

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

http://allchemistry.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-2-Nanoquimica-Victor_Quadros

Autor: Victor de Faro Quadros

Profs: Lílian Siqueira e Fábio Siqueira

Colégio Bandeirantes, São Paulo, SP

O mundo nano: nosso mundo.

*"Wer nach außen schaut, träumt. Wer nach innen schaut, erwacht."
"Quem olha para fora, sonha. Quem olha para dentro, acorda." (Tradução Livre)
Carl Jung*

Paira sobre a contemporaneidade o espírito da nanociência. É indubitável que paira... Afinal, os nanomateriais conquistaram, atualmente, uma posição de destaque na economia capitalista, com o advento da Quarta Revolução Industrial. Não são poucas as aplicações desta Ciência no cotidiano: nanocosméticos, protetores solares, tintas e embalagens inteligentes, tratamento e purificação de água, combate aos desastres ambientais, recobrimento de superfícies, construções sustentáveis, eletrônica avançada, transporte de medicamentos no organismo e combate ao câncer.

Contudo, muito embora bastante presente, a nanociência ainda não foi devidamente difundida na sociedade. Muitas vezes, ela é tratada como um "espírito", que navega subjacente ao cotidiano. Mas em que medida isto é ruim? Ora, em todas as medidas! A nanotecnologia está presente em muitos campos práticos e, num futuro próximo, estará ainda mais. Logo, estudar nanociência é compreender o inevitável futuro da Ciência: o progresso. Não a entender, em contrapartida, é não compreender a realidade atual (e futura) da humanidade, o que, evidentemente, é uma desvantagem. Há, ainda, um algo a mais nos fenômenos nano; algo que os confere ainda mais importância e admirabilidade: o fato de que inúmeros processos biológicos relacionados ao funcionamento do corpo humano acontecem dentro dos limites da escala nanométrica. Conhecer o mundo nano é, então, conhecer-se a si mesmo e os fenômenos envolvidos com a vida.

Carl Jung, apesar de visionário, não era químico. Todavia, quando afirma que "quem olha para fora, sonha. Quem olha para dentro, acorda", o psicólogo suíço revela grande sabedoria. O primeiro passo para admirar, entender e transformar a Ciência é vê-la em si mesmo. E é assim que se aguça a curiosidade humana. Nesse âmbito, a nanociência esconde grande potencial, mas ainda há muito a fazer para democratizar o conhecimento desta área.

Primeiramente, deve-se entender que a principal causa dessa falta de conhecimento é a noção de "artificialidade" do estudo dos nanomateriais. A observação direta destes objetos é praticamente impossível, e isso, muitas vezes, leva algumas pessoas a acreditarem que o conhecimento da nanociência não é palpável e, conseqüentemente, muito complexo. Contudo, esta é uma inverdade. A nanociência é uma Ciência de fronteira, o que significa que esta é fruto da interação entre várias áreas do conhecimento. Essa sinergia entre áreas confere ao mundo nano um caráter naturalmente interdisciplinar, o que assusta a maioria dos estudantes, acostumados aos monótonos capítulos e inexoráveis separações promovidas por seus livros didáticos.

Para mudar este quadro, é necessário que a ideia de "artificialidade" da nanociência seja desconstruída. Mas como tornar mais tangíveis conceitos e estruturas que são, afinal, nanométricos? Uma boa solução é

utilizar aquilo que nós, cientistas (especialmente nós, químicos) mais gostamos de fazer para demonstrar fenômenos em geral: experimentos.

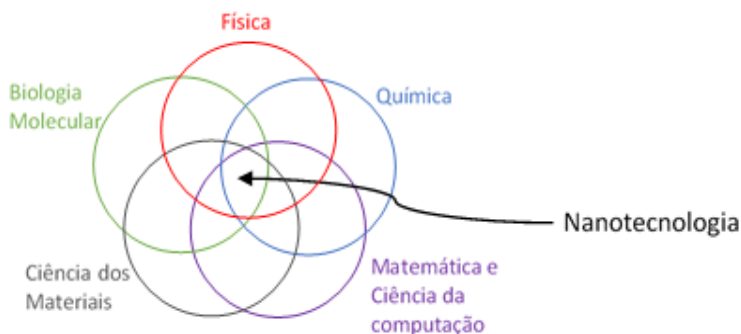


Figura 1: Nanotecnologia; Sinergia entre áreas do conhecimento.

