DOSSIER:

PRODUCTES NANOCIÈNCIA

NANOPARTÍCULES DE PLATA:

Les propietats de les nanopartícules de plata són molt diferents a les de la plata macroscòpica a la que estem acostumats, i aquest canvi de propietats dóna lloc a aplicacions noves o al refinament d'aplicacions existents. Un exemple són els apòsits nanoestructurats.

Els diferents apòstis són aplicats en un variat ventall d'aplicacions mèdiques – i no mèdiques – per la seva **gran capacitat bactericida**. En la plata hi trobem un dels més clars exemples de la diferència marcada per la nano: si bé la plata macroscòpica és inerta, la plata nanoscòpica és altament activa.

El mecanisme d'actuació de les nanopartícules de plata sobre els microorganismes, a grans trets, és el de desestabilització i posterior destrucció d'enzims i orgànuls cel·lulars que, de retruc, eviten la respiració cel·lular del microorganisme provocant-li, finalment, la mort. Una diferència fonamental entre l'actuació de les nanopartícules de plata i els antibiòtics convencionals és que els microorganismes no creen resistències contra aquestes.

Una manera fàcil, didàctica, i visual de demostrar el poder bactericida de les nanopartícules de plata és mitjançant un **experiment**. Aquest consisteix en aplicar una solució, en diferents quantitats, de nanopartícules de plata sobre unes altres solucions de llevat, a més de la solució control, que contindrà només llevat. Un cop les tinguem apunt, es cobrirà cadascuna d'elles amb un globus i, al cap d'un temps des que hagin estat cobertes, què s'observa?

La solució control, que només contenia llevat, és la que més ha inflat el globus. Mentre que la resta, que contenien quantitats ascendents de nanopartícules de plata, han inflat molt menys el seu globus, de manera, també, ascendent. Això ens diu, per tant, que **quelcom està succeïnt entre el llevat i les nanopartícules de plata** i, segons els que s'ha dit més amunt, la diferència observada entre els globus de les solucions és deguda directament al poder bactericida de les nanopartícules de plata. Donat que la plata mata els microorganismes, aquests no poden dur a terme la respiració cel·lular i, per tant, no poden emetre diòxid de carboni (CO_2) i el globus no s'infla tant com en la solució control, on només hi ha llevat.

El poder bactericida de les nanopartícules de plata permet, per posar un cas, que una ferida greu, que normalment no cicatritza fins al cap de setmanes, es curi i tanqui en poques hores sense risc d'infecció. Una altra gran avantatge és el fet que els microorganismes no creïn resistències, tal i com passa amb els antibiòtics convencionals; no obstant això, **les nanopartícules de plata també tenen les seves ombres**. Per exemple: com són agents molt actius, és molt probable que, en contacte amb un teixit orgànic, a més d'acabar amb els microorganismes nocius també acabi amb microorganismes propis beneficiosos o bé amb cèl·lules del propi teixit. Un altre temor que recau sobre aquestes és que no sé sap del cert si un cop entren a l'organisme, aquest les pot expulsar amb facilitat, ja sigui amb l'orina o amb altre fluïds corporals com la suor.

En qualsevol cas, si es vol saber si les nanopartícules de plata són del tot beneficioses per la societat o bé si cal prendre mesures més delicades, la paciència, la perseverància, i la motivació en l'investigació seran les claus que ens donin la resposta.

NANOPARTÍCULES D'OR: SENSORS

Les nanopartícules d'or **canvien de color en funció de la seva mida**. La gamma de colors és molt variada: des d'un roig lluminós fins a un violeta pàl·lid, passant per tons groguencs i verdosos. Alhora, com s'ha dit, el color – més ben dit, la longitud d'ona – depèn molt estretament de la mida de la nanopartícula, fins al punt que una variació d'aquesta de pocs nanòmetres és suficient per a donar lloc a una nova tonalitat.

Aquesta relació tan estreta entre color observat i mida de les nanopartícules d'or és vital pel seu **ús com a sensors**. Però això és només el *com*. El *què* el trobem en la **funcionalització** de les nanopartícules, és a dir, quins grups orgànics – o no orgànics – triem per tal que el que volem detectar s'enllaci a les nanopartícules. Aquestes dues premises, aquests *com* i *què*, són el que fan que els sensors de nanopartícules d'or només tinguin com a obstacle el *quan*.

L'objectiu d'un test d'embaraç convencional consisteix, bàsicament, en detectar en l'orina la presència de **gonadotropina coriònica humana (hCG)**, una hormona produïda durant l'embaraç per l'embrió després de la fecundació. De totes les substàncies químiques que pot haver-hi a l'orina, si només es vol detectar la presència d'hCG cal, doncs, funcionalitzar les nanopartícules d'or amb l'anticós específic per a aquesta proteïna. D'aquesta manera l'hCG s'adherirà a les nanopartícules d'or i, en comptes de dispersarles, les *unirà*. Aquesta unió farà que n'hi hagi menys però de més grans, de manera que per aquest canvi de mida s'observarà un canvi de color en la solució que provindrà, amb tota seguretat, de la presència de l'hormona embrionària hCG en l'orina.

