

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

http://allchemy.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-1-Nanoquimica-Lucas_Silva

Autor: **Lucas Messias Souza Jorge da Silva**

Série: primeira (2019) do Ensino Médio

Prof: José Adriano Barros

Etec. de Peruíbe, Peruibe, SP

Artesanato do minúsculo: a síntese de pontos quânticos

Em dezembro de 1959, o físico Richard Feynman, que seis anos depois seria laureado com o Prêmio Nobel em Física por suas contribuições no campo da eletrodinâmica quântica, em uma palestra¹ comentou sobre a possibilidade de, no futuro, podermos manipular os átomos e, desta forma, organizá-los à nossa guisa. A partir desta ideia, fundam-se duas novas áreas: a nanociência e a nanotecnologia. Os estudos destes campos baseiam-se nas propriedades exibidas pelos materiais quando estruturadas em escala nanométrica (nanomateriais).

A nanociência está relacionada a diversas áreas do conhecimento – como química, física, engenharia, medicina, biologia e outras – as quais a ela se integram. A combinação entre a nanociência e a química denomina-se nanoquímica e esta lida, sobretudo, com a estruturação e síntese de nanomateriais.

Os nanomateriais são materiais que apresentam graus estruturais entre 1 e 100 nm de diâmetro. Em resultado de sua escala, estes apresentam propriedades físico-químicas distintas dos materiais em escala macroscópica.

Hodiernamente, os nanomateriais são utilizados em quase todos os setores industriais: estão presentes nos cosméticos, remédios, microprocessadores etc. Ademais, estes tornam os produtos do cotidiano mais eficientes, tais como o *band-aid*, o creme dental, o filtro solar e mais incontáveis exemplos.

A indústria da nanoquímica cresce a cada instante. Esta máxima não a exclui nos territórios brasileiros: em nosso país, encontram-se diversos grupos trabalhando nessa área com excelente nível científico em todos os Departamentos e Institutos de Química do país.

Dentre os nanomateriais, destacam-se os nanocristais coloidais de semicondutores, denominados pontos quânticos. Se estas nanopartículas são suficientemente pequenas, limita-se os níveis de energia, nos quais os elétrons e suas ausências podem existir no corpúsculo. Assim, uma vez que a energia está relacionada ao comprimento de onda e, portanto, à cor, determina-se que as propriedades ópticas destas podem ser ajustadas, variando conforme seu tamanho.

$$E = hc/\lambda$$

A primeira síntese de pontos quânticos foi realizada no final dos anos setenta pelo físico russo Alexei Ekimov, tendo sintetizado nanocristais de CuCl_2 e CdSe em matriz de vidro. Em 1983, inspirado pelo cientista russo, o americano Louis Brus produziu pontos quânticos de CdS , porém em forma líquida, obtendo uma suspensão coloidal.

À medida que os anos passam, a ciência evolui e, por conseguinte, a tecnologia também o faz. Isto não é diferente na escala nanométrica: hodiernamente podemos, por exemplo, realizar uma *Síntese de Nanocristais de CdSe de maneira Mais Segura, Fácil e Rápida* (*A Safer, Easier, Faster Synthesis for CdSe Quantum Dot Nanocrystals*²).

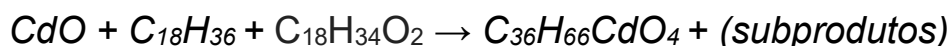
Síntese de pontos quânticos de CdSe: O seleneto de cádmio é um composto semicondutor classificado como II-VI (elementos do grupo 12, como zinco, mercúrio e **cádmio**, quimicamente ligados a elementos do grupo 16, como telúrio, enxofre e **selênio**). Esta substância é composta a partir da combinação de átomos de cádmio, um metal condutor com carga de íons $+2$ isolado por Friedrich Stromeyer, um químico alemão, em 1817, com átomos de selênio, um ametal não-condutor com carga de íons -2 descoberto também em 1817, por Jacob Berzelius, um ilustre químico sueco.

Os nanocristais de CdSe são sintetizados a partir de CdO e Se . Em um balão de fundo redondo sobre um agitador magnético, adiciona-se 30mg de selênio e 5ml de 1-Octadeceno; então, adiciona-se 0,4ml de trioctilfosfina. Com a reação entre o selênio e a trioctilfosfina (vídeo abaixo), temos como produto seleneto de trioctilfosfina.



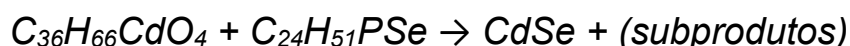
Vídeo 1: Demonstração da reação de Se com TOP, formando TOPSe

Em outro frasco, colocamos 13mg de óxido de cádmio, 10ml de 1-Octadeceno e 0,6ml de ácido oleico. Quando aquecido, o CdO dissolve-se e reage com o ácido oleico, formando oleato de cádmio.



Vídeo 2: Óxido de cádmio reagindo com ácido oleico e formando oleato de cádmio

Quando esta mistura atingir 225°C , injetamos 1ml de seleneto de trioctilfosfina e agitamos. Desta forma, o oleato de cádmio reage com o seleneto de trioctilfosfina, produzindo seleneto de cádmio.



