



Francesc Xavier Gil i Mur

Catedràtic d'universitat.
Director del Centre de
Recerca en Biomaterials,
Bioenginyeria i Enginyeria
de Teixits. Universitat
Politécnica de Catalunya



Francesc Xavier Gil i Mur

Conferència
magistral plenària

Aplicació de la física i la química en els reptes tecnològics del segle XXI

En primer lloc, vull agrair la invitació al Ministeri, especialment a la ministra d'Educació i Joventut del Govern d'Andorra, a la Societat Andorrana de Ciències i a MoraBanc, perquè són aquestes institucions les que permeten fer aquestes activitats que són essencials per al progrés d'un país i per a mantenir l'esperança. Fa temps, com ha dit la ministra, que col·laboro amb una empresa andorrana que creu en la recerca i que, al meu entendre, gaudeix d'un excel·lent nivell de recerca i de productes, comparable a la resta d'altres implants internacionals. Aquesta relació m'ha permès visitar i conèixer a bastament Andorra de la que, gairebé, em considero un fill adoptiu. La veritat és que me l'estimo molt i, per mi, és com una segona casa. És un sentiment d'agraïment personal que, a més, m'honora molt.

La física i la química constitueixen els pilars dels reptes tecnològics, mentre que les matemàtiques són un llenguatge que utilitzem. La física i la química, estudiades d'una manera bàsica, són essencials per als reptes tecnològics. Vull explicar el fruit de l'experiència que m'han proporcionat els vuit anys de vicerector de política científica d'una universitat tecnològica, física, química, matemàtiques aplicades. Quina és la visió, que s'està fent en laboratoris de cara als reptes plantejats del segle XXI? És a dir, quins són els reptes que tenim com a Universitat i com a Món en què la física i la química han de contribuir a curt termini? Intentaré explicar, de forma entenedora, què s'està fent i què s'està estudiant.

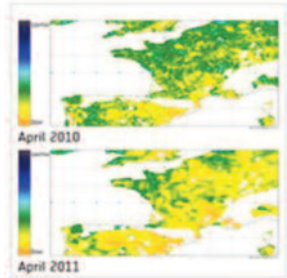
Enginyeria de telecomunicacions

El tema de les telecomunicacions està basat sobretot en el tema de la física d'ones. En aquest moment hi ha molts satèl·lits. Alguns, com el SMOS, pot determinar la humitat i la quantitat d'aigua que hi ha a la terra, o la salinitat del mar. Això, que pot semblar una curiositat científica, té molta transcendència, ja que aquest satèl·lit determina els llocs en

què es poden cultivar diferents productes. És a dir, permet conèixer on es localitza la humitat per poder fer la millor enginyeria agrícola. Tenim satèl·lits que permeten determinar la salinitat del mar, aspecte químic relacionat amb el canvi climàtic. Aquest va ser un dels primers projectes que es va engegar quan jo era vicerector, al respecte del qual es va fer una roda de premsa. A tall d'anècdota, en la roda de premsa feta en català, vaig explicar que el satèl·lit SMOS que es posava en llançament, determinava la humitat del sòl i la salinitat del mar. Un periodista d'un diari de Castella-Lleó va escriure que "la UPC i el CSIC envían un satélite que determina la humedad del sol". La confusió del periodista, que no entenia el català, gairebé provoca la meua destitució. Aquest satèl·lit que s'ha d'afinar per què obtingui la resolució més apropiada possible, pot donar un servei molt especial.



Satèl·lit SMOS



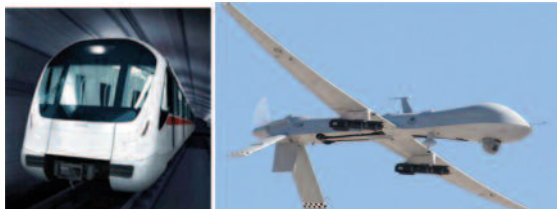
Un altre apartat és la telefonia mòbil, àmbit que evoluciona rapidíssimament. Els GPS que s'estan fabricant ara tenen una resolució inferior als 10 metres. És a dir, estem en resolucions pràcticament meravelloses que permeten determinar llocs mitjançant el GPS. Actualment es duu a terme un projecte de recerca, coordinat per Alemanya amb investigadors de la nostra universitat. Es tracta dels nous GPS que vindran amb els nous cotxes que, a més de fer la funció GPS, detecten si el conductor està cansat, en base la pressió de les mans sobre el volant i l'estat dels ulls. Quan el sistema de detecció adverteix que el conductor està cansat, s'il·lumina un pilot amb el símbol d'una tassa de cafè i el GPS indica la cafeteria més propera, entre les empreses de restauració associades a l'empresa del GPS. Mentre el conductor es dirigeix al lloc, el GPS cursa la comanda del cafè i, quan arriba, ja el té a punt. En els propers cinc o sis anys, aquesta prestació ja estarà disponible en els cotxes. En el camp de la domòtica, tothom sap que des d'un telèfon mòbil es pot controlar qualsevol aparell de casa, els llums, la calefacció i altres aspectes que ajuden a l'estalvi energètic. Capítol apart és el dels vehicles sense conductor. Actualment, els avions podrien volar sense pilots, però no hi pujaria ningú per la inseguretats que causaria. Manca la cultura, malgrat que



