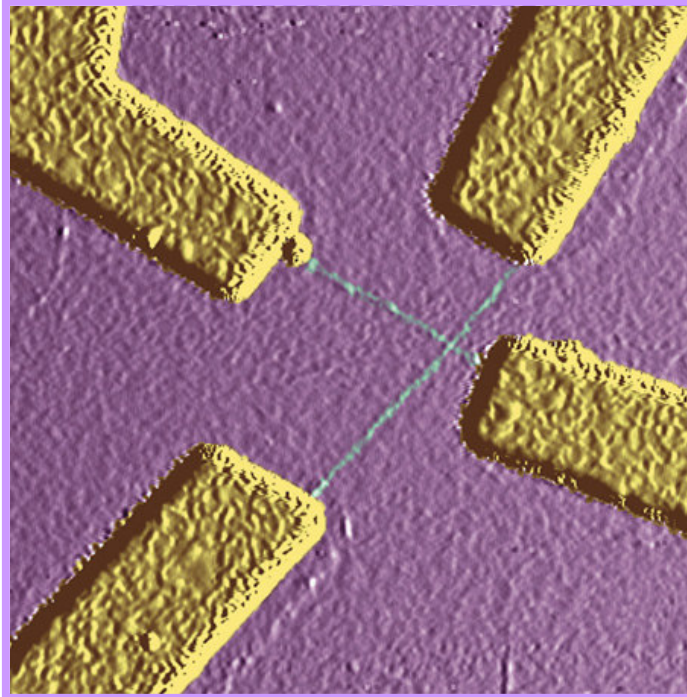
**Descobertos pelo físico japonês
Sumio Iijima em 1991**



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).

