

Nanoteknologia

Zalantza asko sortzen duen iraultzaren atarian

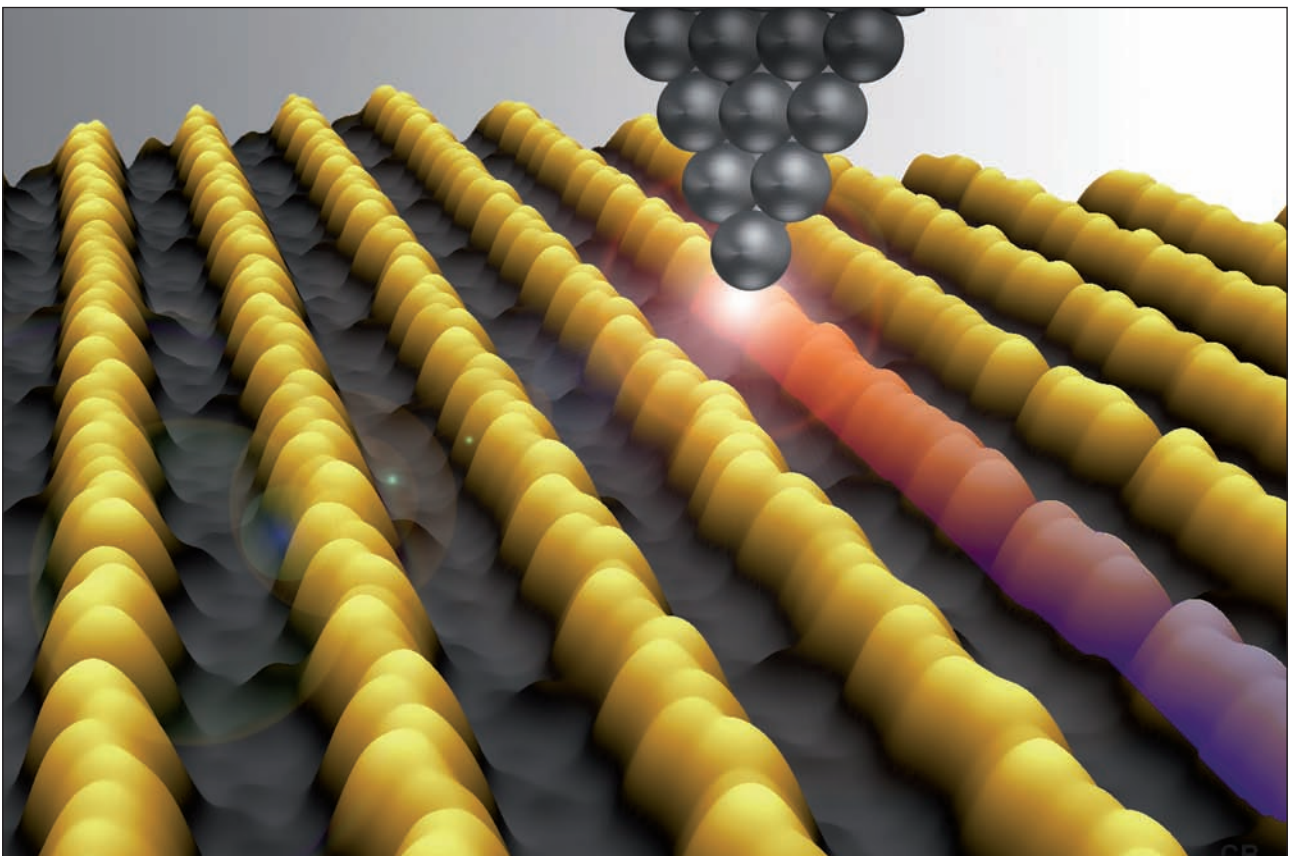
Azken hamarkada bitan, materia atomoz atomo eta molekulaz molekula manipulatzeko gaitasuna garatu dugu gizakiok. Hartara, gauzatu egin da 1950eko hamarkadan Richard Feynman fisikari ospetsuak irudikatutakoa, berak izen hori eman ez bazion ere: nanoteknologia. Aukera berrien eskutik datoz arriskuak ordea. Nanoproduktuen toxikotasunaz oraindik behar beste ez dakigula salatu dute nazioarteko zenbait taldek.