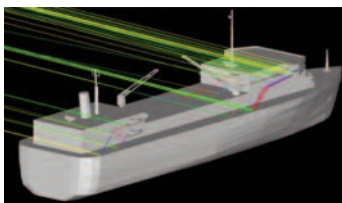
GPS



Telefonia mòbil



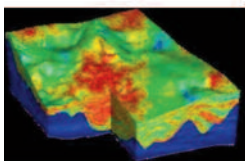
Vehicles sense pilot



Antenes de Comunicació i sistemes remots de detecció TSC



Supercomputació



en aquest moment les mesures de seguretat estan fetes i programades. Els avions es poden controlar a distància, com passa amb els drons, que ja estan en funcionament. Els drons no només serveixen per a espionar, sinó també per què a l'estiu passin per les

torres elèctriques i detectin un possible augment de la temperatura, cas en el què envien un senyal als bombers. Hi ha moltes aplicacions del sistema i ja es preveu que els metros i els ferrocarrils vagin sense pilot.

També hi han aplicacions de mòbil, com una que s'ha fet a la UPC que permet localitzar el teu fill i saber on és. Es pot veure si és a la biblioteca o a la discoteca. Aquesta aplicació dóna la possibilitat de saber la localització del jove. Són sistemes de detecció concreta que permeten

detectar persones o sistemes de navegació, com en el cas de gent perduda.

Enginyeria informàtica

El tema de la supercomputació és de gran relleu. L'ordinador anomenat "MAR INCÒGNIT" té una capacitat enorme, són 256 bilions d'operacions que es realitzen per segon. És a dir, aquest supercomputador té la capacitat de detectar o de resoldre un problema o disseny i tractar dades molt complexes. El supercomputador està integrat per panells de disc dur connectats un amb l'altre. La limitació que presenta és la del material dels processadors on va la informació que s'ha d'ajuntar amb un altre i l'ha de tirar endavant, però és capaç de baixar la biblioteca més gran del món que és la de Washington. En l'àmbit de la supercomputació hi ha una competició, una mena de "Champions", en la què es planteja un problema que ha de ser resolt pels diferents supercomputadors que hi participen. Aquest, quan es va ubicar a Barcelona, va ser el primer computador civil del món, ara potser està en el lloc 8è o el 9è.

La connexió de supercomputadors de diferents països permet realitzar càlculs difícilíssims, com preveure l'evolució de la pol·lució a Nova York en els propers 10 anys, a través de simulacions, o determinar, utilitzant imatges geofísiques, on es localitza una borsa de petroli, quina quantitat hi haurà de cru i

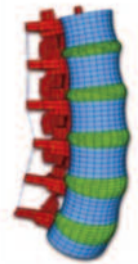
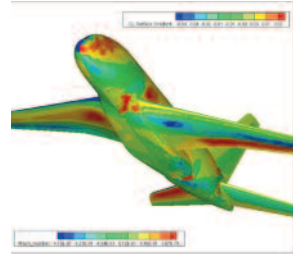
si serà rendible treure'l. Aquesta valoració ja ha estat feta al Golf de Mèxic. També s'aplica al control d'ordinadors, pel sistema de seguretat d'un país.

En el cas dels implants dentals o d'un sistema químic complex que s'hagi d'introduir al cos humà, en el què hi han moltíssimes variables, el supercomputador permet veure si una molècula cabrà o no i com reaccionarà l'organisme.

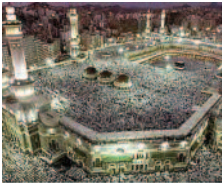
Els sistemes de simulació amb grans ordinadors permeten determinar aspectes que no es poden valorar d'una altra manera, com sistemes d'avions que són molt complexos i dels què no es pot fer un prototipus. Jo em dedico als biomaterials i, entre altres, faig estudis de columna vertebral. Quan dissenyem fixadors de columna ens trobem que no tenim a l'abast un model animal sobre el qual actuar per posar-li un fixador de columna i, encara que li podríem posar a un porc, no té un sistema idèntic a l'humà. En aquest cas, l'ordinador aporta la solució fent la simulació de les vèrtebres humanes. Amb els sistemes de simulació es poden recrear aquestes infraestructures.

Hi ha un aspecte revolucionari de l'enginyeria informàtica que està evolucionant molt i molt ràpid, com és la realitat virtual. En aquest moment hi han sistemes que permeten obtenir imatges virtuals. Es pot obtenir una imatge d'un cotxe en tres dimensions que es pot mirar des de diferents angles, però, si seus al volant, veus com mouries el cotxe i, si fas un clic en la imatge, s'obre el capó i veus el motor. No tothom pot visitar els grans museus i molta gent està privada de contemplar la Venus de Milo o la Gioconda. Aquesta limitació s'ha superat agafant moltíssimes imatges de la Venus de Milo, en les tres dimensions, i fent una cova en forma de carpa en la qual es pot observar l'estàtua amb sensació de realitat, des de qualsevol angle.