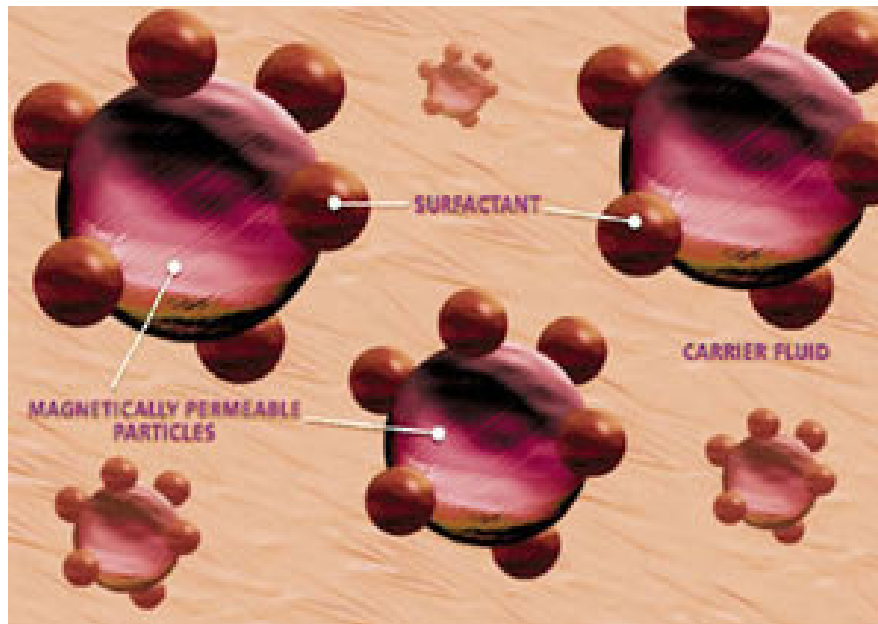
Aplicações de nanopartículas



CNANO
Centro de Nanociência e
Nanotecnologia - UFRGS



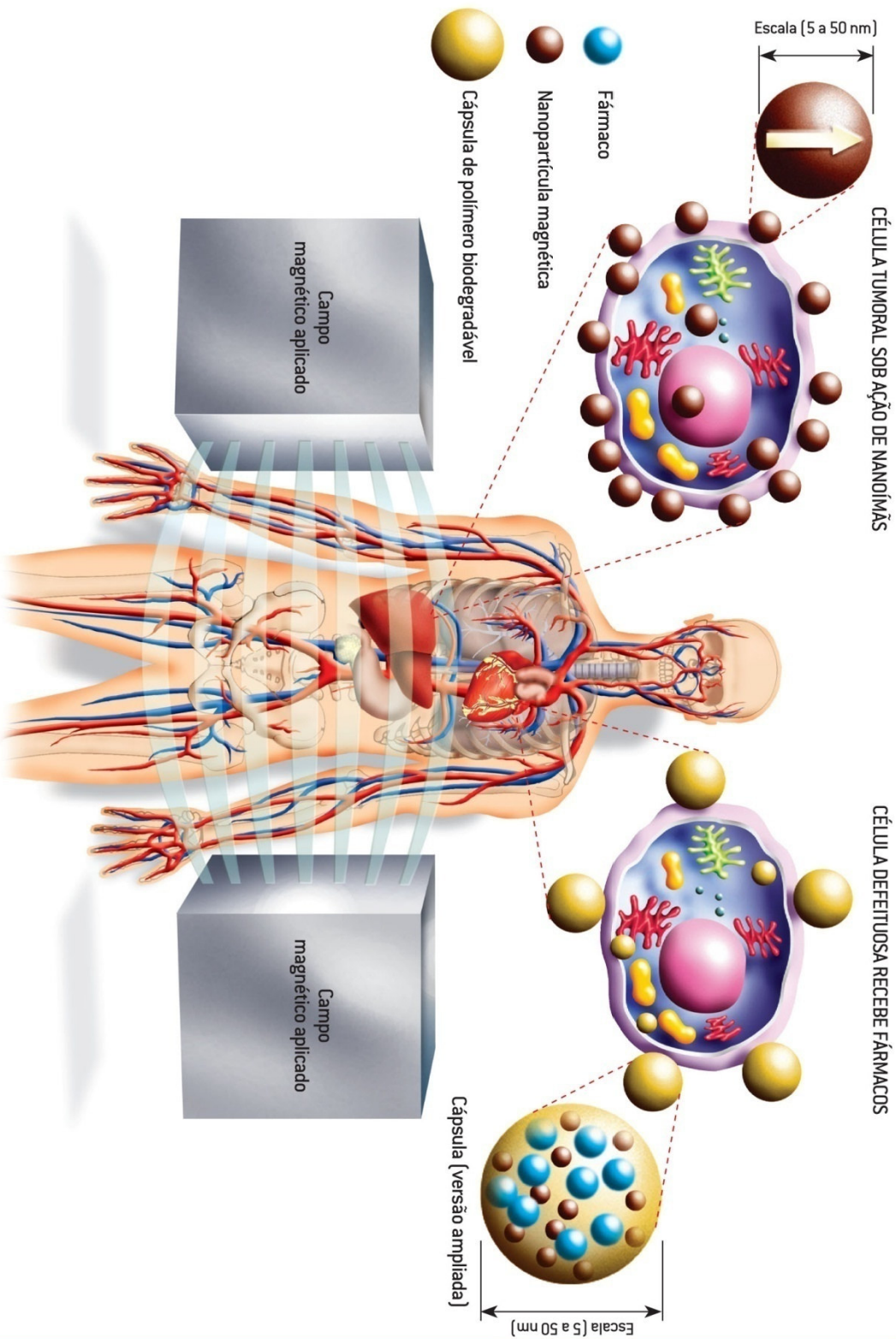
Fluidos Magnéticos - Ferrofluidos



- Suspensão de pequenas partículas magnéticas em meio líquido
- Partículas com diâmetro nanométrico ($\sim 10\text{nm}$)
- diversas aplicações