UNAI BREA

MATERIAREN MANIPULAZIOA nanoeskalen, horra nanoteknologiaren definizio laburra. Nanometro bat milimetro baten milioirena da; bestela esanda, nanoeskala atomo eta molekulen eskala da, CIC Nanoguneko zuzendariak, Jose Mari Pitarkek, azaldu digunez. “Atomoak eta molekulak XX. mendearen hasieratik aztertu ditugu, eta garai horretan garatu zen mekanika kuantikoa ere. Baina artean ez ginen gai eskala horretan materia

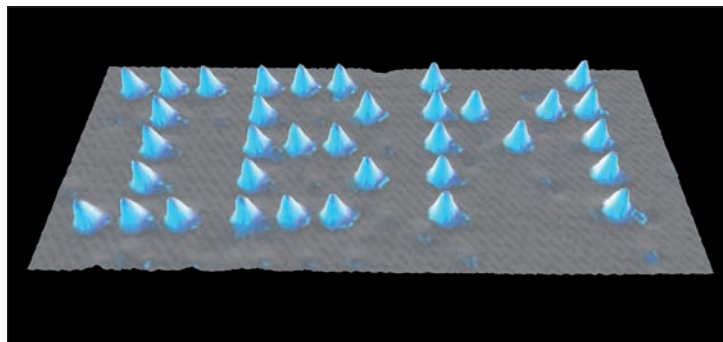
manipulatzeko”. Hori geroago etorri zen, 1980ko hamarkadaren amaieran, tunelmikroskopiaari esker, besteak beste.

Nanoteknologia terminoa ez dagokio, hortaz, produktu edo teknika jakin bati, neurriari baizik. Teknologiaren esparru guztietan erabil daiteke, eta erabiltzen ari da, nanoteknologia. Fisikariak, kimikariak, biologoak... Diziplina ugari zientzialariek dihardute “nano”-an. Nonahi ditu aplikazioak, eta





JAVIER LARREA



1990ean, IBMko zientzialariek lortu zuten enpresaren izena idaztea 35 xenon atomo erabilita. 22 orduko lana eskatu zien balentria hori egiteak, baita goian ikus dezakezen irudia lortzek ere, tunel mikroskopio bat baliatu zuten. Ezkerreko argazkian, Nanoguneko ikertzaile bat ageri da lanean.