Encara que aquestes aplicacions resulten molt útils pel disseny, hem d'anar més enllà. Ara estem fent simulacions del cos humà. Un cirurgià està obligat a fer pràctiques amb un ésser humà, però hi han casos en què, per falta d'experiència quirúrgica, es produeixen errors, de vegades fatals. Per aquest motiu, resulta imprescindible un simulador de cirurgia. Aquest simulador quirúrgic es fa sobre la base de múltiples TACs realitzats a una



persona, creant tot un sistema per tots els volums a molta sensibilitat. Quan toques el cor, fas com una fissura i se t'obre, és com una finestra de windows. Se t'obre i veus el cor i el comences a manipular. Això ja funciona. Quin és el problema? Que és una imatge i per tant, en el cos humà també hi influeix la pressió que s'aplica al bisturí que, quan és excessiva, resulta perjudicial pel pacient. Nosaltres hem contribuït. incorporant al sistema les propietats mecàniques de cada teixit, pensant que la pell té una resistència mecànica de tant.... Llavors utilitzem una mena de bisturí que sap quina tensió fa el cirurgià. És un simulador que determina si t'has passat o no la pressió. Error fatal!! Personalment, crec que aquest sistema s'ha d'aplicar dintre d'aquests 10 ó 15 anys. Hi ha d'haver un sistema en els quiròfans i en les facultats de medecina per fer aquestes simulacions.



Matemàtiques

Quan era vicerector, els matemàtics em van dir: Xavier, nosaltres també som de la UPC i som de matemàtica aplicada, per què no ens reuneixes amb les empreses per veure què volen de nosaltres? Em vaig quedar parat, no sabia realment què poden aplicar aquests matemàtics, si el teorema de Pitàgores o una equació diferencial? Llavors, vam convidar diferents empreses i un dels resultats obtinguts va ser regular el trànsit de la ciutat. Es tractava d'un sistema de partícules, un sistema matemàtic per determinar com funciona millor el recorregut dels autobusos de Barcelona. Les "V" i les "H" que han fet ara, Horitzontal i Vertical, són equacions; uns baixen i altres puguen. Tenien les variables i han pogut fer un sistema. També es van valorar els camins menys energètics per la recollida d'escombraries, o per lliurar els paquets d'una empresa de missatgeria. És a dir, també les ciències matemàtiques tenen el seu paper.

Enginyeria industrial

Hi ha un aspecte de l'enginyeria industrial lligat a la química fonamental, com els cotxes elèctrics que ja existeixen, però que encara no està resolt. El cotxe elèctric té un problema, que és la pila. Les piles de les què es disposa, tenen una autonomia aproximada per uns 120 km i, si s'afegeixen uns miralls o unes cèl·lules fotovoltaïques, es pot arribar a 130 Km, el que resulta insuficient per anar d'Andorra a Barcelona. És a dir, per fer

aquest trajecte, es necessitarien dos cotxes. Podem millorar les piles dels cotxes? Aquest és un tema de recerca que encara no està resolt i s'ha de resoldre, perquè el futur és elèctric. Hi ha dues tendències: la primera, millorar les piles, la segona, fer un sistema de canvi de piles molt ràpid, tal com va iniciar la Renault que substitueix la pila per una altra a les gasolineres, però no resulta àgil. També es pot anar al supermercat i endollar el vehicle, però carregar la pila pot trigar tres hores. Tres hores de supermercat deu n'hi do, no? La recerca està orientada a que aquest cotxe agafi un carril que es posarà de color verd o blau i, per inducció, vagi carregant la pila mentre va circulant. El tema de recerca sobre la inducció magnètica és un tema de física molt interessant. Hi ha molts físics treballant per tal que aquests cotxes siguin capaços de poder tenir més autonomia. Un altre aspecte de la enginyeria industrial és el tema de la robòtica. Un camp important de la robòtica és el tema de les cirurgies. Hi han cirurgies complicadíssimes, especialment les de cervell, en les que qualsevol mala pulsació del cirurgià fa una ferida, que és fatal. Hi han operacions en les que el risc és enorme i que molts cirurgians no volen fer. De vegades ha de ser el cap de servei, perquè no hi ha ningú. Actualment, es poden fer operacions quirúrgiques, dissenyades per un cirurgià, amb la col·laboració d'un robot. L'avantatge del robot és que no s'equivocarà i, per tant, permet afrontar operacions quirúrgiques molt sensibles.

Aquests són el TIBI i el DABO, dos robots que tenim a la UPC, que poden fer coses per ajudar a les persones. Estan pel Campus i si algú diu "vull anar a la facultat d'informàtica", l'acompanya i li porta les maletes. Són sistemes de robot als que se li poden posar ordres i poden ajudar a persones cegues, a persones que tenen una necessitat o per qualsevol cosa.

