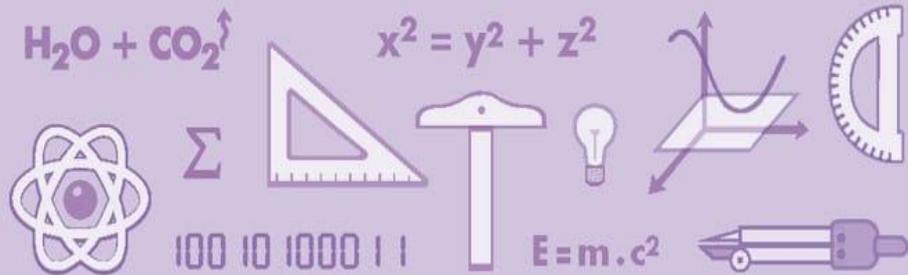


Meninas nas Exatas



Meninas nas Exatas: Aprendendo Nanotecnologia

Agnes C. Teixeira, Aghata Passos , Raquel Nóbrega e Rebeca Novais

Orientação: Fellipe Labeta, Mônica M Lacerda, Mônica S. Dahmouche e Natasha M. Suguihiro



UFRJ
faz 100
ANOS

1920 | 2020



MUSEU CIÊNCIA E VIDA

Fundação
CECIE RJ

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Meninas nas exatas da baixada fluminense: dos laboratórios da UFRJ ao Museu Ciência e Vida

Agência financiadora: CNPq,
número do projeto
442199/2018-0 - Chamada
CNPq/MCTIC N 31/2018 -
Meninas nas Ciências Exatas,
Engenharias e Computação.

Coordenação e orientação::

Professora Mônica de
Mesquita Lacerda - UFRJ -
Campus Duque de Caxias

Professora Mônica Santos
Dahmouche - Museu Ciência e
Vida - Fundação CECIERJ

Professora Natasha Midori
Suguihiro - UFRJ - Campus
Duque de Caxias

Escolas e Professores da EB
Participantes:

Escola Municipal Dr. Ely
Combat - Profa. Telma
Figueiredo

CIEP 218 -Ministro Hermes
Lima, Brasil - Turquia - Prof.
Fellipe Labeta

Colégio Estadual Círculo
Operário - Prof. Adriano
Profeta

Colégio estadual Monteiro
Lobato - Profa. Elisabeth Dias

Colégio Federal Pedro II -
unidade Duque de Caxias -
Profa. Alayne Duarte

Bolsistas de IC e ICJ: Agnes C. Teixeira, Jully Regina C Motta, Raquel P Nóbrega, Aghata P. Felipe, Rebeca N A Silva e Gabriela C M Oliveira; Alexia Silva, Vania V Abreu, Dayane RS Marcellino; Mariana P L Macario, Maria Eduarda L Tosta, Bruna Correia, Bruna F de Souza; Letícia S Nascimento, Carrolliny L M Oliveira, Juliana B Silva, Sara V C Pereira; Pietra C Santos, Carolina D. Domingos, Júlia D. Domingos, Ana Luiza B. Alves.

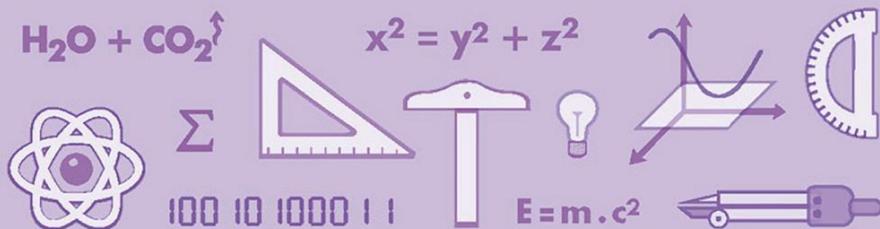
Apresentação

Esse trabalho é um dos resultados do projeto Meninas nas exatas da Baixada Fluminense: dos laboratórios da UFRJ ao Museu Ciência e Vida que foi desenvolvido numa parceria entre as duas instituições e financiado pelo CNPq.

Participaram 18 meninas e 5 professores de 5 escolas públicas do município de Duque de Caxias; 3 meninas de cursos de graduação e duas professoras do Campus UFRJ - DC e 3 profissionais do Museu Ciência e Vida.

As meninas participaram de atividades de desenvolvimento profissional e tiveram a oportunidade de conhecer pesquisadoras e profissionais das áreas de exatas e de conhecer jovens estudantes que se destacam em áreas como computação, matemática e astronomia. Participaram de atividades experimentais, desenvolveram e apresentaram trabalhos em feiras de ciências nas escolas, na UFRJ, no espaço Ciência Viva e na feira estadual realizada no CEFET - RJ. Estudaram Física e Nanotecnologia e aplicaram esse conhecimento nas áreas de química, biologia e energia.

Aqui as meninas mostram o que aprenderam sobre a Nanociência e a Nanonotecnologia.



Índice

Apresentação	3
Visão Geral	5
Introdução: O que é nano	6
A nanotecnologia e a nanociência	7
Natureza amorfa e cristalina dos materiais	8
Prática 01	10
O Algodão Doce	14
Métodos de síntese de materiais	15
Síntese de Cristais	
Prática 02	17
Avançando na nanotecnologia	19
Fundamentos de nanopartículas	20
Hidrofobicidade	22
Síntese de nanopartículas	
Superparamagnéticas	23
Metálicas e efeito Tyndall	24
Nanopartículas de Prata	25
O que são pontos quânticos?	27
Prática 03	29
Agradecimentos	30
Referências	31



Visão geral

Neste material apresentamos alguns conceitos básicos sobre nanociência e nanotecnologia e alguns experimentos que fizemos ao longo do ano de 2019, durante a realização do projeto Meninas nas Exatas da Baixada Fluminense: dos laboratórios da UFRJ ao Museu Ciência e Vida, no qual, aprendemos conceitos básicos da física e química, e principalmente, conhecemos o mundo da nanotecnologia.



