

CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA E IMPACTOS À SAÚDE DOS TRABALHADORES

Importância do Tamanho

Patrícia Moura Dias

19 e 20 de julho de 2017

Fundacentro

São Paulo



Nanômetro?

1 metro = 1 bilhão de nanômetros

O que representa isto?



Múltiplo	Nome	Símbolo	Submúltiplo	Nome	Símbolo
10^0	metro	m	10^0	metro	m
10^1	decâmetro	dam	10^{-1}	decímetro	dm
10^2	hectômetro	hm	10^{-2}	centímetro	cm
10^3	quilômetro	km	10^{-3}	milímetro	mm
10^6	megametro	Mm	10^{-6}	micrômetro	μm
10^9	gigametro	Gm	10^{-9}	nanômetro	nm
10^{12}	terametro	Tm	10^{-10}	Ångstrom	Å
10^{15}	petametro	Pm	10^{-12}	picômetro	pm
10^{18}	exametro	Em	10^{-15}	femtômetro	fm
10^{21}	zettametro	Zm	10^{-18}	attometro	am
10^{24}	iotametro	Ym	10^{-21}	zeptômetro	zm

Como Podemos Medir as Coisas?



Uma estrada medimos
em quilômetros...
 $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

Árvores são medidas
em metros...
 10^0 m



Como Podemos Medir as Coisas?

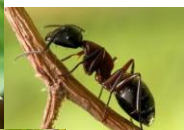


Borboletas são medidas
em centímetros...
 $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$



Como Podemos Medir as Coisas?

Insetos pequenos
são medidos em
milímetros...
 $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$



Como Podemos Medir as Coisas?



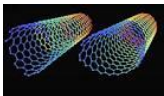
Fios de cabelo são medidos em micrômetros. Eles têm cerca de 100 micrômetros de espessura e esta é praticamente a menor medida que conseguimos ver a olho nu...
 $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

Como Podemos Medir as Coisas?

As bactérias e as células vermelhas do sangue (hemácias), que medem menos de 10 micrômetros, só são vistas com auxílio de microscópios chamados ópticos, que possuem lentes de aumento



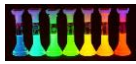
Como Podemos Medir as Coisas?



Nanotubo de Carbono



DNA



Pontos Quânticos



Fulereno



Vírus

O menor objeto que podemos ver com um microscópio óptico possui cerca 500 nanômetros. Assim, vírus que medem menos de 500 nm ou nanopartículas na escala de 1 a 100 nanômetros só podem ser vistas com auxílio de microscópios eletrônicos especiais

Comparando os Tamanhos



A distância entre
Florianópolis e Maceió é de
3.168 km \sim 3.000 km
3.000 km = 3.000.000
metro (3.000 mil metros)
 \sim 3 milhões de metros =
 \sim 3 bilhões de milímetros

3.168 km \sim
3.000 km

Comparando os Tamanhos

A ponta de uma caneta
esferográfica tem cerca
de 3 milímetros.

A ponta de uma caneta
esferográfica
comparada com toda a
distância
entre
Florianópolis e Maceió
tem a mesma relação de
tamanho que a
comparação entre 1
nanômetro e 1 metro!



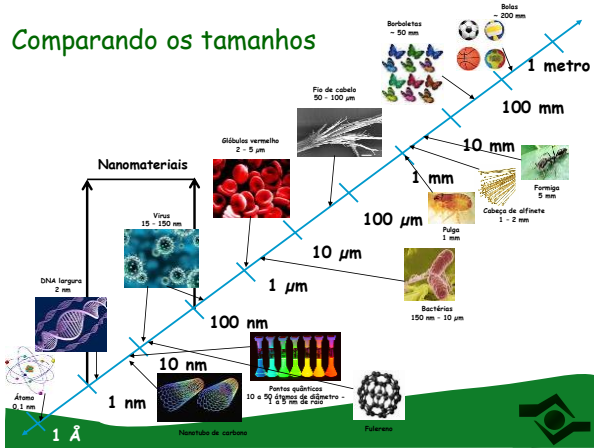
3mm

Nanotecnologia ou Nanotecnologias?

Existem várias "Nanotecnologias":

- ✓ As tecnologias que manipulam materiais em tamanho nano são diferentes dependendo do campo de aplicação: medicina, condutores, informática, etc.
- ✓ O que todas tem em **comum** é que envolvem o estudo e a **manipulação** da matéria em uma escala muito pequena, geralmente da **ordem de 1 a 100 nanômetros**.

Comparando os tamanhos



Características Básicas dos Nanomateriais

- ✓ Reduzir o tamanho dos materiais até a nanoescala pode ocasionar mudanças significativas em suas **propriedades**.
- ✓ Devido serem tão pequenas, as nanopartículas têm uma **grande relação superfície/volume** que é um dos fatores responsáveis por suas novas propriedades físicas e químicas.
- ✓ A diminuição do tamanho faz com que **aumente a área superficial** das partículas.

Características Básicas dos Nanomateriais



Importância do tamanho

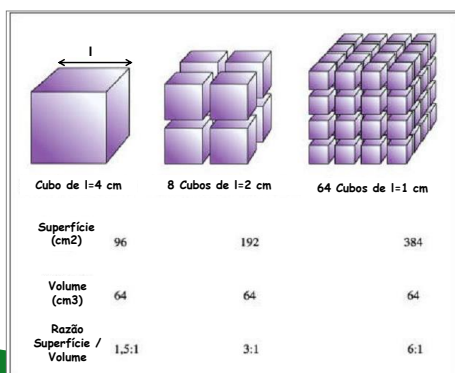
Aço é usado para fabricar panelas que vão direto no fogo



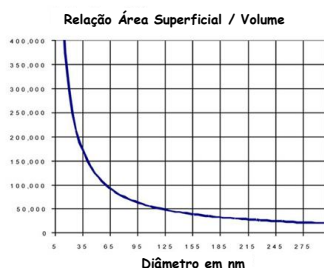
Porém, palha de aço se for colocada no fogo, queima!



