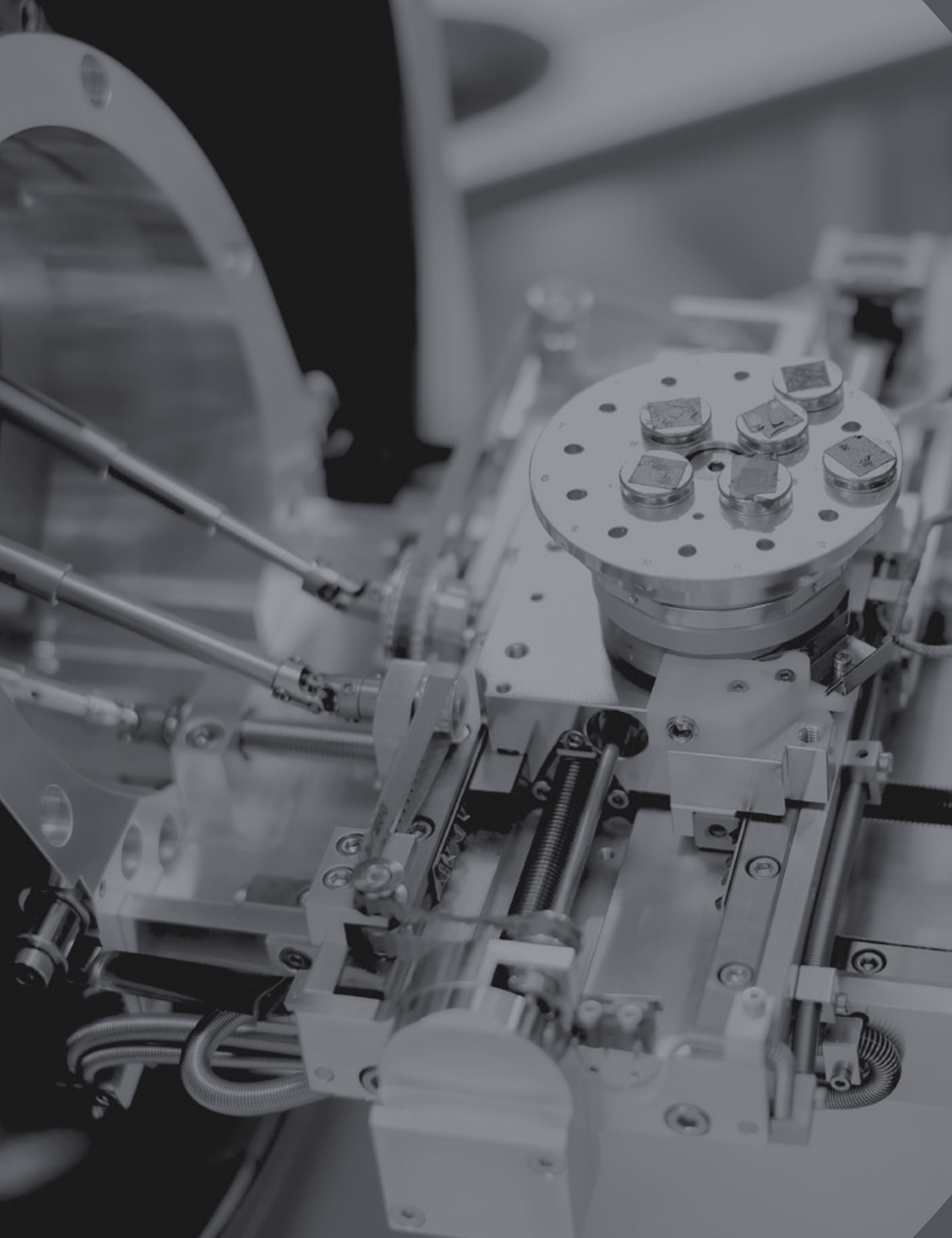




CIC  
nanogUNE

**Jarduera  
Txostena**  
2019-2020





---

# Jarduera Txostena

2019-2020





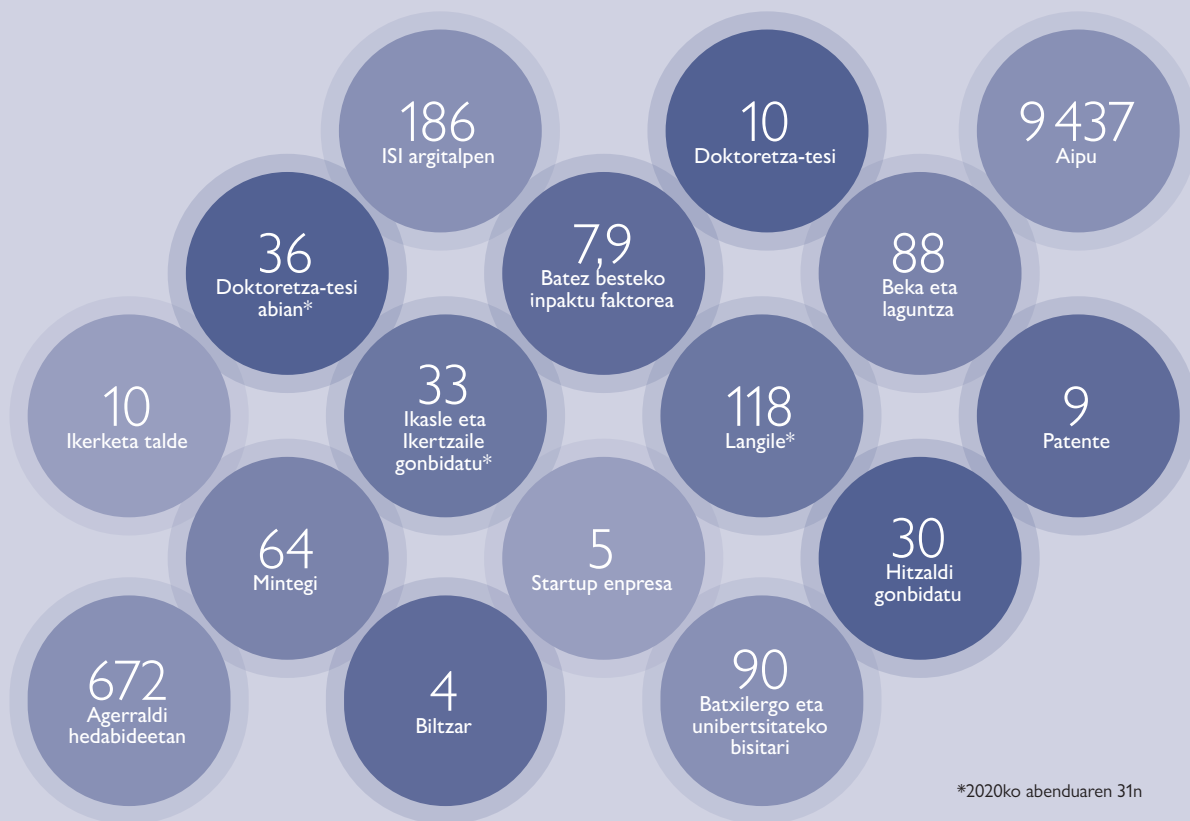
CIC  
nanogune  
nanoscience cooperative research center