A més dels tests d'embaraç, també es vislumbra un futur prometedor per a les nanopartícules d'or en la **detecció d'enfermetats com la SIDA i certs tipus de càncer**. En aquest útlim punt, les nanopartícules d'or no només farien la seva funció de detectar la presència de cèl·lules canceroses, sinó que també s'està estudiant molt detalladament el seu paper com a vertaders fàrmacs anti-cancerosos mitjançant, per a posar un cas, tècniques com la **hipertèrmia**: aplicant camps magnetics oscil·lants al teixit cancerós es podrien escalfar les nanopartícules d'or adherides a les pròpies cèl·lules canceroses – per un procès similar al del test d'embaraç – provocant la mort d'aquestes últimes i amb conseqüències mínimes per a la resta de cèl·lules del teixit. Actualment, moltes de les investigacions que van en aquesta direcció no tenen com a objectiu trobar una tècnica anti-càncer novedosa, sinó la de fer desaparèixer total o parcialment els efectes col·laterals que produeixen les tècniques convencionals, com ara la quimioteràpia.

FILTRE NANOESTRUCTURAT D'AIGUA: LifeSaver®

L'objectiu final de tot filtre d'aigua és el d'**eliminar la presència de microorganismes nocius i no nocius per tal de prevenir malalties i/o infeccions**. De mètodes per a filtrar en podem diferenciar els químics – que fan ús de productes químics com el clor, per posar un cas – i els físics – que no utilitzen cap tipus de productes químics. El tipus de filtre que aquí es descriu, el LifeSaver®, és del tipus físic, ja que el que el fa particular és que el diàmetre dels porus de la matriu del filtre és suficientment petit com per a eliminar el 99,99% dels microorganismes presents en l'aigua. No hi ha un valor concret assignat a aquest diàmetre, ja que depèn de condicions molt variades en la fabricació de la matriu porosa, el que si que es pot estimar, però, és que està al voltant dels pocs nanòmetres.

El LifeSaver® està pensat per a ser un filtre d'aigua portàtil que transformi aigua provinent de llacs, rius, estanys i canals, potencialment no potable, en aigua completament potable. Ara bé, donat que es tracta d'un filtre físic i que, per tant, el factor clau és la mida del que es vol eliminar. El que el LifeSaver® no pot eliminar es: la sal, els químics dels detergents, l'orina, el cafè, el vi, altres químics com el clor, i altres agents químics que els bacteris poden alliberar a l'aigua; tot i així, no hi ha cap altre filtre físic capaç de filtrar com aquest ho fa, tenint una vida útil de més de dos anys.

Font: http://www.portablewaterfilters.org/wp-content/uploads/2012/09/lifesaver-bottle-technical-info2.jpg

CREMA SOLAR NANOESTRUCTURADA

La pell és l'organ més gran, resistent, i flexible del cos humà. Les seves tres capes principals, de fora a dins, són: l'epidermis, la dermis i l'hipodermis. I, entre moltes altres funcions, destaquen la d'aïllament, la de regulació de la temperatura, la de regulació de la sensibilitat, la d'aïllant de l'organisme amb el medi extern i la de barrera protectora. Aquesta darrera és la més important a l'hora de prendre el sol, tot i així, un excés d'aquesta activitat pot tenir les lamentables conseqüències que coneixem.

Actualment, les cremes solars convencionals tenen les funcions de filtrar els **raigs ultraviolats (UV)** i, a més, donar un color homogeni a la pell. També hi ha altres cremes solar amb funció broncejadora, però no són les principals.

La singularitat de les cremes solar nanoestructurades no resideix tant en la seva capacitat d'aturar els raigs UV solars, ni de donar tons més homogenis a la pell, això està perfectament cobert, com hem dit, per les convencionals. La singularitat, com es deia, resideix en les **nanocàpsules contingudes en la pròpia crema**. Aquestes nanocàpsules serveixen com a sistemes de lliurament d'ingredients actius com les **vitamines A, C i E** o l'acutalment famós **pro-retinol A**. L'embolcall nanoscòpic penetra a la pell amb molta més facilitat i en molta més profunditat, alliberant els productes quan es dissol naturalment amb el cos. A més, com aquestes nanocàpsules són formades per monocapes lipídiques esfèriques, la quantitat de residus que deixa a l'organisme és nula, ja que aquests lípids poden ser aprofitats pel propi cos.