Nanopartículas - Aplicações Biomédicas

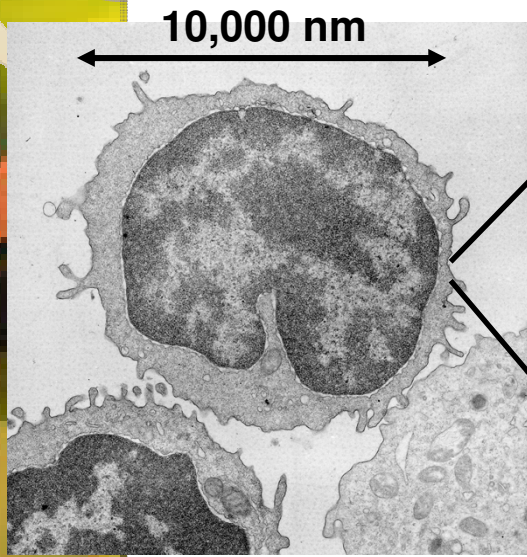
DUAS NANOESTRATÉGIAS CONTRA CÂNCER E OUTRAS DOENÇAS



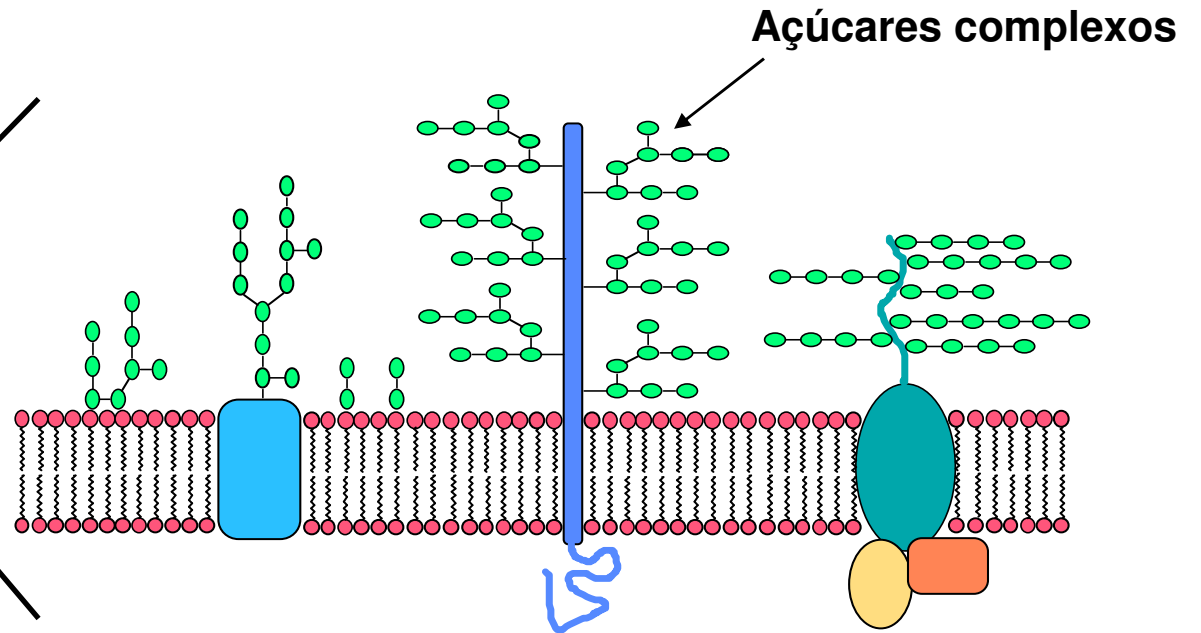
Das aplicações terapêuticas possíveis dos nanomías. Carregados pelo corpo com a ajuda de um campo magnético, eles poderiam ser levados até células cancerosas e agitados por alterações sucessivas do campo. O processo geraria calor e mataria as células doentes (*no alto, à esquerda*). Em outro

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, as quais entregariam o remédio com menor chance de erro (*no alto, à direita*).