Erakargarri bezain arriskutsua

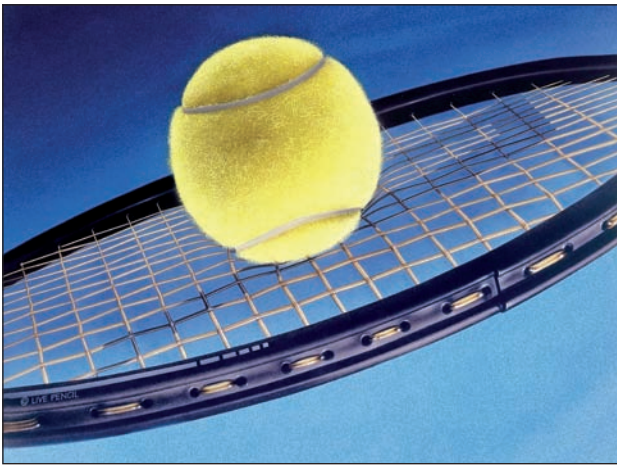
Nanoeskalan mekanika kuantikoaren ondorioak guztiz agerikoak dira. Azalak nagusitzen dira –nanoegitura txiki batean atomo gehienak azalean egongo dira– eta, makroeskalan ez bezala, propietate fisikoek eta kimikoek tamainaren menpekotasuna dute. Haatik, kualitate horrek badu bere ifrentzua askoren iriziz. “Nanomaterialak ikertzaileentzat hain erakargarriak izatea eragiten duten arrazoi berberak (tamaina txikia, mugikortasuna, ez-ohiko propietateak) eragiten dute inguruarentzat eta giza osasunarentzat arriskutsuak izatea”, irakur daiteke ETC taldeak 2011n argitaratutako *Zer gertatzen da nanoteknologiarekin? Erregulazioa eta geopolitika* txosten mardularen aitzin-solasean. ETC nazioarteko taldea da, teknologia berrien inaktuak aztertzen dituen. Aspalditik eskaintzen diote arreta nanoteknologiari: 2002an nanoproduktuen merkaturatzeari moratoria ezartzea eskatu zuten. Diotenez, ordutik hona egindako ikerketek are zalantza gehiago azaleratu dute teknologia mota horrekin sor daitezkeen produktuen segurtasunaz. Eta ez zalantza soila: zenbait nanopartikularekin harremana izateak ondorio kaltegarriak dauzkatela frogatzen duten ehunka ikerlan egin dela dio ETCk.

Jose Mari Pitarke ez dator bat. “Nanoteknologia esparru berria den heinean, onura eta arriskuak ekar ditzake, noski; eta gure eginkizuna da nanoteknologiaren garapen arduratsua bermatzea. Ez dago arrazoirik nanoteknologia arriskutsuagoa dela pentsatzeko; nanoa ezberdina da, baina ez nahitaez arriskutsuagoa. Naturak nanomaterialak sortzen ditu etengabe, eta izaki bizidunok ere nanomaterial ez gaudela. Nanopartikulak nonahi ditugu gure inguruan. Gaur egun, nanoteknologiari esker, egitura berriak sor ditzakegu; eta nanoegiturak barne hartzen dituzten produktuk kaleratu aurretik, segurtasuna bermatuko duten protokoloak garatu behar ditugu. Tek-

gehiago izatea espero da. Hori bai, dagoeneko urrats asko egin den arren, nanoteknologiaren benetako iraultza etortzeke dagoela uste du Pitarkek.

“Nanoeskalan, materiaren propietateak ez dira makro eta mikroeskalakoak bezalakoak, eta horrek aukera berriak eskaintzen dizkigu –dio Nanoguneko zuzendariak–; besteak beste, prozesuak bereizmen atomikoz gauzatu ahal izango dira, eta horrek bidea zabalduko du prozesuak modu eraginkorragoan garatzeko; azken batean, materia eta energia kontsumoa txikiagotuko da, eta hondakin-sorkuntza murriztu”. Gutxiren truke asko eskaintzea, esaldi horrekin laburbiltzen ditu Pitarkek nanoteknologiaren abantailak. Izan ere, garapen jasangarriaren gakoetako bat izango delakoan dago.

Nanoteknologiak sor ditzakeen aurrerapausoen zerrenda mardula eman digu Pitarkek: “Konputagailu azkarragoak; garraioaren hobekuntza –erregaiei ezaugarriak hobetu eta materialak arindu ahal izango dira, kontsumoa eta gas igorpenak txikiagotuko baitira–; medikamendu selektiboagoak, alboefektu txikiagokoak, terapia berriak, diagnostikorako tresneria hobek...”.