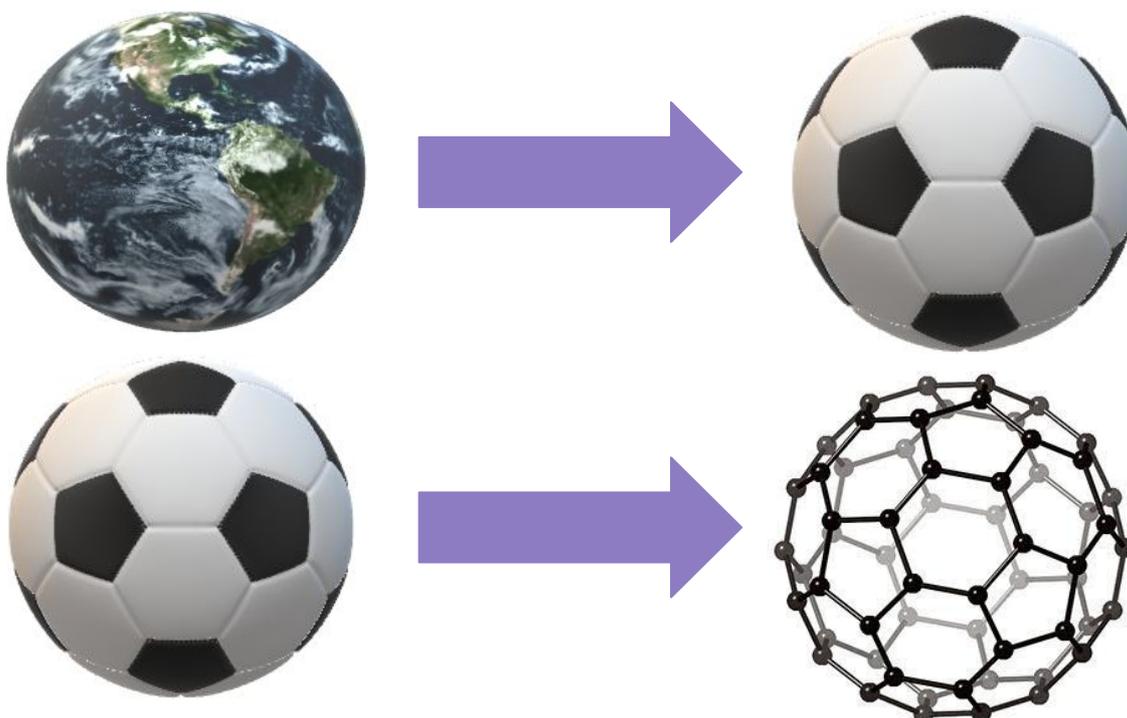
Introdução: O que é Nano?

Uma dúvida que já foi nossa, e não será mais de vocês.

O nanômetro

Quando chegamos no ensino fundamental começamos a estudar unidades de medidas bem simples como o metro(m), que serve para medir distâncias e o tamanho de alguns objetos. Um metro tem 100 cm. Um centímetro equivale a 1 centésimo do metro e 1 nanômetro equivale a 1 bilionésimo de metro. Na nanotecnologia vamos estudar a matéria em escala nano. Então, podem ir preparando seus microscópios

Nas imagens abaixo mostramos a relação entre o tamanho do nosso planeta e uma bola de futebol. Esta é a mesma relação entre uma bola de futebol e um fulereno, material feito de carbono que possui a dimensão de um nanômetro.



A Nanotecnologia e Nanociência

Os materiais que apresentam ao menos uma de suas dimensões em escala nano são considerados nanomateriais.

A nanociência é o estudo da manipulação da matéria, em escala nanométrica.

A nanotecnologia utiliza os nanomateriais para aplicações em diferentes áreas, como engenharia, química, física, medicina, ciência da computação e outras.

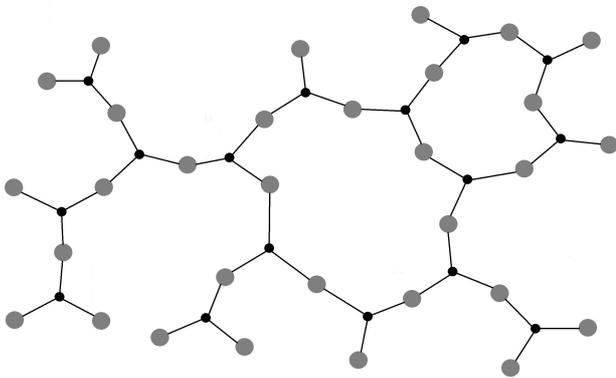


Nanopartículas metálicas espalham a luz do laser.

Não podemos enxergar as nanopartículas, mas podemos ver a luz que elas espalham e assim saber a sua localização.

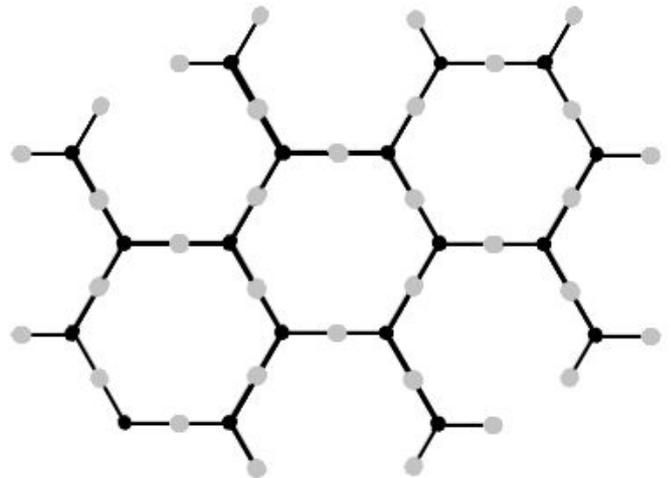
Natureza amorfa e cristalina dos materiais: Átomos e Moléculas como Blocos de Construção

Assim como podemos empilhar blocos de construção para formar uma estrutura maior, na natureza as estruturas são formadas pela ligação de átomos e moléculas. Estas estruturas podem se unir sem organização, o que chamamos de estrutura amorfa, ou podem manter ordem de longo alcance, formando uma estrutura cristalina.

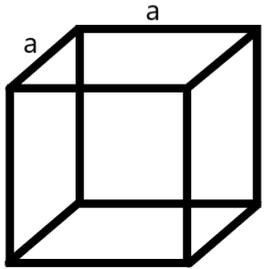


Como podemos observar na figura, não há nenhum padrão de organização entre a união dos átomos, sendo assim amorfo.

Já nessa figura, é possível ver um padrão periódico sendo formado entre os átomos, sendo assim, cristalino, de estrutura hexagonal.



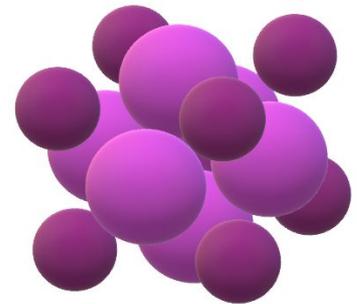
Os materiais podem se organizar em sete diferentes tipos de estrutura, conhecidos como sistemas cristalinos. Abaixo, podemos observar alguns exemplos:



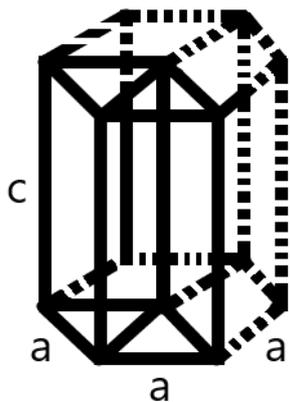
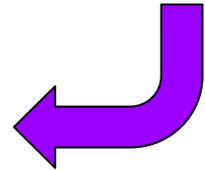
Estrutura cúbica:

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



Como exemplo, temos a estrutura cúbica de face centrada, com átomos localizados nos 8 vértices e no centro das seis faces do cubo. O sal de cozinha, tão utilizado no dia a dia, possui essa estrutura.

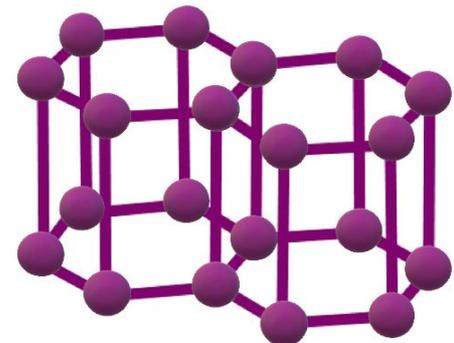


Estrutura hexagonal:

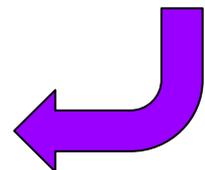
$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = 90^\circ$$

$$\gamma = 120^\circ$$



Como exemplo para essa estrutura hexagonal, temos o grafite, comumente utilizado em nosso dia a dia.