1	<b>nanoGUNE zenbakitan</b>	<b>4</b>
2	<b>Zuzendariaren mezua</b>	<b>6</b>
3	<b>Ikerketa taldeak</b>	<b>9</b>
	Nanomagnetismoa	10
	Nanooptika	11
	Automihiztadura	12
	Nanobioteknologia	13
	Nanogailuak	14
	Mikroskopia Elektronikoa	15
	Teoria	16
	Nanomaterialak	17
	Nanoirudigintza	18
	Nanoingeniaritza	19
4	<b>Ikerketaren emaitzak</b>	<b>21</b>
	Argitalpen nabarmenak	22
	Proiektu nabarmenak	28
5	<b>Enpresekiko lotura</b>	<b>35</b>
	Teknologia-transferentzia	36
	Kontratupeko ikerketa	38
	Patente-zorroa	40
	Startup enpresak	52
	<i>Global Graphene Call</i>	61
	Trebakuntza	62
	Ikertzaileak industriara	63
	Kanpo-zerbitzuak	64
	Novaspider	65
6	<b>Gizartearekin bat eginez</b>	<b>67</b>
	Gizartearekin bat eginez	69
	Ekitaldiak	70
	Zabalkundeak	72
7	<b>Egituraketa eta finantziarioa</b>	<b>75</b>
	Egituraketa	76
	Finantziarioa	77
	Zuzendaritza Batzordea	78
	Indarrean dauden proiektuak 2019/2020	79
	Nazioarteko Aholku Batzordea	80
	Erakunde finantzatzaileak	81
8	<b>nanoPeople</b>	<b>82</b>

# nanoGUNE zenbakitan

## 2019-2020

**Gure helburua lehen mailako nanozientzia-ikerketa egitea da, Euskal Herriko lehiakortasun ekonomikoa handitzeko xedez**



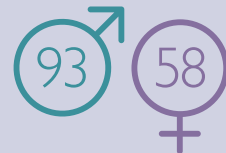
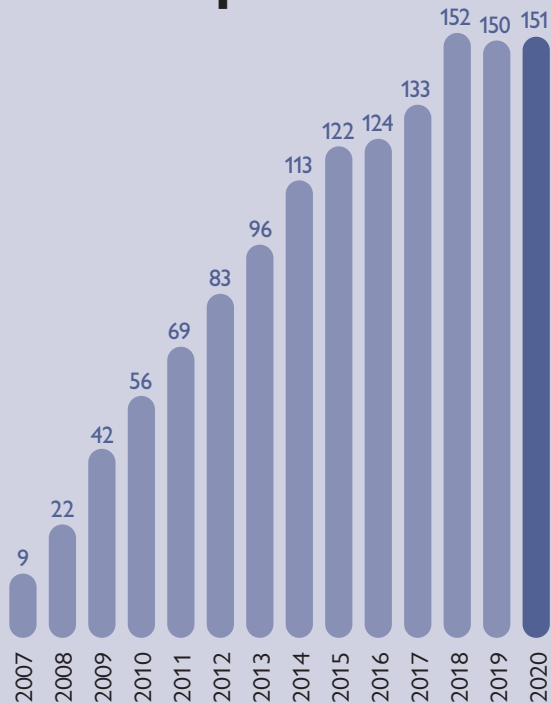
\*2020ko abenduaren 31n

## 26 herrialdetako ikertzaileak



Alemania	13	Italia	12
Argentina	2	Japonia	2
Armenia	1	Kolonia	3
Austria	1	Korea	2
Bielorrusia	1	Kroazia	1
Erresuma Batua	3	Kuba	1
Errusia	11	Maroko	1
Espainia	79	Mexiko	1
Frantzia	2	Portugal	1
Grezia	2	Suedia	1
Herbehereak	1	Suitza	1
India	2	Txina	5
Irlanda	1	Ukraina	1

## nanoPeople



Ikertzaile Senior	12	12♂		
Fellow	5	4♂		1♀
Post-doc	37	22♂		15♀
Pre-doc	35	21♂		14♀
Espezialista	4	3♂		1♀
Teknikari	14	11♂		3♀
Kudeaketa eta Zerbitzuak	11	4♂		7♀
Master-ikasle	6	3♂		3♀
Gradu-ikasle	1			1♀
Ikertzaile gonbidatu	26	13♂		13♀

nanoGUNEko langileak 2020ko abenduaren 31n

# 2

6

## Zuzendariaren mezua

**«Nanozientiaren alorreko lehen mailako ikerketa egitea da gure helburua, betiere industriarekin eta gizartearekin dugun konpromisoari eutsiz.»**



NanoGUNE 2009an inauguratu zenetik gogotik ekin diogu lanari, ikerketa-zentro batean nanozientiaren arloko puntako ikerketa eta teknologia-transferentzia biltzeko asmoz. 2019. urtean gure hamargarren urteurrena ospatu genuen, poz handiz, ikerketan nahiz ikerketa horren translazioan aurrerapausu handiak eman baititugu, betiere norbanako eta erakunde publiko aunitzen etengabeko laguntzari esker. Eskertzekoa da, bereziki, Eusko Jaurlaritzarengandik jaso dugun babes etengabea eta gure Nazioarteko Aholku Batzordearen eskutik jaso dugun aholku bikaina. Asko dira gure zentrotik igaro diren ikertzaileak. Horietako batzuk une honetan Euskal Herriko Zentro Teknologikoetan eta enpresetan lanean ari dira; beste batzuek, berriz, mundu zabaleko unibertsitate eta ikerketa-zentroetan lanpostu esanguratsuak dituzte. Gure ikerketaren emaitzak zientzia-aldizkari onenetan argitaratu ditugu eta emaitza horiek, gainera, eragin handia izan dute nazioartean. Izan ere, Maria de Maeztu bikaintasun-zentro izendatu gaituzte, gure ikerketak nazioartean duen ohiartzunaren erakusle; eta horrek guztiak egoera pribilegiatuan kokatu gaitu: goi-mailako teknologia-transferentziari eta, bereziki, teknologia oinarri duten enpresa berriak sortzeari heldu ahal izan diogu oso arlo lehiakorretan, hala nola grafenoaren esparruan, non mundu zabalean aitzindariak garen. Enpresa berri horietako batzuk oraindik nanoGUNEen kokatuak daude. Beste batzuk (Graphenea eta Biotech Foods) beren kabuz ari dira dagoeneko haien laborategietan. Haragi landatua ekoiztea eta merkaturatzea helburu duen Biotech Foods enpresak 2020an estreinatu zituen laborategi berriak Donostiako Teknologia Parkean, bi urtez nanoGUNEen inkuabatua izan ondoren.