Importância do Tamanho



Relação entre o Tamanho da Partícula e o Área Superficial



Este gráfico já mostra que a área começa a aumentar significativamente abaixo de cerca de 300 nanômetros



www.nanohorizons.com/AboutNanoTechnology.html

Importância do Tamanho

- ✓ A área superficial é importante porque muitas reações químicas envolvendo sólidos acontecem na superfície, onde as ligações químicas são incompletas.
- ✓ Isto provoca um grande aumento da energia superficial e, em consequência, da reatividade das partículas, o que por exemplo, provoca um aumento na atividade catalítica de alguns materiais.



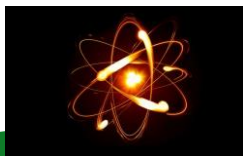
Importância do Tamanho

Uma corrente de ferro de elos grossos e várias correntes de elos finos para puxar o mesmo peso, qual enferruja antes?



Importância do Tamanho

Outra razão para as substâncias mudarem de comportamento é o fato de que na medida em que a matéria é reduzida à escala nanométrica as suas propriedades começam a ser dominadas por **EFEITOS QUÂNTICOS**.



Importância do Tamanho

- ✓ A **teoria quântica** é um ramo da **física** que **explica**, entre outras coisas, o **comportamento dos átomos e dos elétrons na matéria**. De acordo com ela, os elétrons podem se comportar como ondas, o que se manifesta de forma mais clara quando o material tem dimensões nanométricas. Para amostras com um número pequeno de átomos, o comportamento dos elétrons se assemelha ao observado para as vibrações da corda de um violão, que - como é sabido - só são bem definidas para certos valores de frequências.
- ✓ Esta limitação sobre o movimento dos elétrons, conhecida como confinamento quântico, tem efeito direto sobre diferentes propriedades físicas das amostras nanoscópicas, como, por exemplo, sua cor e sua condutividade elétrica. *Fonte: Nanociências e nanotecnologia - Marcos A. Pimenta, Celso P. Melo.*

<http://www.ufsm.br/pgfisica/mc2.pdf>



Importância do Tamanho

Estas características da matéria na escala nanométrica são responsáveis pela constatação de que nesta escala as propriedades dos materiais podem se **alterar drasticamente em relação aos mesmos materiais na escala macro**.



Importância do Tamanho

Apenas com a **redução de tamanho** e sem alteração de substância, verifica-se que os materiais apresentam **novas propriedades e características**.



Características Básicas dos Nanomateriais

Alteração de propriedades pode incluir mudança de:

- ✓ Cor, solubilidade,
- ✓ Resistência do material,
- ✓ Condutividade elétrica,
- ✓ Comportamento magnético,
- ✓ Mobilidade (no corpo humano e no ambiente),
- ✓ Propriedades físico químicas como ponto de fusão, reatividade química e
- ✓ Atividade biológica, entre outras alterações.

Tudo isto vai depender das características das nanopartículas.

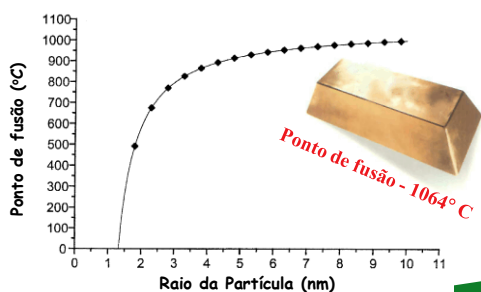


Importância do Tamanho

- ✓ O **alumínio** em escala nano entra em combustão espontaneamente quando em contato com o oxigênio.
- ✓ Absorção de radiação solar em células fotovoltaicas é muito maior em nanopartículas do que em filmes finos formados por lâminas de material em escala maior. Como as nanopartículas são menores elas absorvem quantidade maior de radiação solar.
- ✓ O **ouro** muda de cor em função do tamanho de suas partículas. Muda até seu ponto de fusão. Em escala macro ele funde a **1.064°C**, dividido em partículas de **5 nm** ele pode fundir a cerca de **830°C**, enquanto partículas de cerca de **2 nm** podem ficar líquidas a **350°C**.



Ponto de Fusão do Ouro (Au)

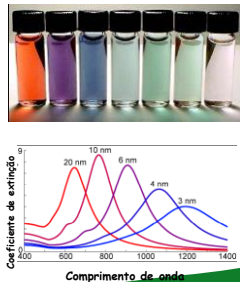


Fonte: K.J. Klabunde, 2001



Importância do Tamanho

Exemplo de variação de cor obtida em suspensões com nanopartículas de ouro de diferentes dimensões.



