

# 2013-2014

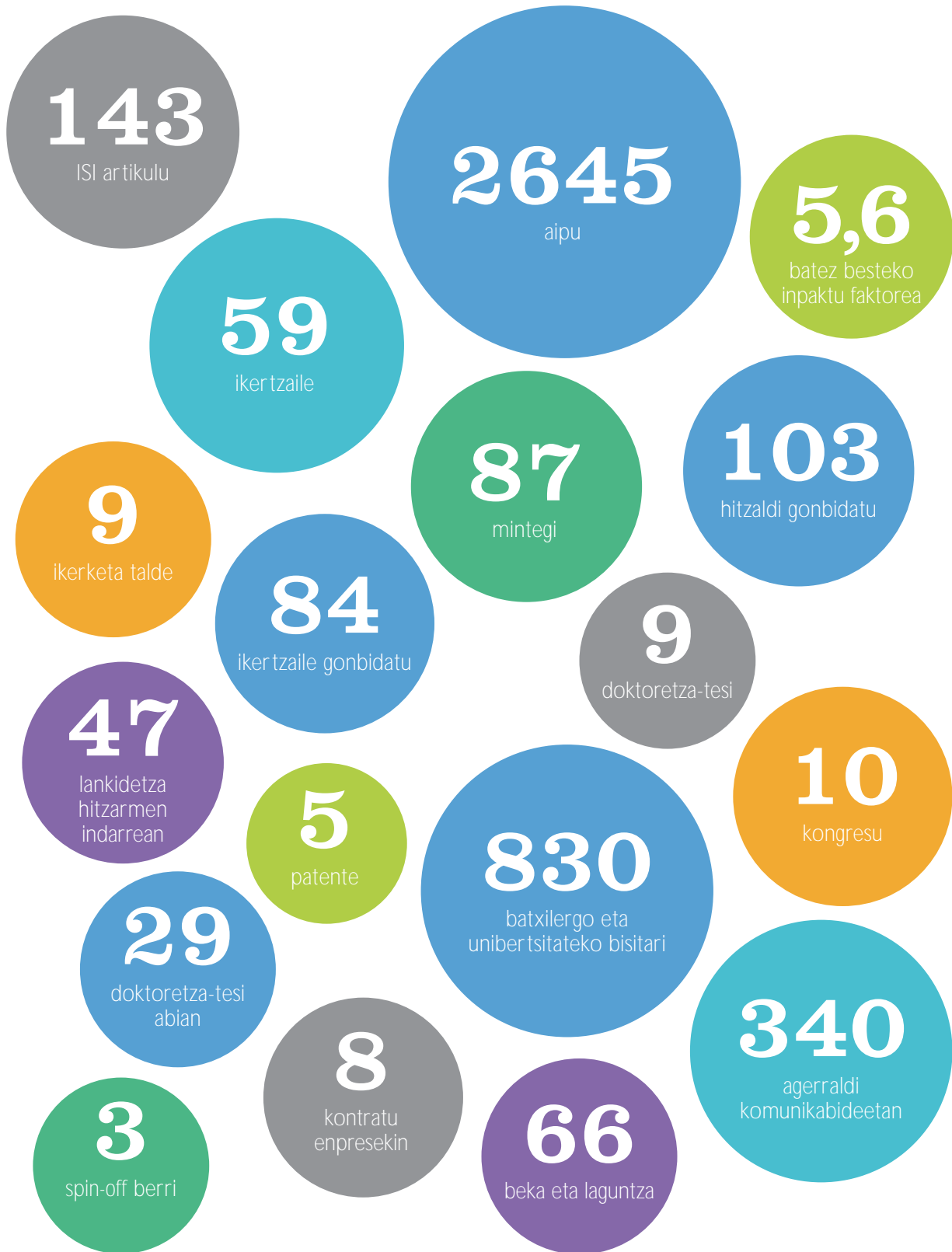
Jarduera Txostena



[www.nanogune.eu](http://www.nanogune.eu)  
Tolosa Hiribidea, 76  
E-20018 Donostia - San Sebastian  
+ 34 943 574 000

nanoGUNE zenbakitan	<b>4</b>
Zuzendariaren Mezua	<b>6</b>
<b>1</b> Ikertzaileak Martxan	<b>8</b>
Nanomagnetismoa	9
Nanooptika	10
Automihiztadura	11
Nanobiomekanika	12
Nanogailuak	13
Mikroskopia Elektronikoa	14
Teoria	15
Nanomaterialak	16
Nanoirudigintza	17
<b>3</b> Teknologia-Transferentzia	<b>18</b>
<b>4</b> Kanpo-Zerbitzuak	<b>20</b>
<b>5</b> Gizartearekin bat eginez	<b>22</b>
<b>6</b> Egituraketa eta Finantziak	<b>24</b>
nanoPeople	<b>28</b>

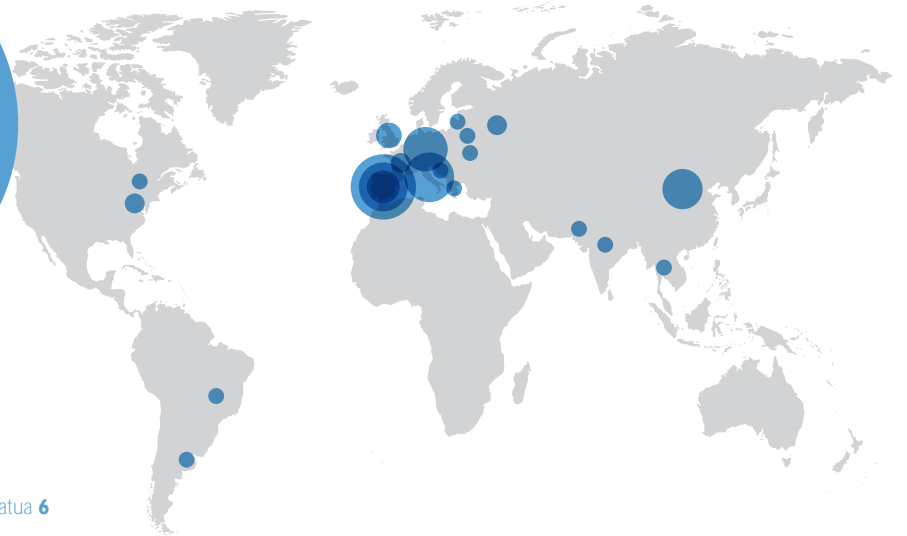
# nanoGUNE zenbakitan



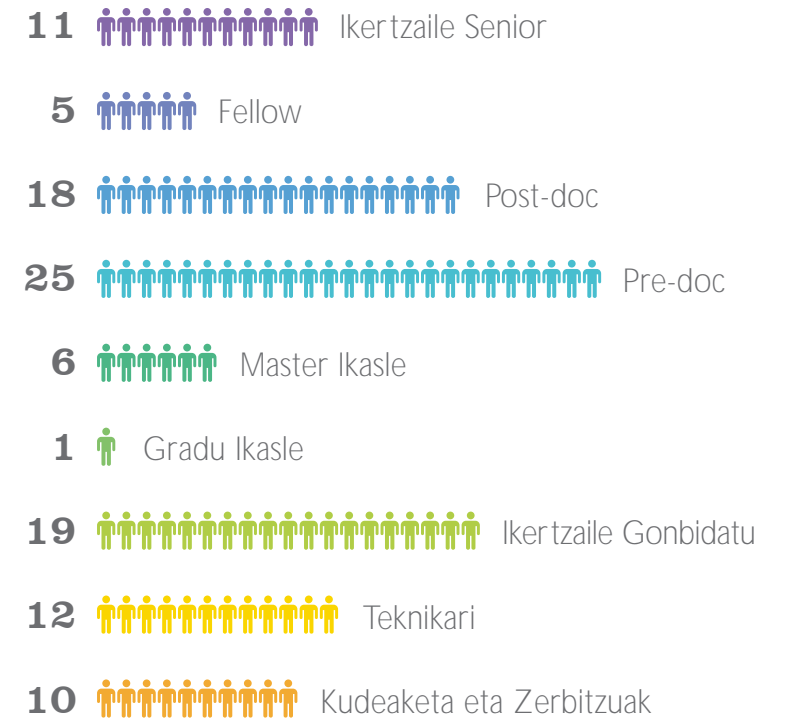
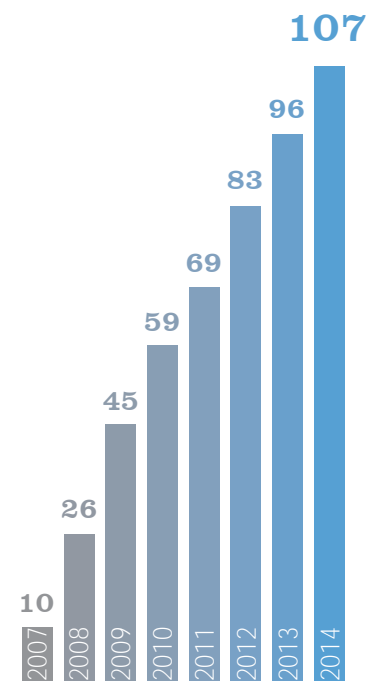
Gure misioa nanozientzia eta nanoteknologiako bikaintasun-ikerketari egitea da, Euskal Herriko lehiakortasun ekonomikoa handitzeko xedez