**José M. Pitarke**  
Zuzendaria

2019-2020 urteetan gure ikerketak aurrera egin du eta, aldi berean, teknologia-transferentzia egitasmo berria diseinatu dugu 2021-2025 aldirako, honako arlo hauetan oinarritua: (i) industriarekiko harremana, (ii) gure teknologjaren komertzializazioa eta (iii) teknologia oinarri duten enpresa berrien sorrera. 2019. urtean Ikerketa eta Teknologia Euskal Aliantza (BRTA, ingelesezko sigletatik) sortu zen, non parte hartzen ari garen Euskal Herriko ikerketa kooperatiboko beste hiru zentroekin eta hamabi zentro teknologikorekin batera. Iniziatiba berri honek mesede egingo dio, zalantzarik gabe, gure teknologia-transferentziaren jarduerari.

Zentroaren kudeaketari dagokionez ere bereziki emankorrak izan dira azken bi urteak. 2017. urtean berrikuntzaren kudeaketarako, eta UNE 166.002:2014 estandarri jarraituz, garatu genuen sistemak urteroko ikuskaritzak gaingitu ditu, salbuespenik gabe, 2019 eta 2020 urteetan ere bai. 2019an, bestalde, (i) Europako Batzordearen *HR Excellence*

*in Research* aintzatespena jaso genuen, gure giza baliabideen politika Ikertzaileentzako Kode Europarraren printzipioekin bat baitator, (ii) betekizun korporatiboaren programa diseinatu genuen eta (iii) berdintasun plana abiatu genuen, lanean nahiz lanetik kanpo genero-berdintasuna sustatzeko xedez.

NanoGUNE sortu zenean misio bat eman ziguten: nanozientzian eta nanoteknologian goi-mailako ikerketa egitea, Euskal Herriko lehiakortasun ekonomikoa areagotzeko helburuarekin. Harro esan dezakegu agindu hori soberan bete dugula eta betetzen ari garela. Izan ere, nanozientziaren alorreko lehen-mailako ikerketa egitea da gure helburua, betiere industriarekin eta gizartearekin dugun konpromisoari eutsiz. Hortxe segitu behar dugu, puntan. Baina hor egoteko, hor jarraitzeko, lurralde ezezagunetara eramango gaituen puntako ikerketa egin behar dugu, industriarekin —gaurkoarekin nahiz etorkizunekoarekin— dugun konpromisoari eutsiz. Horixe da txikiaren erronka handia.



# 3

## Ikerketa taldeak

Nanomagnetismoa	10
Nanooptika	11
Automihiztadura	12
Nanobioteknologia	13
Nanogailuak	14
Mikroskopia Elektronikoa	15
Teoria	16
Nanomaterialak	17
Nanoirudigintza	18
Nanoingeniartza	19

Nanomagnetismoko ikerketa taldean, nanomagnetismoko eta hari lotutako karakterizazio-tekniken oinarritzko ikerketa nahiz ikerketa aplikatua egiten da, maila gorenean. Ikerketa-talde honek eskarmentu handia du geruza meheen eta geruza anitzeko egituren ikerketan, bai eta nanoegituren fabrikazioan eta material magnetikoen karakterizazioan ere. Horrez gainera, taldea aitzindaria da efektu magnetooptiko eta magneto-plasmoniko aurreratuen ikerketan, haien erabileran eta gailu berrien diseinuan. Taldearen esperientzia eta jarduera-profila osatzeko, nabarmentzekoa da nanoeskalako propietate magnetiko eta optikoen deskribapen kuantitatiborako eredu teoriko eta informatikoen garapena. Halaber, taldeak propietate magnetiko eta optikoen nanoeskalako deskribapen kuantitativoak egiteko eredu teoriko eta konputazionalak garatzen ditu.

2019-20 aldian, Nanomagnetismoko taldeak lorpen garrantzitsuak izan ditu hainbat alorretan. Horietako bat izan da frogatzea geruza ez-magnetiko baten bidez bereizitako geruza magnetikoek geruzen arteko akoplamendu helikoidala izan dezaketela, Dzyaloshinskii-Moriya interakzioari esker, duela 30 urte baino gehiago aurkituriko geruzen arteko akoplamendu kolineal konbentzionalaz gainera. Metamaterial magneto-plasmonikoen eremuan, gidalerro kontzeptual berria proposatu dugu teorikoki eta frogatu dugu esperimentalki, plasmoi ilun multipolarrak baliatuz, magnetizazioak sorturiko polarizazio-modulazioa eragiteko. Xede hori gogoan izanik, disko magnetoplasmonikodun / eratzun plasmonikodun nanoegiturak diseinatu eta fabrikatu ditugu, eratzun plasmonikoan modu ilun multipolarrak kitzika daitezen eta modu multipolar horien hibridazioa gauza dadin disko magnetoplasmonikoaren erresonantzia magnetiko dipolarrarekin. Ordena altuko modu multipolar hibrido horien ondorioz, aktibitate magnetiko oso anplifikatua sortzea lortu dugu eta, horrela, eremu magnetiko baten eraginpean argi-polarizazioaren aurrerarik gabeko kontrol aktiboa ahalbidetu dugu. Diseinu berri honek hainbat aplikazio ekar litzake komunikazio optikoetan, sentsorikan eta irudigintzan.