<http://divulgação.dmc.fct.unl.pt/Nanosaude.pdf>

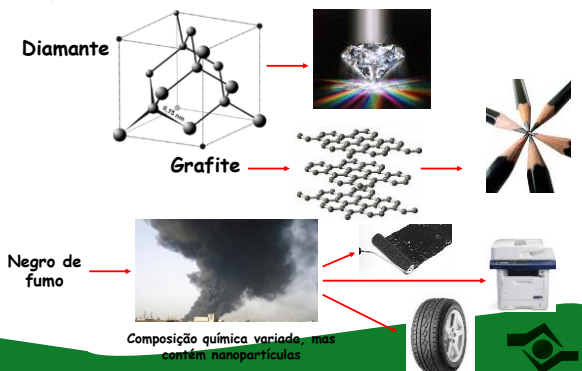
Além do Tamanho

Além do tamanho há vários outros aspectos que são importantes para a determinação das propriedades dos materiais em escala nano, especialmente com relação às nanopartículas:

- ✓ Tamanho e distribuição de tamanho; Forma;
- ✓ Estado de aglomeração; Biopersistência, durabilidade e solubilidade (em água e em gordura);
- ✓ Área superficial,
- ✓ Porosidade (pós porosos possuem área superficial muito maior do que os não porosos);
- ✓ Química da superfície, incluindo sua: composição, energia superficial, molhabilidade, carga, reatividade, espécies adsorvidas, contaminação. Possível modificação na cobertura da partícula também é citada por alguns autores
- ✓ Contaminantes ou traços de impurezas;
- ✓ Composição química, incluindo dispersão da composição;
- ✓ Propriedades físicas: tais como densidade, condutividade. Alguns artigos incluem: dureza, deformabilidade;
- ✓ Estrutura cristalina.

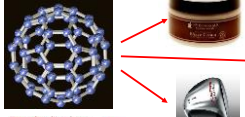
Exemplos do Carbono

Formas Conhecidas



Exemplos do Carbono

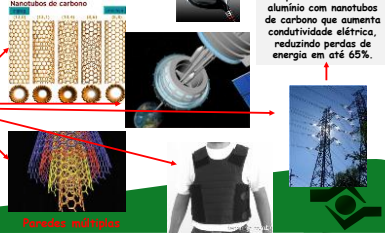
Nanomateriais engenheirados/manufaturados


Fulerenos → 


Nanotubos de Carbono

Propriedades:

- Mecânicas:** Um dos materiais mais duros conhecidos (semelhante ao diamante), apresenta resistência mecânica altíssima capaz de suportar pesos, alta flexibilidade.
- Elétricas:** Suportam bem a corrente elétrica, podem atuar com característica semicondutora e até supercondutora.
- Térmicas:** Apresenta altíssima condutividade térmica na direção do eixo do tubo. São cerca de 100 vezes mais resistentes e seis vezes mais leves do que o aço.

Nanotubos do carbono → 

Pesquisa testa cabo de alumínio com nanotubos de carbono que aumenta condutividade elétrica, reduzindo perdas de energia em até 65%. → 

Paradas múltiplas → 

Exemplos do Carbono

Nanomateriais engenheirados/manufaturados

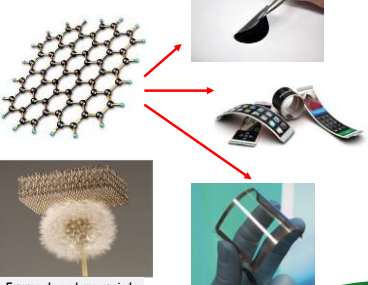
Grafeno

Se comparado ao aço, ele é seis vezes mais leve, cinco a seis vezes menos denso, duas vezes mais duro, possui 10 vezes mais resistência à tensão e 13 vezes maior rigidez à flexão.

Espuma de carbono

Ilhas de átomos de carbono tipicamente entre 6 a 9 nm são interconectadas aleatoriamente formando estruturas tridimensionais muito leves, sólidas e esponjosas, que podem agir como semicondutores.

Espuma de carbono apoiada sobre flor conhecida como "Dente de Leão". Foto: Reuters

→ 

Metamateriais

Um metamaterial é um material não encontrado na natureza, com propriedades especiais derivadas muito mais de sua estrutura do que de sua composição química. Criação de metamateriais depende diretamente do desenvolvimento da nanotecnologia.

→ 

→ 

→ 

→ 

<http://hypescience.com/18793-espeho-universal-reflete-todos-os-angulos>

→ 

→ 

Ligas com Memória de Forma



<http://www.youtube.com/watch?v=QYp9IJRM8s>

http://www.youtube.com/watch?v=6F6bUEVPMW0&feature=player_embedded

<http://www.youtube.com/watch?v=r-Bqse9cqo8>



Impressoras 3D

Impressão 3D começou a ser desenvolvida nos Anos 80



Impressoras 3D

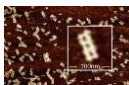
Impressão 3D começou a ser desenvolvida nos Anos 80



Impressoras 3D

Já atinge impressão na escala "nano"

Cientistas produzem novos medicamentos através de impressora 3D



<http://www.megacurioso.com.br/invencoes/34537-cientistas-produzem-novos-medicamentos-atraves-de-impressora-3d.htm>

Polímero biocompatível e que contém estruturas que promovem o crescimento do osso e das células



http://abertoatedemadrugada.com/2013/03/noticias-da-dia_8html



<http://www.3ders.org/articles/20160219-3d-printing-to-develop-first-of-its-kind-implantable-artificial-kidney-based-on-microchips.html>



<http://inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=impressora-3d-nano-precisao>



Importância do Tamanho

Conhecer as características das substâncias em tamanho maior **não** fornece informações compreensíveis sobre suas propriedades em escala nano.