Argentina 1	Grezia 1	Portugal 1
Bielorrusia 1	Hungaria 1	Errusia 2
Brasil 1	India 1	Eslovakia 1
Kanada 1	Iran 1	Espainia 55
Txina 7	Italia 9	Tailandia 1
Kroazia 1	Japonia 1	Ukraina 1
Frantzia 2	Letonia 1	Erresuma Batua 6
Alemania 8	Pakistan 1	AEB 2



nanoPeople  
(ikasleak eta ikertzaile gonbidatuak barne)



nanoGUNEko langileak 2014ko abenduaren 31n



“ Nanomunduak eskaintzen dizkigun aukera guztiak aprobeztatuko ditugu ”

Nanozientziak eta nanoteknologiak bi hamarkadatik gorako bilakabidea izan dute. Urte horietan guztietan lan handia egin da garrantzia hartzen ari den esparru honetan; hala ere, nanoteknologia oraindik haurtzaroan dagoela ondo esan dezakegu. 1980ko hamarkadaren hasieran tunel mikroskopioa aurkitu eta kimika supramolekularra garatu zenetik, gai izan gara materia atomoz atomo kontrolatzeko nahiz ustekabeko propietateak dituzten material berriak sortzeko; gauza izan gara, halaber, noizbait *spintroniko* bihur litezkeen gailu elektronikoak zein giza gorputzean “Troiaiko zaldiak” bailiran jardun litezkeen nanopartikula funtzionalizatuak sortzeko.

Nanozientzia diziplinarteko zientzia da. Hala, industria-mota ugariaren garapena bultzatzen ari da, tartean enpresaren, energiaren eta osasunaren arloak daudela; gainera, nanoteknologiak iraultza ekonomiko eta sozial berria ekarriko duela sinetsita gaude. NanoGUNE Euskal Herria iraultza horren lehen lerroan kokatzeko helburua dugu; horretarako, puntako nanozientzia-ikerketak egiten eta lankidetzaren esparru eraginko-

rra sortzen dihardugu, betiere gure enpresei nanoteknologia eskura jartzeko asmoz haien nazioarteko lehiakortasuna areagotu ahal izan dadin.

Gizabanako nahiz erakunde publiko askoren babesari esker (Eusko Jaurlaritzari eta gure Nazioarteko Aholkularitza Batzordeari esker, bereziki), bizkor ari gara aurrera egiten. Lehen mailako bederatzi ikerketa-taldek osaturiko lantaldea dugu puntako azpiegitura batean lanean, industriarekin eta mundu osoko beste ikerketa-laborategi batzuekin lankidetzan. Ikerketa egitea da gure misioa, betiere ikerketa hori gizartearekiko dugun konpromisoarekin uztartuz; konpromiso hori transfrentzia-teknologian, goi-mailako trebakuntzan eta dibulgazio jardueren sustapenean gauzatzen da bereziki.

Azken bi urteotan ekarpen nabarmenak egin ditugu nanomagnetismoan, nanooptikan, automihiztaduran, nanobiomekanikan, nanogailuetan, mikroskopioa elektronikoan, teorian, nanomaterialetan eta nanoirudigintzan. Bereiziki, ikerketa-talde

berri bat jarri dugu abian, nanobiomekanikakoa, Raúl Pérez-Jiménez Ikerbasque ikertzailea buru duena. Halaber, kanpo-zerbitzuetako saila osatu dugu, nanoeskalako karakterizazio eta fabrikazio zerbitzuak erabiltzaile akademiko zein industrialei eskaintzeko asmoz. Egun, 70etik gora ikertzaile ditugu, tartean doktorego-ikasleak, doktoratu ondokoak eta teknikariak direla, mundu osoko 24 herrialdeetatik etorritakoak, horiei gure artean denboraldi bat egotera etorri ohi diren ikertzaile gonbidatuak gehitu behar zaizkielarik.

Industriari nahiz gizarte osoari gure ezagutza eta teknologia transferitzeko dugun konpromisoa ere bete dugu. Teknologia transferitzeko hainbat jarduera jarri ditugu abian eta oinarri teknologikoko enpresa berriak sortu ditugu. Duela lau urte sortu genuen lehen *start-up* enpresa (Graphenea) kalitate handiko grafeno-olatak merkaturatzen ari da mundu osoan, eta azken urtean hiru enpresa berri sortu ditugu arlo ezberdinetan: simulazio atomistikoetan (Simune), estalduretan (Ctechnano) eta genomikaren inguruko teknologietan (Evolgene).

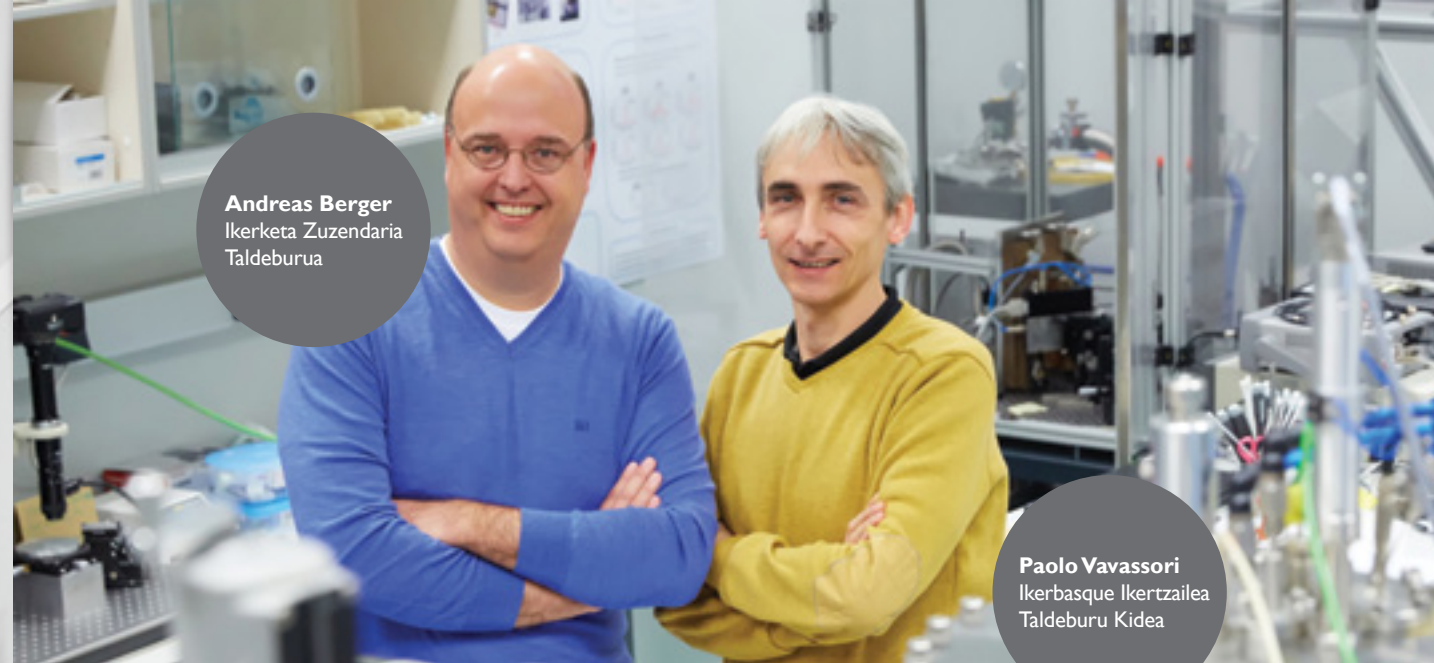
Orri hauek iraganari begirada bat emateko aukera eskaintzen digute eta, aldi berean, etorkizunari baikortasunez eta arduraz aurre egiteko hazia ere badira. Herrialde txiki bateko zentro txikia izanik, nanomunduak eskaintzen dizkigun aukera guztiak aprobeztatuko ditugu, ezagun eta berezi egingo gaituen esparrua aurkituko dugulakoan. Horixe da [txikiaren erronka handia](#).

**José M. Pitarke**  
Zuzendari Nagusia

Donostia – San Sebastián, 2014ko abendua

# 1

## Ikertzaileak Martxan



Andreas Berger  
Ikerketa Zuzendaria  
Taldeburua

Paolo Vavassori  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburu Kidea

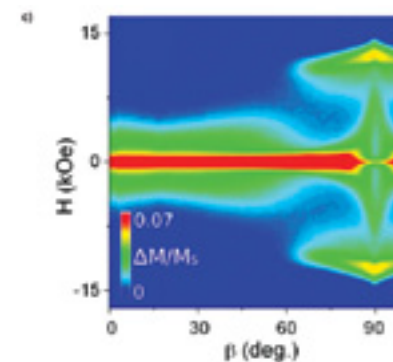
## Nanomagnetismoa

Nanomagnetismoko taldean nanomagnetismoko eta karakterizazio magnetikoko tekniken oinarritzko ikerketa nahiz ikerketa aplikatua egiten dugu. Talde hau aitzindaria da mundu mailan tresneria magneto-optiko esperimental aurreratuaren garapenean, sakabanaketa/difrakzio magneto-optikoan, espektrometria magneto-optikoan eta elipsometrian bereziki. Taldeak, halaber, esperientzia handia du puntako ikerketa zientifikoa honako arlo hauetan: mintz meheen eta geruza anitzen hazkuntzan, propietate magnetikoen diseinuan eta propietate magnetikoen nahiz propietate optikoen deskribapen kuantitatiboetarako eredu teoriko eta konputazionalen garapenean.