Que os nanomateriais estão por toda parte já é sabido, mas seria possível observar fenômenos da escala nano no dia-a-dia de forma simples e acessível? Felizmente, a resposta é positiva! Há um fenômeno nanométrico que pode ser observado através de experimentos simples que podem ser reproduzidos em salas de aula ou até mesmo em casa; este fenômeno é o Efeito Tyndall. O efeito baseia-se na dispersão da luz proporcionada por moléculas com diâmetro médio entre 1nm e 100nm. Neste caso, é possível visualizar a trajetória da luz em uma solução aquosa a qual apresente partículas coloidais, isto é, com diâmetro médio de suas partículas dispersas entre a faixa citada. Desta maneira, o efeito Tyndall pode servir como um método de verificação da presença de partículas na escala nanométrica em uma solução aquosa, o que contribui, de certa forma, para arrefecer a já discutida ideia de artificialidade do conhecimento nanocientífico.

Para realizar este experimento, um indivíduo curioso só precisaria de um ou mais recipientes transparentes (que podem ser béqueres ou copos normais), uma solução coloidal e um laser ou fonte de luz, preferencialmente pontual. Para efeito de comparação, podem ser utilizadas outras soluções (coloidais ou não) em outros béqueres, conforme a necessidade do experimentador. Soluções coloidais podem ser facilmente obtidas no ambiente escolar ou até mesmo em casa. Soluções aquosas de xampus, gelatina, proteínas em geral (provindas, por exemplo, do leite), ou maionese são alguns exemplos de métodos para a obtenção destas.

O esquema abaixo exibe, sucintamente, o procedimento.

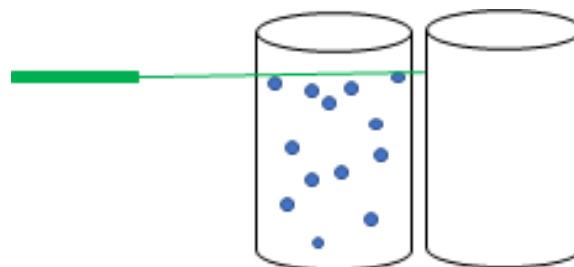


Figura 2: Na figura, o recipiente 1 contém partículas coloidais dispersas (representadas pelos círculos azuis) ao passo que o recipiente 2 não apresenta nenhuma partícula coloidal dispersa.

Como se vê na *Figura 2*, o recipiente 2, pelo fato de não apresentar partículas coloidais dispersas, não expõe o rastro da luz. Alternativamente, o recipiente 1 expõe o rastro luminoso uma vez que contém estas partículas.

Com imagens reais, o experimento torna-se ainda mais divertido. Nas *Figuras 3, 4 e 5*, vê-se claramente a validade do fenômeno. A solução



Figura 3: Recipiente 1, sem partículas coloidais dispersas.

presente na *Figura 4*, foi preparada a partir da adição de 50mL de xampu a 300mL de água da torneira. A água retirada da torneira também foi utilizada para preparar o conteúdo do *recipiente 1*, presente na *Figura 3*. Esta água, evidentemente, não é pura; é esperado que ela contenha diversos íons dissolvidos. Porém, estes componentes têm seus diâmetros médios abaixo da escala proposta (entre 1nm e 100nm), o que faz com que a água da torneira não reproduza o efeito Tyndall.



Figura 4: Recipiente 2, com partículas coloidais dispersas.