É hora de pôr a mão na massa!

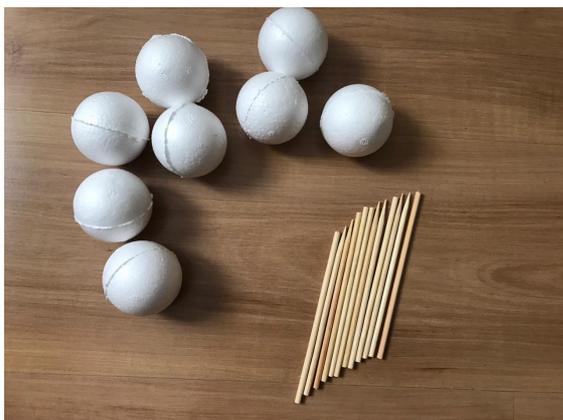
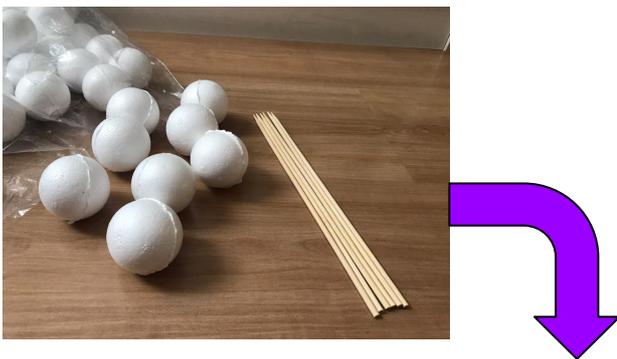
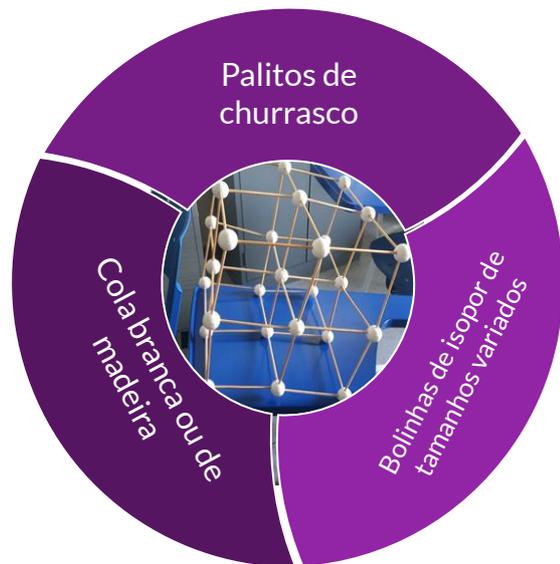
Agora que aprendemos sobre essas estruturas, vamos construir nossa própria estrutura 3D! Basta virar a página.



Prática 01 - Construindo sua própria estrutura cristalina!

Passo 01 - Decidindo o formato.

Para começar, iremos fazer uma estrutura cúbica com ligações simples, apenas. As ligações serão representadas pelos palitos de churrasco. As bolinhas de isopor representarão os átomos de tamanhos variados.

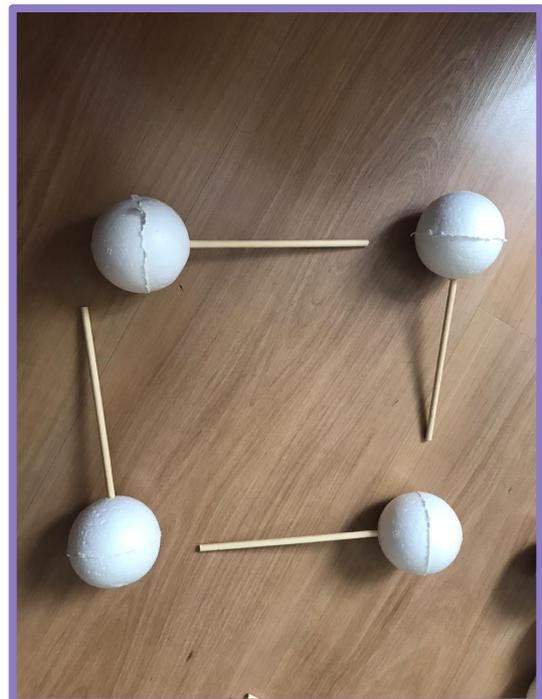
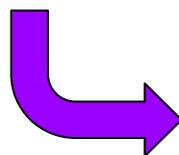
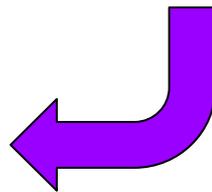


Passo 02 - Preparações

Para que nossa estrutura cristalina tenha o formato de um cubo, precisaremos separar 6 palitos e 8 bolinhas de mesmo tamanho. Cada um dos seis palitos deve ser cortado ao meio, totalizando 12 palitos de mesmo comprimento.

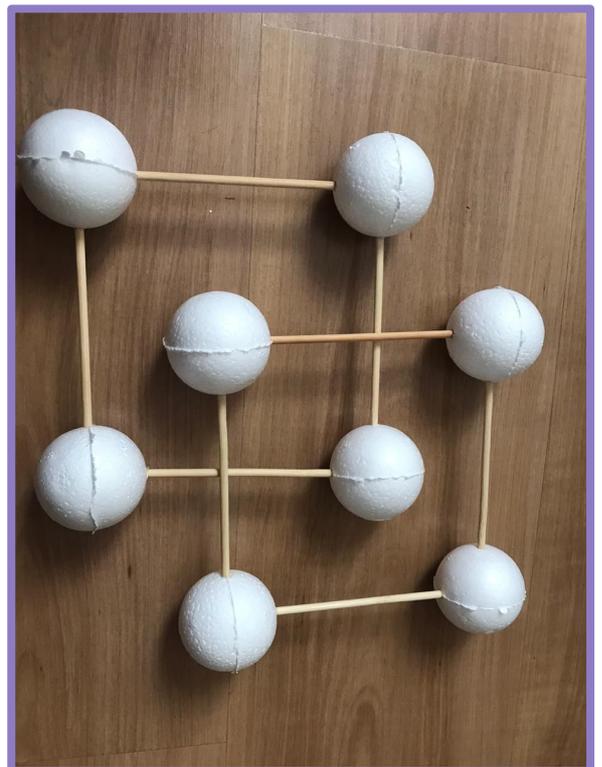
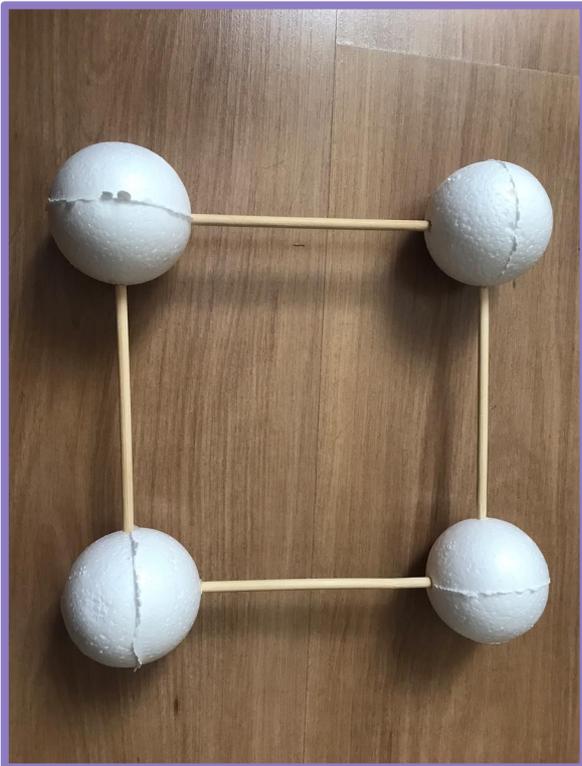
Passo 03 - Montagem inicial