Nanomagnetismoko taldea egun lantzen ari den ikergaiak mundu mailako ikergai zientifiko garrantzitsuen artean daude. Esaterako, elkarrekintza kontrajarriko sistemen magnetismoa eta fenomeno magnetikoak denbora-eskala oso labur eta oso bizkorretan ulertzeko lanean ari gara, esperimentuen, teoriaren eta eredu bidez, gailu nanomagnetiko berritzaileak lortzeko epe luzeko helburuarekin. Material magnetikoak nanometroaren eta pikosegundoen eskalan aztertzeke metodologia garatzen dihardugu, materialen garapenean aurrera egiteko asmoz. Izan ere, nanoeskalako egitura magnetiko berritzaileak, material metamagnetikoak, mintz meheak eta geruza anitzak diseinatzea, fabrikatzea eta karakterizatzea da gure helburua, propietate hobetu edo berritzaileko materialak lortzeko. Halaber, nanoeskalako material magnetikoak diseinatzeko kontzeptu berritzaileak ikertzen ari gara, gailu berritzaileetan erabili ahal izateko.

Azken bi urteotan lorpen garrantzitsuak eskuratu ditugu, Euskal Herriko nahiz atzerriko ikerketa-taldeekin elkarlanean.

Honako hauek nabarmentzekoak ditugu: Jariakineta nano-partikulen urrutiko kontrol magnetikoko nanogailu magnetiko malguak egin ditugu, biologian eta medikuntzan aplikagarriak izan daitezkeenak, diagnostiko-gailuetarako laborategi-txipetan esaterako. Halaber, nanogailu optikoen (optika laua) magneto-plasmonika frogatu dugu, bai eta ingurumen-esparruan nahiz bioteknologia erabilgarriak izan litezkeen detekzio-aplikazio ultrasentikorrek ere. Are gehiago, material magnetiko berritzaileak fabrikatu eta karakterizatu ditugu, disko gogorretan multimedia edukia magnetikoki grabatzeko aplikagarriak izan daitezkeen oxido magnetikoak eta aleazio magnetikoak barne. Azkenik, esperimentalki frogatu dugu fase-trantsizio dinamikoak eta sistema magnetikoetako fase dinamikoaren egonkortasun-tarteen gainjarpena existitzen direla. Hau funtsezko aurrerapausoa izan da, orekaz kanpoko patroio dinamikoaren sailkapen eta deskribapen unibertsala lortzekotan.



200 nm-ko lodiera duen Kobalto geruza epitaxial baten histeresi magnetikoa.

9 Ikerketa Talde

59 Ikertzaile



Rainer Hillenbrand  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

## Nanooptika

Nanooptikako taldearen ikerketa lerro nagusia eremu hurbileko nanoskopia optikoa (sakabanaketaren bidezko eremu hurbileko ekorketazko mikroskopio optikoa, s-SNOM) eta nanoespektroskopia infragorria (Fourier-en transformatuaren bidezko nanoespektroskopia infragorria, nano-FTIR) garatzea da. Bi tekniken bidez 10 eta 20 nm bitarteko bereizmen espaziala lortzen dugu, uhin-luzeraren independentea, ikusgarrian, infragorrian nahiz terahertz-etan, ohiko bereizmenaren limittea (difrakzio limittea) 1 000ko faktore batez gaitzteraino.

Azken bi urteotan, tresna berritzaileen garapenean lan egiten jarraitu dugu. Gure helburua bereizmen espaziala molekula bakar baten mailara jaitea da, bai eta hiru dimentsioko espektroskopia infragorriaren bidezko nanotomografia egitea ere.

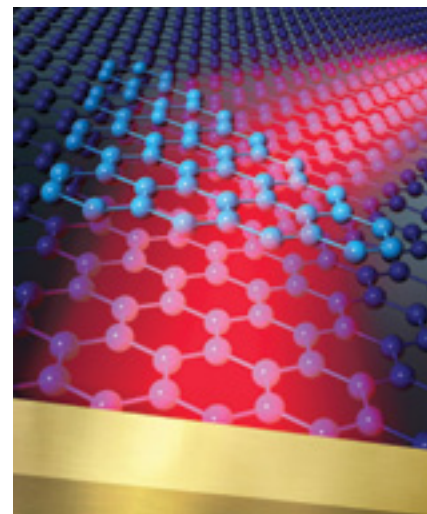
Halaber, s-SNOM eta nano-FTIR teknikak metalezko eta grafenozko nanoegituretako plasmioak aztertzeke erabiltzen ditugu, gailu nanofotoniko ultratrinkoak garatzeko eta horren aplikazioak garatzeko asmoz, optoelektronikan eta detekzioan adibidez.

Gure mikroskopio-tresnak infragorriko nanobioirudigintzan eta nanobioespektroskopian ere erabiltzen ditugu, bereziki proteinen nanoeskalako konformakuntzan, proteinen tolesteprozesuak hobeto ulertzeko asmoz.

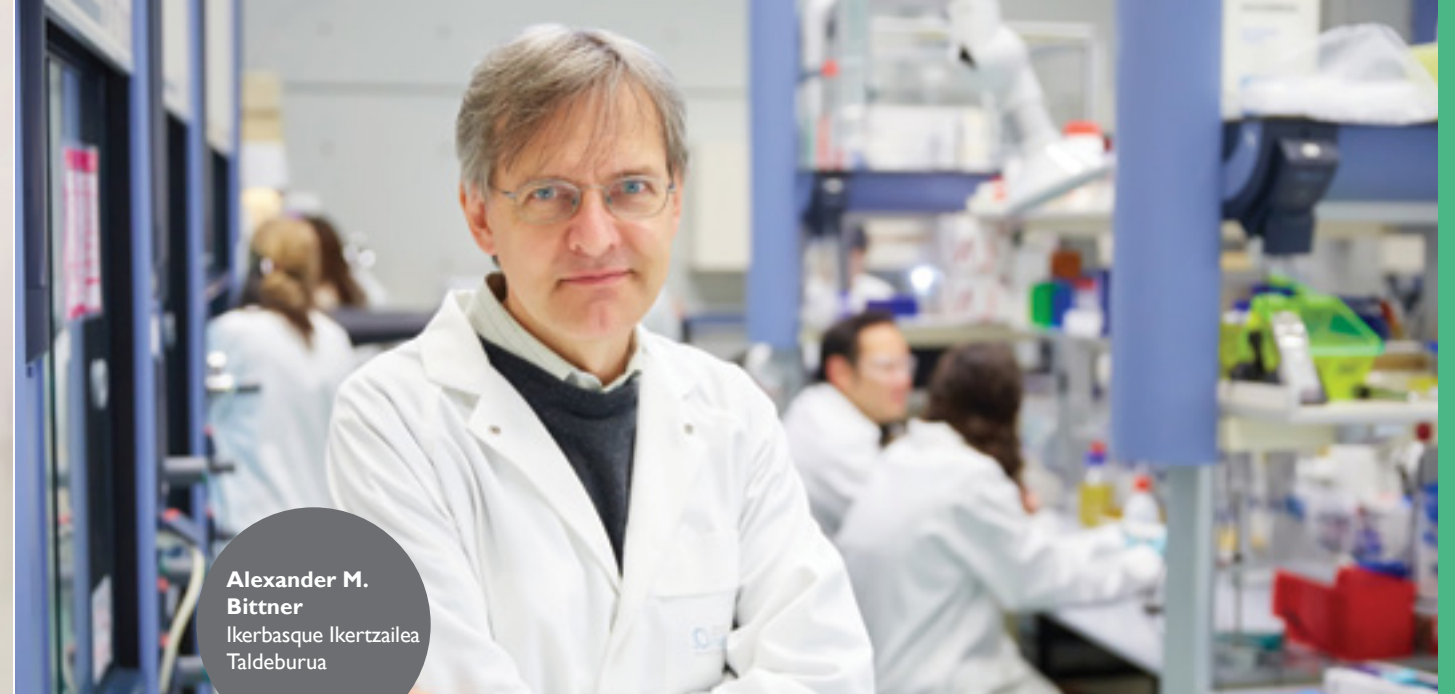
Materialen zientzietan eta solidoen fisikan aplikatuta, gure helburua nanoeskalako propietate kimikoak, egiturazko propietateak eta propietate optoelektronikoak aztertzea da. Es-

aterako, polimeroen egitura nanometrikoa aztertzen dugu, bai eta erdieroaleetako eramaileen banaketa eta sorrera ere.