Nanopartículas - Aplicações Biomédicas



Células humanas

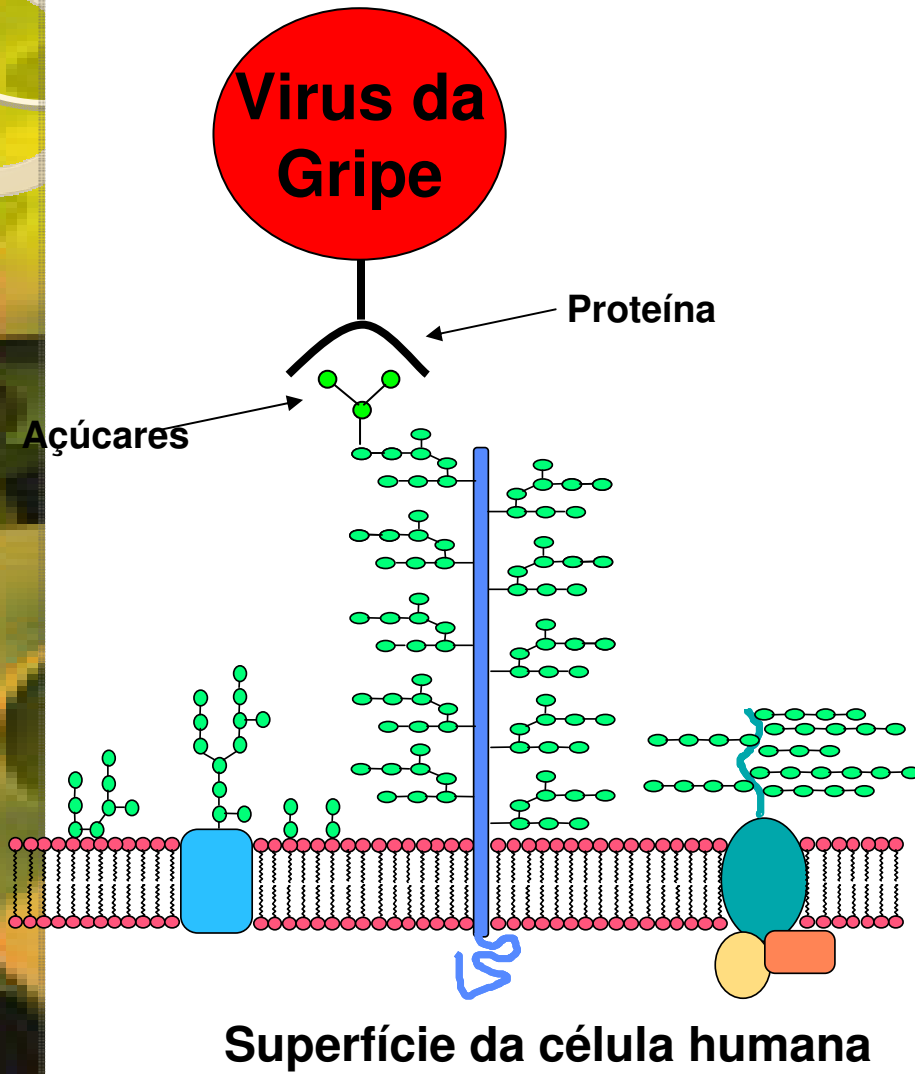


Membrana celular