Importância do Tamanho

Um material **"seguro"** para ser manuseado em tamanho maior, pode facilmente penetrar na pele na forma de nanopartícula ou se tornar um aerossol e **entrar no organismo pela via respiratória.**

Importância do Tamanho

A maior reatividade devido a **grande área superficial** e aos **efeitos quânticos** que **alteram** as características físicas e químicas das nanopartículas, podem também provocar consequências não pretendidas (**e até desconhecidas**) quando tais partículas entram em contato com o organismo humano ou outros sistemas biológicos.



Nanotecnologia é Nova?

Não

A maioria dos avanços teóricos e tecnológicos na história da humanidade se desenrolou a partir de práticas empíricas de ensaio e erro. Isto também ocorreu com o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia.

Já estava presente na Idade Média, em que a cor dos vidros eram dependentes da resposta ao efeito do espalhamento da luz, sobre as nanopartículas de diferentes tamanhos dos aditivos metálicos a eles adicionados.



Nanotecnologia é Nova?

Os artesãos medievais, sem saber, tornaram-se nanotecnólogos durante o processo de fabricação dos vitrais que eram instalados nas janelas das igrejas. Durante a idade média (500 dC-1450 dC) estes artesãos usavam diferentes produtos químicos para dar colorido a seus trabalhos. A cor vermelha era dada pelas nanopartículas de ouro e a amarela pelas de prata (NSF, 2008).



http://www.exo.net/~pauld/Summer_institute/Nano%20Institute/Day%2003/stainedglassclassroom_lessonplan.pdf



Nanotecnologia é nova?

De acordo com Zhu Huai Yong, professor associado na Queensland University of Technology na Austrália, a pintura de ouro usada nos vitrais da era medieval ainda purificava o ar quando aquecidos pela luz solar.

http://www.informationweek.com/news/personal_tech/virtualworlds/showArticle.jhtml?articleID=210200145



Nanotecnologia é Nova?

Da mesma maneira, a indústria Romana do século IV aC utilizou-se desses sofisticados aditivos para a produção de um vidro multicolorido. Com a junção de pó de ouro e prata ao vidro, o mesmo assumia uma coloração diversa de acordo com a iluminação que recebia a superfície do vaso.

No Museu Britânico de Londres há uma peça artesanal chamada "Taça de Licurgo" (Século IV dC) feita com a técnica denominada *cal-soda* que contém nanopartículas de prata e ouro e que muda de cor de um tom verde azulado a um tom vermelho profundo em função da luz.



<http://www.monografias.com/trabajos57/nanotecnologia-salud/nanotecnologia-salud2.html>



Quando Começou o Interesse pela Escala Nano?

Historicamente costuma ter seu marco inicial associado à palestra proferida em 1959 pelo físico americano **Richard Feynman**, intitulada **"Há muito espaço lá em baixo"**.

Nessa palestra, que é hoje considerada o momento definidor das nanociências e nanotecnologia como uma atividade científica, Feynman (que veio a receber o prêmio Nobel de Física em 1965, por suas contribuições ao avanço da teoria quântica) sugeriu que um dia o **homem conseguiria manipular objetos de dimensões atômicas e assim construir estruturas de dimensões nanométricas segundo seu livre arbítrio**.

Nanociências e nanotecnologia - Marcos A. Pimenta, Celso P. Melo
<http://www.ufsm.br/pgfisica/mc2.pdf>



Quando Começou o Interesse pela Escala Nano?

As idéias de Feynman, porém, ficaram adormecidas por mais de 20 anos.

Começaram a renascer nos anos 1980 por causa de **Eric Drexler**, então um jovem estudante do MIT que resgatou, de um lado, a palavra "nanotecnologia", cunhada por um autor japonês, N. Taniguchi, em um artigo publicado em 1974; e de outro, a inspirada palestra de Feynman.

Estas idéias faziam parte do livro de Drexler, *Engines of Creation* (Máquinas da Criação), de 1986, um ensaio sobre a possibilidade de se construir **máquinas moleculares**, e que elas poderiam se **autorreplicar** sem controle, formando a chamada **"meleca/gosma cinzenta"** (*gray goo*).

http://www.unesp.br/aci_ses/revista_unespciencia/acervo/22/nanotecnologia-tamanho-real



Quando Começou o Interesse pela Escala Nano?

O termo "**nanotecnologia**" foi desta forma popularizado por Drexler, que até por volta dos 2000 era fonte garantida em qualquer reportagem sobre o tema.

O termo nanotecnologia criado em 1974 tinha inclusive outro significado. Foi sugerido para descrever a **manufatura** precisa de materiais com tolerâncias nanométricas.



Quando Começou a ser Possível Conseguir Trabalhar na Escala Nano?

Apesar de existirem, não era possível explicar o comportamento proveniente de materiais nanométricos.

A resposta é simples:

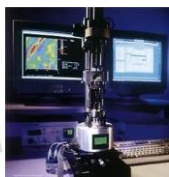
A resolução do microscópio óptico, único disponível até a década de 1980, não permitia a observação de objetos na escala nanométrica.



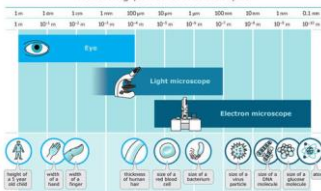
O que é Novo?

✓ A previsão de Feynman só foi possível ser realizada no início da década de 80, com o desenvolvimento por físicos europeus dos microscópios eletrônicos de varredura por sonda, dentre os quais hoje se incluem o microscópio de tunelamento e o microscópio de força atômica.

✓ Além da visualização nanométrica de uma superfície, eles permitem manipular átomos e moléculas, que podem ser arrastados de um ponto e depositados em outro ponto previamente selecionado.