Oinarritzko ikerketaz gainera, ikerketa aplikatua ere biziki garrantzitsua da gure jardunean. Adibidez, elipsometria magnetooptikoa erabiltzen dugu interfaze lurperatu ultrameheen ikerketarako; ikerketa hau Kyushuko Unibertsitateko ikertzaileekin batera eginga da. Orain arte, magnetometriaren baitango

ohiko neurketak ez dira izan gauza identifikatzeko gailu magnetotermikoen egituren eraginkortasuna areagotzeko balio duten aleazio-geruza meheen izaera magnetikoa. Gure elipsometria magnetooptikoak, aldiz, erakutsi du, zalantza izpirik gabe, interfaze-geruza eraginkorrenak ez-magnetikoak direla. Bestalde, frogatu dugu elementu magneto-plasmoniko hibridoak (sare nanomagnetikoak) erabiliz metamaterial magnetiko funtzionaletan kontaktu gabeko tenperatura-kontrol selektiboa erraztu daitekeela. Egun erabili ohi diren berotze-eskemen aldean —motelak eta energetikoki garestiak—, argiaren bidezko beroketak, askatasu-gradu optikoak —argiaren uhin-luzera, polarizazioa eta potentzia— baliatzen dituenak, ahalbidetzen du tokian tokiko berotze-eskema eraginkor eta azkarrak ezartzea beroak lagunduriko konputazio nanomagnetikoan erabiltzeko edo spin-sistema artifizialean fenomeno emergente kolektiboak zenbateteko.



**Andreas Berger**

Ikerketa Zuzendaria  
Taldeburua

**Paolo Vavassori**

Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburu Kidea

Nanooptikako taldeak nanooptika eta nanofotonika alorretako ikerketa esperimetal eta teorikoa egiten du, eta oinarriko alderdiak nahiz alderdi aplikatuak hartzen ditu barnean. Ereku hurbileko nanoskopia (sakabanaketaren bidezko eremu hurbileko ekorketa mikroskopia optikoa, s-SNOM) eta nanoespektroskopia infragorria (Fourier-en transformatuaren bidezko nanoespektroskopia infragorria, nano-FTIR) ditugu oinarri, eta analisi-tresna berritzaile horiek zientzia eta teknologiatik zenbait alorretan aplikatzen ditugu.

Ereku hurbileko nanoskopiaz eta nanoespektroskopiaz baliaturik, 10 eta 20 nm bitarteko bereizmen espaziala lortzen dugu, uhin-luzerarekiko independentea, maiztasun ikusgai, infragorrian nahiz terahertzetan, eta, hala, difrakzioaren ohiko muga gainditzen dugu, 1 000ko faktore batez gainditzera.

Azken bi urteotan, tresna berritzaile horien garapenean lanean jarraitu dugu, haren bereizmen espaziala molekula bakar baten mailara eramateko, infragorrian hiru dimentsioko nanoirudigintza espektroskopikoa egiteko eta irudigintzarako era berritzaileak sortzeko asmoz.

Bestalde, eremu hurbileko mikroskopia metalezko eta grafenozko nanoegituretako plasmoiak eta kristal polarretako fonoiak aztertzeke erabili dugu, betiere gailu fotoniko ultrakonpaktuak garatzeko eta haien aplikazioak bilatzeko. Halaber, nanoespektroskopia infragorria polimeroen konposaketa kimikoaren nanoeskalako azterketa egiteke erabili da, bai eta proteinen egitura sekundarioa, nanohari erdieroaleen eramaile-banaketa eta bi dimentsioko (2D) material berritzaileen propietate optoelektronikoak aztertzeke ere.

Teoria ere garatzen dugu eta aplikatzen dugu, (i) material natural, material artifizial eta bi dimentsioko materialetako uhinen/azal-uhinen deskribapenerako, (ii) eremu hurbileko espektroskopiarako eta (iii) eremu hurbileko datuetatik materialen propietateak berreraikitzeke.



**Rainer Hillenbrand**  
Ikerbasque Ikerketa Taldeburua

Automihiztadurako taldeak automihiztaduraren ideia zabaltzen dihardu: elkarren errekonozimenduaren bidezko antolaketa molekular klasikoa, kanpotik eragindako mihiztadura, nahiz geruza hezeen nanoeskalako morfologia. Biomolekula naturalak ditugu helburu, hala nola proteinak eta birusak, bai eta sistema biomimetikoak ere.

Kaiola itxurako DPS proteinen eraldaketa biokimikoan oinarrituriko automihiztadura klasikoa aztertzen dugu. Horren bidez, mihiztadurarako bide berriak ireki nahi ditugu proteina-konplexu erraldoi horiek sortzeko, bai eta kristal-egitura berriak sortzeko ere. Proteina-kaiolen biomineralizazio aldakorak ahalbidetzen du mikroelektronikako gailuen, gailu magnetikoen eta gailu optikoen garapena.

Mihiztadura kanpotik eragiteko elektroardazketa darabilgu. Gure metodoak aztertzen eta zabaltzen dihardugu etengabe, zuntzak proteina eta peptidoetatik ekoizteko polimeroen ohiko matrizeak erabili gabe. Antolaketa molekularrerako modu berriak lortzen ari gara, berez zuntzak osatzen ez dituzten proteinekin ere bai. Horretarako, indar atomikoko mikroskopiak azal oso kurbatuetan dituen ahalmen teknikoak hobetzen ari gara.

Ur edo izotz geruza ultrameheak nonahi ditugu airearekin kontaktuan diren egitura biologikoetan; baina apenas eza-gutzen ditugu haien egitura, haien dinamika eta biologian duten egitekoa. Gure helburu nagusia da birusek transmisio-garaian gauzatzen dituzten lehorketa eta hidratazioa ulertzea. Orain arte, hala ere, izotz azalak nahiz superhoztutako uretako izotz-nukleazioa izan ditugu ardatz.

Gure metodo esperimentalak oinarritzen dira, batez ere, guk geuk garaturiko elektroardazketa-tresnaren erabileran eta, bereziki, elektroardazketa eta hiru dimentsioko (3D) inprimaketa bilduz merkatuan jarri dugun «novaspider» tresnaren erabileran. Indar atomikoko mikroskopia eta ekorketazko mikroskopia elektronikoa ere baliatzen ditugu eta garatzen ditugu, mikroskopia elektronikoaren kasuan hezetan kontrolatuko ur-lurrun atmosfera batean. Espektromikroskopia instalazioak –Raman eta (nano)FTIR– ere erabiltzen ditugu.

Azken bi urte hauetan gure lantaldeak nazioarteko hainbat lankidetzan izan ditu. Besteak beste, lanean ihardun dugu honako unibertsitate eta ikerketa zentroekin: ETH Zürich (Suitza), Milango Unibertsitatea (Italia), Grenobleko Unibertsitatea (Frantzia), eta Donostiako biomaGUNE eta Materialen Fisika zentroa.