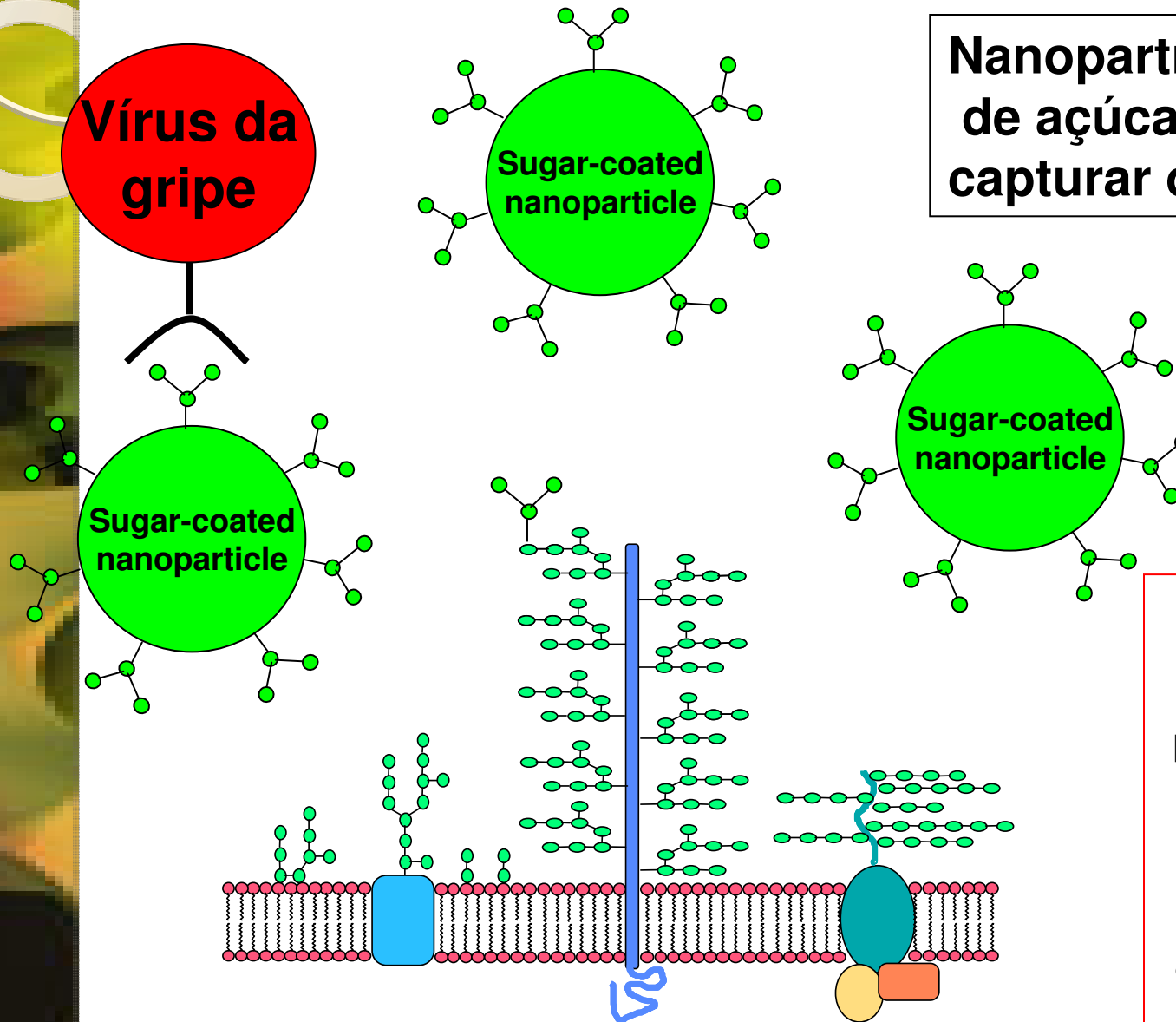
Células humanas são cobertas com açúcares complexos

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.