Tema apart és el dels cotxes. Els estudiants fabriquen vehicles de Fórmula 1 i resulta espectacular el que arriben a fer amb fibra de vidre per millorar l'aerodinàmica del cotxe, el sistema de les rodes i els neumàtics que durin més. L'enginyeria industrial també intervé en els motors, amb múltiples aplicacions als cotxes actuals. Per exemple, en engranatges i coixinets que plategen el problema del desgast. Es valora quines són les millors superfícies, les més lliscants. En aquests aspectes, la física (en aquest cas la física de superfícies) i la química (perquè entren en joc els tractaments de nitruració o de carbonitruració), permeten augmentar la duresa fins nivells





altíssims i eviten problemes de gripatge de cotxes o de desgast dels coixinets. Abans era molt freqüent que els coixinets es trenquessin, a diferència d'ara. Són aspectes que van millorant amb tècniques que es van implementant poc a poc.

Enginyeria aeronàutica

En l'enginyeria aeronàutica el problema és el dels materials. Ja està dissenyat l'avió que ha de volar entre Barcelona i Nova York en un temps record, reduint al 50% la durada actual. Els plànols ja estan fets, però el problema per fabricar-lo no és del disseny del motor, sinó dels materials de les turbines. La temperatura a la qual arribaria la turbina seria de 1.400 graus. Disposem de plàstics i de metalls, però no suporten aquestes temperatures tan elevades amb les que el metall es torna tou, perquè s'acosta a la temperatura de fusió. L'única opció són les ceràmiques que suporten temperatures fins a 2.000 graus. El problema és que si, quan s'enlaira, un ocell s'estampa contra la ceràmica, es fractura i s'acaba el vol. És a dir, el problema rau en la fragilitat de les ceràmiques. Cal buscar un material ceràmic que suporti molta temperatura i que sigui tenaç davant d'un impacte. Es poden fer trenats de ceràmica, però el vol costaria caríssim. S'ha de buscar una conformació del material adequada. No és un fet trivial, sinó un tema molt candent.

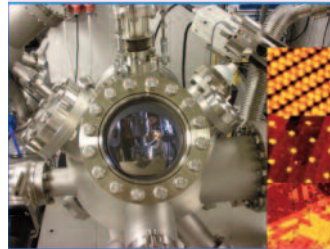
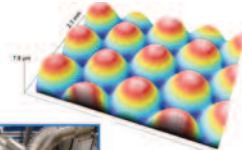
L'enginyeria agrícola

L'enginyeria agrícola serveix per millorar els processos agrícoles. Aquest aspecte requereix una vigilància especial, per no fer una explotació excessiva del sòl i per tenir els productes necessaris en un temps determinat. Això es pot aconseguir millorant l'eficàcia i la qualitat del sòl. Abans es fumigava a l'atzar, tirant fumigants a les vinyes per evitar pèrdues en la collita. Ara tot es planifica per ordinador i es determina quina quantitat s'ha de tirar de fitosanitari, en funció de la quantitat de verd. Un sistema d'anàlisi d'imatge calcula la quantitat de verd que hi ha i la concentració. Tiren el fitosanitari de manera més eficaç, s'estalvia moltíssima quantitat i la qualitat de la collita és millor.



També es pot actuar genèticament. Podem salvaguardar el tomàquet de Montserrat o les mongetes del Ganxet. Estem parlant dels productes transgènics que, en la meva opinió, poden donar un bon resultat.

Però, segons la UE, el futur és l'alimentació marina. Hem d'intentar, i això s'està estudiant molt, com fer granges de peixos. És a dir, l'aqüicultura, granges on hi hagi daurades o llobarros. S'està estudiant quines són les granges més adequades, com s'han de fer i quina alimentació s'ha de donar per tenir aquesta font de riquesa i alimentació més estructurada.



Òptica i optometria

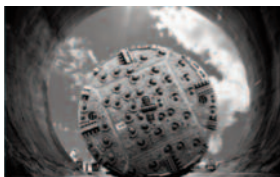
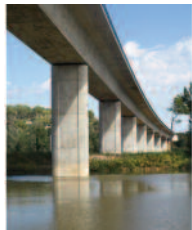
En l'òptica, que és una altra de les funcions de la física, ja hem arribat al punt que podem veure els àtoms. Els microscopis ja permeten, inclús, veure les estructures atòmiques. Hi ha els microscopis de forces atòmiques que permeten dir "aquí hi ha una vacant, aquí falta un àtom". Hem arribat a sistemes que ja permeten veure l'àtom. És un tema en el qual s'ha avançat moltíssim. Quin és el repte, ara, del microscopi? Que el microscopi no només sigui per una observació, sinó que puguem alterar les coses. Per exemple, que es pugui treure un àtom d'or i posar-ne un de plata o canviar el gen que produeix la malaltia de la síndrome de Down. La mentalitat en la què s'està desenvolupant l'òptica és la d'aconseguir fer del microscopi un laboratori, encara que sigui complicat.

Arquitectura

El món de l'arquitectura és una combinació d'art i tècnica. Aquest edifici, de la Zaha Hadid, que és molt maco, no s'ha pogut fer. La raó és que no es pot posar molt pes en zones de gran voladís que no tinguin suficient resistència mecànica. Si es calcula mecànicament, no es pot fer, per problemes d'estàtica de física.

