

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

[http://allchemy.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-2-Nanoquimica-Diogo\\_Leme](http://allchemy.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-2-Nanoquimica-Diogo_Leme)

Autor: **Diogo Lamounier de Vilhena Leme**

Série: segunda (2019) do Ensino Médio

Prof: Francisco Markan Nobre de Souza Filho

Instituto Alpha Lumen, São José dos Campos, SP

### NANOQUÍMICA E NANOMATERIAIS

A Química é uma ciência que fascina o ser humano desde o século XVII, quando Robert Boyle publicou alguns dos princípios básicos desta nobre área de estudos. Mas o escopo da Química evoluiu com o passar do tempo. E uma das façanhas mais recentes dos químicos foi chegar ao espectro *nano* da matéria, isto é, estruturas e moléculas da ordem de um bilionésimo de metro. Segundo a NNI<sup>1</sup>, foi o físico Richard Feynman que deu início a novos campos de estudo na Química e na Ciência, tais como a Nanotecnologia e a Nanociência. Enfim, essa área científica ainda não foi muito bem delimitada, mas pode ser discutida e explicada; e com um enfoque especial na Nanoquímica e Nanomateriais.

Segundo Geoffrey Ozin, a Nanoquímica pode ser definida como o campo de estudos científicos que prioriza a síntese de pedaços de matéria com dimensão nanométrica<sup>2</sup>. A professora Maria Elmina Lopes apenas reforça tal entendimento, notando que “cabe à Nanoquímica ensaiar novas formas de síntese de materiais”. A Nanotecnologia, por sua vez, deve ser entendida como uma engenharia e *design* de moléculas e estruturas de ordem *nano*, conforme entendimento do *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Healthy Risks* (SCENIHR) da Comissão Europeia<sup>3</sup>.

Mas alguns debates existem. Enquanto a SCENIHR e a Iniciativa Nacional de Nanotecnologia dos Estados Unidos não citam Nanoquímica em seus artigos ou publicações, a *American Chemistry Society*<sup>4</sup> (ACS) o faz. Portanto, a área é alvo de muitos debates e discussões. No entanto, vale afirmar que o texto se pautará pelo reconhecimento devido da Nanoquímica e de suas aplicações, em conjuntura com os conceitos de Nanociência e Nanotecnologia.

De certo, um consenso se estabelece quanto à definição de Nanomateriais e de Nanopartículas. Segundo a SCENIHR e o *National Institute of Environmental Health Sciences*<sup>5</sup>, Nanomateriais são materiais com uma ou mais dimensões externas, ou uma estrutura interna, que podem apresentar diferenças com o mesmo material que não tenha escala nanométrica. Já Nanopartículas, são as partículas que apresentam uma ou mais dimensões em escala *nano*. Dessa forma, esses são conceitos básicos, mas

---

<sup>1</sup> Programa do governo americano que visa incentivar pesquisas sobre Nanotecnologia

<sup>2</sup> Escala que compreende dimensões que variam entre 100 nm ou menos

<sup>3</sup> Órgão de pesquisa filiado à União Europeia

<sup>4</sup> O equivalente à Sociedade Brasileira de Química

<sup>5</sup> Instituto filiado aos Institutos Nacionais de Saúde dos EUA

que interligados e conectados, colaboram para o desenvolvimento de um campo de análises e pesquisas que possui prospectos de mudar a forma como se entende a matéria e suas propriedades em um futuro não tão distante assim.

Sobre as aplicações da Nanoquímica e da Nanociência, o jornal da USP destaca as revoluções que microprocessadores, tecidos e medicamentos tendem a sofrer nos próximos anos. No caso dos *microchips*, nanotubos de carbono oferecem uma eficiência energética, condutora e resistiva muito maior do que a do silício largamente utilizado como matéria-prima atualmente. Tecidos feitos de nanopartículas podem ter uma maior resistência total, sem prejuízos “físicos”. Por fim, medicamentos compostos por nanomateriais tendem a ser ideais no tratamento de doenças como o câncer, por exemplo, por terem capacidade de ataque seletiva às células cancerígenas. Enfim, estas são apenas algumas das inovações que devem permear a humanidade logo menos.

Do outro lado, é vital discutir como outras descobertas da Química causaram impactos que modelaram diversos aspectos da Ciência e do mundo globalizado. Sobre estas descobertas, deve se destacar - especialmente - os Colóides e os Polímeros.

Coloides, como exposto nos *slides* da Universidade de São Paulo<sup>6</sup>, representam um estado intermediário entre uma solução verdadeira e uma suspensão. Entende-se solução verdadeira como sistema homogêneo solvente/soluto, tal como  $H_2O + NaCl$ ; em que o soluto possui dimensão reduzida, não sedimenta sob centrifugação e gravidade, não é separado por filtração, não é visível por microscópio eletrônico e atravessa membranas semipermeáveis. Suspensão, por sua vez, é sinônimo de sistema heterogêneo dispersante/disperso, tal como  $H_2O + Areia$ ; em que o disperso sedimenta sob gravidade e centrifugação, é visível em microscópio comum, pode ser separado por filtração e não atravessa membranas semipermeáveis. Já os Colóides - intermediários entre Suspensões e Soluções - são sistemas de partículas dispersas íons/moléculas, sob meio dispersante/disperso, com disperso não sedimentado sob ação da gravidade, sedimentado por centrifugação, não separado por filtração (passa pelo filtro), visível apenas em microscópio eletrônico, com dimensão intermediária e não atravessando membranas semipermeáveis.