Resolving power of microscopes



Microscópios de Varredura

✓ Atualmente, com os microscópios de varredura é possível obter uma imagem dos átomos na superfície de um material.



✓ O microscópio de varredura eletrônica (SEM, scanning electron microscope), o microscópio de varredura de força atômica (SFM, scanning force microscope) e o microscópio de varredura de tunelamento (STM, scanning tunnelling microscope) baseiam-se em princípios diferentes, mas possuem um significado comum. A superfície do material é percorrida com uma ponta ("tip") tão fina que termina em um átomo como mostra a figura.

http://www.qmc.ufsc.br/geral/solidos_stm.html

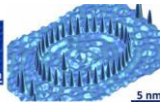
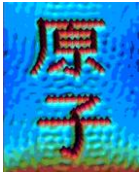


O que é Novo?

Manipulação de Átomos

IBM escrito com átomos de xenônio sobre uma placa de níquel, com um microscópio de rastreamento de tunelamento.

<http://www.itwire.com/content/view/full/14374/>



Átomos de Cobalto numa superfície de Cobre
<https://www.nist.gov/programs-projects/atom-manipulation-scanning-tunneling-microscope>

Átomos de Ferro sobre Cobre.

<http://lamp.tu-graz.ac.at/~hadley/nanoscience/week12.html>



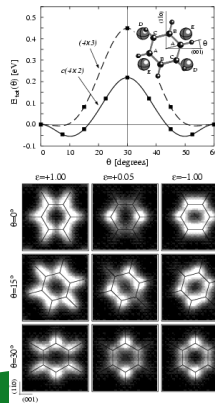
Confirmação da Estrutura do Benzeno

Estrutura confirmada em 1988 com auxílio do microscópio de tunelamento.

<http://www.nytimes.com/1988/08/16/science/a-pervasive-molecule-is-captured-in-a-photograph.html?pagewanted=all&src=pm>

<http://ej.iop.org/images/0295-5075/52/6/698/Full/img16.gif>

<http://super.abril.com.br/tecnologia/atomos-vista-438917.shtml>



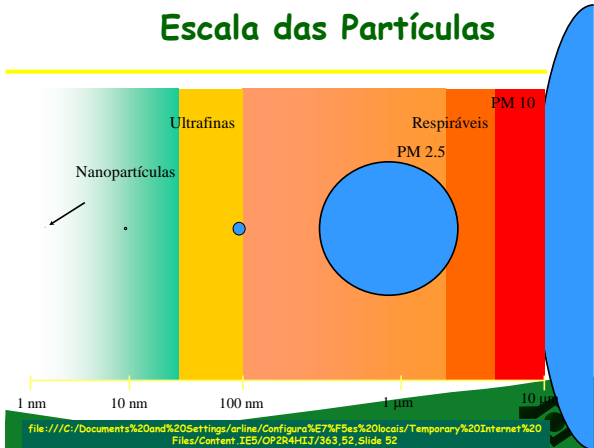
Nanomateriais: quem são eles?

Materiais convencionais, tais como metais, semicondutores, vidro, cerâmica ou polímeros, podem, em princípio, ser obtidos em dimensão de nano escala.

O que mais preocupa sob os aspectos de SST e meio ambiente são as nanopartículas.



Escala das Partículas



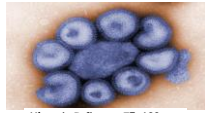
Fontes de Nanopartículas

Naturais	Incidentais ou antropogênicas	Engenheiradas ou manufaturadas
Encontradas na natureza providas de: rochas vulcânicas, fumaça, poeiras de minerais, vírus, etc.	São as não criadas intencionalmente, mas como sub-produto da atividade humana: exaustão de veículos a diesel, combustão de carvão, óleos; fumos metálicos; diferentes processos industriais	São as criadas propositadamente pelo homem: Nanotubos de carbono; Fullerenos; Pontos quânticos; Etc.

Naturais



Naturais



Virus da Influenza 75-100 nm



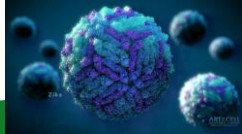
Virus H1N1
<http://www.wikiwand.com/pt/V%C3%A9rus>



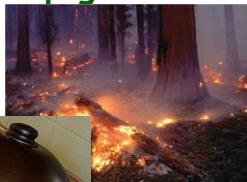
Virus Ebola



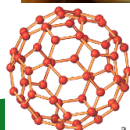
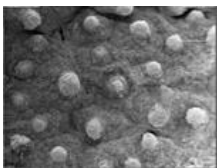
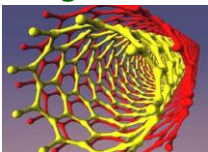
Virus bacteriófago M13
<http://bio-online.comunidades.net/grande-descoberta>



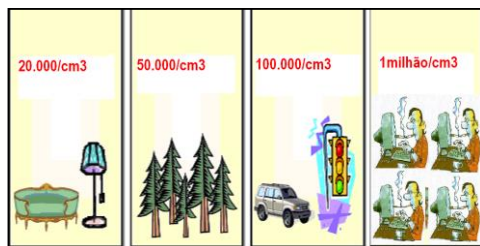
Incidentais ou Antropogênicas



Engenheiradas ou Manufaturadas



Nanopartículas?



Adaptado de Prof. Dr. Guilherme F. B. Lenz e Silva, PMT/POLI/USP - In: Simpósio Internacional: Impactos dos Nanomateriais sobre a Saúde dos Trabalhadores e sobre o Meio-Ambiente.