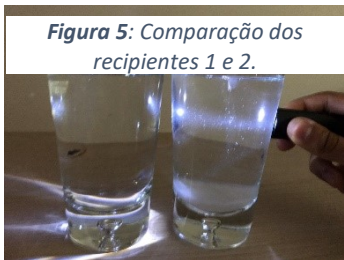


Figura 5: Comparação dos recipientes 1 e 2.

O mais legal é que este mesmo efeito pode ser demonstrado em várias situações do cotidiano e fora do contexto escolar, o que contribui para uma maior aproximação das pessoas com o ambiente nanoquímico, como, por exemplo, quando o farol de um carro ilumina o ar úmido ou com poeira (*Figura 6*), ou também quando a luz emitida pelo projetor de um cinema passa através do ar que contém fumaça ou poeira. Nestes casos, da mesma forma como demonstrada através das figuras, é possível presenciar o efeito Tyndall.

Restringindo-se ao ambiente escolar, as possibilidades da exploração do Efeito Tyndall nas aulas de Ciências são fantásticas. Um professor poderia, por exemplo, conduzir um experimento, em aula, no qual os alunos possam verificar a presença ou não de partículas coloidais em soluções aquosas. Pode-se produzir duas soluções, uma coloidal e a outra não, a partir de cloreto de sódio e leite, por exemplo. Em seguida, iluminam-se os recipientes



nos quais localizam-se as soluções com uma fonte de luz elegida previamente. O leite deixaria exposto o rastro da luz ao passo que a solução de cloreto de sódio, não.

Além disso, não se pode deixar de explorar a evidente multidisciplinaridade da nanociência. Seus conhecimentos e conceitos podem ser muito bem aproveitados na área da Biologia, tendo em vista que esta última consiste em um dos campos de aplicação mais ricos da nanotecnologia.

Figura 6: O efeito Tyndall demonstrado numa situação corriqueira.

Cientistas trabalham com o sistema biológico na escala nanométrica para manipular as informações biológicas a fim de produzir alimentos, energia, construir materiais e desenvolver moléculas. Uma grande parte destas aplicações baseia-se na tecnologia do DNA recombinante, técnica recorrente na nanociência. Moléculas de DNA produzidas a partir da combinação de sequências de DNA provenientes de diferentes fontes são chamadas de DNA recombinante e a técnica para produção destas moléculas está vinculada à clonagem celular.

É possível, por exemplo, produzir através desta técnica o hormônio insulina. Apesar de complexo, o processo pode ser resumido do seguinte modo. Primeiramente, isola-se um fragmento de DNA que contém o gene de interesse (no caso, o da insulina). Este gene é, então, colocado em um meio com um fragmento de DNA bacteriano

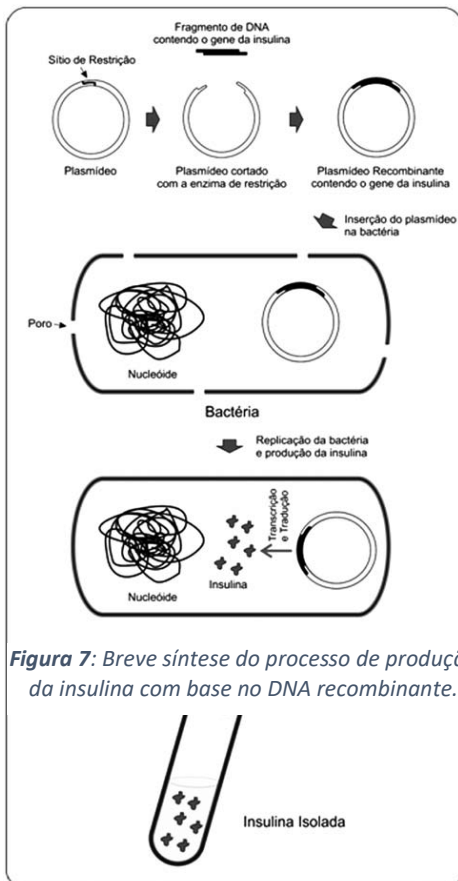


Figura 7: Breve síntese do processo de produção da insulina com base no DNA recombinante.