En arquitectura s'estan fent veritables obres d'art que precisen la col·laboració de gent experta en resistències dels materials,





en física de l'estàtica, per a que els projectes que guanyen premis puguin després ser executats. O bé sistemes antiincendis i materials nous. El que es pretén en l'arquitectura, a més de fer edificis macos i funcionals, és reduir la necessitat energètica dels edificis, que tinguin plaques solars, control de l'aigua de rebuig que va a un sistema apart. El repte d'un arquitecte, de les escoles d'arquitectura actuals, és crear estructures pràcticament autosostenibles, que no faci falta posar energia perquè la casa funcioni. Per això algunes escoles d'arquitectura, no totes, però sí la majoria, exposen una casa de mostra en fires en les què es premia al millor. Les condicions que es tenen en compte és que aguantin bé les temperatures, el control, l'estudi arquitectònic, però l'aspecte més important és el sistema d'estalvi energètic. Els capdavanters, en aquest aspecte, són els suecs i els noruecs, perquè els fa tant fred que això ho saben fer molt bé. Es pretén que la casa sigui pràcticament autosuficient, per l'aportació d'energia solar, energia de tot tipus i la capacitat de conservació de la mateixa.

Enginyeria de camins, canals i ports

L'obra civil, en la què intervenen els enginyers de camins, permet fer ponts de gran llargada o preses que poden retenir grans quantitats d'aigua, aeroports amb un tràfic aeri enorme o bé les autopistes o vies cada vegada millors.

De totes formes, deia un amic meu enginyer de camins, que quan hi ha tempestes o crescudes es trenquen els ponts d'ara, mentre que els ponts romans continuen resistint, com aquest d'aquí. Els romans ho sabien fer bé.

El tema del reciclatge és fonamental. Pràcticament no hi ha un material per fabricar una cosa, que no es vegi el cicle de vida. Actualment, s'accepta que si un material no es pot reciclar, no s'ha d'utilitzar per fabricar res. És a dir, tots els materials han de tenir el seu reciclatge. Els cautxús serveixen per fer sistemes amortidors de sons, o sistemes de reciclatge de formigó, amb diferents materials, amb més tenacitat o bé formigons que porten magnesi, que poden tenir herba, que hi poden créixer sistemes vegetals. Els materials de construcció són una gran font de reciclatge.

Aquest dic va ser fabricat amb materials que sortien de la construcció del Metro de Barcelona als que es van afegir sistemes per tenir més resistència a l'aigua del mar. Aquesta és la perforadora que passava per sota de la Universitat i venia de

l'aeroport. Fins a l'aeroport era molt fàcil, perquè era un material argilós, però a la zona de Pedralbes (Pedralbes ve de pedra blanca), la màquina va tenir més dificultats. Aquesta màquina fa la perforació i immediatament va fent tot el sistema. Es fa una excavació cilíndrica, al mig de la qual s'hi posa una plataforma per la que passarà un tren.

En tots aquests sistemes de roturació de materials intervé molt la química. Cal preveure quins materials s'han de posar, si cal reforçar-los, si cal fer una nitruració o una carbonitruració perquè siguin més durs, perquè aguantin. Són temes en els quals s'estan millorant tota la sèrie de construccions d'aquest tipus.

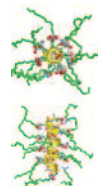
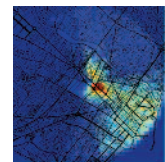
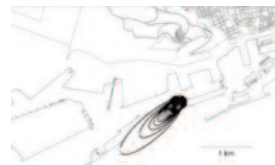


Enginyeria Química

També s'està treballant en la prevenció de catàstrofes. Es calcula què passaria si hi hagués una explosió en unes bombones o unes reserves de petroli que es trenquen per accident i quins són els components químics volàtils que es produirien. Intentar determinar el resultat en el cas de possibles catàstrofes i com ens hauríem de protegir. Si hi hagués una inundació, valorar per on passaria l'aigua i a on s'ha de fer un sistema de seguretat. Es creen sistemes de simulació de possibles contaminacions químiques o explosions, per posar els dipòsits en llocs que tinguin en compte la direcció del vent, per tal d'evitar contaminar tota la ciutat o una part de la població. Actualment, es pot detectar, en qualsevol localitat, d'on surt la contaminació. Es disposa d'un sistema instal·lat en un helicòpter que disposa d'un cronògraf de gasos i permet determinar els mapes de contaminació d'una ciutat i veure quin és el focus i resoldre el problema puntual. Crec que en aquest tema encara queda molt per fer i que hi han sistemes molt sensibles per determinar la qualitat de l'aire, etc.

Quant a l'enginyeria química, mereix la pena ressaltar el tema de la mullabilitat. Hi han sistemes hidrofòbics que rebutgen l'aigua i sistemes hidrofílics que l'absorbeixen.