Hainbat kontsumo produktutan aurkitu daitezke nanomaterialak edo nanogailuak: tenis pilotak, erraketak, eskuko telefonoak, eguzki-kremak... Kopuru zehatza ematerik ez badago ere, ofizialki nanoteknologiaz egindako 1.500-2.000 produktu dago merkatuan. Benetan askoz gehiago dira, ETC taldearen ustez. "Nanoteknologiaren eta hark sortutako produktuen merkatuaren balioa 12.000 eta 224.00 milioi dolarren artean dagoela kalkulatu da, baina lehenbiziko zifra gehiago hurbiltzen zaio errealitateari".

nologia garatzeaz batera, beharrezkoa izango da estandar berriak definitzea, terminologian, saioetan eta tresnerian eragina izango dutenak; eta baldintza hori beharrezkoa izango da nanoteknologiak ahalbideturiko produktuak merkaturatu ahal izateko eta, bereziki, kontsumitzaileen eta ingurumenaren babeserako".

Zertan da segurtasuna?

EAERI dagokionez –horixe baita Nanoguneren lan eremua–, Eusko Jaurlaritzak bultzatutako Nanobasque estrategia segurtasunaren alorrean egiten ari den lana aipatu du Pitarkek. Besteak beste, Nanozientzien eta Nanoteknologien Behatokia sortu dute, nanomaterialen bizi-ziklo osoko inpaktuen analisia egiteko eta gizarteari komunikatzeko helburuarekin.

Autore askok, aldiz, ez dute uste nanoteknologiaren segurtasunari behar bezalako inbertsioa eskatzen zaionik. ETCren txostenera joko dugu oster. Hor esaten denez, azken hiru urteetan argitaratutako azterketa askoren ondorio nagusia da nanosegurtasunaren eremuan asko dagoela egiteke. "Nanomaterialek inguruan duten eraginaz ez dakigu ia ezer, eta ekosistema zein gizakientzako esposizio-maila seguruak ezezagunak dira. 2008an, Britainia Handiko Ingurumen Kutsaduraren Errege Batzordeak ebatzi zuen oso zaila dela nanomaterialen segurtasuna zehaztea, hain da handia haien toxikologiaz dugun ezjakintasuna".

"Nanomaterialek inguruan duten eraginaz ez dakigu ia ezer, eta ekosistema zein gizakientzako esposizio-maila seguruak ezezagunak dira"

ETC TALDEA

Azterketa horietako bat aipatzekotan, Erresuma Batuko Gobernuak finantzaturako EMERGNANO ekimenarena aipatu behar genuke. Esan zutenek, ez dago informazio nahikorik dagoeneko merkatuan dauden zenbait nanomaterialen arriskua neurtzeko: titanio dioxidoa, karbonozko nanohodiak, burdin, zink eta zerio oxidoak, urre eta zilar nanopartikulak eta beste hainbat. 2008an

Gilberto Dupasek, Nazioarteko Koiuntura taldearen koordinatzaileak idatzi zuenez, AEBetako FDAk berak aitortu egin zuen zailtasunak dituela honezko kontsumitzaileen eskuetan dauden nanomaterialen segurtasunari buruzko protokoloak ezartzeko. Bestalde, ETCk dio nanoteknologiari eskaintzen

zaion inbertsioaren oso portzentaje txikia erabiltzen dela segurtasunaren garapenean, datu zehatzik ematen ez badute ere; besteak beste, salatzen dutenez, industriatik datorren informazioa lausoa izaten delako maiz.

Erregulazio ahulegia salatu dute

2008an, Segurtasun Kimikoaren Gobernu Arteko Foroak, Dakarren (Senegal) egindako biltzarrean, adierazpen gogorra plazaratu zuen nanoteknologien gainean. Nazioarteko



marko erregulatzailer baten falta salatu eta zuhurtzia printzipioa aplikatzeko deia egin zuten. Erregulazioari dagokionez, haren ahu-leziaz datu ugari ematen ditu *Zer gertatzen da nanoteknologiarekin?* txostenak.