As bolinhas de isopor são moles o suficiente para serem furadas pelos palitos, dessa forma, podemos conectar uma bolinha à outra com os palitos e a cola. Para iniciar, pegamos um dos palitos cortados e furamos uma das bolinhas. Enchemos esse buraco com cola e colocamos o palito novamente para fixá-lo ali.



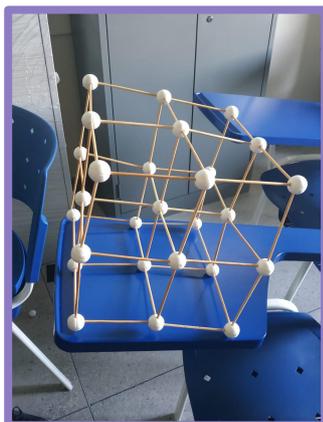
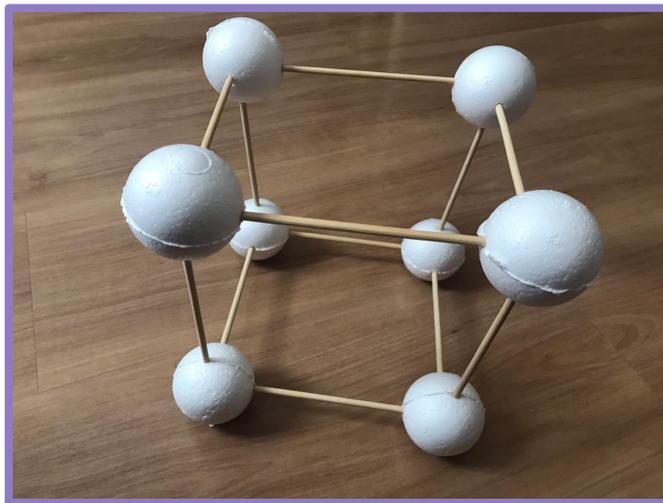
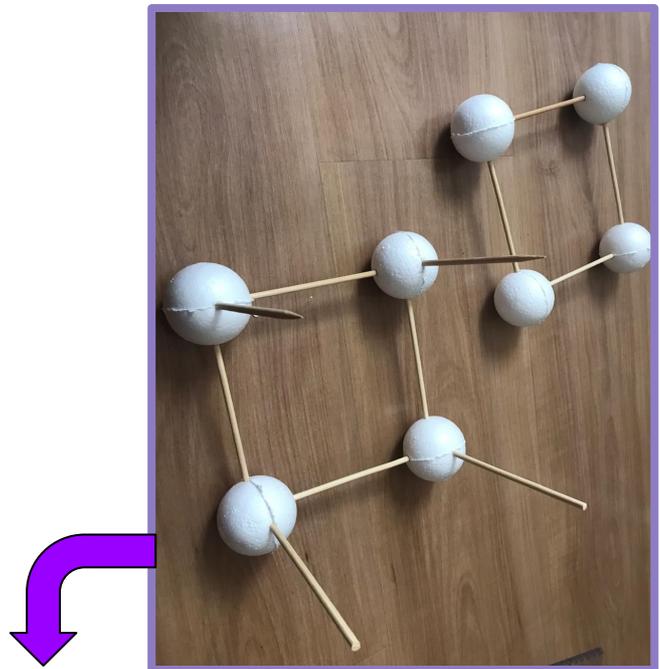
Passo 04 - Unindo as bolinhas

A partir do primeiro conjunto de bolinha com palito, você pode conectar uns aos outros até formar um quadrado, que será a base para o cubo. Faça esse procedimento duas vezes.



Passo 05 - Formando o cubo!

A partir dos dois quadrados, formaremos o nosso cubo! Para isso, faremos um segundo buraco em cada bolinha de isopor em um ângulo de 90 graus, a fim de conectá-las. Dessa forma, poderemos usar quatro palitos para conectar as duas partes, formando o cubo desejado.



Passo 06- Inspire-se!

É possível criar formas variadas, grandes e divertidas desse mesmo jeito. Você, também, pode escolher o tipo de célula unitária que vai construir, como mostrado na página 9.

Algodão Doce

Os cristais de açúcar apresentam estrutura cristalina, porém, quando aquecidos para formar o algodão doce, esses cristais se reorganizam formando nanofios de açúcar, que apresentam estrutura amorfa.

Mas como o algodão doce vai do cristalino ao amorfo?



O algodão doce é produzido de uma forma bem diferente, o açúcar cristalino é aquecido dentro da máquina até quebrar as ligações intermoleculares. Durante o giro da máquina formam-se filamentos muito finos que se solidificam tão rapidamente que não há tempo para as moléculas se organizarem.

Você sabia que o algodão doce é feito de nanofios de açúcar?

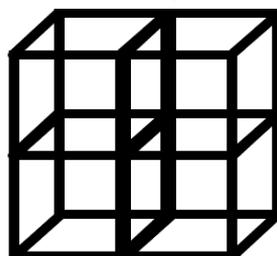
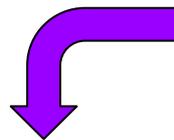
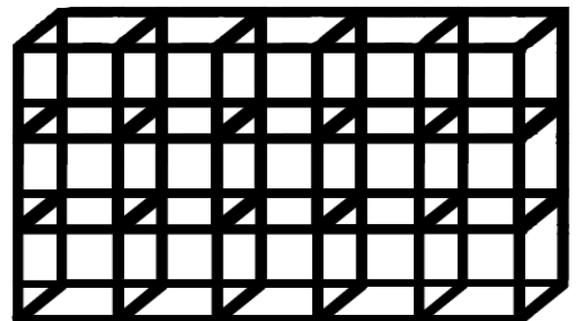
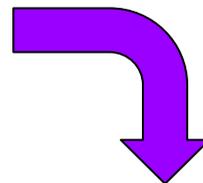
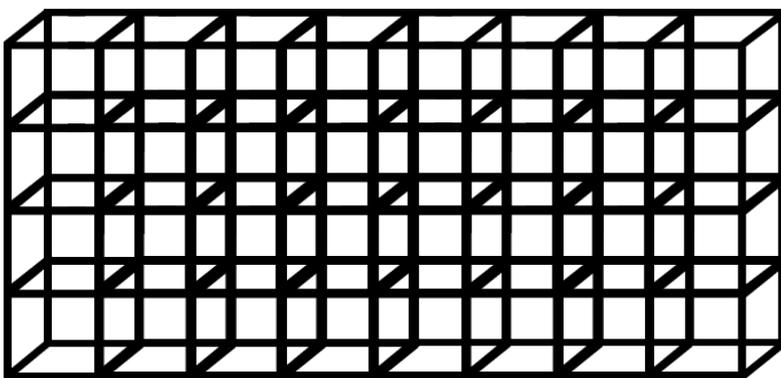
Métodos de síntese de materiais

Agora que já sabemos como os materiais são formados, vamos aprender como são produzidos? Há dois modos de criar suas estruturas, pelos métodos *top-down* ou *bottom-up*.