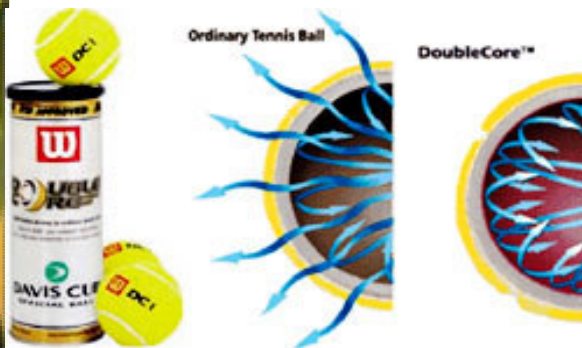
Produtos Esportivos



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

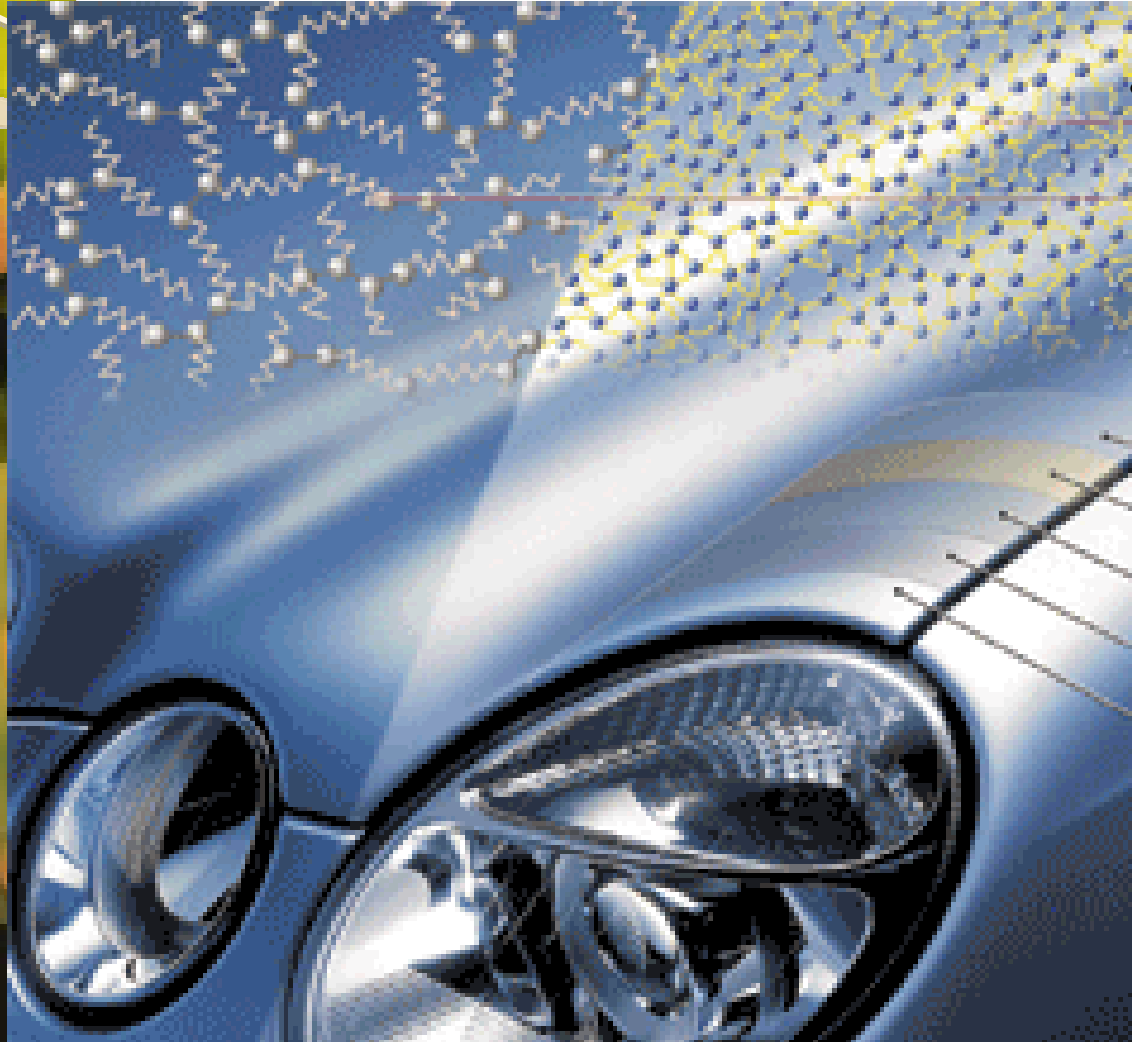


A água remove o vinho derramado
sem deixar manchas.