Kontuan hartu behar da, lehenik eta behin, azken urteetan finantzazio pribatua publikoari gailendu zaiola nanoteknologiaren ikerkuntzan. Enpresek apustua egin dute “nano”-aren alde, eta munduko gobernu askok ere dirutza handiak inbertitu dituzte azken hamarkadan. Orobat, dio ETCK, produktuak lehenbailehen merkaturatzera jalgitzeko politika da nagusi, eta horrek ekarri du erregulazioa oso zorrotza ez izatea. Munduko herrialde gehienetan borondatearen oinarritutako ebaluazio-sistemak jarri dira abian. Enpresei aukera ematen zaie, nolabait esateko, garatzen dituzten produktuei buruzko informazioak helarazteko gobernuari. Industriaren erantzuna oso epela izan da ordea, ETCren esanetan.

Egoera horrek, beti ere iturri beraren araberak, ideia batean dauka oinarria: legislazio “biguna” hobea da hasi berria den teknologiaren garapenari oztoporik ez jartzeko. Gobernuak hitz ematen dute ez dutela derri-gorrezko neurririk ezarriko, eta ordainetan industriak laguntzeko konpromisoa hartzen du. Aipatzekoa da AEBetako Gobernuak elikagaien segurtasuna bermatzeko ardura daukan FDAri egindako gomendioa, teknologia merkatura ahalik eta azkarren iritsi dadin errazteko.

EBko Legebiltzarrak nanomaterialak dauzkaten kontsumorako produktuetan etiketa jartzea eskatu zuen 2009an, baina oraindik ez da gauzatu

Etiketa espezifikoak nanomaterialentzat?

Gauzak horrela, eta honezkero ehunka nanomaterial eta nanogailu ditugula kontsumo arrunteko produktuetan zein erabilera industrialetan (konputagailuak, eskuko telefonoak, erregaientzako katalizatzaileak, lainoen aurkako ispiluak, beren burua garbitzeko gai diren beirak, tenis pilotak, eguzkitik babesteko kremak...), produktu horiek etiketatze espezifikoak eduki dezaten eskatu dute talde askok, tartean, nola ez, ETCK berak. 2009an, Europar Batsuneko Legebiltzarrak kontsumorako produktuetan etiketa ipintzea eskatu zuen, EBn nanoteknologia arautzeaz arduratzen den batzordeari kritika gogorra egiteaz eta arriskutsuak izan daitezkeen materialak merkaturatzeko debekua galdatzeaz batera. Nano-osagaiak dauzkaten elikagaien komertzializaziorako moratoria ere eskatu zuten.

Alabaina, Europako Batzordeak ez zituen aintzat hartu eskariok. 2010eko azaroan, berriz, atea ireki zioten etiketatzeari, baina oraindik ez da halakorik gauzatu. Moratoriaz den bezainbatean, hasierako jarrerari eutsi zioten, argudiatuz arriskuen ebaluaziorako gaur egun indarrean dauden metodologiak aski direla nanoteknologiaren ekoiztutako elikagaien segurtasuna bermatzeko.

Gai horiez zer iritzi duen galdetu diogu Jose Mari Pitarkeri. Hasteko, ez du uste nanomaterialak dauzkaten produktuetan etiketa berezirik jartzea beharrezkoa denik, “beharrezkoa dena da hartu beharrezko segurtasun neurri guztiak hartzen direla bermatzea eta

Zein neurritatik behera da nanoa?