<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Apresentao%20Guilherme%20F%20B%20Lenz%20e%20Silva.pdf>

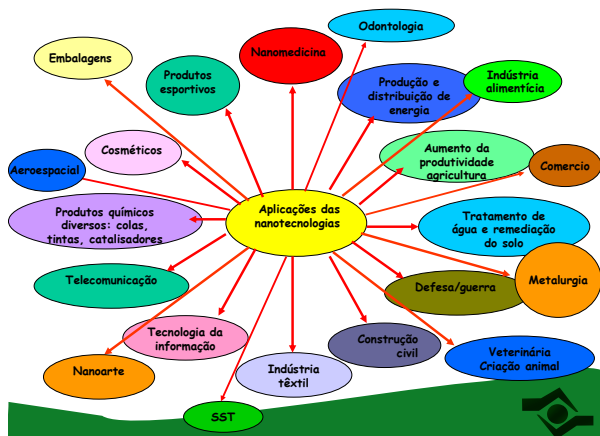
Comparação entre Nanopartículas Naturais e Antropogênicas e as Engenheiradas

	Nanopartículas naturais ou antropogênicas (ultrafinas)	Nanopartículas engenheiradas
Partículas primárias:		
Tamanho	< 100 nm	< 100 nm
Distribuição de tamanho	Poli dispersa	Mono dispersa
Agregação quando gerada	Sim	Não
Agregação no ar	Sim	Sim
Composição química	Variável até bem definida	Bem definida
Significância toxicológica	Tamanho pequeno, grande área superficial por massa, composição química	Tamanho pequeno, grande área superficial por massa, composição química

Fonte: Oberdörster, G. Biokinetics and effects of nanoparticles, in: Nanotechnology, Toxicological Issues and Environmental Safety; Simeanova, P. P. et al., Springer, 2006

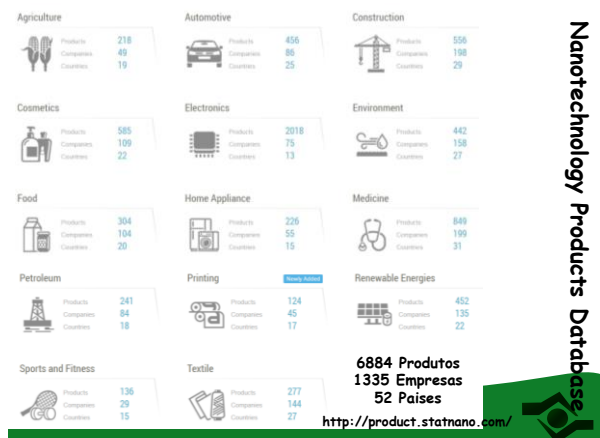
Aplicações da Nanotecnologia

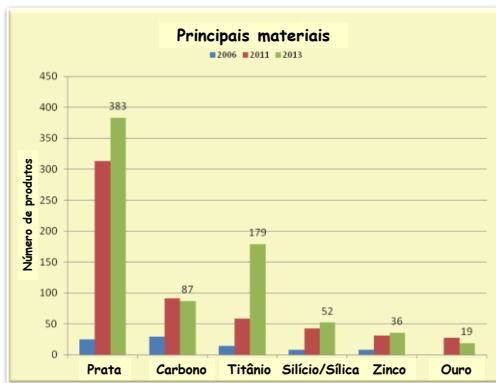
A nanotecnologia tem aplicações nos mais variados ramos econômicos, sociais, da saúde, comerciais, militares, de comunicação e outros.



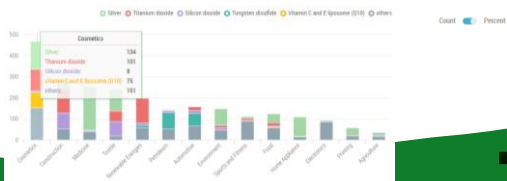
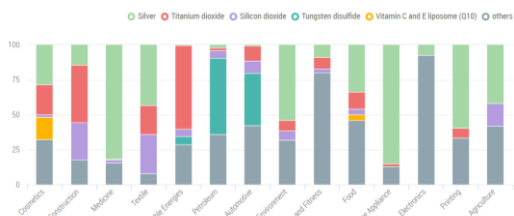


<http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/>



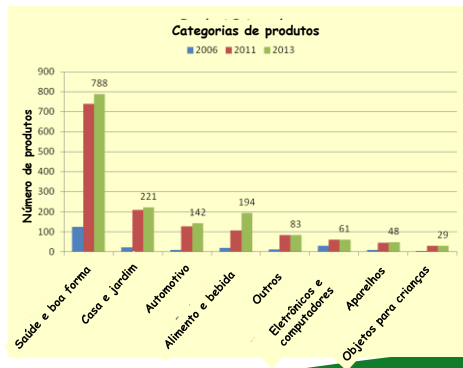


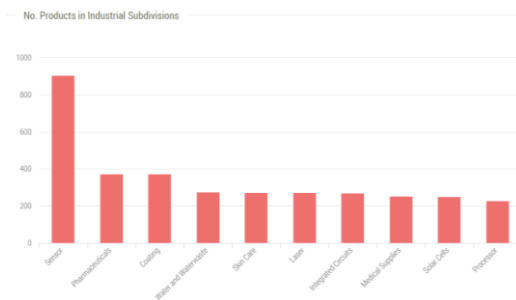
<http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/>



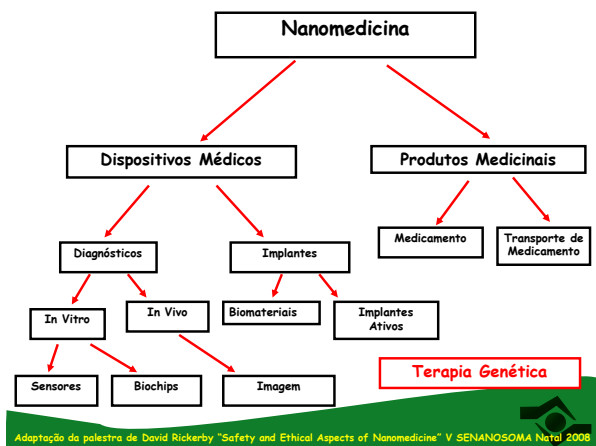
Produtos com Nanopartículas de Prata













Nanomedicina Futuro?