Gure jardueretako asko diziplinarteko lankidetzan oinarrituak daude, lankideak Euskal Herrikoak nahiz nazioartekoak direlarik.



Grafeno-plasmioen errefrakzioaren irudi grafikoa. Plasmioak urrezko antena txiki batek bidaltzen ditu eta atomo bakarrek lodiera duen prisma zeharkatzean errefrakzioa gertatzen da.



Alexander M. Bittner  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

## Automihiztadura

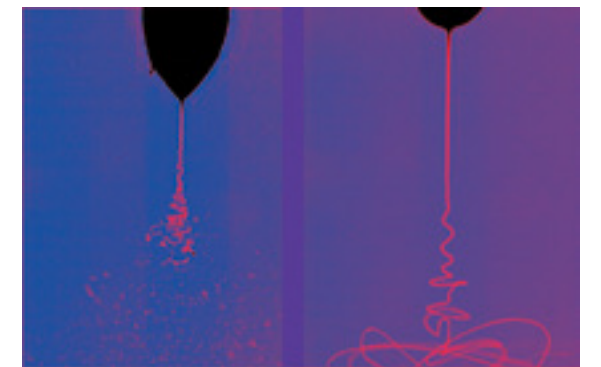
Molekulen automihiztadura nanoeskalako egitura konplexuak sortzeko metodoa dugu. Gure ikerketa-taldean dimentsio bakarrek egituretan interesatuak gaude, proteinaz eratutako zuntz eta hodietan bereziki. Hari itxurako landare-birusak erabiltzen ditugu eredu gisa, birus horiek ongi definituriko propietate kimikoak eta eiteak uztartzen baitituzte.

Gure egiturak erabilgarriak dira aldazio gisa, bai eta likidoak konfinatzeko asmoz, likido-kantitate txiki-txikiak maneiatzeko epe luzeko helburuarekin. Izan ere, uraren kasuan bereziki ezer gutxi dakigu proteinen azalaren hezetzeari buruz, hori izaki bizidunentzat ezinbesteko prozesua delarik ere. Are gehiago, uraren propietate fisikoak ezberdinak izan daitezke nanoegituretan eta bolumen handietan.

Elektroirutearen gainean ditugun proiektuetan bereziki automihiztadura eta indar elektostatikoak uztartzen ditugu, proteinetan eta peptidoetan oinarrituriko zuntzak eratzeko asmoz. Oinarritzko ikerketa mailan, proteina bakarra bereizteko moduko diametroak lortu ditugu. Aplikazio mailan, tresneria berria garatzen ari gara eta metodoa hainbat substantzietan erabiltzen ari gara, polimeroetatik jakietara.

Biokimikako, kimikako eta fisikako ikuspegi esperimentalak uztartzen ditugu. Hala, bada, lankidetzak guretzat funtsezkoa da: Nanogailuen taldearekin elkarlanean, polimero eroaleen bi dimentsioko mihiztaduran jarria dugu arreta. Egitura lau horien eta gida magnetikoen arteko elkarrekintzak bide berriak ireki ditzake spintronikan. Gure proteina-zuntzak

nanooptikako taldearen substratu estandarrek bihurtu dira. Ura mugatzeko oinarri teorikoak ere aztertzen hasi berriak gara, teoriako taldearekin elkarlanean. Gainera, gure azterketa esperimentalak neurri handi batean mikroskopio elektronikoko taldearekin batera egin ditugu.



Electrospinning-aren (ezkerrean) eta electroirutearen teknika (eskuinean).



**Raúl Pérez-Jiménez**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

## Nanobiomekanika

Organismo bizidun guztiek indar mekanikoak jasaten dituzte. Gure larruazala, muskuluak eta hezurak indarren eraginpean aritzeko diseinatuak daude. Oinez ibiltzeko gai gara, gure muskuluak indar mekanikoak sortzeko gai direlako; gure bihotzak odola punpatzen du, hodi eta arterietan tentsioa eraginez. Ia prozesu biologiko guztiak daude elkarrekintza mekanikoekin erlazionatuak. Zoritxarrez, gaixotasunak eta desorekak ere bai: inflamazioak, tumore-hedapena, bihotz-hutsegitea, lesioak, artritis eta abar. Gainera, indar mekanikoek maila molekularrean (nanoeskalan) eragitean bakterioen eta birusen infekzioak gauzatzen dira.

Nanobiomekanikako taldeak, 2013ko otsailean sortu zenak, punta-puntako teknikak erabiltzen ditu zelula bizidunak erazten dituzten molekulen gainean indar mekanikoen eragina nolakoa den ikertzeko. Diziplinarteko ikuspegia erabilita, banakako proteinetan jarria dugu arreta ahal bezainbeste xehetasun aztertzeko. Bizitzeko funtsezkoak diren eta indarren eraginpean gauzatzen diren prozesu biologikoak ikertzen ditugu, molekula bakarreko espektroskopia erabiliz. Horrela, proteinen konformakuntza indarren eraginpean nola aldatzen den ikus dezakegu, bai eta ere indar horiek erreakzio biokimikoak nola abiarazten dituzten.

Gure iritziz, proteinen mekanika ikertzea funtsezkoa da hainbat gaixotasunen garapena ulertzeko. Zehazki, birusen eta bakterioen infekzioekin zerikusia duten proteinak ikertzen ditugu. Irudigintzako teknikak ere erabiltzen ditugu (mikroskopia fokukidea, kasurako), birusen nahiz bakterioen eta beraien jomugaren arteko elkarrekintza dinamikoa indar mekanikoen eraginpean nolakoa den ikertzeko. Gure ikerketek ematen

diguten informazio berria ezin da bestela lortu, horretarako gai den beste teknirik ez baitago. Infekzio mikrobianoen alderdi berriak ezagutzen ari gara, eta horrek aukera eman liezaguke gaixotasun mikrobianoen tratamenduan zein prebentzioan erabil litezkeen metodologia berriak garatzeko.

Azken bi urteotan, giza immunoeskasiaren birusaren (GIB-1) infekzioan indar mekanikoek zein eragin duten ikertu dugu. ACS Nano aldizkarian argitaraturiko lan batean lehendabizikoz argitu dugu indarrek nola eragin diezaieketen GIBaren eta giza-zelulen arteko elkarrekintzan parte hartzen duten molekulei. Molekula bakarreko AFMa erabiliz, lortu ditugun emaitzek informazio biziki garrantzitsua eman digute, bestelako tekniken bidez lortzea ezinezkoa izango zatekeena. Bestalde, eboluzio molekularrean oinarrituriko teknika berriak garatu ditugu, aplikazio bioteknologikoetan erabil litezkeen entzimen eraginkortasuna hobetzeko.



AFM mikroskopiaren punta. Bertan proteinak itsasten dira eta mekanikoki tenkatu daitezke.



**Fèlix Casanova**  
Ikerbasque Ikertzailea

**Luis E. Hueso**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

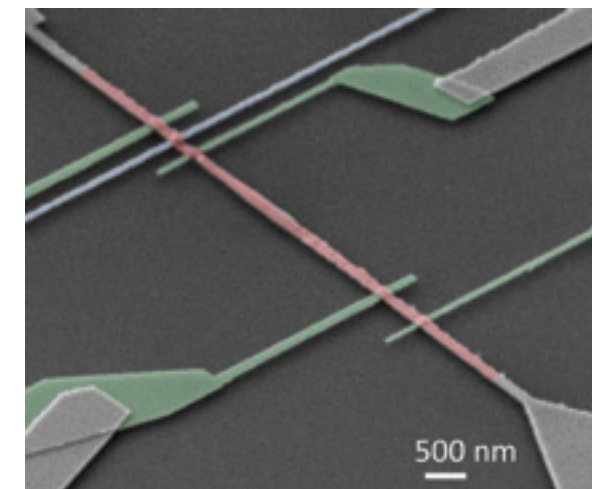
## Nanogailuak

Industria elektronikoaren gaur egungo erronka nagusietako bat hauxe da: transistoreen tamaina txikiagotzen jarraitzea ahalbidetuko duten material egokiak aurkitzea. Testuinguru horretan, gure xedea hauxe da: elektroiek nanoeskalako hainbat materialetan duten jokabidea ikertzea. Material horietako batzuk transistore izateko hautagai dira eta, gainera, interesgarriak dira memoria elektronikoetan, gailu argi-emaile edo fotovoltaikoetan eta beste hainbat tresna elektronikotan erabiltzeko.

Egun, industriaren hainbat esparrutan aplikagarriak izan litezkeen hiru ikerketa-lerro nagusi ditugu. Lehenik, askotariko metodoak erabiltzen ditugu nanoeskalako egiturak egiteko. Elektro-sorten bidezko litografia erabiltzen dugu, besteak beste, egitura elektroniko eta fotonikoak egiteko. Une honetan, 10 nm-ra iristeko gaitasuna dugu. Gainera, gure trebetasuna oso baliagarria da edozein gailuren dimentsioak masiboki murriztu behar ditugun guztietan.