**Alexander M. Bittner**

Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

Nanobioteknologiako taldean proteinen eta zelulen mekanikaren inguruko ikerketa-lerroa garatzen ari gara. Ikerketa-lerro honetan mikrobio-infekzioen azterketa egiten dugu ikuspegi mekaniko batean oinarrituz, alegia, printzipio fisikoak baliatuz.

Organismoak kutsatzeko, bakterioek eta birusek zelulen azaleko molekuletan proteinak eransten dituzte. HIV-1 birusak gp120 glikoproteina erabiltzen du T zelularen azalean CD<sub>4</sub> proteina eransteko. Era berean, bakterioek proteina-bildumak —birulentzia-faktoreak— erabiltzen dituzte, ehunetan ainguraketa gauza dadin. Proteinek jasaten duten indar mekanikoa ehunka pikonewton-ekoa izatera hel daiteke. Indar horrek kutsaketan eragin handia izan dezake, baina proteinaren gaineko indarrak proteinaren egitura eta kimikan duen eraginaz oso gutxi dakigu gaur egun.

Gure lantaldean, indar mekanikoek mikrobioen atxikipen-proteinen egitura, kimikan nahiz kutsatze-prozeduran zer egiteko duten ikertzen dugu. Hainbat teknika baliatzen ditugu birus-infekzioen eta bakterio-infekzioen nanomekanika aztertzeko, molekula bakanekin hasita zeluletara iristeraino. Gure helburua ezagutza berria sortzea da, mikrobioaren eta ituaren arteko elkarrekintza mekanikoen alderdi molekularrean. Indar atomikoko espektroskopiaz (AFS, ingelesezko sigletatik) baliaturik, indar mekanikoek mikrobioen atxikipen-proteinetan, CD<sub>4</sub> giza-proteinan nahiz E. coli pilus-ean duten eragina aztertzeko. Teknika horri esker, indarren eraginpeko erreakzio kimikoak aztertzen ditugu, hala nola lotura kimikoaren hausketa edo peptidoen, molekula txikien eta antigorputzen loturak, jatorri mekanikoa izan dezaketen prozesu hauek mikrobio-infekzioetan parte hartzen baitute.

Irudi-teknikak eta pintza magnetikoak ere baliatzen ditugu, fluoreszentzian oinarrituriko indar-sentsoreak diseinatzeko eta, horrela, zelulen eta molekulen mekanikaren arteko korrelazioak ezartzeko. Halaber, errendimendu handiko baheketa-metodologia garatzen ari gara, birus-proteinen eta bakterio-proteinen propietate mekanikoak aldarazten dituzten molekulak bilatzeko, molekula horiek mikrobioen zeluletako atxikipena ekiditeko ahalmena izan baitezakete.

Nanobioteknologiako taldean, halaber, bioteknologia industrialarekin zuzenean loturik dagoen ikerketa-lerro batean dihardugu. Ikerketa-lerro horren ardatza ezaugarri hobetuak dituzten entzimak diseinatzea dira, hainbat aplikazio industrialetan baliatzeko. Entzimak asko erabiltzen dira industrian nahiz biomedikuntzan; baina berezko inguruetik kanpo erabilgarriak izan daitezen, hobetu behar dira nolabait. Gu aintzindariak gara antzinako sekuentzien berpizkudearen (ASR, ingelesezko sigletatik) teknikan. Filogenia erabiliz, aspaldi desagerturiko proteinak eta geneak berpizten ditugu eta haien ezaugarri fisiko-kimikoak aztertzen ditugu. Duela zenbait milaka milioi urte bizi izandako organismoen entzimak garaiko ingurumeneko baldintza latzak islatzen dituzten ezaugarriak dituztela aurkitu dugu. Ezaugarri horiek erabilita, aplikazio industrialetan oso modu eraginkorrean erabili litezkeen entzima hobetuak diseinatzen ditugu.



**Raúl Pérez-Jiménez**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

Nanogailuak ikerketa taldean materialen nanoeskalako propietate elektronikoak aztertzen ditugu. Horretarako, nanofabrikazio metodo aurreratuak erabiltzen ditugu eta materialen elektroigarraioa neurtzen dugu muturreko baldintzetan, hala nola tenperatura baxuetan eta eremu magnetiko altuetan. Hiru ikerketa-lerro jorratzen ditugu nagusiki: spintronika, van der Waals heteroegituren propietate elektronikoak eta nanofabrikazio aurreratuak.

Spintronikaren helburua da belaunaldi berriko gailuak garatea, elektroien spinaren manipulazioa oinarri harturik. Hemen, spin-orbita akoplamentuarekin loturiko fenomenoak aztertzen ditugu, hala nola metal astunetako spin Hall efektua, interfazeetako Rashba-Edelstein efektua eta isolatzaile topologikoetako spin-momentu blokeoa. Fenomeno horiei esker, korrontearen spin-karga interkonbertsioa gauzatzen da eta, ondorioz, aplikazio interesgarriak sortzen dira, hala nola spin-orbita momentuak memoria magnetikoak idazteko edo memoria magnetikoaren eta spinetan oinarrituriko logika biltzeko, Intel korporazioak berriki proposatu duenez. Abangoardiako nanofabrikazioa baliatuz, gure xede nagusia da geometria alternatiboak aurkitzea, horrela arkitektura berritzaileak asmatuko ditugulakoan spinetan oinarrituriko konputazio-gailuen garapenerako.

2004. urtean grafenoa –karbono-atomoen geruza bakarra– lehendabizi isolatu zenetik, bi dimentsioko (2D) material anitz gauzatu dira, aurrekaririk gabeko eroankortasunekin eta argiaren xurgapen-eraginkortasun paregabeekin. Gainera, material horiek geruza bakar batez edo zenbait geruzez osatuak daudenez, metamaterial berriak sor daitezke bata bestearen gainean ezarrita. Metamaterial horiei van der Waals heteroegiturak deritze. Guk 2D materialak nahiz van der Waals heteroegiturak erabiltzen ditugu gailu (opto)elektroniko, spintroniko eta magnetiko berriak sortzeko.

Nanofabrikazio aurreratuari dagokionez, abangoardiako teknikak baliatzen ditugu nanoeskala miatzeko helburuaz. Jakitun gara metodo ezberdinetan, hala nola elektroien bidezko litografia (EBL, ingelesezko sigletatik), ioi-sorten bidezko litografia (FIB, ingelesezko sigletatik), elektroien sortek induzituriko deposizioa (FEBID, ingelesezko sigletatik) eta ioi-sortek induzituriko deposizioa (FIBID, ingelesezko sigletatik). Material hobetuak diseina ditzakegu, kontrol-maila handiz, gure

teknikek eskaintzen dizkiguten aukeretan arakatzeko helburuaz. Azken urteotan eskuratu dugun jakintza mardulari esker, errendimendu handiko gailuak eraikitzeke ahalmena garatu dugu.