De uma forma sucinta, exemplos de Colóides incluem detergentes, tintas, cosméticos, entre outros. São subdivididos em 5 grupos, tendo destaque os grupos Sol (sólido disperso em líquido, como colas e gelatinas) e Gel (líquido disperso em sólido, como geléias). Propriedades interessantes dos Colóides se refletem no Efeito Tyndall e no Movimento Browniano. O Efeito Tyndall é uma propriedade das partículas coloidais que promove a dispersão dos feixes de Luz, tornando possível a visualização do feixe de luz na referida suspensão. O Movimento Browniano, por sua vez, é o fenômeno caracterizado

---

<sup>6</sup> Todo o conteúdo referente a Coloides foi extraído dos referidos slides

pela dispersão dos pontos luminosos pelas partículas coloidais, devido aos choques provocados por moléculas do dispersante.

Por fim, é importante falar sobre os polímeros. Polímeros são macromoléculas formadas por unidades estruturais chamadas de monômeros. Polímeros podem ser tanto naturais, como a Borracha; ou artificiais, como o Policloreto de Vinila, mais conhecido como PVC. Polímeros possuem diversas classificações e diversos processos de formação. A natureza e as propriedades dos polímeros já são de conhecimento introspectivo da comunidade científica global. Portanto, o interessante é discutir como os Polímeros revolucionaram a sociedade global, da mesma forma que os Nanomateriais e Nanopartículas podem fazer em um futuro mais próximo.

Diversos inventos baseados em polímeros mudaram o mundo. Charles Goodyear, por exemplo, causou uma disrupção ao apresentar o processo de vulcanização das borrachas, tornando tal matéria-prima mais resistente, mais flexível e mais acessível economicamente. A empresa multinacional DuPont, por exemplo, tem na sua fundação e nos seus capilares mais básicos a comercialização de produtos baseados em polímeros, tais como Poliésteres e Termoplásticos, por exemplo. Enfim, polímeros são usados largamente ao redor do globo, e a aplicação destes promoveu um progresso inestimável tanto para a Ciência quanto para a humanidade.

#### *Síntese de Nanotubos de Carbono*

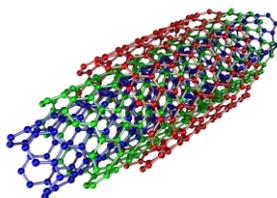


Figura 1: Nanotubos de Carbono (WIESER, E., 2010)

Nesse experimento, o método utilizado para a síntese de Nanotubos de Carbono será a Descarga de Arcos. Este é um método caracterizado pelas altas temperaturas (acima de 1700°C) necessárias para sua execução. Nesse procedimento, os Nanotubos de Carbono tendem a ter uma estrutura melhor e mais estável.

Na Descarga de Arcos, duas varetas de grafite com 7 e 20 mm são usadas como ânodo e cátodo, respectivamente. Um arco é produzido por uma fonte de corrente contínua capaz de prover uma corrente elétrica de até 200 A, em uma voltagem de até 30 V. O meio experimental se dá por um recipiente que contém água deionizada, a qual possui boa capacidade de resfriamento e insulação, tendo menos probabilidade de evaporar, tudo ao mesmo tempo. O Arco é produzido manualmente entre os eletrodos,

por meio de contato instantâneo, com uma duração de menos de 1 minuto. Sob efeito do Arco, o ânodo sublima e os carbonos depositam-se no cátodo na forma de nanotubos e outras estruturas.

Após os procedimentos, os restos de carbono são coletados e analisados. Partículas de grafite com pequenos nanotubos de carbono de com um diâmetro de aproximadamente 500 nm são observáveis no começo do experimento. Diversas outras estruturas de carbono podem ser observadas ao final do experimento, mas a conclusão é que os nanotubos se formam, e se estruturam de forma estável.

Destarte, após todas as constatações efetuadas, é vital entender a importância que a Química como um todo possui para com o mundo e para com a comunidade científica e a população. A investigação moderna sobre Polímeros começou em 1830 com os estudos do cientista Henri Braconnot, enquanto que os primeiros estudos sobre Colóides vieram em 1845 com os estudos do italiano Francesco Selmi. O estudo sobre Nanomateriais e Nanopartículas é incrivelmente recente. Só o futuro poderá falar melhor sobre os efeitos e benefícios que as aplicações e pesquisas relacionadas à Nanociência e à Nanoquímica trarão para a sociedade e para o mundo globalizado. Mas os prospectos prometem e as revoluções, certamente irão ocorrer. Assim, se espera um progresso tanto para o Homem, como para a Ciência.

### **Referências Bibliográficas**

QUÍMICA PARA TODOS. **Nanoquímica, um novo mundo.** Disponível em <http://quimicaparatodosuevora.blogspot.com/2011/01/nanoquimica-um-novo-mundo.html>. Acesso em 13 de Novembro de 2019.

ACS. **Nanochemistry.** Disponível em <https://www.acs.org/content/acs/en/careers/college-to-career/chemistry-careers/nanochemistry.html>. Acesso em 11 de Novembro de 2019.

SCENIHR. **What is nanotechnology?.** Disponível em: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm). Acesso em 11 de Novembro de 2019.

NNI. **What is nanotechnology?.** Disponível em: <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>. Acesso em 11 de Novembro de 2019.

NIEHS. **Nanomaterials.** Disponível em: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/syn-nano/index.cfm>. Acesso em 11 de Novembro de 2019.

USP. **Coloides.** Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=1840718>. Acesso em: 11 de Novembro de 2019.

WIESER, ERIC. **Multi-walled Carbon Nanotube.** Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Multi-walled\\_Carbon\\_Nanotube.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Multi-walled_Carbon_Nanotube.png). Acesso em 14 de Novembro de 2019.