www.nano-sphere.ch

www.nanotex.com

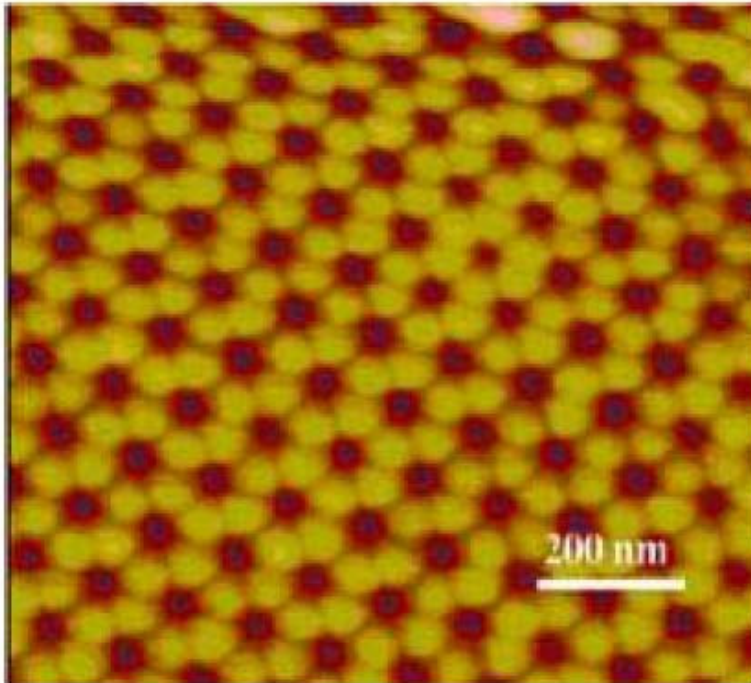
Pinturas resistentes a riscos e arranhões



- Nanopartículas cerâmicas

Mercedes Benz

Filtros nanométricos

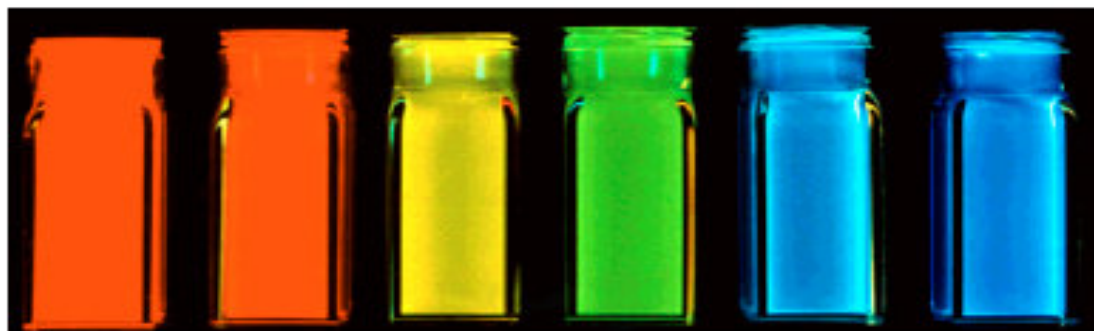
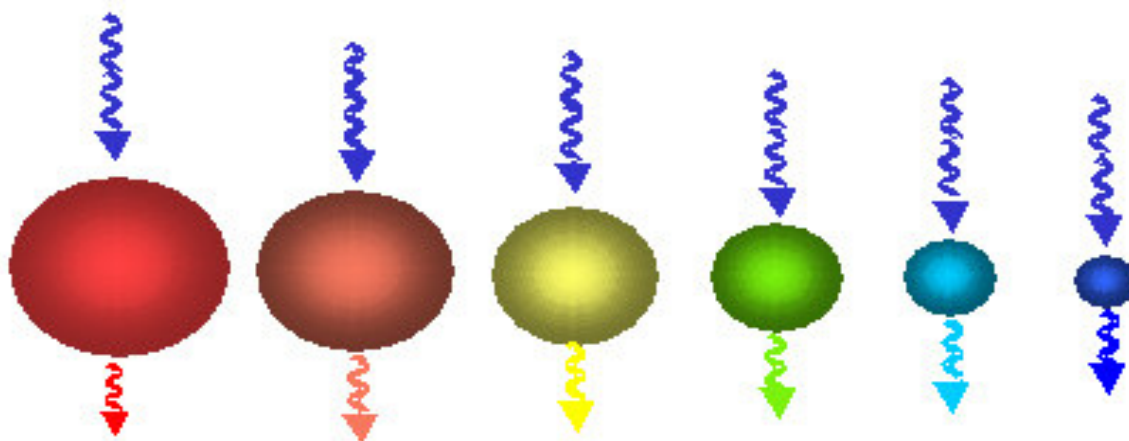