Azken bi urteotan, SPEAR proiektua koordinatzeari ekin diogu. Ikerketa-proiektu honen xedea material berriak bilatzea da, konputagailuetako memorien eta prozesadoreen hurrengo belaunaldian erabiliak izango direlakoan. Ikerketa-proiektu honetan sei erakunde akademikok (CEA-Frantzia, ETH Zürich-Suitza, IMEC-Belgika, Hamburgoko Unibertsitatea-Alemania, Martin Luther Unibertsitatea Halle-Alemania eta nanoGUNE) eta hiru enpresak (ANTAIOS-Frantzia, QZabre-Suitza eta NANOSC-Suedia) parte hartzen dute. Europako Batzordeak SPEAR proiektua trebakuntza sare berritzaile (ITN, ingelesezko sigletatik) gisa finantzatzeko aukeratu du. Bestalde, Intel Korporazioak finantzaturiko ikerketa-proiektu berri bat jarri dugu abian, van der Waals heteroegituren spintronika ikertzeko asmoz.



**Félix Casanova**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburu Kidea

**Luis E. Hueso**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua



Mikroskopia Elektronikoko Laborategiak lankidetzan dihardu Euskal Herriko nahiz mundu osoko ikerketa-erakundeekin eta industriarekin.

Ikerketa talde honen jarduera nagusia beste ikertzaileekin eta industriarekin lan egitea bada ere, lantaldeak berezko bi ikerketa-lerro jorratzen ditu: (i) metalak eta aleazioak, eta (ii) fase likidoko transmisiozko mikroskopia elektronikoa (LP-TEM, ingelesezko sigletatik).

Lehendabiziko ikerketa-lerroa metalen eta aleazioen egitura-ren, solidotze-prozesuen eta plastikotasun-mekanismoen azterketan datza. Lerro hau Mondragon Unibertsitateko (MU) Ingeniaritza Sailarekin elkarlanean garatzen ari gara plastikotasunari eta mekanizazioari dagokionez, eta Euskal Herriko Unibertsitatearekin (UPV/EHU) solidotze-prozesuei eta hiru dimentsioko (3D) inprimaketari dagokionez.

Bigarren ikerketa-lerroa LP-TEM teknologia mikroskopiko berria garatzearekin eta erabiltzearekin dago loturik. Kasu honetan, metodo honetan oinarrituriko tresna ekoizten duen enpresarekin lankidetzan ari gara, gure helburua izanik teknologia hau sendoa, fidagarria eta kuantitatiboa egitea. Metodo honen aplikazioen artean nanoeskalako kinetika kimiko likidoa eta biomedikuntza ditugu, besteak beste.

Beste ikertzaile batzuei eta industria-lankideei eskaintzen diegun zerbitzuari dagokionez, asko dira baliatzen ditugun metodoak. Adibidez, morfologia, konposizioa eta azalen mikroegitura karakteriza daitezke ekorketazko elektroioi/i mikroskopioen bidezko zenbait teknika baliatuz, hala nola irudigintza, energia sakabanaketako X izpien (EDX, ingelesezko sigletatik) azterketa eta atzera sakabanaturiko elektroioi difrakzioa (EPSPD, ingelesezko sigletatik). Bestalde, egitura atomikoaren eta konposizio kimikoaren berezitasunak azter daitezke transmisiozko mikroskopio elektronikoaren (TEM, ingelesezko sigletatik) bidezko zenbait metodo baliatuz, hala nola ohiko TEMa, bereizmen handiko TEMa (HR-TEM, ingelesezko sigletatik), ekorketazko TEMa (STEM, ingelesezko sigletatik), elektroioi difrakzioa —sorta konbergentearen bidezko elektroioi difrakzioa (CBED, ingelesezko sigletatik) barne—, EDX, eta elektroioen energia-galeraren espektroskopia (EELS, ingelesezko sigletatik). Materialen propietate magnetikoak nanometro gutxi batzuen eskalan eskura

ditzakegu, elektroioi holografia, Lorentz-en mikroskopia eta faseen irudigintza diferentziala erabiliz. Laginen 3D egitura eskala ezberdinetan azter daiteke, (S)TEM tomografiaren edo FIB Slice&View prozeduraren bidez. Badugu ere bai EELS metodo bat nanomaterialetako plasmoi eta fonioen karakterizazioa egitea ahalbidetzen duena.



**Andrey Chuvilin**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

Teoria ikerketa taldean materiaren nanoeskalako simulazio teorikoak egiten ditugu. Simulazio hauek egiteko, materia osatzen duten elektroien eta nukleoen jokabidea arautzen duen Fisika Kuantikoaren oinarritzko ekuazioak erabiltzen ditugu. Horretarako, konputazio astuna egiten dugu konputazio-zentroetan, errendimendu handiko konputagailuekin.

Azken bi urteotan, gure metodoen eraginkortasuna eta eska-lagarritasuna hobetzen aritu gara eskala handiko Bikaintasun Zentro Europarretan (MaX eta CECAM). Halaber, espazioaren esplorazioan erradioioak sor dezakeen kaltearen iragarpenerako simulazioak egiten ari gara ikerketa proiektu europar batean; bereziki, erradioioak espazio-ontzien materialetan (eguzki-zeluletan batez ere) eta giza-ehunetan sor dezakeen kalteari begiratzen diogu. Gure ikerketa garrantzitsua da ere bai minbizirako erradioterapia-teknika berrien arloan.

Nazioarteko Merck kimika-konpainiarekin batera, molekula berriak ikertu ditugu fotovoltaika organikorako, hau da, eraikin adimendunetako eguzki-zelula malguak eta merkeak diseinatzeko. Molekula horiek zeluletan nola antolatzen diren ikusita, antolamendu horrek zelulen eraginkortasunean duen eragina aztertu dugu.

Oinarritzko ikerketari dagokionez, nanoeskalan oreka-tik kanpo dauden sistemak aztertzen ditugu. Oraintsu, Nanobioteknologia taldean egiten ari diren proteina-luzaketak ulertzen saiatu gara, oreka gabeko termodinamikaren ikuspegitik. Halaber, energia handiko ioi-proiektilek solidoak zeharkatzean sortzen dituzten egoera geldikorak aztertzen ari gara.