En aquest exemple es veu, doncs, una aplicació no novedosa pel seu contingut però sí per la seva eficiència i utilitat. Moltes de les cremes solars actuals – no nano – introdueixen dins la pell aquests mateixos ingredients actius, però només per mitjà de la nanoencapsulació aquests poden ser aplicats tant en profundiat i a un nivell molecular.

La nanoencapsulació, a més de ser útil en les indústries de les cremes solars i cosmètica també té aplicacions en altres àmbits. Per exemple, en la indústria tèxtil s'estàn estudiant els **teixits amb fragància**, que consistirien en samarretes o vestits impregnats de nanocàpsules de perfum, de manera que amb el fregament habitual dels moviments del cos, la fragància s'anés alliberant. Una altra aplicació amb gran potencial és en el camp de la medicina amb la ***drug delivery***, el nom anglès del que es traduïria com *alliberament de fàrmacs*. Aquest *drug delivery* té especial interès en els tractaments de malalties com el càncer, on la medicació actual, no local, dóna lloc a efectes secundàris de coneguts resultats. El procediment consisteix en introduïr el fàrmac específic dins la nanocàpsula i, mitjançant tècniques concretes, dirigir aquesta nanocàpsula a la zona on s'ha d'alliberar el fàrmac. D'aquesta manera un s'assegura que el fàrmac està sent alliberat a la zona correcta, i no a zones no desitjades.

SUPERHIDROFOBICITAT

Una de les aplicacions importants que pot tenir o té la superhidrofobicitat es troba en el camp de la indústria marítima. Els materials amb aquesta propietat poden resultar en un molt bon **recobriment superficial per a reduïr significativament la fricció** rebuda pels cascs dels vaixells, a mida que avancen per alta mar. Aquesta reducció tindria, d'entrada, diverses avantatges: Primer de tot és que el material del que està fet el casc del vaixell duraria més temps, és a dir, s'augmentaria la vida útil del vaixell. Seguidament, com la fricció contra l'aigua es redueix, s'augmenta l'eficiència del combustible, fent que duri més temps la mateixa quantitat. Això resultaria, de retruc, en un augment de la velocitat dels vaixells i naus reduïnt al mínim els costos de combustible. Finalment, es previndria el creixement d'organismes marins a la superfície del vaixell.

Com a **apunt negatiu o crític**, pel que fa referència al medi ambient, s'hauria d'investigar quin efecte tindria el material superhidrofòbic – si s'anés desprenent del casc amb el pas del temps – sobre l'ecosistema marí.

HIDROFILICITAT

Ja hi ha diverses aplicacions comercials en el camp de la ciència de materials que utilitzen **l'efecte hidrofílic**. Trobem, per exemple: **retrovisors per a cotxes; recobriments per a edificis; miralls que es netejen sols**; etc. Així doncs, per posar un cas, podem pensar en aquells dies de boira o de molta humitat, on els retrovisors del cotxe s'entel·len i fan perillar la visibilitat incrementant el risc d'accident. Si es posés un recobriment hidrofilic als retrovisors i vidres del cotxe evitariem que tal ental·lament es produís.

NANOLITOGRAFIA

El potencial de la nanolitografia és exprimit gairebé completament al camp de la **nanoelectrònica**. Els dispositius electrònics cada cop són més complexos, cada cop tenen més funcions, més potència, més eficiència i, nosaltres, som més exigents. Per tal que això sigui possible, la mida dels transistors, dels circuits electrònics, ha de reduïr-se considerablement, i cada cop més. Aquesta miniaturarització contínua segueix, com sabem, **la llei de Moore**, la qual ens diu que **la densitat de transistors en un dispositiu es dobla cada 18 mesos**. Aquesta llei és més una llei a l'ús que una llei empírica, i ha servit i serveix a la indústria electrònica per a avançar i innovar. És per això que la nanolitografia comença a ser, però definitvament serà en un futur, l'eina essencial per a fabricar els dispositius electrònics. No es coneix, en l'actualitat, una tècnica tant fina, precisa i reproduïble com aquesta.

NANOESTRUCTURES DE CARBONI

Quan es diu que el carboni, en les seves diverses formes al·lotròpiques (**grafit, grafè, nanotubs de carboni, ful·lerè, etc**), és el material del futur, s'està remetent a la impossibilitat lògica que emana de la miniaturarització, sense fre, dels dispositius electrònics i materials funcionals. L'element que actualment – i des de fa dècades – s'utilitza en la fabricació i constitució de dispositius electrònics és el silici, però aquest, degut a la seva natura té uns límits i limitacions, com qualsevol altre. Cada cop més es diu que estem arribant a un **punt de col·lapse**, a un punt on el silici no pot donar més de si i on la llei de Moore deixa de ser vàlida. Es diu, doncs, que **l'era del silici ha acabat**. Una possible alternativa es troba al **grafè**. Hi ha molts interessos i molts esforços en que el grafè, aquest material bidimensional de carbonis hexagonal, sigui el fonament de l'electrònica del futur. Per què? Perquè el grafè té unes propietats electròniques i de conducció (elèctrica i tèrmica) úniques. Els electrons, a la xarxa de carbonis del grafè, es comporten com si no tinguessin massa. Això és degut a la singularitat pròpia del material i provoca que la **difusió sigui molt més ràpida** que als materials convencionals amb una **resistència mínima**. A més, donat que el seu gruix és només d'un àtom de carboni, és més fàcil implementar-lo en nous dispositius nano o fa més possible imaginar altres estratègies, basades en aquesta singularitat.