*Figure 1. Nanoporous membrane.
Courtesy of MINT Center and
Departments of Chemistry and
Metallurgical and Materials
Engineering, The University of
Alabama.*

Água e fluidos ultrapuros

Corantes, marcadores

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



Felice Frankel

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.



Impacto ambiental

- Membranas nano-estruturadas poderiam barrar pesticidas e bactérias perigosas dos suprimentos de água.
- Sensores nanoscópicos para detectar poluentes e monitorar mudanças na camada de ozônio.



Questões de Saúde

- Algumas nanopartículas são tão pequenas que podem ultrapassar o sistema imunológico e ir diretamente ao cérebro.
- Isso faz as nanopartículas úteis para levar drogas de modo mais eficaz.
- Mas elas também podem levar toxinas...

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

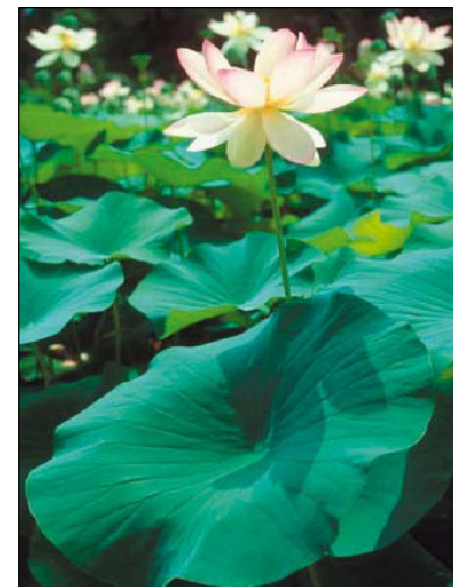
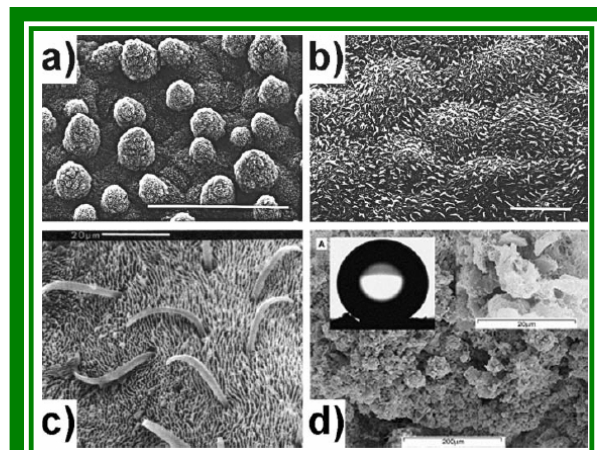
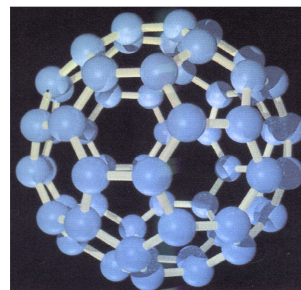


Cinquentenário do Instituto de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

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**.

Jozef T. Devreese, *Importance of nanosensors: Feynman's Vision and the birth of nanotechnology*, MRS Bulletin 32(9), 718-724 (2007).

Obrigado pela atenção!

Contato: cnano@if.ufrgs.br
www.ufrgs.br/cnano