Bigarrenik, spintronikan ari gara lanean. Esparru honetan, informazioa transmititzeko elektroien spin-az (entitate mekaniko-kuantiko hutsa) baliatzen gara, ohiko elektronikan ez bezala non informazioa transmititzen duena elektroien karga baita. Hainbat aukera ari gara aztertzen, spintronika etorkizuneko elektronikaren oinarria bilakatu ahal izan dadin. Aukera horietako bat metaletako spin-garraioa aurpegi arteko spin-aren azterketarekin uztartzean datza, askotariko molekular erabiliz. Arlo honetan, Europar Batasunak finantzaturiko SPINOGRAPH proiektuan parte hartzen ari gara. Proiektuaren helburua hauxe da: grafenoa bigarren belaunaldiko gailu spintronikoak egiteko material gisa sustatzea.

Hirugarrenik, memoria elektronikoetan interesatuak gaude, flash memoriako gailuen balizko ordezko izan daitezkeelakoan. Batetik, oxidoetako memoria erresistiboak ikertzen ari gara, efektu hori oinarritzko zein prozesutan datzan ulertzeko. Bestetik, egoera solidoko gailuetan prozesu neuronal konplexuak erreplikatzeko ahalbidetzen ari gara, informazioa ikastea eta ahaztea, kasurako. Argentinan lankideek gidaturiko lankidetzaren proiektu baten baitan, gure memoria-gailuak Lurraren inguruan orbitatzen ari den satelite batean probatzen ari gara.



Alboko spin balbulak (LSV, ingelesezko sigletatik) spin korrante puruak sortzeko, garraiatzeko, manipulatzeko eta detektatzeko erabiltzen dira.



**Andrey Chuvilin**  
Ikerbasque Ikertzailea

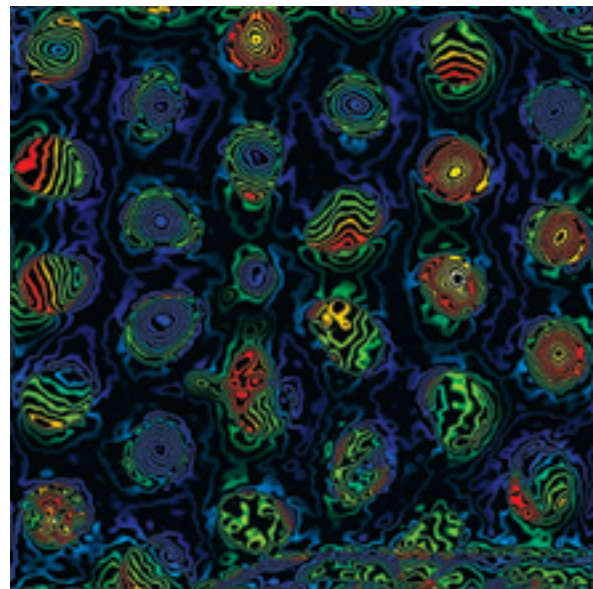
## Mikroskopia Elektronikoa

Materialen egiturari eta osarari buruzko informazioak berebiziko garrantzia du material horien propietateen eta nanogailuen funtzionamenduaren oinarriak ulertzeko. Gainera, egitura horiek karakterizatzen eta ulertzeko gure gaitasuna funtsezkoa da egungo produktuen kalitatea agerian uzteko eta industriak gaingitu beharreko arazoei aurre egiteko. Mikroskopia elektronikoko laborategiak mikroskopia elektronikoaren bidezko goi-mailako karakterizazioa eta ioi sorten bidezko goi-mailako nanofabrikazioa eskaintzen dizkie nanoGUNEko ikerketa-taldeei, euskal I+G komunitateari eta industriari, aipatutako erronkei aurre egin diezaieten.

Gure laborategian espezializatuta gaude bereizmen handiko TEM (transmisiozko mikroskopia elektronikoa) irudigintzan eta egituren azterketan, materialen osararen azterketa lokalean, metal-egitura plasmonikoen fabrikazioan, energia-galerako espektroskopia elektronikoen (EELS) bidezko erresonantzia plasmonikoen ikerketan, holografia elektronikoen eta Lorentz-en mikroskopiaren bidezko eremu magnetikoen irudigintzan, ioi eta elektroien sorten bidezko nanofabrikazioan, eta material heze zein likidoen mikroskopia elektronikoa.

Azken bi urteotan, grafenoaren banakako akatsen dinamika ikertzeko metodologia garatu dugu, atomo bakarreko datu zinetikoak eskuratzea eskaintzen duena. Nanoegitura funtzionalak fabrikatzeko metodo berritzaile eta teknologikoki balioetsua aztertu dugu –elektroien sortek induzituriko kobalt-jalkipena– eta nanogailu magnetikoak fabrikatzeko aukera berriak proposatu ditugu.

Euskal Herriko nahiz atzerriko hainbat erakunderekin dihardugu lankidetzan; horien artean azpimarragarrienak Euskal Herriko Unibertsitatea, CIC biomaGUNE, Mondragon Unibertsitatea eta FEL enpresa ditugu. Era berean, hainbat nazio-arteko lankidetzaproiektu daukagu abian Errusia, Italia, Suedia, Finlandia eta Frantziako ikerketa-erakunderekin.



Irudi honek Co monokristalinozko nanokablez osatutako matrize baten barruko, eremu magnetikoen eremu-lerroak erakusten ditu.



**Emilio Artacho**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

## Teoria

Teoriako taldean materiaren nanoeskalako simulazio teorikoak egiten ditugu. Elektroien eta nukleoaren jokabidea arautzen duten fisika kuantikoko oinarriko ekuazioekin hasita, materialen, nanopartikulen, likidoen eta haien arteko fasearten nanoeskalako “errealitate birtualeko” simulazioak egiten ditugu, horien guztien egiturari eta dinamikari buruzko zehaztasun handiko informazioa lortzeko eta sistema horien propietate interesgarriak iragartzeko asmoz.

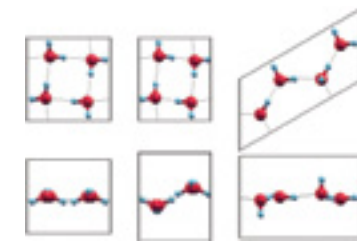
Gure lanaren zati bat simulazio metodoak garatzean eta hobetzean datza, konplexutasun handiagoko sistemen simulazio eraginkorragoak ahalbidetzeko asmoz. Aurrerabide horien guztien oinarrian, solidoen eta likidoen fisika teorikoan egindako aurrerapenak ditugu, Espainiako (Madril, Bartzelona, Donostia, Santander), AEBetako (Stanford) eta Australiako (Perth) zenbait zientzialarik parte hartzen duten SIESTA izeneko proiektuaren harira. SIESTA metodoa mundu osoko milaka zientzialarik erabiltzen dute.

Honetaz gain, beste metodo batzuk ere erabiltzen ditugu nanoGUNEren eta, oro har, komunitate zientifikoaren eta teknologikoaren intereseko ikerketa lerroetan. Gure taldeko ikerketa lerro nagusietako batean uraren eta sistema hezeen eskala atomikoko jokabidea ikertzen dihardugu, nanoeskalako hezetzeari, nanokonfinaturiko ura (automihizadura taldearekin elkarlanean) eta uraren biomolekulak (nanobiomekanika taldearekin elkarlanean) barne. AEBetako Stony Brook Unibertsitateko eta Madrilgo Unibertsitate Autonomoko zientzialariek ere elkarlanean ari gara. Nanoeskalako konfinaturiko ura ulertzea oso garrantzitsua dugu zelulen barne-funtzionamendua ulertzeko. Baldintza horietan dagoen ura eta bolumen handietan dagoe-

na oso ezberdinak direna sinetsita gaude; izan ere, badirudi prozesu biologiko askotan urak pentsatzen genuena baino eginkizun handiagoa betetzen duela.

Halaber, erradiazioak materialetan eragiten duen kalteari buruzko ikerketa egiten ari gara. Hori garrantzitsua da, esaterako, minbizia ioi terapien bidez tratatzeko. Partikula kargatu batek material bat edo ehun biologikoa zeharkatzen duenean kitzikapen elektronikoak gauzatzen dira. Horiek ulertzen ahalegintzen ari gara, denborarekiko menpekotasuna duten teoriaren bidez (orekatik kanpo). Hori arlo honetako mundu-mailako lankideekin egiten dugu. Lankide horien erakundeak hauexek ditugu: DIPC eta CFM, nanoGUNEren campus berekoak, Helsinki-ko unibertsitatea eta AEBetako laborategi federalak (Argonne, Los Alamos eta Livermore).

Dimentsio baxuko egiturak ere aztertzen ditugu, hala nola oxidozko geruza meheak edo grafenoa. Grafenoaren azterketa mikroskopia elektronikoko taldearekin eta Graphenea-rekin lankidetzan egiten dugu. Industriari simulazio zerbitzuak eskaintzen dizkion Simune *spin-off* enpresarekin ere harreman estua dugu.