Biologia sintética?
Sociedade pós humana?
Seres humanos cada vez mais
interligados com a máquinas?
Vida eterna?
Nanorobôs?



Em teoria, nano-robôs poderiam ser introduzidos no corpo, seja por via oral ou intra-venosa, e então identificariam e destruiriam células cancerosas ou infectadas por vírus, poderiam regenerar tecidos destruídos e fazer rapidamente uma infinidade de coisas que os medicamentos convencionais (baseados unicamente em química) não conseguem ou demoram para conseguir.

<http://ufabcht.yolasite.com/mundohightech/nanotecnologia-na-medicina>

Outros Aspectos a Serem Considerados

Questões éticas

- Quem terá acesso aos possíveis benefícios desta tecnologia?
- Haverá controle social sobre estas tecnologias e seus uso?
- Quantos produtos já existem no mercado com pouco estudo de impactos à saúde e meio ambiente?
- A distribuição de benefícios e riscos será igualitária?
- A sociedade civil está capacitada para participar do desenvolvimento e aplicação desta nova tecnologia?
- As informações estão disponíveis para o público?
- Como fica a privacidade das pessoas?

Baseado na apresentação: Ethical perspectives on nanotechnology - Ellen K. Silbergeld, PhD apresentada no Simpósio Internacional sobre os Impactos das Nanotecnologias na Saúde dos Trabalhadores e no Meio Ambiente - maio 2010 São Paulo.

Inseto Espião para Áreas Urbanas

Já está em Produção
financiado pelo governo dos
Estados Unidos;

Ele pode ser controlado
remotamente e está
equipado com uma câmera
e um microfone;

Tem o potencial para tirar
uma amostra de DNA caso
pouse em você;

Frância, Holanda e Israel
também estão
desenvolvendo dispositivos
semelhantes.



<http://www.verdademundial.org/2012/08/inseto-espiao-para-areas-urbanas-ja.html>

Questões Éticas

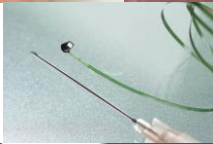
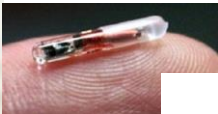
Com o avanço das nanotecnologias aliadas às biotecnologias será cada vez mais fácil analisar o perfil genético de uma pessoa. Assim, levantamento genético de um trabalhador pode ser utilizado para **propósitos discriminatórios**;

Deve haver balanço entre a prevenção de doenças ocupacionais e a necessidade de preservar a liberdade individual e **evitar a discriminação** sob bases genéticas.



Questões Éticas

✓Vigilância



Vigilância

✓**Influência nas relações de trabalho, novas doenças:**

Esta ação tem impacto direto nas relações interpessoais, diminui a colaboração, a solidariedade entre colegas de trabalho. Isto contribui com o crescente aumento de doenças mentais no trabalho, já constatado em inúmeras pesquisas.



Questões Éticas

"Minerais da Guerra" ou "Minerais de Sangue":

Matérias primas na cadeia de suprimentos dessas indústrias de alta tecnologia (computadores, celulares e outros equipamentos eletrônicos) podem ser provenientes de várias partes das províncias de Kivu (Congo), onde grupos armados e o próprio exército congolês controlam o comércio de cassiterita (minério de estanho) ouro, columbita-tantalita, volframita (tungstênio) e outros minerais.



<http://www.ecofalante.org.br/mostra/filme.php?id=1>



Questões Éticas

"Minerais da Guerra" ou "Minerais de Sangue":

Ao comprar os chamados "minerais de sangue" necessários para sua confecção, as fábricas de aparelhos celulares estão indiretamente financiando a guerra civil da República Democrática do Congo - que segundo organizações de direitos humanos tem sido um dos conflitos mais sangrentos desde a 2ª Guerra Mundial. A indústria mineradora ilegal é controlada por grupos armados.



<http://www.ecopolitica.com.br/2010/03/23/minerais-de-sangue-em-nossos-computadores-e-celulares/>



Multiplicação de Funções

Grande impacto em todo o mundo do trabalho:

"Uma embalagem que avisa quando o produto está perdendo a sua validade, e que aumenta a vida útil do conteúdo, poupa muito trabalho de supervisão e manutenção, assim como os produtos associados a estas atividades."

Este tipo de produto leva a uma diminuição da "quantidade de força de trabalho necessária, tanto no interior do processo produtivo, como também na manipulação, armazenamento, transporte e comercialização de antigos produtos que desaparecem do mercado" (Faladori & Invernizzi, 2007).



Funções Extintas



Funções Extintas



✓ Todas as mercadorias identificadas com RFID - etiquetas com emissão de rádio frequência

<http://www.curso-rfid.com.br/artigos/aplicacoes-do-rfid-parte-i>



Funções Extintas



✓ Embalagem biodegradável! muda de cor quando o produto começa a se deteriorar, indicando aos consumidores que está impróprio para o consumo.