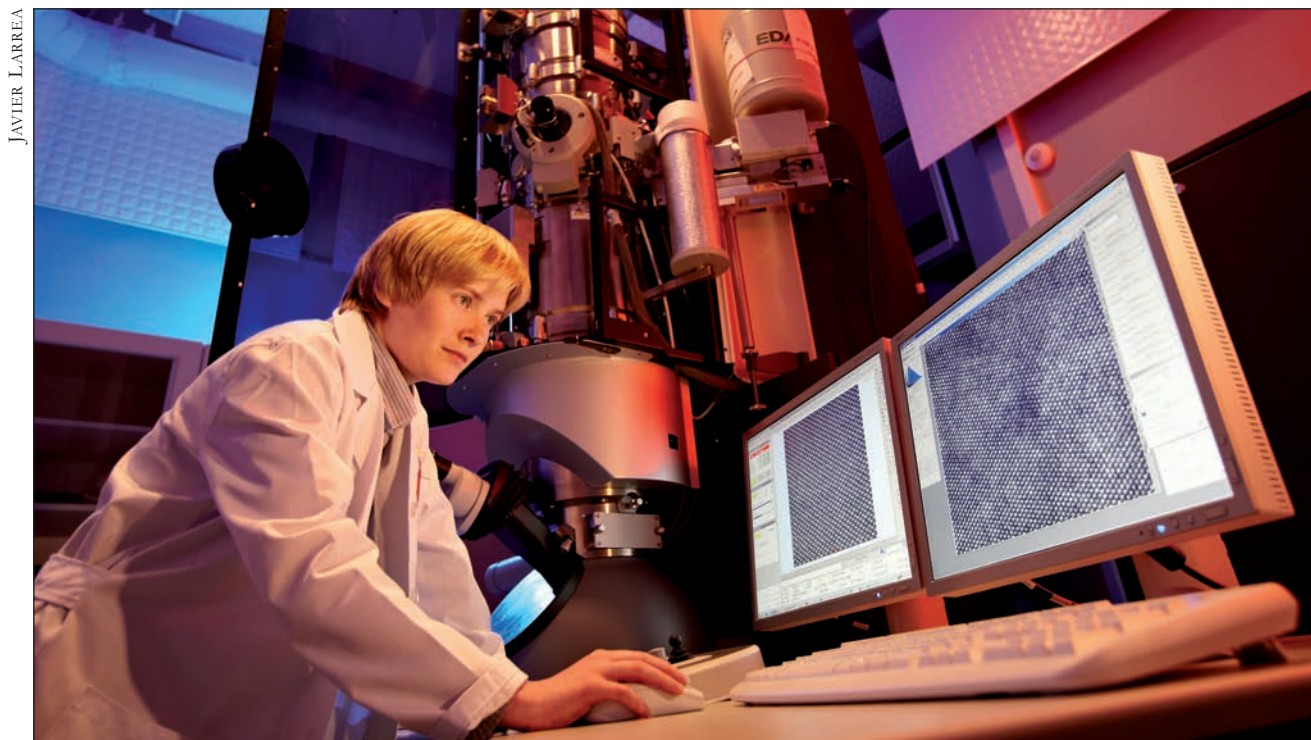
Nanoeskalaren eremua 0,1 eta 100 nanometro bitartekoa dela dio Jose Mari Pitarkek: “0,1ean atomoa dago; DNAren helize bikoitzaren diametroak 2,5 nanometro ditu, erribosomak 10, eta birusak 100 nanometrotik beherakoak izan ohi dira”. Zergatik 100? “Hortik behera, mekanika kuantikoak aurreikusten dituen energia-maila kuantizatuak ageri-agerian jartzen dira eta sistemak makro-eskalako ohiko ezaugarrien aldean propietate nabarmenki ezberdinak erakusteko adinako txikiak dira”.

ETC taldearen *Zer gertatzen da nanoteknologiarekin?* txostenak zalantza jartzen du 100 nanometroren muga. Diotenez, neurri hori AEBetako Nanoteknologiaren Nazio Ekimenak ezarri zuen 2001ean, eta harrezkeroztik arrakasta izan du, baina toxikologiaren ikuspuntutik muga arbitrarioa da. “2009an, Europar Batasuneko SCENIHR batzordeak —osasunaren aurkako mehatxu berriak ditu aztergai— esan zuen nanoaren

definizioa argitzeke zegoela oraindik”.