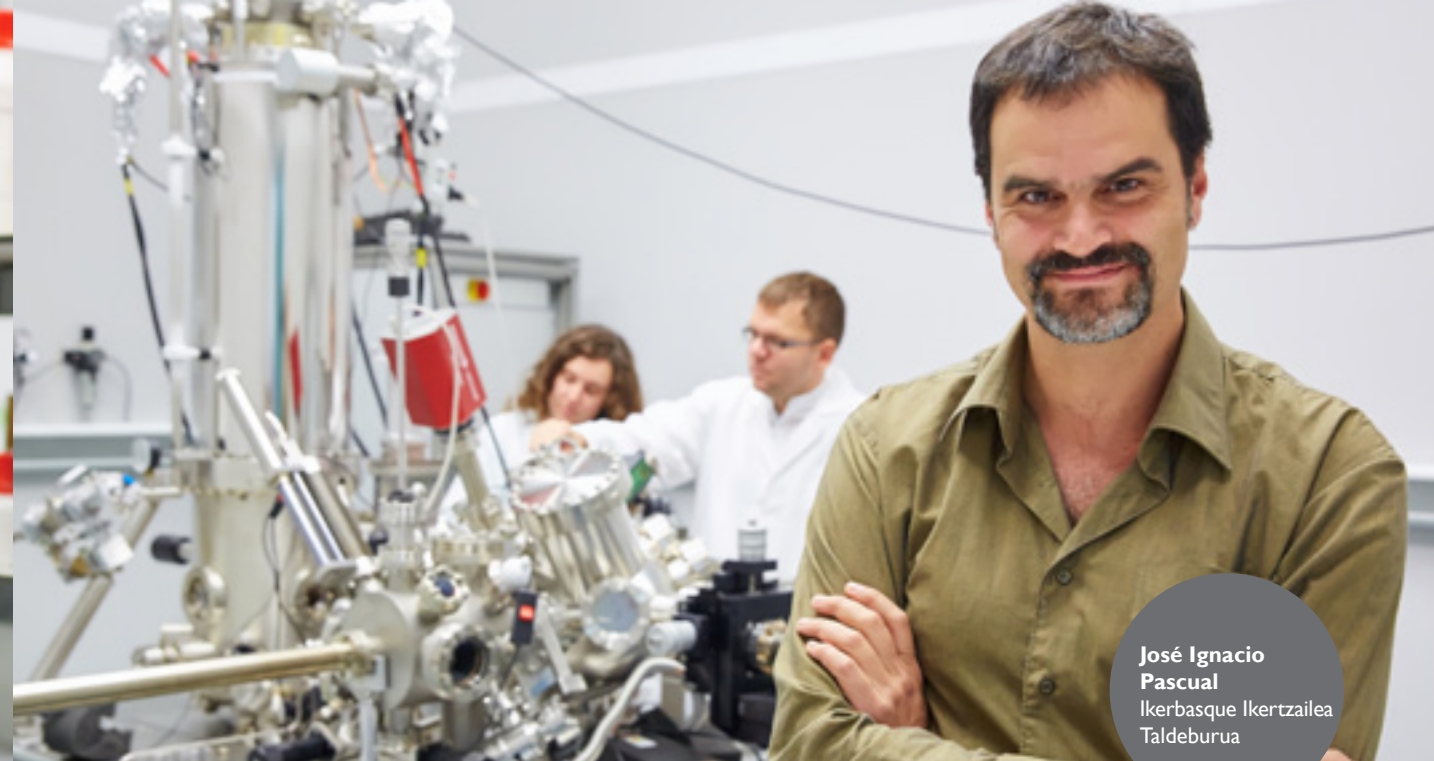


Nanokonfinaturiko izotz monogeruza.





**Mato Knez**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua



**José Ignacio Pascual**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

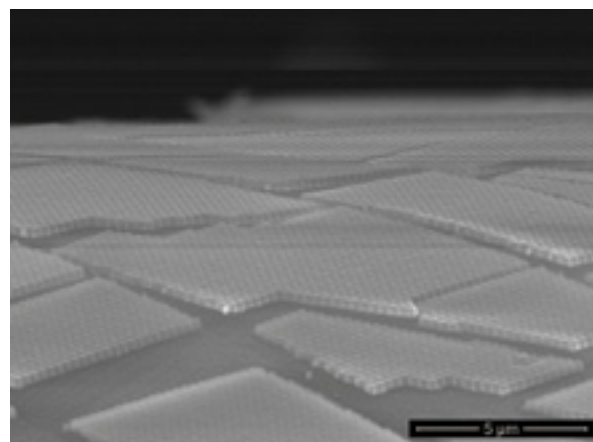
## Nanomaterialak

Nanomaterialen taldean teknologia berri edo hobetuen oinarri izango diren material funtzionalak garatzen ditugu. Nanoeskalako materialak ikertzeak funtzionaltasunak hobetzeko edo material makroskopikoetan ageri ez diren funtzio erabat berriak sartzeko aukera ematen du.

Material funtzionalak garatzen ari gara, katalisian, elektronikan, energia-biltegiatzean eta nanomedikuntzan duten erabilgarritasuna hobetzeko asmoz: mintzak, nanopartikulak, nanohodiak edo nanohariak, kasurako. Azken bi urteotan, gure taldeak ahalegin handia egin du material inorganikoak eta material (bio)organikoak uztartzeko, osaketa horrek bi osagaien propietateen onurak jasoko bailituzke. Esaterako, nanokonposatu bioinorganikoak hainbat erreakzio entzimatikoa mimetizatzeko eta, aldi berean, zelulei sendagaiak modu kontrolatuan bidaltzeko aukera ematen dutela aurkitu dugu.

Industria-sektore asko, teknologian oinarriturikoak nahiz ohiko sektoreak, materialen osaketa eta egitura berriak eskatzen ari dira. Horrenbestez, gure ikerketa eta industriaren oraingo premiak bat datoz. Horrelatan, bada, bazkide industrialekin batera ari gara lanean, gure ikerketak eskain ditzakeen aukera teknologikoei etekina ateratzeko asmoz. Gure lankideen artean, honako hauek ditugu: **OSRAM (Alemania)** eta **Sefar (Suitza)**, **FP7** proiektu baten baitan, eta **Pirelli (Italia)**,

ITN nazioarteko prestakuntza sare baten baitan. Nazioarteko ikerketa-erakundeei dagokienez, hauexek ditugu lagun: Koloideen Max Planck Institutua (Alemania), Fraunhofer erakundeko hainbat zentro (Alemania) eta EMPA (Suitza), besteak beste. Euskal Herrian honako lankide hauek ditugu: Euskal Herriko Unibertsitatea, CIC microGUNE, Cidetec, IKOR, AVS, Cadinox eta Leartiker.



Geruza atomikoak jalkitzeko teknika (ALD, ingelesezko sigletatik) erabiliz txantilo polimeriko batean jalkitako plaketa zeramiko nanoegituratuak.

## Nanoirudigintza

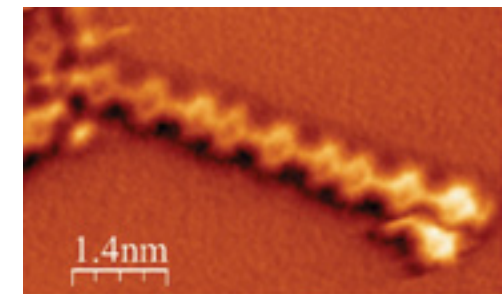
Naturak atomoen eskalan duen jokabidea oso bitxia da. Gure taldean atomo edo molekula oso gutxiz osaturiko objektu txikien fenomenologia kuantikoa ikertzen dugu, ekorketazko zunda-mikroskopiaok erabiliz. Gure helburua material berrien oinarriak jartzeko garrantzitsuak izan daitezkeen objektu txiki horien jokabidearen ereduak lortzea da.

Gure ikerketa arlo nagusietako bat molekula bakarrekofisika kokatzen da. Molekula bakar batek elektrizitatea eramateko, argia igortzeko edo nanoiman baten erara jokatzen duen gaitasuna aztertzen dugu. Bereziki, propietate jakineko nanoegitura molekular hibridoak sortu nahi ditugu; horretarako, azalek ezarritako bi dimentsioko eremuan mota askotako atomoen eta molekulen arteko erreakzioak sorrarazten ditugu. Sistema hibrido horietan funtsezko hainbat propietate hobetu daitezke, hala nola elektroien mugikortasuna, ordentzatze magnetikoa eta argi xurgapena.

Abian dugun beste ikerketa lerro batean hauxe aztertzen dugu: nanoegitura batean sarrarazitako elektroiek argia nola igor dezaketen eta, alderantziz, nanoegiturek argia nola har dezaketen, prozesu horiek gailu optoelektronikoetako oinarritzko prozesuak baitira. Egitura horiek argiaren uhin-luzera baino askoz txikiagoak direnez, efektu kuantikoen argiaren sakabanaketaren gaineko eragina nabaria izan daiteke.

Supereroankortasuna eskala makroskopikoetako fenomeno kuantikoa da. Ezer gutxi dakigu supereroankortasunaren tokian tokiko propietateez eta, bereziki, ezpurutasun magnetikoen haren gainean duten eraginaz. Metal baten egoera supereroalea efektu magnetikoen bidez nola alda daitezkeen ikertzen dugu.