Azkenik, sortu berri dugun Egitura Elektronikoen CECAM liburutegia lorpen handitzat jotzen dugu, nanoGUNEren lidergoaren emaitza baita. Materia kondentsatuaren, fisika kimikoaren eta materialen zientziaren alorrean metodo eta programa aurreratuenak garatzen ari garen fisikari konputazionalak elkartu gara gure kodigoak berritzeko. Kodigo horiek etorkizuneko konputagailuetan erabili ahal izango ditugu, non milioi bat prozesadorek paraleloan jardungo duten. Orain arte programak nor bere aldetik eraberritu ditugularik, berrikuntza eta garapen potentziala oztopatu ditugu. Horrexegatik, halako komunitateak bat egitea lorpen handia izan da.



**Emilio Artacho**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

Nanomaterialen taldean material funtzionalak garatzen ditugu hainbat ikuspegitatik. Batez ere, polimero-inorganiko material hibridoak sintetizatzen eta ikertzen ditugu, material horiek elikagai-bilgarrietan, katalisian, ehungintzan eta energia-bilketan erabilgarri izan daitezkeelakoan.

Azken bi urteotan arlo hauek aztertu ditugu, besteak beste: Litio-sulfuro (Li-S) bateriak, elektronika malgua, mikrobioen aurkako estaldurak eta katalisi biomimetikoa.

Li-S baterien alorrean, estaldura-erreaktore bat eraiki dugu geruzen deposizio atomikoa nanopartikuletan gauzatzeko. Erreaktore hori baliatuz, baterien elektrodoetan erabili ohi diren hautsak alda ditzakegu. Une honetan, Cidetec zentro teknologikoarekin elkarlanean ari gara Li-S baterien katodoak hobetzeko.

Elektronika malguari eta mikrobioen aurkako estaldurei dagokionez, polimeroen infiltrazioa egiten ari gara material inorganikoekin polimeroen funtzionalitatea areagotzeko asmoz. *Marie Skłodowska-Curie* trebakuntza sare berritzaile (ITN, ingelesezko sigletatik) batean, polimero eroaleak eta mikrobioen aurkako polimeroak egiten ari gara gerora elektronika malguan edo bilgarri adimendunetan baliatu ahal izateko.

Azkenik, katalisi biomimetikoaren arloan material hibridoak sortzen ari gara, proteinetatik eta inorganikoetatik abiatuz. Aztertzen ari garen proteinak entzimak (katalizatzaile biologikoak) dira. Behin hibridatu eta egonkortuz gero, entzima horiek katalizatzaile solido gisa jardun dezakete jarduera katalizatzaile eta egonkortasun kimiko handiz.

2019-20 aldian, Nanomaterialen taldeburua, Mato Knez, Kroaziako Rijeka Unibertsitateko ohorezko irakaslea bilakatu da.



**Mato Knez**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

Nanoirudigintzako ikerketa taldean zenbait atomoz eta molekularaz osaturiko objektuen jokaera kuantikoaren azterketa egiten dugu. Objektu horien propietate optiko, magnetiko eta elektronikoak aztertzen ditugu, prozesu kuantikoen oinarriak ulertzeko eta jokabide kuantikoaren berri eman dezaketen ereduak garatzeko asmoz. Gure ikerketaren helburu nagusia fenomeno kuantikoez baliatzea da material berriak diseinatu ahal izateko.

Azken bi urteotan supereroankortasuna ikertu dugu, bai eta atomoz atomo antolaturiko grafenoazko nanoegiturak ere. Material kuantikoen oinarriko propietateak eskala atomikoan sorturiko fenomenologia elektroniko konplexuan oinarritzen dira. Adibidez, gauza jakina da magnetismoak supereroankortasuna suntsitzen duela; atomo magnetiko bakar batek, aldiz, supereroankortasunaren propietateak lokalki aldatzen ditu, besterik ez, materiala luzera laburreko eskalan perturbatuz. Izan ere, atomoak elkarrengandik hurbil daudelarik magnetikoki elkarri eragiten diotenean, supereroankortasuna desitxura daiteke eta parekatze-eskema ez-konbentzionalak sor daitezke. Mekanismo horiek detektatzeak eta identifikatzeak oinarriko arauak ekarriko dituzte material kuantiko artifizialak sortu ahal izateko. Gure ikerketak, arlo honetan, existitzen diren materialetan azaltzen ez diren egoera supereroale berriak sortzea du xede; horretarako, atomo eta molekula magnetikoak supereroale baten gainean ezartzen ditugu eta, horrela, eskala atomikoan aurren disenaturiko egiturak sortzen ditugu. Atomoak banan banan manipulatu ditugu, tunel-mikroskopioaz (STM, ingelesezko sigletatik) baliaturik, eskala atomikoko eredu-sistemak sortzeko, eta sistema horietan gauzatzen diren egoera supereroale berriak ikertzen ditugu bereizmen handiko tunel-espektroskopiaren bidez.

Atomoz atomo antolaturiko grafenoazko nanoegiturei dago kienez, sinetsita gaude spin-ek informazio-teknologiaren irismena areagotuko dutela. Izan ere, informazio-teknologiak, gaur egun, elektroien kargaren garraioan oinarrituak daude; baina etorkizunean osagai azkarragoak eta eraginkorragoak izango ditugu eskura, besteak beste konputazio kuantikoaren bigarren iraultzaren osagaiak, qubit-ak alegia. Horretarako behar ditugun materialek baldintza bat bete behar dute, alegia, ongi definituriko spin lokalizazioa eta koherentzia gidagarritasun elektrikoarekin uztartzeko ahalmena izan behar dute, bai eta arkitektura mesoskopikoetan integratzeko gaitasuna.

Grafenoak propietate hauek biltzen ditu. Grafenoa izatez material diamagnetikoa izan arren, itxura geometriko jakin batzuk hartuz gero spin lokalizatuak gorde ditzake. Bereizmen atomikoko grafeno geruzak fabrikatzen ari gara azal baten gainean, alde aurretik definituriko aitzindari organikoaren erreakzioak abiaraziz, eta grafeno geruza horien propietate magnetikoak aztertzen ditugu tenperatura baxuko tunel-mikroskopio baliatuta.

Azken bi urteotan, frogatu dugu grafeno geruzen sigi-sagi kokapenetan magnetismoa dagoela eta triangulenoaren —triangulenoa grafeno geruza triangularrari deritzo— oinarriko egoeraren tripletea aurkitu dugu.



**Jose Ignacio Pascual**  
Ikerbasque Ikerketa Taldeburua

Nanoingeniaritzako taldeak soluzio fotoniko berriak garatzen ditu —metodoak, gailuak eta tresneria— osasunarekin, elikadurarekin eta ingurumenarekin loturiko erronkei aurre egiteko.

