



Micrografia de microscópio electrónico de alta resolução, mostrando a textura de cristais autolimpantes de dióxido de titânio (TiO₂) depositados sobre um polímero electroactivo (poli(fluoreto de vinilideno), PVDF). (Imagem cortesia de C. Tavares, CFUM).

Nanotecnologia: realidade, desafio e oportunidade

Senentxu Lanceros-Mendez

DESDE A FAMOSA CONFERÊNCIA JÁ CLÁSSICA PRONUNCIADA EM 1959, *THERE'S PLENTY OF ROOM AT THE BOTTOM* (HÁ MUITO ESPAÇO LÁ EM BAIXO), EM QUE RICHARD FEYNMAN NOS ABRIU AS MENTES AO CONCEITO E POSSIBILIDADES DA NANOTECNOLOGIA, MUITOS DESENVOLVIMENTOS TÊM AJUDADO A QUE, HOJE, A NOSSA CAPACIDADE DE MANIPULAR A MATÉRIA À ESCALA NANO SEJA UMA REALIDADE.

A nanotecnologia pode-se definir como o estudo, desenho, síntese, manipulação e aplicação de materiais, dispositivos e sistemas funcionais através do controlo da matéria à nanoescala – um nanómetro é a milionésima parte de um milímetro. As dimensões dos sistemas à escala nanométrica oscilam entre 1 e 100 nm.

Dois aspectos são especialmente atractivos na investigação em nanociência e nanotecnologia: por um lado, muitas das propriedades físicas, químicas ou biológicas são controladas a escalas dimensionais entre 1 e 100 nanómetros; por outro lado, aparecem áreas científicas interdisciplinares de grande impacto tanto científico com tecnológico.

A investigação e as aplicações da nanotecnologia podem-se resumir em quatro grandes áreas: produtos nanoestruturados e nanomateriais; nanoelectrónica, optoelectrónica e tecnologias da informação; aplicações *lab-on-a-chip* e micro-processos; nanomedicina e nanobiotecnologia.

A nanotecnologia está, de forma geral, na fase de melhorar e controlar os métodos necessários para a fabricação de nanoestruturas, mas o conhecimento científico começa a plasmar-se em algumas aplicações nas áreas da fotografia, revestimentos duros, auto-limpáveis, farmácia, cosmética, electrónica e sensores, entre outros. No entanto, será nos próximos cinco a dez anos que se espera que apareçam numerosos produtos a ser comercializados.

Devido a estes factores, uma parte significativa da comunidade científica em todo o mundo tem sido atraída para o trabalho em áreas relacionadas com a nanotecnologia. Grandes projectos estruturantes, financiamentos prioritários, criação de novos departamentos e infraestruturas têm acontecido nos países mais competitivos no âmbito científico e tecnológico mundial.

O maior e mais relevante investimento em Portugal nesta área foi a criação do Laboratório Internacional Ibérico de Nanotecnologia, com sede em Braga.

Existem muitos e bons exemplos de projectos de investigação em nanociências e nanotecnologia em Portugal, de excelente qualidade e competitivos a nível internacional. Relacionados com a criação do Laboratório Ibérico de Nanotecnologia foram aprovados dez projectos de investigação nesta área [1]. O Centro de Física da Universidade do Minho participa, junto com vários parceiros ibéricos, em quatro destes projectos que podem servir de exemplo do que em nanotecnologia se faz em Portugal e do contributo que estas investigações podem trazer à sociedade e à indústria [2].

IMPLANTES INTELIGENTES UTILIZANDO NANOBIOCÓMPÓSITOS

Nanocompósitos e materiais nanoestruturados podem ser utilizados para fornecer aos materiais novas funcionalidades e/ou controlar outras já existentes e, deste modo, exercer certas funções específicas para uma determinada aplicação. Em particular, nanocompósitos multifuncionais são produzi-

dos para serem utilizados como suportes celulares, sensores e actuadores para aplicações biomédicas. Neste sentido são desenvolvidos micro e nanocompósitos que promovam a compatibilização entre a interface de próteses e o tecido biológico, que possuam propriedades electroactivas, baseadas nos efeitos piezoeléctricos e piezorresistivos, de tal forma que possam detectar variações de forças/deformações e transformá-las em sinais eléctricos para a monitorização do estado e comportamento das próteses uma vez no interior no corpo humano. Finalmente, são desenvolvidos sistemas de actuadores que possam activar libertação controlada de fármacos, caso aconteçam problemas de incompatibilidade/rejeição e/ou falhas mecânicas.