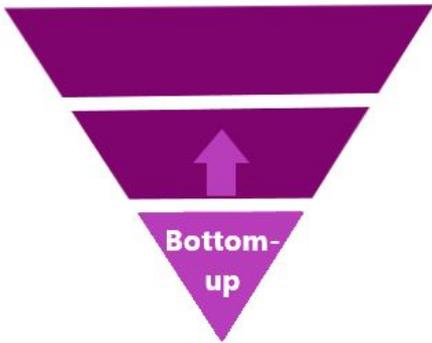
De cima para baixo

Top-down

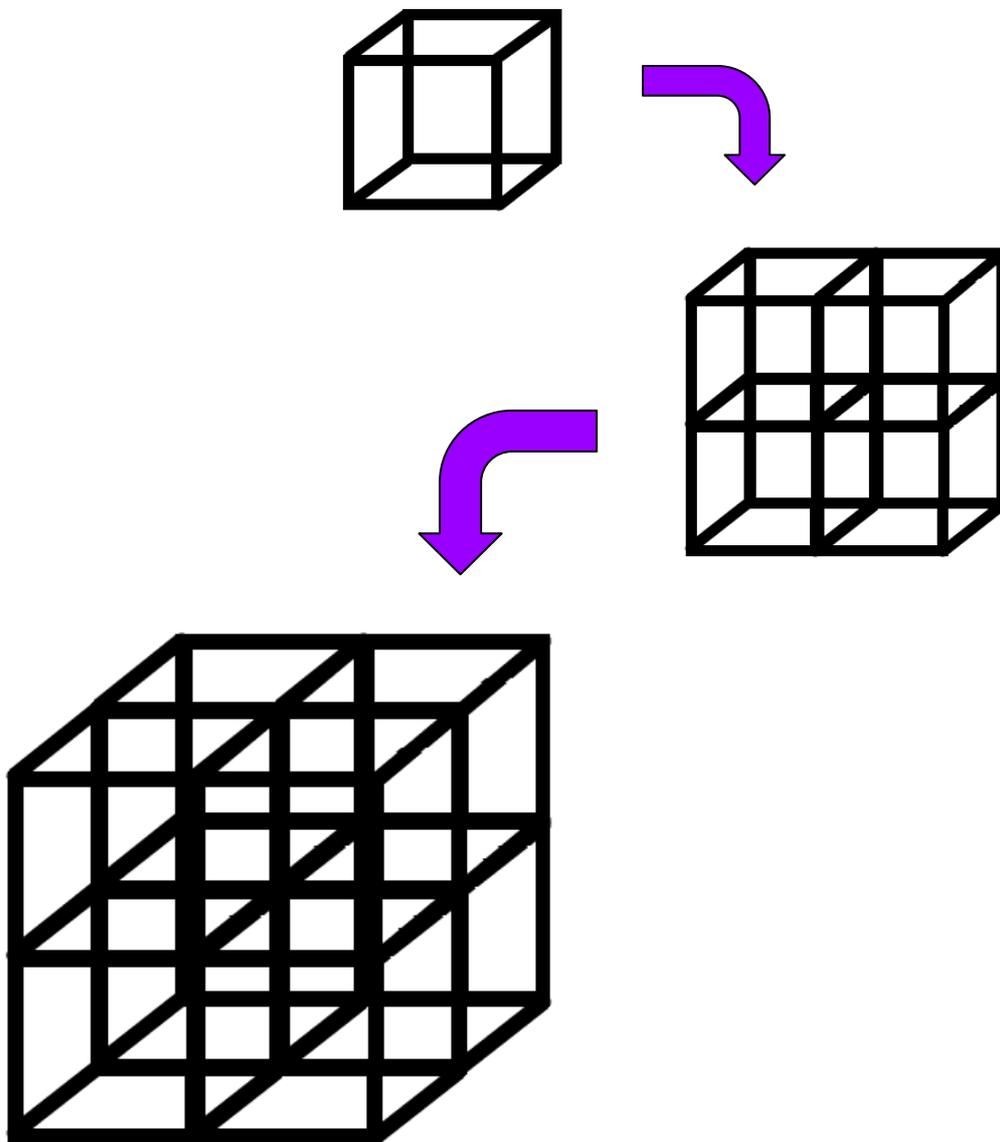
A fabricação via *top-down* começa com uma peça de matéria-prima e requer alterá-la de forma a remover o material em excesso ou quebrá-lo, até se obter a estrutura desejada. Ou seja, ir de cima para baixo, construindo através do desgaste de materiais macroscópicos. Vamos observar mais nas imagens abaixo:



De baixo para cima



Já o outro método de produção de nanomateriais é chamado de bottom-up, o processo envolve a construção das estruturas, átomo a átomo ou molécula a molécula. Este tipo de construção é muito comum, podendo tomar diferentes formas como podemos ver abaixo:



Síntese de Cristais

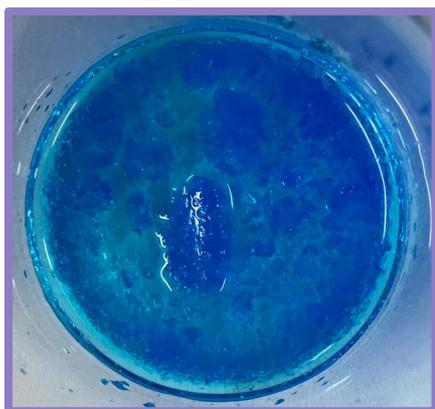
Na natureza, todos os sistemas tendem a manter seu estado de menor energia! Quando nós temos uma solução supersaturada, os átomos do soluto em excesso tendem a se aglomerar, de modo a reduzir a energia do sistema. Este é o princípio das técnicas de síntese de nanomateriais.



Neste experimento aprendemos um pouco deste processo, a formação de cristais de grande volume, para que possamos visualizá-los sem auxílio de microscópios.

Prática 02 - Como sintetizar Cristais de Sulfato de Cobre

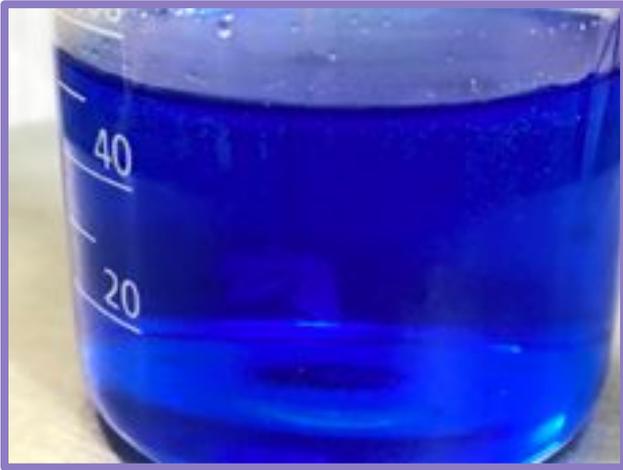
Iniciamos com uma solução de $\text{Cu}(\text{SO})_4$ com 20% de excesso de soluto. Veja na imagem à esquerda que, por estar em excesso, o sulfato não dissolve completamente.