NanoGUNEko beste talde batzuekin elkarlanean ari gara, bai eta Bartzelona-ko ICN2 ikerketa zentrotan eta Berlin-eko, Zaragoza-ko, Santiago de Compostela-ko nahiz Euskal Herriko Unibertsitateko hainbat talderekin ere.



Ag(111) gainean eraikitako oligophenyl polimero baten irudia, indar atomikoko mikroskopia batez kontaktu gabe 5 K-etan egina.

# 3

## Teknologia-Transferentzia

Europako Batzordeak bultzaturiko Espezializazio Adimentsurako Ikerketa eta Berrikuntza Estrategikoaren testuinguruan (RIS3), Eusko Jaurlaritzak hiru esparruri eskaini dio arreta, Euskal Herriarentzat estrategikoak direlakoan: fabrikazio aurreratua, energia, eta biozientziak eta osasuna. Testuinguru horretan, nanoteknologiari Teknologia Gaitzaile Gako iritzi zaio (KET, ingeleseko sigletatik), dituen izaera horizontalagatik eta ahalmen eraldatzaileagatik hain zuzen ere.

NanoGUNEK, nanozientzian eta nanoteknologian diharduelarik, enprekin eskuz esku egin nahi du lan, zientziaren eta enpresen arteko zubi-lana eginez, gizarteari gure ekonomiaren hazkunde lehiakorra ekarriko duten irtenbide berritzaile integratuak eskaintzeko asmoz. Helburu hori gogoan hartuta, bertoko eta atzerriko hainbat enpresarekin elkarlanean dihardugu; bereziki, hazi-proiektuak bultzatzen ditugu, merkatura begirako zenbait ikerketa jakinen abiapuntu.

Aldi berean, gure artean ingurune ekintzailea sustatu nahi izan dugu. Ideia berritzaileak bilatzen ari gara etengabe, nanoteknologiari oinarrituriko aurkikuntza zientifiko eta garapen berriak ustiatzeko asmoz. Bereziki, lau enpresa berri sortu ditugu: Graphenea, Simune, Ctech-nano eta Evolgene. Denak nanoGUNEren instalazioetan kokatuak daude.

## Teknologia-Transferentzia

**Graphenea** ([www.graphenea.com](http://www.graphenea.com)), nanoGUNEren lehen *start-up* enpresa, 2010eko apirilean sortu genuen, zenbait inbertsore pribaturen eta nanoGUNEren artean. Enpresa hau kalitate handiko grafeno-xaflak ekoizteko eta grafenoan oinarrituriko teknologiak garatzeko helburuarekin sortu zen. 2012ko urtarrilean, Graphenea Europako Batzordearen *Graphene Flagship* proiektuaren kide bilakatu zen, partzuergoaren grafeno-hornitzaile nagusia delarik. 2013ko abenduan, Repsol petrolio-enpresa eta Espainiako Industria-Teknologiaren Garapenerako Zentroa Graphenearen akziodun bilakatu ziren.



**SIMUNE Atomistics** ([www.simune.eu](http://www.simune.eu)) 2014ko urtarrilean sortu genuen, goi-mailako lau zientzialariren eta nanoGUNEren artean. Enpresa hau eskala atomikoko simulazioak eta simulazio elektromagnetikoak egiteko helburuarekin sortu zen. 2014ko uztailean, zenbait inbertsore pribatu Simuneraren akziodun bilakatu ziren.



**Ctech-nano** ([ctechnano.com](http://ctechnano.com)) 2014ko uztailean sortu genuen, Euskal Herriko bi enpresaren (AVS eta Cadinox) eta nanoGUNEren artean. Ekimen honen bitartez nanoGUNEK geruza atomikoak jalkitzeko teknikan (ALD, ingeleseko sigletatik) duen puntako ezagutzari etekina atera nahi zaio, neurriera egindako estaldura zerbitzuak eta berariazko estaldura tresnak merkaturatzeko asmoz.



**Evolgene** ([www.evolgene.com](http://www.evolgene.com)), nanoGUNEren laugarren *spin-off* enpresa, 2014ko irailean sortu genuen, Espainiako Repsol petrolio-enpresaren Ekintzaileen Funtzak babesturiko *Ideas* programaren baitan. Enpresa honen helburua antzinako entzima ultraeraginkorrek berreraikitzearekin lotuta dago. Entzimok askotariko industria-aplikazioak dituzte, bioerregaietan eta kosmetikan adibidez.

Zientziaren eta industriaren arteko zubi-lana egiten dugu

# 4

## Kanpo-Zerbitzuak



NanoGUNEk hainbat karakterizazio eta nanofabrikazio zerbitzu eskaintzen ditu kanpo-erabiltzaileentzat, izan es-parru akademikokoak, izan industriaren arlokoak. Puntako azpiegitura eta tresneria berritzaileena eskaintzen ditugu: mikroskopia elektronikoaren laborategia, areto garbia eta karakterizaziorako nahiz nanofabrikaziorako hainbat laborategi, nanoteknologiako lanetarako beharrezkoak diren ingurune-baldintza egokiak bermatzen dituztenak.

Gure zerbitzuak bi plataformatan bereizita daude: lagin-prestaketa eta karakterizazioa. Zerbitzu guztiak nanoGUNEko langile adituen laguntzaz edota autozerbitzu eran eskura daitezke.

Halaber, Kanpo-Zerbitzuen Sailak, nanoGUNEko ikerlariekin elkarlanean, mikroskopia aurreratuen erabileran trebatzeko hainbat ikastaro eskaintzen ditu.

## Kanpo-Zerbitzuak

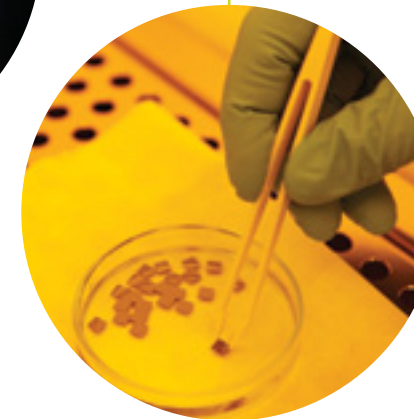


Geruza meheen  
hazkundera

### LAGIN-PRESTAKETA PLATAFORMA



Nanoegituren  
fabrikazioa



Laginen prozesamendua



Egituren  
karakterizazioa

### KARAKTERIZAZIO PLATAFORMA



Karakterizazio elektriko  
eta magnetikoa



Karakterizazio kimikoa

# 5

## Gizartearekin bat eginez

Gaur egun inoiz baino handiagoa da zientziak eta teknologiak gizartean duten eragina. Gauza jakina da zientziak eta teknologiak garapen ekonomikoarekin lotura zuzena dutela. Nanoteknologia, bereziki, teknologia gaitzaile giltzarria dela agerian geratu da. Nanozientziaren eta nanoingeniaritzaren esparruko lanpostuen kopuruak gora egin du mundu osoan, eta 2020. urterako hamarkoiztu egingo omen da.

Nanozientziaren inguruko ikerketak aurrerapen handiak egin ditu bi hamarkada eskasetan, eta dagoeneko garrantzi handia dauka teknologiaren garapenean. Bistan da nanoteknologia, apurka-apurka, merkatu askotara hedatuko dela, are «supermerkatuetara» ere. Horrenbestez, garrantzi handikoa da nanozientziaren eta nanoteknologiaren erronka zientifikoak gizartearekin partekatzea, gure erakundeak sustatzen ari diren ahalegin zientifikoaren berri ematea, eta aurrerapen teknologiko berriak eta horien abantailak eta arriskuak jakinaraztea, etorkizun jasagarria eraikitzeko gai izango den gizartea izango badugu.

Helburu hori gogoan hartuta, bigarren hezkuntzako eta unibertsitateko ikasleei zein mota guztietako jendeari zuzendutako ekimen askotan hartu dugu parte.

## Gizartearekin bat eginez

### Hezkuntzara bideratutako jarduerak

#### *Unibertsitateko ikasleak: udako praktikak eta gradu amaierako proiektua*

Unibertsitateko ikasleek nanoGUNE bi hilabeteko egonaldia egiteko aukera dute, gure udako praktiken programaren baitan. Unibertsitateko ikasleek, bestalde, gradu amaierako proiektua gure ikertzaile nagusietako baten gidaritzapean egiteko aukera dute.

#### *Masterra*

Euskal Herriko Unibertsitateak eskaintzen dituen Nanozientziaren Masterrean eta Material Berrien Masterrean parte hartzen dugu, eta master ikasleei gurekin lan egiteko aukera eskaintzen diegu, master tesia gure ikertzaile nagusietako baten gidaritzapean egin ahal izan dezaten.

#### *Doktoregoa*

Doktoretza-tesien proiektuak eskaintzen dizkiegu fisikariei, kimikariei, biologoei, ingeniariari eta materialen zientzietako gradudunei. Bereziki, lankidetzan estuan dihardugu Euskal Herriko Unibertsitateak eskaintutako «Nanoegituren eta Material Aurreratuaren Fisikako» doktoretza-programarekin.

