

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química – OQSP-2020

http://allchemistry.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-1-Nanoquimica-Thaissa_Amorim

Autora: **Thaíssa Paes Landim de Amorim**

Série: primeira (2019) do Ensino Médio

Profs: Alexandre Ap. Vicente e Daniela Cristina Barsotti

Colégio Puríssimo Coração de Maria, Rio Claro, SP

Nanotecnologia: o início de uma nova era

O ser humano desde o princípio teve a curiosidade em compreender tudo o que lhe cerca. Desde o pequenino átomo ao gigantesco planeta Terra, dos organismos mais simples como bactérias e fungos ao complexo corpo humano, do mundo microscópico ao mundo macroscópico, sempre foram objetos de estudo e da curiosidade humana. Da compreensão de tais fenômenos ou das leis naturais que regem tais sistemas, o ser humano, a sua maneira, modificou o mundo em que vivermos. Aprendeu a manipular a matéria e a criar produtos, materiais e máquinas tais como medicamentos, plásticos, borrachas, automóveis, computadores, *smartphones*, etc. transformando assim, de forma radical, o mundo, e a nossa forma de viver. Atualmente, a ciência, com a compreensão das leis que regem os aglomerados formados por poucos átomos e moléculas (nanopartículas) e com a possibilidade real da manipulação individual dos mesmos, isto é, das partículas fundamentais que compõem tudo que existe, uma nova revolução científico-tecnológica se deslumbra prometendo transformar nossa forma de viver e dar início a uma nova era; a era “nano”.¹

O mundo nanométrico é praticamente o mundo dos átomos e das moléculas. Uma dimensão extremamente pequena que é invisível não só para os olhos humanos como também para os microscópicos ópticos. Um nanômetro corresponde à bilionésima parte do metro, ou seja, é como se nós pegássemos o metro, unidade de medida do sistema internacional, e o dividíssemos em 1 bilhão de vezes ($1\text{nm} = 1/1.000.000.000\text{ m}$). Trata-se de algo tão, mais tão pequeno, que fica até mesmo difícil de imaginar. Para termos uma melhor compreensão da dimensão desta grandeza, observe o tamanho dos seguintes elementos na escala nanométrica (Figura 1).^{1,2}

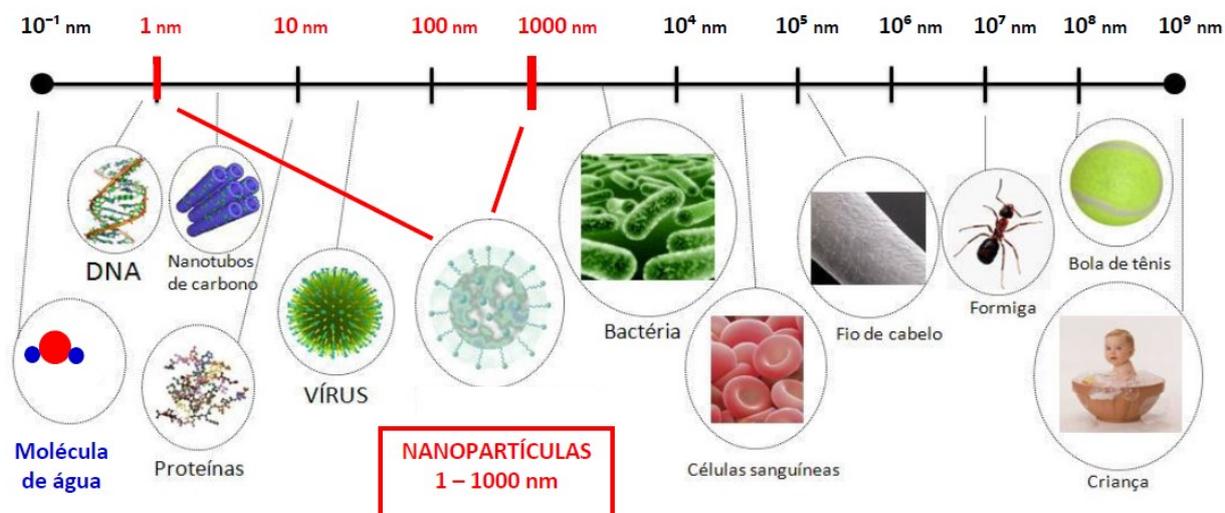


Figura 1. A representação de alguns elementos na escala nanométrica. Observe que o mundo nanométrico está muito próximo do mundo dos átomos e das moléculas. (Adaptado de: Nano o quê?).^{1,2}