A solubilidade do $\text{Cu}(\text{SO})_4$ em água é aproximadamente 32g/100ml à 20°C, o que significa que se colocarmos 38g, 6g de $\text{Cu}(\text{SO})_4$ em água à 20°C, 6g não se dissolvem.

Mas se elevarmos a temperatura a 80°C a quantidade de sulfato solúvel em água aumenta, e temos a dissolução completa do sulfato em água.





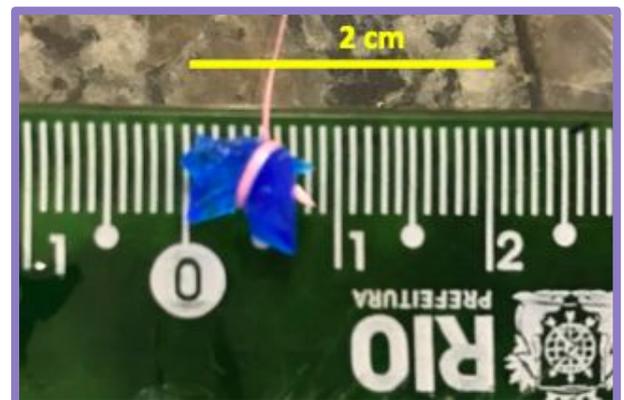
Ao resfriar esta solução de 38g de $\text{Cu}(\text{SO})_4$ em água até 20°C , colocamos dentro dela um pequeno cristal sólido de $\text{Cu}(\text{SO})_4$, para ver o que ocorre.

Na semana seguinte....

Nosso cristal cresceu!



O que ocorre é que ao retornar para a temperatura de 20°C , voltamos a ter 6g de $\text{Cu}(\text{SO})_4$ em excesso. Estes átomos juntam-se ao nosso pequeno cristal, que aumentou de tamanho, como podemos ver na imagem ao lado..



Avançando na nanotecnologia

O que é uma nanopartícula?

Uma nanopartícula é definida como sendo um material de tamanho menor do que 100 nm e que apresenta propriedades diferentes dos materiais convencionais. Além disso, suas propriedades podem variar em função do tamanho,

Mas o que isso significa? Quer descobrir? Então, bora lá seguir com a leitura!



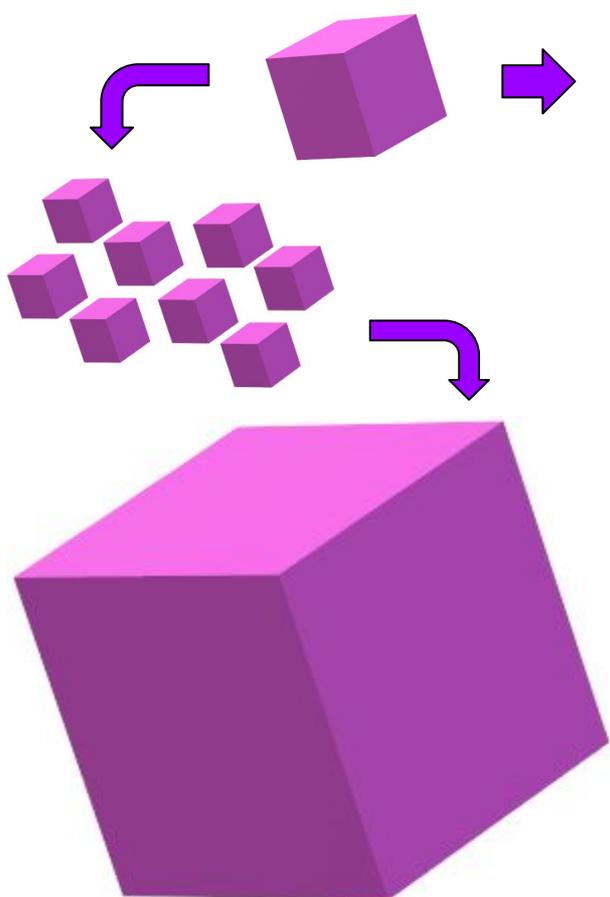
Preparação de nanopartículas de Ferro

Preparação de nanopartículas metálicas



Fundamentos de nanopartículas

Uma das principais propriedades das nanopartículas é sua grande razão área volume. Isso significa que a quantidade de átomos na superfície em comparação com os átomos do volume, é maior, quanto menor for a partícula. Vamos usar os cubos como exemplo novamente.

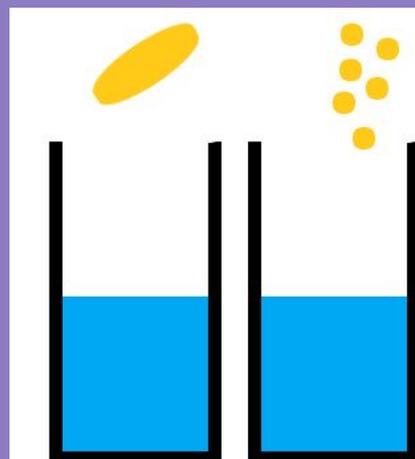


Se considerarmos que esse cubo possui uma aresta de valor igual a 1 cm, sua área superficial é igual a 6 cm^2 e seu volume é 1 cm^3 . Calculando sua razão de área por volume, chegamos ao valor 6.

Mas se pegarmos oito cubinhos e juntamos eles para fazer um grande cubo, teremos uma nova aresta de 2 cm. Sua área superficial será de 24 cm^2 e seu volume será de 8 cm^3 . Calculando sua razão de área por volume, chegamos ao valor 3.

Esses valores nos mostram que pequeno cubinho possui uma maior área superficial em relação ao seu próprio tamanho do que os oito cubinhos unidos.

Você quer um exemplo prático dessa diferença? Então, para testar, pegue dois comprimidos de vitamina C e dois copos com a mesma quantidade de água. Um dos comprimidos deve ser partido em vários pedaços pequenos, enquanto o outro deve ficar inteiro. Jogue-os em copos diferentes e veja qual deles dissolve mais rápido!



Você sabia que a natureza é repleta de nanoestruturas?