circular, o plasmídeo (moléculas circulares duplas de DNA capazes de se reproduzir independentemente do DNA cromossômico) e as enzimas de restrição (enzimas que cortam a molécula de DNA). O plasmídeo bacteriano insere um fragmento de DNA externo ao seu próprio genoma, ao passo que as enzimas de restrição cortam uma determinada região do plasmídeo, onde será ligado ao fragmento de DNA de interesse. O fragmento de DNA isolado irá unir-se com o DNA bacteriano, através das enzimas de ligação (ligases); neste momento, é originado o DNA recombinante. O próximo passo é introduzir o DNA recombinante em bactérias vivas ou diretamente em meio de cultura com as mesmas. Após a incorporação do DNA recombinante, as bactérias serão capazes de produzir a insulina, conforme os genes do fragmento de DNA isolados inicialmente.

O DNA recombinante evidencia a facilidade de esbarrar com o mundo nano no dia-a-dia, já que ele se encontra, essencialmente, no nosso interior.

Para concluir, é premente ratificar o protagonismo da nanociência no futuro da humanidade e como objetivo deste texto. O estudo da nanociência certamente será cada vez mais importante, conforme a humanidade se aproxima do futuro. Entretanto, a abordagem, em especial da Nanoquímica, é vista como muito complexa, devido ao caráter "artificial" do estudo dos nanomateriais, dificilmente visíveis. Por isso, é necessário desenvolver atividades escolares baseadas nos fenômenos nanométricos, como o efeito Tyndall e discussões que relacionem a nanotecnologia e outras áreas do conhecimento, como a Biologia e a Química, a fim de gerar uma maior identificação do cotidiano geral e aos nanomateriais. Desta forma, o conhecimento acerca do mundo nano pode ser mais amplamente difundido nas escolas e universidades do país, auxiliando a formação intelectual de inúmeros estudantes e a atração da atenção de jovens cientistas ao mundo nano.

Afinal, esse mundo nano é o nosso mundo. São incontáveis os processos que nos rodeiam que envolvem a Nanoquímica e os nanomateriais. Estudar estes tópicos é, portanto, uma atividade de autoconhecimento. E, para Jung, o que significaria, então, aprofundar-se em Nanoquímica? Significaria um despertar. Significaria estar sempre atento, sempre observador e, acima de tudo, sempre curioso.

Bibliografia

- Figuras 1, 2, 3, 4 e 5: confecção autoral
- Figura 6: Disponível em <<https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-royalty-free-far%C3%B3is-do-carro-de-um-carro-image28359895>> Acesso em 17.11.19.
- Figura 7: Disponível em <https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Etapas-para-a-producao-de-insulina-por-meio-da-Tecnologia-do-DNA-Recombinante_fig1_277011432> Acesso em 16.11.19.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.
- Marcone, Glauciene de P. S. **Nanotecnologia e Nanociência: Aspectos Gerais, Aplicações e Perspectivas no contexto do Brasil**. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/8630/b422bee33e49d0875df5871313c9410c7c4f.pdf>> Acesso em 05.11.19.
- Fogaça, Jennifer. **Efeito Tyndall**. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/efeito-tyndall.htm>> Acesso em 08.11.19.
- **Nanotecnologia na Biologia**. Disponível em <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/idiomas/nanotecnologia-na-biologia/53294>> Acesso em 17.11.19.
- Fogaça, Jennifer. **Classificação das Dispersões Químicas com Base no Efeito Tyndall**. Disponível em <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/classificacao-das-dispersoes-quimicas-pelo-efeito-tyndall.htm>> Acesso em 08.11.19.

- *Magalhães, Lana.* **DNA recombinante.** Disponível em <<https://www.todamateria.com.br/dna-recombinante/>> Acesso em 17.11.19.
- *Toma, Henrique E.; Silva, Delmárcio G. da.* **Nanoquímica para todos! Cartilha para divulgação e ensino da nanotecnologia.** São Paulo: Edição dos autores, 2018.