DESENVOLVIMENTO DE NANOMATERIAIS FOTOCATALÍTICOS PARA CONTROLO DA POLUIÇÃO

Existem vários compostos orgânicos utilizados em aplicações tecnológicas com potenciais danos para a saúde. Estes materiais deverão receber atenção no que diz respeito ao controlo da qualidade do ar nos interiores e no tratamento de efluentes industriais. A fotocatalise é uma área de investigação com relevância para o controlo da poluição, baseada na activação de um catalisador oxido metálico semiconductor pela irradiação de luz.

A eficiência fotocatalítica destes materiais pode ser melhorada com a utilização de configurações apropriadas dos materiais na nanoescala: com menores tamanhos de partícula, a taxa de transferência de portadores de carga à superfície aumenta, aumentando deste modo a eficiência fotocatalítica.

Materiais de dióxido de titânio nanoestruturados, tais como nanopartículas, nanotubos, nanocamadas e nanofibras têm sido investigados nos últimos tempos. Deste modo será possível obter materiais revestidos com dióxido de titânio que, induzidos por luz, possuam características auto-limpáveis que destruam a sujidade e, mais importante, elementos patogénicos das paredes, chão e janelas.

PLATAFORMAS NANOBIOANALÍTICAS PARA O DIAGNÓSTICO DE INFECÇÕES CAUSADAS POR MICROORGANISMOS

Focaliza no desenvolvimento de dispositivos multianalíticos de baixo custo e elevado desempenho para a detecção de elementos patogénicos em diferentes tipos de amostras. A parte activa desta plataforma biossensora é realizada através de uma superfície nanoestruturada e biofuncionalizada onde reacções específicas de biomoléculas serão detectadas através de transdução eléctrica ou óptica.

SISTEMAS DE EMBALAGEM NANO-DESENHADOS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTARES

É esperado que a nanotecnologia desempenhe um papel importante na melhoria da segurança e qualidade na indústria alimentar. Em particular, a nanotecnologia poderá estabelecer novos caminhos no controlo da segurança alimentar desde a produção até o consumo. Actualmente os sistemas

de embalagem fornecem basicamente protecção passiva, actuando como uma barreira física a, por exemplo, luz ultravioleta, gases, microorganismos e danos mecânicos, o que é insuficiente em muitos casos para garantir os níveis de qualidade necessários. Este projecto focaliza no desenvolvimento de estratégias de protecção alimentar baseadas na nanotecnologia. Deste modo são desenvolvidos sistemas de embalagem activa, através de nano-revestimentos comestíveis e não comestíveis que actuarão de forma pró-activa para manter ou aumentar a qualidade, a segurança e o impacto dos alimentos na saúde, desde a produção até o consumo. As novas embalagens poderão incluir funções tais como controlo da toxicidade e degradação, armazenamento de informação relacionada com as condições de exposição ambiental, etc.

Estes e outros projectos similares são hoje uma realidade e são esperadas importantes consequências científicas e tecnológicas.

Em resumo, podemos dizer que a nanotecnologia se mostra como uma área multidisciplinar, competitiva, de rápida transferência tecnológica e de forte impacto económico e social. O futuro da nanotecnologia em Portugal, como o resto das áreas, dependerá essencialmente da sua competitividade a nível internacional. Esta competitividade passa por uma forte planificação, estruturação, empenhamento, objectividade e dedicação dos seus intervenientes. Só deste modo os projectos passarão a realidade e não ficarão, como nos lembra Shakespeare em "Hamlet", em "words, words, words".



SENENTXU LANÇEROS-MENDEZ

é licenciado em Física na Universidade do País Basco, Leioa, Espanha em 1991. Obteve o doutoramento em 1996 no Instituto de Física da Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Alemanha. Foi investigador

na Universidade de Montana - Bozeman, MT, EUA de 1996 a 1998, A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, S. Petersburg, Rússia (1995), Pennsylvania State University, EUA (2007) e Universidade de Potsdam (2008). Desde Setembro de 1998 trabalha no Departamento de Física da Universidade do Minho onde é Prof. Associado e o actual Director do Centro de Física.

Referências

1. mais informação em: <http://www.fct.mctes.pt/projectos/concursos/nano/>
2. mais informação em: <http://www3.fisica.uminho.pt/df/docs/INL/Projectos%20INL.htm>