Fa un temps, els rècords del món en natació van millorar molt, sobretot en el camp femení, a causa del dòping. Aquelles atletes russes o alemanyes gairebé semblaven homes, eren fortíssimes. Quan es van instal·lar els sistemes antidòping, van empitjorar els rècords mundials. Ara la revolució no passa pels sistemes antidòping, sinó pels materials. Si aquest nedador té un vestit de bany que és hidrofòbic, quan es llença a l'aigua,



l'aigua no el tocarà ni a ell ni al banyador, gairebé nedarà contra l'aire. Per tant, els rècords del món han millorat en natació. Aquest és un aspecte esportiu que també es pot aplicar en superfícies que han de ser netes o en els vestits. A tall d'exemple, es va posar un nanomaterial hidrofòbic a un vestit de núvia al que se li va tirar una galleda de pintura vermella i la pintura va desaparèixer totalment, sense deixar taques. Els sistemes antitaques es controlen o bé per molècules, o bé pel potencial elèctric que pot tenir la superfície d'una peça de roba o un teixit.



Superconductivitat



Enginyeria de materials

Un altre tema de la física de la resistivitat elèctrica és la superconductivitat. Si es soluciona la superconductivitat, no hi hauria problemes energètics al món.

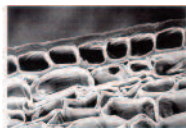
Quan ens arriba l'energia hidroelèctrica, la pèrdua és quasi del 40%. Si aconseguim un superconductor capaç de no perdre ni el 3%, el problema energètic s'ha resolt. Quin és el problema? Que la superconductivitat només funciona a temperatures molt baixes, a la temperatura del nitrogen líquid, però encara no hem trobat un superconductor a temperatura ambient, malgrat que fa temps que s'està investigant. Sí que existeixen sistemes que milloren, sistemes de refrigeració que són rendibles econòmicament i que permeten sistemes superconductors, per tal d'evitar una pèrdua d'energia. També hi han sistemes de confecció de teixits que permeten informar, a través d'un sensor en una pantalla d'un hospital, sobre el batec del cor, la pressió sanguínia i el nivell de sucre. D'altres sistemes similars es podran carregar al mòbil. Els vestits d'alguna manera també s'han convertit en sistemes de detecció de malalties.



En qualsevol cas, encara no podem guanyar la natura. La fibra més resistent del món és la teranyina i ni l'hem construït ni podem fer-la. Està feta de polisacàrids i, malgrat s'ha intentat reiteradament, no hem estat capaços. La teranyina aguanta moltíssima resistència mecànica i seria la fibra ideal, però no la tenim.

L'adhesiu més important de tots és el del musclo. És l'adhesiu més potent que es coneix, el que s'agarra més. La natura ens dóna moltes pistes de com hem de fer, de com hem d'actuar, de com hem de tirar endavant algunes aplicacions.

Per exemple, la palma real és un arbre capaç de suportar un tifó o un huracà per la seva elasticitat. La palma real, després de tocar pràcticament a terra, torna a la seva posició inicial.



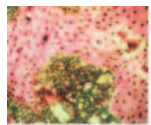
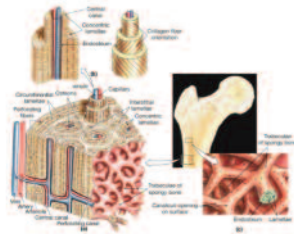
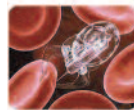
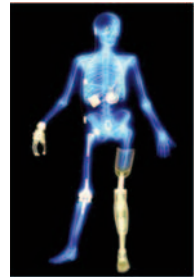
Els fabricants de perxes per les olimpíades investiguen sobre l'elasticitat de la palma real, intentant substituir en la perxa les fibres de carboni, utilitzades normalment, per noves fibres que simulin les de la palma real. La fibra de la palma real, quan el tronc es talla, presenta unes bosses d'aire que permeten aquesta elasticitat. Per tant, les noves perxes, si el Comitè Olímpic Internacional no diu el contrari, permetran el rècord del món en salt de perxa i l'atleta, pràcticament, tocarà de peus a terra, és a dir, podrà caure dins del peveter i sortir de l'estadi. La revolució està en els materials i s'haurà de regular posant fre als nous materials, per a què l'esport continuï sent esport.

Enginyeria mèdica

L'enginyeria mèdica permet recanviar gairebé tot. Hi ha solucions per genolls, per maluc, per mans ortopèdiques, per sistemes complets, per marcapassos, per artèries, per accidents cardiovasculars. Fins i tot, ja podem tenir nanoxips, que poden agafar sistemes cel·lulars. Podem manipular tot això, però queda molt per fer.

Ara us porto el cas del teixit ossi. Ja hem explicat que un supercomputador és capaç de descarregar la Biblioteca del Capitoli en 1,4 segons, el que constitueix un avenç tremend, però encara som incapaços de fabricar os. Les pròtesis de maluc són metàl·liques, d'acer inoxidable, a segle XXI es fabriquen igual que el 1975, quan es va fer la primera. Hi ha moltes coses que encara no podem perquè és massa complicat, estem creats d'una manera que no podem replicar. L'os ens manté fermes, ens sosté i està vascularitzat. És un teixit completíssim que té molta resistència mecànica i crea un sistema amb el que no podem competir. No podem fabricar os, les nostres possibilitats actuals són substituir-lo per un metall o fer materials de fosfat de calci, que es pot administrar amb una injecció i, al barrejar-se el fosfat de calci amb la sang, es converteix en os. El procés és similar al de barrejar totxos amb ciment, quan el fosfat càlcic es barreja amb la sang, es construeix un nou os. És a dir, donar-li al sistema el material perquè ho faci ell, ja que nosaltres som incapaços de fer-ho.