A nanoescala trabalha com partículas próximas ao limite da matéria. Por isso, é comum dizer que se refere à última fronteira científica já que abaixo dela não há mais nada a ser estudado, exceto as propriedades individuais dos átomos e das moléculas. ¹

O mundo nanométrico possui propriedades diferentes em relação ao mundo macroscópico, pois ao se reduzir drasticamente o tamanho das partículas, as forças que antes atuavam sobre as mesmas deixam de ser importantes e são substituídas pelos chamados fenômenos quânticos, os quais são os responsáveis por modificar o comportamento dos nanomateriais. Por exemplo, o carbono, elemento presente no grafite do lápis, na escala macroscópica se apresenta extremamente mole ao ponto de ser riscado pelo papel, mas na escala nanométrica, ele torna-se dúctil e forte, conseguindo até mesmo ser moldado na forma de nanotubos. Outra característica intensificada na escala nanométrica é a condução de eletricidade. ^{3,4}

A idéia de nano surgiu pela primeira vez em 1959, durante uma conferência no instituto de Tecnologia da Califórnia (*Caltech*), quando o físico norte-americano Richard Feynman profetizou que num futuro não muito distante seria possível desenhar e construir átomo-a-átomo ou molécula-a-molécula, por manipulação controlada e organizada, as mais diferentes estruturas ou materiais. Dessa forma, Feynman antecipou em muitos anos a manipulação individual de átomos e de moléculas que hoje se tornou uma realidade, e denominada de nanotecnologia. Em 1990, engenheiros da IBM conseguiram escrever com um microscópio de varredura por tunelamento (STM) o logotipo da empresa sobre uma superfície metálica com apenas 35 átomos de xenônio arrastados um a um. A nanotecnologia, antes vista como ficção, se tornou realidade em laboratórios de universidades e de indústrias em todo o mundo e passou a ser tratada com maior seriedade e entusiasmo pela comunidade científica. ⁴

Em 2016, os cientistas Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart e Bernard L. Feringa foram agraciados com o Prêmio Nobel de Química, por construírem um nano carro a partir da manipulação individual de moléculas (máquinas moleculares). Na presença de um feixe de laser este carro se mostrou capaz de se deslocar, concretizando assim o que Feynman já tinha imaginado em 1959. Com a mais absoluta razão Feynman foi um homem bem à frente do seu tempo. ⁴

A natureza lida com as nanopartículas há muito tempo e tem servido como fonte de inspiração para os cientistas. A bela flor de lótus, por exemplo, mesmo sendo localizada em regiões lamacentas, nunca ficam sujas, devido a um mecanismo de evolução que a espécie desenvolveu. Sua folha é constituída por nanoestruturas de uma substância cerosa que a torna hidrofóbica, fazendo com que as gotículas de água não se aderem à mesma. Dessa forma, toda a sujeira depositada sobre a sua superfície é arrastada pela água e assim mantendo-a sempre limpa. Inspirado neste efeito natural os cientistas atualmente criaram camisetas que não se molham e que não se sujam e que já estão disponíveis no mercado para serem comercializadas. ²

A nanociência é definida como o estudo dos princípios fundamentais (leis naturais) que regem o mundo dos átomos e das moléculas e das estruturas criadas em dimensões que estejam compreendidas entre 1 a 1000 nanômetros. Além do reduzido tamanho, tais estruturas, para serem consideradas como nanomateriais, tem que apresentar obrigatoriamente propriedades especiais e/ou diferentes daquelas estruturas do mundo macroscópico. Por sua vez, a nanotecnologia trabalha com as aplicações destas nanoestruturas para a criação de novos dispositivos. A nanotecnologia está proporcionando uma verdadeira revolução em nossas vidas. Existem inúmeras pesquisas em desenvolvimento sobre as suas aplicações em áreas multidisciplinares. No Brasil e em todo

o mundo já é possível encontrar produtos elaborados com esta nova tecnologia. Veja a seguir algumas das suas aplicações:

- Nanocosméticos que são capazes de fazer a regeneração celular e por consequência rejuvenescer a pele por penetrar nas camadas mais profundas da mesma.
- Surgimento de materiais extremamente fortes e ultra-resistentes.
- Conservação de alimentos por muito mais tempo ao criar embalagens inteligentes, já que torna o ambiente inóspito para o desenvolvimento de fungos e bactérias.
- Uso de nanopartículas magnéticas (NPMag) para a remoção de manchas de petróleo ou outras impurezas da água através de uma esteira magnética. ²

Uma das aplicações da nanotecnologia mais promissoras em relação ao meio ambiente está na utilização de nanopartículas magnetizadas para reverter um desastre ambiental, por exemplo. A seguir é apresentada a síntese e a aplicação de nanopartículas magnéticas na separação de petróleo da água.