Irizpide bateratu ezaren hainbat adibide aipatzen ditu txostenak. 2010ean, Erresuma Batuko Lorden Ganberak espresuki errefusatu zuen 100 nanometroren muga, eta gomendatu zuen nanopartikulen erregulazioak 1.000 nanometro baino gutxiago zeukan guztia hartzea bere gain. Suitzako Osasun Publiko Bulego Federalak eta Ingurumen Bulego Federalak 500 nanometroko muga gomendatu zuten. Erresuma Batuko Lurzoruaren Elkartek, 200ekoa, eta Lurraren Lagunak elkarte ekologistak, 300ekoa.

Jose Mari Pitarkek uste du nanoeskalaren goimugari buruzko eztabaida antzua dela: “Esan ohi dugu nanoeskalari gaudela propietateek partikularekin tamainarekiko menpekotasuna dutenean, eta menpekotasun hori apenas nabaritzen den 100 nanometrotik gorako partikulen kasuan”.



JAVIER LARREA

toxikoa den oro alde batera uztea; edonola ere, produktuaren osagaiak zeintzuk diren adieraztea lagungarria izaten da beti”. Seguratsunaz oro har, ez dauka datu zehatzik esateko munduan zenbateko inbertsioa egiten ari den, baina gogorarazi digu badirela arlo horretan beren-beregi lan egiteko sortutako nazioarteko zentroak. Adibide modura aipatu digu CRN (Nanoteknologia Arduratsurako Zentroa). Ñabardura bat hala ere: “Nanoteknologia arduratsua kontzeptuak ez dio hainbesteko garrantzia ematen materialen balizko toxikotasunari —erabat baztertzen ez badu ere—, baizik eta nanomakina molekularrak garatzeak ekar litzakeen ondorioei”.

Top-down, bottom-up

Arestian esan dugunez, Pitarkek uste du nanoteknologiaren benetako iraultza etortzeko dagoela oraindik. Gauzak hobeto ulertzeko, eta hain sektore zabalaz ari garelarik gehiegi sinplifikatzeko arriskua dagoela onartuta ere, esan dezagun prozesu mota bi daudela nanoteknologian: goitik behera eta behetik gora, edo top-down eta bottom-up, ingelesez. Nanoteknologiaren etorkizuna, segurutik, bien konbinaziotik etorriko da, Jose Mari Pitarkeren esanetan. Lehenbizikoaren funtsa miniaturizazioa da, eta ezagun dira horretan egindako aurrerapausoak. Gaur egungo ordenagailuetan, esaterako, hoguei nanometroko zabalera daukaten milaka milioi transistore daude txip baten barruan.

Bottom-up prozesuak konplikatuagoak dira, askoz helburu handinahiagoak dituzte,

Goian, CIC Nanogune-n hartutako argazkia. 2006an abiatu zen zentroa, Jose Mari Pitarkeren gidaritzapean, eta gaur egun 70 ikerlari inguru ari dira bertan, horietatik bederatzira iraunkorrak, eta gainerakoak doktoregoa eta doktorego ondokoa egiten ari diren ikasleak.

eta garatzekotan, horiek bai, sekulako iraultza ekarriko lukete. Funtsean, xedea da beren kabuz antolatuko diren sistemak sortzea. Naturan gertatzen den bezala, baina guk nahi dugun erara antolatzea. “Adibidez, izaki bizidunon oinarritzko adreiluak, proteinak, erribosomek ahalbideturiko autoantolaketa prozesu baten bidez sortzen dira; erribosomek, nanoeskalako objektuak direnak, benetako nanomakina molekularrak ditugu”. Nanomakina horiek, nolabait esatearren, erribosoma artifizialak lirateke, atomo eta molekula guri komeni zaigun eran antolarazteko programatuak. Zientzialari batzuentzat zientzia-fikzioa da hori, beste askorentzat ez. Eta horren arriskua, CRNren kezka, gaitasun hori duten makinek gure kontrolpetik ihes egitea litzateke. ■



Datu Pertsonalen Babesa - LOPD

Legedira egokitzeko prozesua
(euskaraz, pertsonalizatua)



943 453 588 · www.sigacus.com