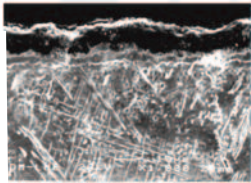
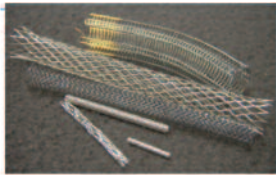
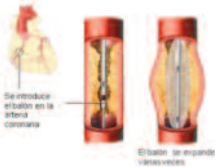
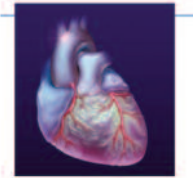
L'enginyeria de teixits permet fabricar pell artificial sense problemes, és un material que amb un polímer es pot fabricar en el laboratori. És molt fàcil de fer, però el problema és que quan la col·loques pot provocar rebuig i donar infeccions. És a dir, l'organisme reconeix que aquest implant és una falsedat,



que li han posat un polímer. Molt sovint, la resposta és una infecció i el rebuig del material. Per tant, els polímers artificials, tot i ser millors que la pròpia pell, quan a resistència mecànica i desgast, moltes vegades fracassen. El que s'està fent ara és agafar les cèl·lules humanes, cultivar-les, alimentar-les i, quan creen el teixit, s'agafa i es posa, sense rebuig perquè són cèl·lules del mateix pacient. Això és l'enginyeria de teixits, però és com una rendició. Amb els biomaterials no podem competir, podem donar el fosfat de calci i facilitar la resposta. D'alguna manera, s'enganya el sistema, però no podem fer gaire cosa més.

L'enginyeria mèdica també ha trobat una aplicació molt útil en el camp dels accidents cardiovasculars. Abans, quan hi havia una reducció de les aortes, no hi havia solució i la gent es moria per un trombe. Es va intentar solucionar amb un sistema que es posava per l'artèria femoral, a través de la qual s'introduïa una mena de pilota i es projectava una bombolla a la zona que estava estrangulada, on hi havia molt colesterol, i l'estretament s'obria amb la pressió. El problema era que a la zona on hi ha colesterol, el teixit està mort, necrotitzat i al tirar la bombolla, es podia trencar el vas, el que exigeix la pràctica d'un bypass urgent.

Per solucionar aquest inconvenient, van sortir els stents cardiovasculars que són sistemes que es poden plegar i, quan arribes al punt afectat, treus un fil i s'augmenta el diàmetre del catèter facilitant el pas de la sang, amb el que es resol el problema. Es valora la localització en què hi ha més estretor, on hi ha més colesterol i en aquest punt s'expandeix l'stent cardiovascular i la sang passa. Es pensava que el problema estava resolt, però les plaquetes de la sang detecten el que han posat a la coronària, volen identificar què és i es produeix una aglomeració, similar a la d'un accident de trànsit, que tothom para per veure que ha passat. En conseqüència, es produeix agregació plaquetària que provoca un trombe que no permet el pas de la sang i el desenllaç és fatal. La solució pel pacient és donar-li molta heparina, un sistema anticoagulant, per què les plaquetes no es quedin aturades. Però l'heparina també té un problema, que pot provocar un vessament cerebral. L'única solució és la que he explicat abans: la hidrofòbia, la sang fòbica. Com podem fer un material sang fòbic i que tenim a la natura que sigui hidrofòbic total? La resposta és la flor de loto que, quan li tires una gota d'aigua, la gota surt volant, ja que no toca

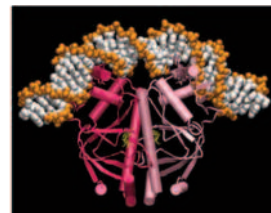
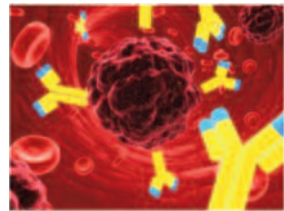
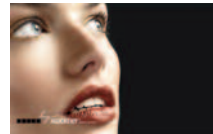
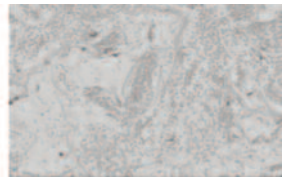
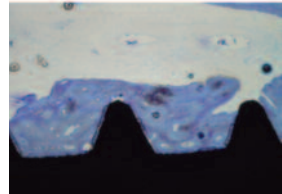