<http://www.engenhariaemsolucoes.com.br/index.php/embalagem-indica-se-alimento-esta-improprio-para-consumo/>



Funções Extintas



Colheita Manual



Pesquisadores de robótica da Universidade Ben-Gurion estão desenvolvendo robôs inteligentes para detectar e colher frutos e legumes mais maduros
<http://www.brasilisrael.com.br/tecnologia.htm#Robos>

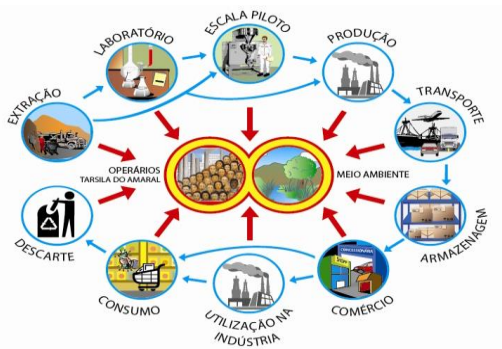
Novas Funções Criadas



O exército americano irá fornecer medalhas para os operadores de veículos aéreos não tripulados.



Importante Considerar Todo o Ciclo de Vida



Assim...

O desenvolvimento destas tecnologias possui, portanto, questões éticas, legais e sociais importantes com respeito ao direito à privacidade, ao princípio da informação consentida e aos impactos nas relações de trabalho, emprego, inclusive em questões sociais e ambientais.

Há necessidade urgente em regulamentação na área levando em conta o **Princípio da Precaução**.



O Princípio da Precaução

Precaução quer dizer tomar cuidado.

Esse princípio deve ser aplicado quando há risco de danos graves ou irreversíveis, decorrentes de atividades humanas que ainda não são claramente entendidas, e que o estágio de desenvolvimento atual da ciência não consegue avaliar adequadamente (a falta de provas não prova que não há riscos). Tem a função primordial de evitar os riscos e a ocorrência de danos ambientais e à saúde, preservando melhor a qualidade de vida para as gerações presentes e futuras, já que pode ser impossível reparar esses danos. *Fonte: Nanotecnologia - A manipulação do invisível.*

http://www.centroecologico.org.br/novatecnologias/novatecnologias_1.pdf



O Princípio da Precaução

Uma aplicação do princípio da precaução esta expressa no **"no data no market"** (sem dados, sem mercado).

Qualquer produto a ser produzido, utilizado, transportado, etc. na União Europeia precisa ser registrado e no registro apresentar uma série de informações entre outras, sobre a sua toxicidade.

Isto também deve valer para nanomateriais.



Considerações a Serem Feitas

✓ As nanotecnologias e os nanomateriais estão trazendo novos desafios para a compreensão e a gestão dos riscos potenciais à saúde e segurança dos trabalhadores e ao meio ambiente.

✓ É necessária uma abordagem com idéias mais abrangentes por parte dos profissionais da área de saúde, segurança ocupacional e meio ambiente, dos tomadores de decisão, dos pesquisadores, dos empregadores e dos empregados, para evitar os mesmos erros que foram cometidos no passado.



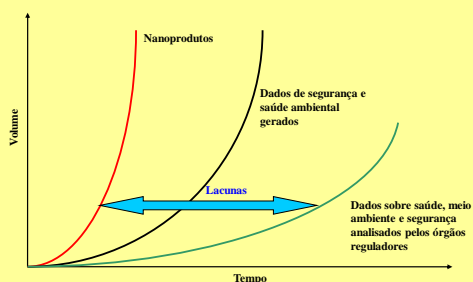
Considerações a Serem Feitas

✓ Os investimentos em pesquisa de novos materiais em nanotecnologia são cerca de 100 a 1.000 vezes maiores (dependendo do país) do que os estudos sobre os impactos à saúde e meio ambiente.



Considerações a Serem Feitas

Falta de Regulamentação



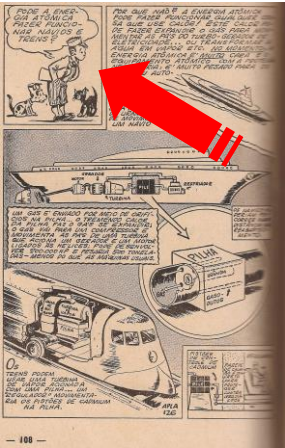
Fonte: LINKOV e SATTERSTROM, "Nanomaterial Risk Assessment and Risk Management: Review of Regulatory Frameworks", NATO, 2008



Uma divulgação científica dos anos 50

“As Maravilhas e os Progressos da Ciência”
editado por
Ary Maurell Lobo
1952

(Peter A. Schulz - UNICAMP - Seminário - Impactos da Nanotecnologia sobre a Saúde dos Trabalhadores e sobre o Meio Ambiente - 24 de outubro de 2008 - Campinas)







Conclusão

As discussões envolvendo estas novas tecnologias devem ser ampliadas para toda a sociedade e deve ser feita com ampla participação de todas as áreas do saber.



Conclusão

Especialmente os trabalhadores que são os primeiros a terem contato com estes novos materiais.

Eles tem o DIREITO DE SABER que estão trabalhando com estas novas tecnologias e os cuidados adicionais que devem existir para que não venham a se adoentar ou sofrer um acidente.



OBRIGADA!

<http://www.fundacentro.gov.br/nanotecnologia/inicio>