A técnica de separação magnética tem se desenvolvido nos últimos anos. Dentre as nanopartículas magnéticas as que mais se destacam são as de óxido de ferro como a magnetita (Fe_3O_4). Para a preparação de NPMag de óxido de ferro, foram dissolvidos 27,8g de sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) em 200 mL de água, com aquecimento até a ebulição. Em outro recipiente foram adicionados 0,84 g de nitrato de potássio em 100 mL de água que também foi aquecida até a ebulição. Em seguida, a solução de nitrato de potássio foi adicionada rapidamente à solução contendo o sulfato de ferro e mantida sob agitação e aquecimento durante 30 minutos. Durante este processo é possível observar alterações na solução devido às reações químicas enumeradas de 1 a 4:

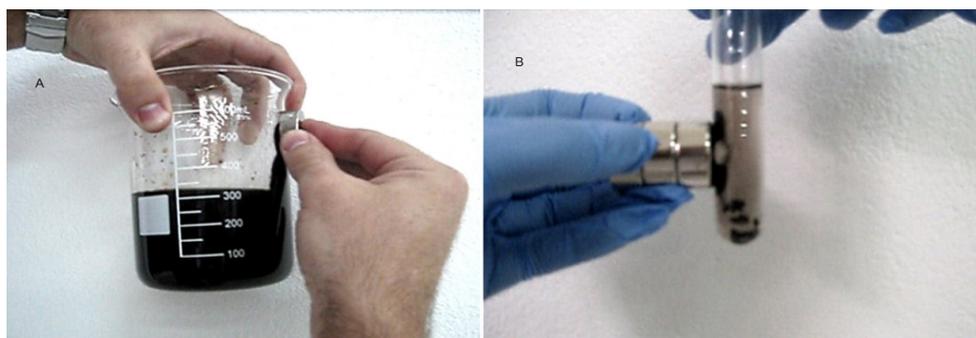
Reação 1: $\text{Fe}^{+2} + 2 \text{OH}^{-1} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ (formando um precipitado verde gelatinoso).

Reação 2: $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \frac{1}{4} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{OH}^{-1}$ (após sofrer a oxidação com o ar, o hidróxido de ferro II se transformou em hidróxido de ferro III que apresenta a cor marrom).

Reação 3: $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ (ao reagir os dois produtos houve a formação da magnetita, uma mistura desses hidróxidos, e de coloração preta).

Reação 4: $12 \text{Fe}^{+2}(\text{aq}) + 23 \text{OH}^{-1}(\text{aq}) + \text{NO}_3^{-1}(\text{aq}) \rightarrow 4 \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{g}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (com a presença de íons nitrato, o hidróxido de ferro II pode ser oxidado gerando a magnetita e com a liberação de amônia, a qual pode ser facilmente percebida pelo seu odor característico). ⁵

Após o fim do experimento deixou-se o mesmo a temperatura ambiente. Com o auxílio de um ímã foi comprovado a formação das NPMag conforme podemos observar na figura 2a e 2b. ⁵