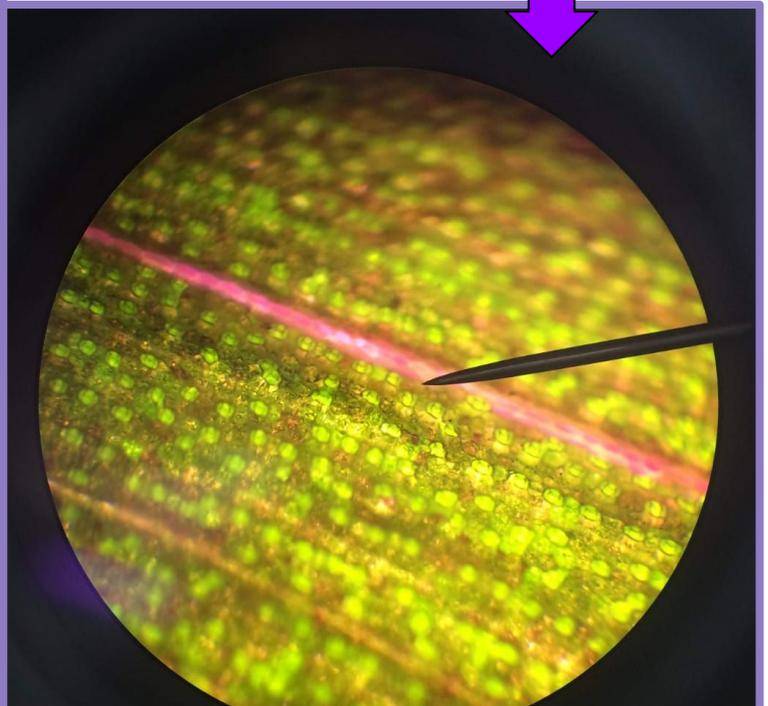
A natureza é uma ótima fonte de inspiração para a ciência, com muitos pesquisadores tentando cada vez mais replicar estruturas naturais.



Observe a diferença das gotas entre as fotos



Um exemplo tecnológico que imita a natureza é o revestimento impermeável, que utiliza os mecanismos das plantas hidrofóbicas, em que a gota de água não se “espalha” se mantendo com um formato quase esférico. Mas o motivo por trás disso é nanométrico, pequenas estruturas que causam esse efeito. Vamos ver melhor?

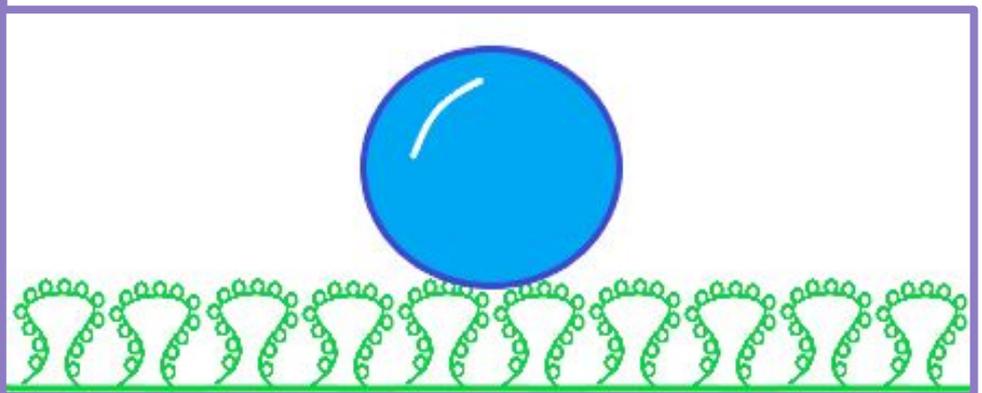


Hidrofobicidade

A molhabilidade mostra a interação entre uma superfície e uma gota de água (líquidos em geral) e muda de acordo com a tensão superficial e a rugosidade do objeto. Na natureza encontramos superfícies hidrofílicas, hidrofóbicas e super hidrofóbicas. Nas superfícies super hidrofóbicas a rugosidade é hierarquizada, com padrões micro e nanométricos que formam uma estrutura com pequenos “morros”, uns sobre os outros, observe nas imagem à seguir.

Estruturas hierárquicas são estruturas com diferentes dimensões. Apresentam rugosidades sobre rugosidades, formando uma estrutura hierarquizada conhecida como efeito framboesa

Aqui vemos uma gota de água em uma superfície hidrofóbica



Síntese de nanopartículas superparamagnéticas. Soluções coloidais.

Você sabia que estudos recentes têm utilizado essas NP superparamagnéticas no tratamento contra o câncer?

As nanopartículas (NP) superparamagnéticas (óxido de ferro) são geradas a partir da síntese de sais de Fe. Elas apresentam magnetização somente quando um campo magnético externo é aplicado.



Você provavelmente já ouviu falar de misturas homogêneas e heterogêneas. As NP superparamagnéticas não são classificadas assim, elas são coloidais. Os colóides são misturas que apresentam aspecto homogêneo mas são heterogêneas, suas partículas têm entre 1 e 100 nanômetros,

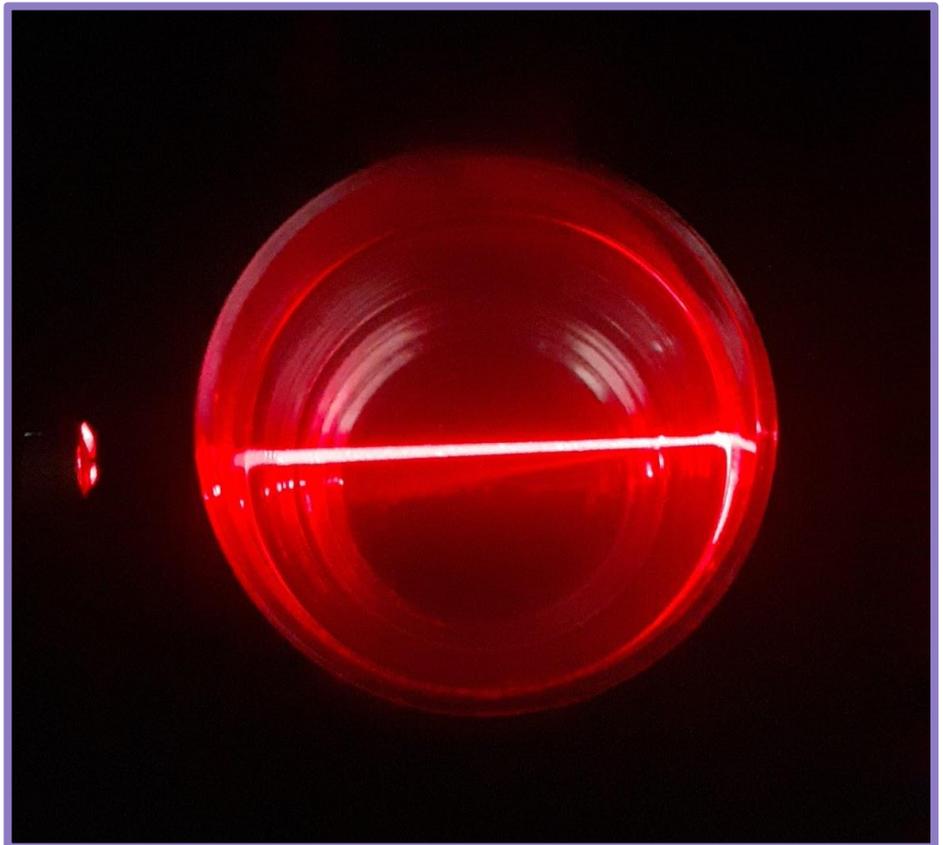
Síntese de NP metálicas e efeito Tyndall



Um dos processos de síntese que realizamos no projeto foi a síntese de nanopartículas (NP) metálicas. Utilizamos dois pedaços de cobre, ligados a uma bateria, em solução aquosa. Esse processo gerou uma dissociação atômica formando as nanopartículas.

Efeito Tyndall

é o efeito óptico de visualização do trajeto da luz num líquido. As partículas coloidais dispersam os raios luminosos que incidem sobre elas. Quando jogamos o mesmo raio de luz sobre água destilada não podemos ver esse trajeto. Nesta figura observamos nanopartículas de carbono.