FERROFLUIDS

Els ferrofluids són formats per nanopartícules d'òxids de ferro (com el Fe_3O_4) que a temperatura ambient són líquids però que alhora tenen **propietats magnètiques**. Com a molts materials nano, hi trobem un ampli ventall d'aplicacions comercials. Des d'aparells electrònics passant per enginyeria de materials i combustibles, fins arribar al camp de la medicina. Però potser, per la importància que tindria i els canvis que provocaria a l'imaginari col·lectiu i el benestar de la gent, ens quedem en l'aplicació (futura) dels **ferrofluids pel tractament del càncer**. Actualment gairebé tots els tractaments contra el càncer són del que s'en diu invasius. És a dir, si bé maten les cèl·lules tumorals, també en maten moltes sanes, provocant els efectes secundaris coneguts que afecten al malalt. Aquests efectes secundàris són precissament el que es vol evitar. Es preveuen dues tècniques o mecanismes pels quals els ferrofluids farien aquesta funció: l'un es diu ***Magnetic Drug Targetting*, o MDT** (direcció del fàrmac magnètic) i l'altre és la **hipertèrmia magnètica**. En el primer cas, l'MDT, el fàrmac aniria dins d'una capa ferrofluidica, i aquesta combinació seria injectada a la zona del pacient que necessités tractament. Alhora, aquestes particules ferrofluïdiques serien dirigides aplicant un camp magnetic extern que tindria dues avantatges: primera, embolcallar bé el fàrmac (ja que el camp magnètic mantindria el fluid en "tensió"), i segona, desplaçar-la a la zona a tractar amb més precissió. Un cop el fàrmac dins del ferrofluid estigui a la zona desitjada, només caldrà desconnectar el camp magnetic per a que el ferrofluid es "relaxi" i s'obri (que es torni a comportar com un líquid). En aquest procés el fàrmac s'escamparà lliurement per la zona i només per la zona. El segon cas, la hipertèrmia magnètica, fa ús d'un efecte de les nanopartícules (i molts altres sistemes) on **l'energia electromagnetica és transformada en energia tèrmica o calor**. En aquest cas, el ferrofluid sol s'injecta a la zona al teixit diana i un camp magnètic extern oscil·lant s'enfoca a la zona en qüestió provocant, d'aquesta manera, la vibració del ferrofluid. Aquesta vibració fa augmentar l'energia tèrmica dels sistema però no escalfar l'aigua del voltant. El fluid, doncs, pot oscil·lar fins a arribar a una temperatura que mati les cèl·lules canceroses del teixit sense malmetre la resta.

En ambdós casos el ferrofluid es queda a l'organisme per a ser eliminat o aprofitat. Fins al moment no s'ha reportat cap efecte nociu que això pugui provocar, però caldrà sempre anar fent els addients assajos clínics.

PIEZOELECTRICITAT

La piezoelectricitat és la propietat essencial, com el seu nom indica, del materials piezoelèctrics. **Aquests són materials que quan pateixen una deformació generen un camp elèctric, però també al revés: aplicant un camp elèctric es genera una deformació**. És un efecte molt utilitzat en moltes aplicacions actuals: la trobem als encenedors dels fumadors, a aparells de mesura com a sensors, a les caixetes de música. Ens serveixen per marcar el temps als ordinadors i per a sincronitzar els rellotges entre transmisors i receptors de ràdio d'alta freqüència. Des de que es va descobrir l'efecte fa més de 200 anys enrere, les aplicacions només han crescut. De fet, és curiós però l'encendor va apareixer molt abans que els mistos. Ara bé, de cares al futur, una aplicació molt comentada dels piezoelèctrics és la de **generació d'electricitat per energia mecànica**, recobrint els paviments de les grans ciutats per cristalls de quars piezoelèctrics. D'aquesta manera, tota l'energia fruit del pas dels vianants pel carrer seria **aprofitada i reconvertida en electricitat**, que es podria emmagatzemar i reutilitzar per altres fins. S'estima que l'energia generada per aquest mètode, tenint en compte la densitat de gent que transitaria aquests carrers al dia i les pèrdues inherents de l'emmagatzematge, podria servir per a il·luminar la ciutat, els cartells d'autobus digitals i els semàfors.