#### *Nanoteknologiako ikastaroa Bigarren Hezkuntzako irakasleentzat*

Nanoteknologiaren sarrera ikastaroa eskaintzen diegu bigarren hezkuntzako zientzia irakasleei, Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailak sustatutako Prest Gara programaren baitan.

#### *Hezkuntza-zentroetako ikasleen bisitak*

Gure ate irekiko politikari jarraiki, bigarren hezkuntzako nahiz unibertsitateko ikasleei gure instalazioak bisitatzeko aukera ematen diegu, nanozientzia-ikerketak bertatik bertara ezagutu dezaten. 2013-2014 denboraldian 830 ikaslek bisitatu dute nanoGUNE.

### Ekitaldi irekiak

#### *Zientziaren Astea eta Playnano*

2013az geroztik nanoGUNE, Donostia International Physics Center-ekin eta Materialen Fisikaren Zentroarekin batera, Euskal Herriko Unibertsitateak antolatutako Zientziaren Astean parte hartzen du nanozientziaren erakustokia prestatuz. 2013. urtean Playnano ekitaldia ere antolatu genuen, nano-Basque Agentziarekin batera. Bertan, 50 lagunek Europar Batasunaren ekimen batean oinarrituriko jokoan parte hartu zuten, nanoteknologiak aurre egin beharreko erronkei buruz gehiago jakiteko eta gogoeta egiteko asmoz.

#### *Passion for Knowledge - Quantum I3*

NanoGUNE DIPC-k antolatutako «Passion for Knowledge - Quantum I3» jaialdiaren antolakuntzan lagundu zuen. Jaialdiaren helburuak bi ziren, funtsean: (i) etorkizuneko belaunaldien ongizateari begira zientzia jarduerak giltzarri gisa sustatzea eta (ii) jakin-mina aurrerapen zientifiko, teknologiko eta kulturaren indar bultzatzailea dela agerian jartzea.

#### *OpenLab*

2014ko urtarrilean, nanoGUNEren 5. urteurrenarekin, 200 lagunek baino gehiagok parte hartu zuten gure lehen OpenLab ekitaldian: Felix Yndurain irakasleak «Nanozientzia eta etorkizuneko energia-teknologiak» izeneko hitzaldia eman zuen eta, ondoren, gure laborategietako bisitaldia eskaini genuen.

#### *Komunikabideetan*

Komunikazio-ahaleginak ez zuketean halako arrakastarik lortuko, hedabideen lankidetzan izan ez bagenu; 2013-2014 denboraldian 300 albiste baino gehiago eman dituzte gure jardueri buruz. Gainera, nanoGUNE, beste ikerketa kooperatiboko zentro batzuekin batera, aktiboki hartzen du parte CIC Network aldizkariaren argitalpenean. Eskertzekoa da kazetarien interesa –batzuetan gogo bizia ere badena–, maiz zientziaren emaitza konplexuak mezu sinpleen bidez azaltzea egokitzen baitzaie. Haien lanari esker, zientzia eta gizartea elkarrengandik gero eta hurbilago daude!



# 6

## Egituraketa eta Finantziazioa

## Egituraketa eta Finantziazioa



66 diru-laguntza indarrean  
 2 ERC  
 1 Graphene Flagship  
 2 Cooperation & Capacities  
 11 Marie Curie

NanoGUNE irabazi asmorik gabeko erakundea da, 2006an Eusko Jaurlaritzaren ekimenez sortua eta 2009an ofizialki inauguratua. 2013-2014 denboraldian 2011-2014 denboraldiko egitasmo estrategikoan zehazturiko helburu nagusiak bete dira.

Lorpen horiek guztiak ezin erdiets genitzakeen Eusko Jaurlaritzaren eta Zientziaren Euskal Fundazioaren (Ikerbasque) babes estrategikoa izan ez bagenu. Ahalegin horri esker, proiektu sendoa eraiki ahal izan dugu, Euskal Herriko nanozientziaren eta nanoteknologiaren garapen irmoa ahalbidetu duena eta nanoGUNE nazioarteko jomugan kokatu duena. Eusko Jaurlaritzaren babes estrategikoaz gainera, kanpoko finantziazio lehiakor handi samarra jasotzeko gai izan gara, Espainiako Gobernuaren, Europako Batzordearen eta ekimen pribatuen eskutik. Horrenbestez, finantziazio-egitura orekatu eta jasangarria lortzeko bidean aurrera egin dugu nabarmen.

2020. urteari begira, eta azken bi urteotan egin ditugun aurrerapen handiak kontuan hartuta, Euskal Herria nanozientziaren eta nanoteknologiaren lehen lerroan kokatzen ari da. Gure helburua beti izan da posizionamendu horri etekina ateratzea, euskal ekonomiaren lehiakortasuna eta euskal gizartearen ongizatea areagotzeko asmoz.

Argazkian, ezkerretik eskuinera, Itziar Otegui (Komunikazio Arduraduna), Carlos Garbayo (Mantentze-lanetarako Teknikaria), Ralph Gay (Areto Garbiaren Arduraduna), Maria Rezola (Zuzendariaren Idazkaria), Miguel Odriozola (Finantza Zuzendaria), Gorka Arregui (Azpiegituren Arduraduna), Eider Garcia (Idazkaria), Julene Lure (Idazkaria), Yurdana Castelruiz (Proiektu Arduraduna).

### Langile-kopurua 2014ko abenduaren 31n

	Aurreikusia	Egindakoa
Ikerketa-taldea (ikasleak, teknikariak eta bisitariak barne)	80	97
Kudeaketa eta zerbitzuak	10	10
<b>GUZTIRA</b>	<b>90</b>	<b>107</b>

	Egindakoa
Spin-off enpresetako lanpostu berriak (2013-2014)	8

### Iturria (M€) 2013-2014

	Aurreikusia	Egindakoa
Europa	2.2	2.3
Espainiako Gobernua	0.2	0.6
Eusko Jaurlaritza – EGLS	8.2	8.4
Eusko Jaurlaritza – HHPKS*	1.9	2.0
Industria eta Bestelakoak	0.4	0.2
<b>GUZTIRA</b>	<b>12.9</b>	<b>13.5</b>

### Erabilera (M€) 2013-2014

	Aurreikusia	Egindakoa
Azpiegiturak	1.1	2.0
Funtzionamendu gastuak	11.8	11.5
<b>GUZTIRA</b>	<b>12.9</b>	<b>13.5</b>

\* 10 Ikerbasque Ikerketa-Irakasle eta 4 Ikerbasque Fellow-ren esleipenaren bidez Ikerbasque Fundazioak egindako ekarpena barne  
 EGLS, Ekonomiaren Garapen eta Lehiakor tasun Saila  
 HHPKS, Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Saila

## ZUZENDARITZA BATZORDEA



nanoGUNEk Euskal Herria nanozientziaren ikerketaren abangoardian kokatzeko helburua bete du. NanoGUNE-ren sormen handiko lantaldeak lorpen handiak erdietsi ditu nanozientziaren alorrean, eta nanoteknologian oinarrituriko spin-off enpresa berriak mundu mailako merkatuan lehiatzen ari dira dagoeneko. Orain euskal gizar teak nanoGUNEren ezagutzari eta lidergoari etekin garbia atera diezaioke, gure industriaren belaunaldi berri baten lehiakortasuna areagotzeko asmoz.



### Lehendakaria

Donostia International Physics Center  
Pedro Miguel Echenique



### Lehendakariordea

Tecnalia korporazioa  
Joseba Jaureguizar



### Idazkaria – Diruzaina

IK4 Aliantza  
Jose Miguel Erdozain



### Batzordekideak

Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Iñaki Goirizelaia (2013/06/18ra arte)  
Fernando Plazaola (2013/06/18tik aurrera)



Gipuzkoako Foru Aldundia  
Oscar Usetxi



### Gonbidatuak, Eusko Jaurlaritza ordezkatzuz

Industria, Berrikuntza, Merkataritza eta Turismo Saila  
Edorta Larrauri (2013/01/08ra arte)

Ekonomiaren Garapen eta Lehiakortasun Saila  
Leire Bilbao (2013/01/08tik aurrera)

Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila  
Pedro Luis Arias (2013/01/16ra arte)

Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Saila  
Itziar Alkorta (2013/01/16tik aurrera)



## NAZIOARTEKO AHOLKULARITZA BATZORDEA

Nazioarteko Aholkularitza Batzordeak zentroari aholkua ematen dio hartu beharreko norabide zientifiko eta teknologikoaz

Prof. Sir John B. Pendry (Lehendakaria), *Imperial College, London (Erresuma Batua)*

Prof. Anne Dell, *Imperial College, London (Erresuma Batua)*

Dr. José Maiz, *Intel Fellow, Intel, Oregon (AEB)*

Prof. Emilio Mendez, *Center for Functional Nanomaterials, Brookhaven Nat. Lab., NY (AEB)*

Prof. John Pethica, *CRANN, Dublin (Irlanda)* eta *University of Oxford, Oxford (Erresuma Batua)*

Prof. Jean Marie Lehn (Kimikako Nobel sariduna, 1987), *Université Louis Pasteur, Strasburg (Frantzia)*

## ERAKUNDE FINANTZIATZAILEAK



nanoPeople