Sobre Coloidais página 

Nanopartículas de Prata (Ag)

Você sabia que a Prata pode matar bactérias? Sim, isso mesmo! A prata é um metal de transição e possui propriedades bactericidas, além de baixa oxidação. Neste experimento nós usamos nitrato de Prata (AgNO_3) e ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) para formarmos nanopartículas de prata.

Da esquerda para a direita: 1 - primeira amostra da nanop prata; 2 - segunda amostra e a 3 - terceira amostra.

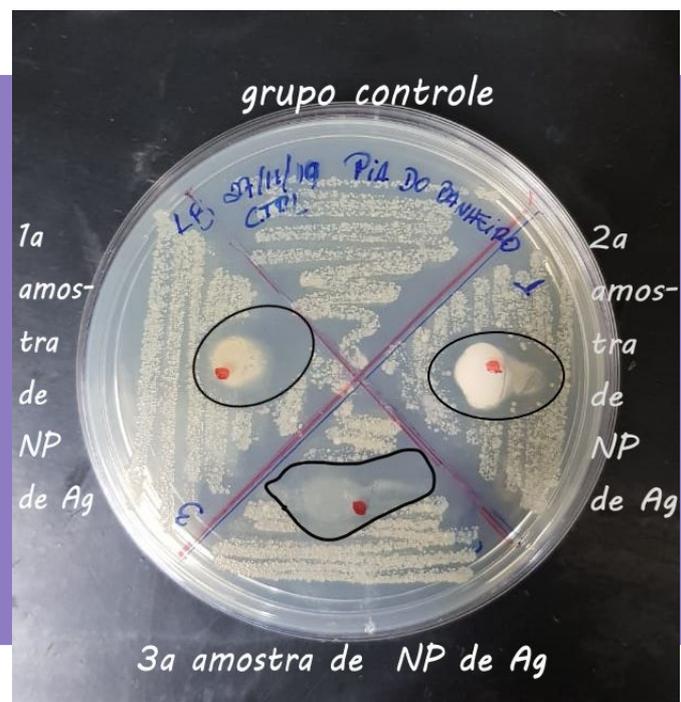


Mas por que usar a prata em escala nano? Acontece que, assim como muitos outros materiais, a nano prata é mais eficiente do que íons de prata, funcionando como um bactericida melhor. Porém, as nanopartículas de Ag, também, são tóxicas para o corpo humano, pois elas afetam e matam nossas células (assim como fazem com as células bacterianas), portanto não podem ser usadas no corpo humano.

Experimento com a Nano Prata

Recolhemos 4 amostras de material superficial de pias de banheiros, bebedouros, maçanetas e de maçaneta eletrônica para preparação de colônia bacteriana. Fizemos uma solução com nitrato de Prata (AgNO_3) e ácido ascórbico (vitamina C) dissolvidos em água a temperatura controlada.

Ao lado podemos observar as colônias de bactérias retiradas da pia do banheiro e as nanopartículas de prata. Observe os centros dos grupos (contornados em preto). Onde foi colocada a nanoprata as colônias não conseguem se proliferar, diferente da região central do grupo controle.



O que são pontos quânticos?



Pontos quânticos ou *quantum dots* são nanopartículas luminescentes, que emitem uma luz diferente da que absorvem. Nesse exemplo, os pontos quânticos absorveram radiação ultravioleta e emitiram essa linda luz azul.

Você sabia que nós não enxergamos o ultravioleta? Ele é invisível para o olho humano.

Mais sobre pontos quânticos



Os materiais absorvem luz num determinado comprimento de onda. Com isso, seus elétrons ganham energia e passam de um nível mais baixo para outro nível mais elevado. Quando o elétron retorna a seu estado inicial, ele emite luz com comprimento de onda igual à diferença de energia desses níveis.



Os pontos quânticos emitem luz com energia menor do que da radiação que absorveram por causa do fenômeno de confinamento quântico, que ocorre porque as partículas são muito pequenas. Quanto menor a partícula maior a energia da luz emitida pelo ponto quântico.

As TV's mais modernas no mercado, as QLEDs, utilizam pontos quânticos para formar as imagens.

Experimento dos pontos quânticos

Para fazer pontos quânticos de hidrocarbonetos usamos água, vinagre, bicarbonato de sódio e açúcar. Por mais simples que pareça, é um pouco mais complicado de se entender. A luz emitida pelos pontos quânticos vai depender da proporção desses materiais, do tempo e da temperatura de preparação. Diluímos o açúcar na água e adicionamos o vinagre (ou o bicarbonato), aquecemos por um tempo e iluminamos o líquido com luz UV para saber se o ponto quântico foi formado.



Prática 03 - Receita para pontos quânticos:

Ingredientes :

50 ml de água

10 ml de vinagre

2 colheres de sopa de açúcar

Modo de preparo:

misture todos os ingredientes em um reservatório de vidro (um copo, um pote) . Leve ao fogo em banho maria por 30 minutos ou mais.

Use uma ponteira com luz UV (dessas para ver se o dinheiro é verdadeiro) para saber se os pontos quânticos se formaram.

Se ao iluminar com UV você enxergar que o líquido brilha com uma luz azul, ou verde ou amarela significa que seu experimento foi um sucesso!

Agradecimentos

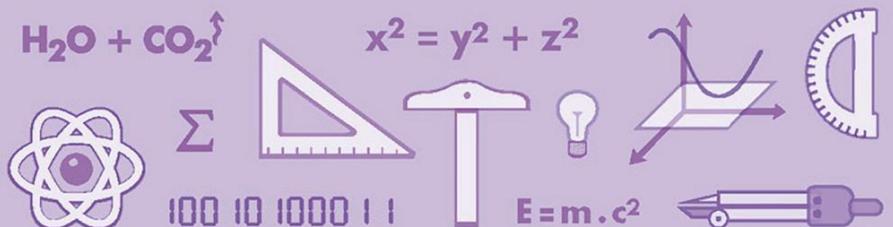
Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto Meninas nas Ciências Exatas da Baixada Fluminense: Dos laboratórios da UFRJ ao Museu Ciência e Vida, pelas bolsas de IC, IC júnior e ATP.

Nós alunas do CIEP 218 e da UFRJ gostaríamos de agradecer e dedicar este trabalho:

ao Colégio Brasil Turquia

à UFRJ

ao Museu Ciência e Vida - Fundação CECIERJ



Referências

- ★ Charles **Kittel**, Introdução à Física do Estado Sólido. LTC; 8ª edição (2006).
- ★ Elisabete Regina Baptista de **Oliveira**, Sandra Unbehaum, Thais Gava. A Educação STEM e Gênero: Uma Contribuição para o Debate Brasileiro. Cad. Pesqui., São Paulo, v.49 n.171 p.130-159 jan./mar. (2019). <https://doi.org/10.1590/198053145644>. Acessado em 09/09/2020.
- ★ Peter A.B. **Schulz** . Nanociência de baixo custo em casa e na escola. Física na Escola, v. 8, n. 1 (2007).
- ★ Henrique E. **Toma**, Delmárcio Gomes da Silva, Ulisses Condomitti . Nanotecnologia Experimental. Blucher; 1ª edição (2016).