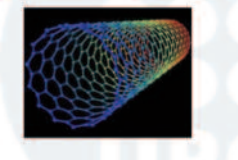
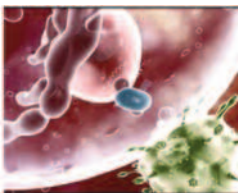
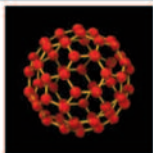
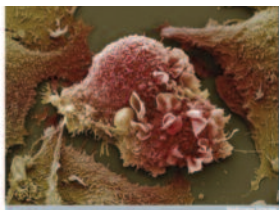
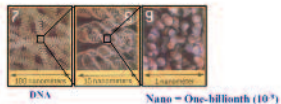
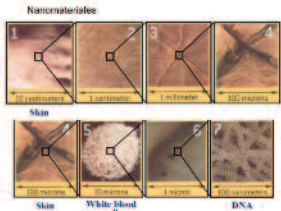
mai la flor. Per tant, la flor de loto no es pot mullar. Es va intentar conèixer com era l'estructura de la flor de loto i les càrregues elèctriques que tenia i ho vam posar a les parets de l'stent cardiovascular. Això és una fotografia endoscòpica electrònica. Aquesta capa actua de manera hidrofòbica. Les plaquetes no toquen l'stent. que restarà sec, perquè és totalment hidrofòbic. D'aquesta manera es van poder resoldre millor els problemes.

Pel que fa referència a l'empresa SOADCO, ja ha comentat la Ministra que treballem amb implants que es fabriquen a casa nostra. L'implant dental ha de formar os. La part negra de l'implant dental de la imatge és la que es fica dintre de l'os per tenir una dent artificial. El què hem de fer és que el teixit ossi integri aquest implant per què tingui la seva funció per poder mastegar. Hem aconseguit crear una superfície que, quan la detecta l'os, la intenta cercar.

La part negra de l'implant és el titani i la resta és la histologia de l'os que ha crescut. L'os ha crescut al costat immediatament, perquè aquesta imatge té tan sols quinze dies. Agafa el sistema i manté les propietats mecàniques i per tant el nivell d'integració d'aquests implants és extraordinari. Però, el problema que tenim a la boca és que tenim la quantitat més gran de bacteris de tot l'organisme, és la part més bruta del cos humà. Ara estem treballant en un implant andorrà en el què posem unes petites nanopartícules de plata que són biocompatibles, però maten els bacteris. Tinc la il·lusió de què sigui el primer implant en el món amb una gran capacitat d'integració, però sobretot que sigui bactericida. Pot ser important per la salut dental que els bacteris no colonitzin, per més brut que sigui la persona. Encara que no es renti les dents, els bacteris no passen per aquí, perquè, si passen, es mengen l'os i l'implant es mou. És una malaltia que s'anomena implantitis.

L'enginyeria mèdica també treballa en sistemes de drogues. Es van utilitzar unes nanopartícules en casos de càncer, per exemple, en els de melsa. Es posaven uns fàrmacs que tenien unes nanopartícules magnètiques i el fàrmac anava al punt concret, en aquest cas a la melsa. Anava a aquest punt directament a destruir les cèl·lules que havia de matar, era eficaç i reduïa la malaltia. Però el problema es plantejava, després, quan les partícules magnètiques anaven al ronyó fent destrosses. Se salvava el problema del càncer, però se'n creava





un altre ja que no hi han partícules magnètiques que no siguin tòxiques pel ronyó. Són sistemes en els quals s'està investigant. Hi ha molts mètodes per lluitar contra el càncer i en aquest moment hi ha un nivell d'èxit que ha millorat moltíssim en el temps. Podem carregar sistemes anticancerígens antiinflamatoris o posar fàrmacs a mida, inclús podem actuar dins les cèl·lules per què després es puguin reproduir.

Nanomaterials

L'última cosa de la què volia parlar és de la nanotecnologia, aspecte que obre un món totalment diferent. Ja hem vist la física i la química tradicionals i tots els aspectes que aquestes matèries poden conquerir en els reptes del segle XX i de principis del segle XXI. Però ara s'ha obert un camp totalment nou en el qual, moltes vegades, les lleis de la física i de la química no funcionen, a causa de la mida.

Quan parlem de mesures molt petites, les propietats canvien. Aquesta imatge és la pell de la meua mà, primer un centímetre, després un mil·límetre en què ja es veu el porus, a cent micres es veu com pot entrar la porositat, després es veu la cèl·lula, un fibroblast, el citoplasma de la cèl·lula. Es poden observar, fins i tot, les xarxes helicoidals, les tridimensionals, les hèlices, el DNA i, pràcticament, els pèptids. En aquests paràmetres, en valors cercant la mida atòmica, la nanotecnologia ha obert un panorama tan extraordinari que fa por. La nanotecnologia permet crear sistemes que poden matar diferents cèl·lules i fer manipulació cel·lular. A la imatge, s'observen boles de carboni i nano tubs de carboni.

De vegades, la ciència avança tan ràpid que les mesures de seguretat no protegeixen als que hi treballen. A molts llocs que fabriquen nanotecnologia no tenen les mesures de seguretat, perquè treballen amb partícules tan petites que entren pels porus de la pell. En ocasions, l'ansia d'aconseguir els nanomaterials fa oblidar els efectes de la ingestió d'aquestes nanopartícules dins del cos humà. Els científics hem de vigilar per tenir més seguretat i per què la ciència avanci de manera correcta.

Finalitzo així la meua exposició sobre els reptes més interessants de la recerca fonamental i bona de la física i la química.