Vídeo 3: Oleato de cádmio reagindo com o seleneto de trioctilfosfina, formando seleneto de cádmio

O tamanho das partículas aumenta à medida em que a solução reage. Todavia, este aumento do tamanho apenas continua se a temperatura for mantida. Desta forma, podemos controlar o tamanho destas nanopartículas controlando o tempo de reação da solução. Por controlar seu tamanho, podemos controlar o tamanho da onda de luz (cor)



Figura 1 – Os pontos quânticos são capazes de converter um espectro de luz em cores diferentes. Esta cor emitida depende de seu tamanho. / Fonte: www.nanowerk.com/what_are_quantum_dots.php

que esta partícula irá emitir ou absorver [Fig.1].

Os pontos quânticos podem apresentar propriedades variadas, que dependem de seu formato e material. Estes pontos quânticos em especial, apresentam fluorescência quando expostos à luz ultravioleta [Figura 2]. Além disso, eles podem ser aplicados em fotocatalises, conversão de energia solar, transistores, LEDs, computação quântica e para fins médicos [Figura 3].

Por conta das vantagens dos nanomateriais em relação aos materiais comuns, o mercado mundial investe muito em produtos à base de nanotecnologia: apenas no ano de 2010, os investimentos chegaram a 11 trilhões de dólares americanos. Deste montante, 340 bilhões correspondem somente a nanomateriais.

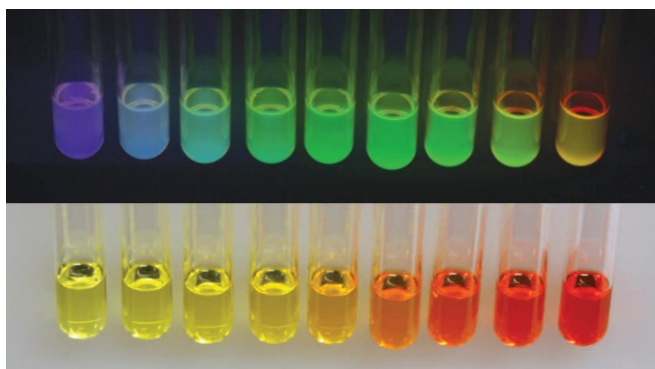


Figura 2 – Suspensão coloidal de pontos quânticos de CdSe expostos a luz ultravioleta/ Fonte: education.mrsec.wisc.edu

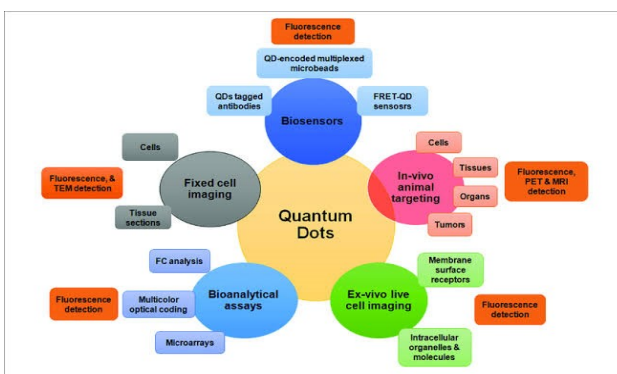


Figura 3 – Ilustração das diversas aplicações dos pontos quânticos/ Fonte: researchgate.net

Desta forma, em virtude das ideias expostas, conclui-se que os pontos quânticos e, sobretudo, a nanoquímica e os nanomateriais em geral, são de extrema importância em nossa sociedade vigente; porquanto, a partir destes, podemos fazer avanços incriveis e mudar o mundo, com o qual estamos habituados, para melhor.

REFERÊNCIAS

1. FEYNMAN, Richard. **There's Plenty of Room At The Bottom, The Invitation to Enter a New Field of Physics.**
2. BOATMAN, Elizabeth M. and LISENSKY, George C. **A Safer, Easier, Faster Synthesis for CdSe Quantum Dots Nanocrystals.**
3. NURDRAGE. **Make Quantum Dots (Cadmium Selenide Type).** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bNuoYm7Su4o&t=84s>>. Acesso em 17 de outubro de 2019.
4. NANOWERK. **What are Quantum Dots?** Disponível em: <https://www.nanowerk.com/what_are_quantum_dots.php>. Acesso em 19 de outubro de 2019.
5. ASTRONOMIZANDO. **Física Quântica – Aula 46 – Pontos Quânticos.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7hvpZ4SAr3k>>. Acesso em 19 de outubro de 2019.
6. NEXTDOT. **The Quantum Dots Discovery.** Disponível em: <<https://nexdot.fr/en/history-of-quantum-dots/#targetText=Alexei%20Ekimov%2C%20the%20first%20discovery,in%20a%20molten%20glass%20matrix>>. Acesso em 19 de outubro de 2019.
7. ATKINS & JONES. **Princípios de Química – Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ªed. 2012**
8. RÓZ, Alessandra Luzia Da, LEITE, Fabio de Lima. **Grandes Áreas da Nanociência. Volume 2. 2015**
9. KLIMOV, Victor I. **Nanocrystal Quantum Dots: Edition 2**
10. QUIMLAB. **Guia dos Elementos.** Disponível em: <<http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/>>. Acesso em 19 de outubro de 2019.
11. ZARBIN, Aldo J. G. **Química de (nano)materiais.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000600016>. Acesso em 09 de novembro de 2019.