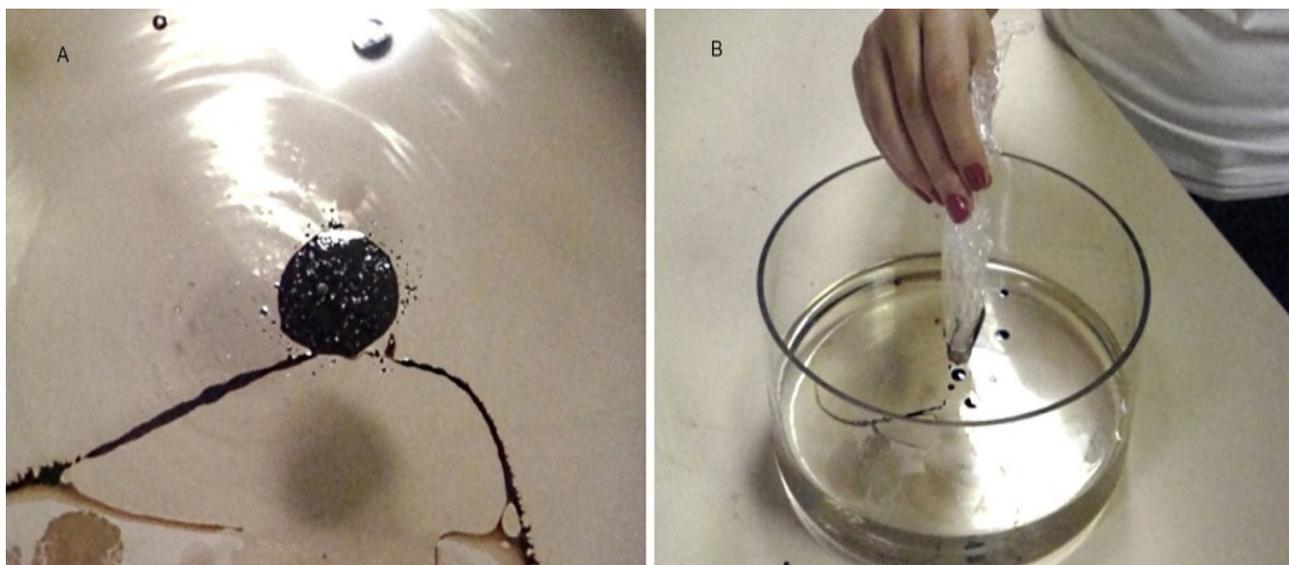


(a)

(b)

Figura 2. No béquer (a), foram colocadas as NP sintetizadas e, no tubo de ensaio (b), um pouco destas lavadas com água. Observe a separação das NPMag do líquido devido à atração destas pelo imã. ⁵

Na figura 3a, foi feita a simulação de derramamento de petróleo em água e em seguida a adição de NPMag para a sua limpeza. Observe que a aproximação de um imã envolto por um plástico foi capaz de atrair e retirar da água a mancha de petróleo (Figura 3b).



(a)

(b)

Figura 3. Na foto (a) observa-se uma mancha de petróleo dentro de um recipiente com água e, sobre ela, é pulverizado um pouco de NPMag com capas orgânicas de ácido oléico. A presença do ácido oléico confere ao sistema um caráter apolar que facilita a interação com os componentes do petróleo também apolares. Na foto (b), um pequeno imã, envolto por um filme plástico, é aproximado da mancha. Verifica-se que uma grande parte da mancha foi removida pela atração magnética. ⁵

A nanotecnologia possui um grande potencial para solucionar alguns dos maiores problemas enfrentado pela sociedade atual que é a contaminação de rios, lagos e oceanos por substâncias tóxicas e poluentes. Existe ainda uma longa jornada de estudo que devido aos seus elevados custos é necessário grandes investimentos nos institutos de pesquisas para que o desenvolvimento desta área continue progredindo.

Conforme ocorreu com a primeira, segunda e terceira revolução industrial existe uma divisão de opiniões sobre os futuros impactos ocasionados por esta nova tecnologia. Contudo, imaginar o futuro é algo quase que impossível. O que podemos afirmar que a 4ª revolução que já está a caminho, também estará fundamentada no desenvolvimento de nanoestruturas, iniciando-se assim uma nova era de avanços extraordinários que poderão trazer a todos novas oportunidades e transformar radicalmente o que já conhecemos. Resta-nos preparar para não nos perdermos o bonde da história!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA. Delmarcio Gomes. TOMA. Henrique Eisi. Cartilha Nanotecnologia PARA TODOS!. 1ª Edição. São Paulo. Projeto Ensinano. 2018. <https://www.ensinano.com.br/>
2. Nano o quê? <http://minasfazciencia.com.br/2016/06/30/nano-o-que/>
3. FERREIRA. Hadma S.; RANGEL. Maria do C. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. *Quim. Nova*. Vol. 32. No. 7, 1860-1870, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n7/33.pdf>

4. Palestra nanotecnologia. Prof. Dr. Delmarcio Gomes. Projeto Ensino. <https://www.youtube.com/watch?v=qvufmTP3o0Q>
5. TASCÁ. Rodolfo A. Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Supermagnéticas. 2014. http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc37_3/12-EEQ-100-13.pdf