Gure ikerketa-lerroetako batean espektroskopiarako tresneria garatzen ari gara. Raman espektroskopia eta Fourier-en transformatuaren bidezko espektroskopia infragorria (FTIR, ingelesezko sigletatik) biltzen dituen plataforma berria garatu dugu, non bi metodoak baliatzen ditugun,aldi berean eta interferentziarik gabe, lagin berbera aztertzeko. Diseinu optikoan bi osagai ditugu: (i) optika asferikodun FTIR osagaia, erabateko islapen ahulduan (ATR, ingelesezko sigletatik) oinarritua, eta (ii) ardatzez kanpoko Raman osagaia, sekzionamendu optikoa ahalbidetzen duena. Helburua da informazio osagarria eskuratzea, ikaskuntza automatikoaren bidez baldintza biokimikoen iragarpen eta sailkapen sendoa egin ahal izateko.

Bigarren ikerketa-lerro batean, Alzheimer gaixotasunaren detekzioari heltzen diogu, ikaskuntza automatikoaren bidezko multiespektropiaz baliaturik. Alzheimer gaixotasunaren diagnostikoa berandu heldu ohi zaigu sintoma larriekin. Gaixotasuna garaiz detektatzeko, Raman, azalak areagotutako Raman sakabanaketa (SERS, ingelesezko sigletatik), FTIR eta fluoreszentzia-espektroskopia biltzen ditugu. Fluido zefalorrakideotik ateratako giza laginak aztertzen ditugu eta eskura dugun informazio espektroskopiko osagarria ikaskuntza automatikoarekin biltzen dugu. Gure helburua gaixotasuna garaiz detektatzea da, baldintza fisiologikoen ezaugarri esanguratsuei begiratuta.

Hirugarren ikerketa-lerroan, asfixia perinatalaren detekzioa ikertzen dugu, ikaskuntza automatikoz lagundutako Raman espektroskopiaren bidez. Tresna kliniko ez-inbaditzailea garatzen dugu, jaioberrien hipoxia-iskemia gertaeren monitorizazio jarraitua denbora errealean gauzatu ahal izateko. Gure helburua da berehalako erabaki medikoak hartzea ahalbidetuko duten arrisku fisiologikoak detektatzea. Teknologia honetan aplikazioaren araberako Raman zundak erabiltzen ditugu, bai eta anomalia fisiologikoen koadro sistemikoa barne hartzen duten algoritmo automatikoak ere. Teknologia hau egun indarrean dauden teknologietatik harago doa, egungo teknologietan erabakiak hartzeko parametro bakarra, pH-a, erabiltzen baita.

Laugarren ikerketa-lerroan, plasmioak erabiltzen ditugu biodekziorako. Sentikortasun handiko detekzio sistema garatzen ari gara. Sistema hau gaixotasunaren araberako berariazko biomarkatzaileei dagozkien azal-plasmoien erresonantzia hedagarrien nahiz lokalizatuen erabileran datza. Egungo detekzio mugak gainditzeko, ingeniartzaren alorreko zenbait ikergai jorratzen dihardugu, hala nola sorta gaussearraren moldaketa, nanoegitura plasmonikoak, berariazko biofuntzionalizazioa, mikrofluidika optimizatu eta aldagai anitzeko analisisa. Are gehiago, Au nanopartikulen supersare automihizatuak garatzen ditugu, SERS seinale optimizatuak lortzeko.

Elikagaien kalitate-kontrolaren arloan ere ikertzen dihardugu, ikaskuntza automatikoz lagunduriko Raman/FTIR espektroskopia erabiliz. Ildo horretatik, elikagaien kalitatea ikertzen dugu, iruzurra besteak beste, non ezti gordina, adibidez, ezti berotuarekin alderatzen dugun. Itsaskietako mikroplastikoei ere erreparatzen diegu, kontu hori gure elikadura-katearen arazo larria bilakatzen ari baita.



**Andreas Seifert**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua



# 4

---

21

## Ikerketaren emaitzak

Argitalpen nabarmenak	22
Proiektu nabarmenak	28

---

# Argitalpen nabarmenak

22

## **Spin bakarraren lokalizazio eta manipulazioa geruza irekiko grafeno-nanoegituretan**

Nature Communications **10**, 200 (2019) 23

## **Giro-tenperaturako spin Hall efektua grafeno/MoS<sub>2</sub> van der Waals heteroegituretan**

Nano Letters **19**, 1074 (2019) 23

## **Porfirina magnetiko baten spinaren helbideratze elektrikoa kobalenteke loturiko grafeno-elektrodoen bidez**

Nano Letters **19**, 3288 (2019) 24

## **Geruzen arteko Dzyaloshinskii-Moriya elkarrekintzak**

Physical Review Letters **122**, 257202 (2019) 24

## **Norabide anitzeko spin-karga konbertsio handia, giro-tenperaturan, simetria txikiko MoTe<sub>2</sub> erdimetalean**

Nano Letters **19**, 8758 (2019) 25

## **Spin-orbita egoera magnetikoaren irakurketa, nanoegitura ferromagnetiko/metal astun eskalatuetan**

Nature Electronics **3**, 309 (2020) 25

## **Galera ultra txikiko polaritioen sintonia espektral zabala van der Waals kristal tartekatatu batean**

Nature Materials **19**, 964 (2020) 26

## **Metal azal batean atomoz atomo ingeniariaturiko grafeno-geruza trianguluarren oinarritzko egoeraren tripletea**

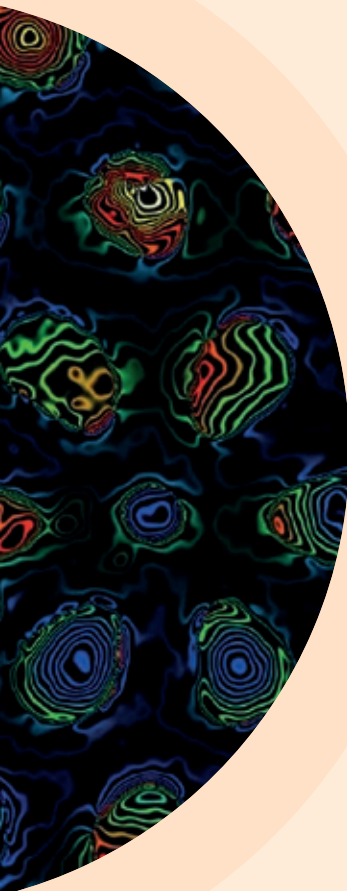
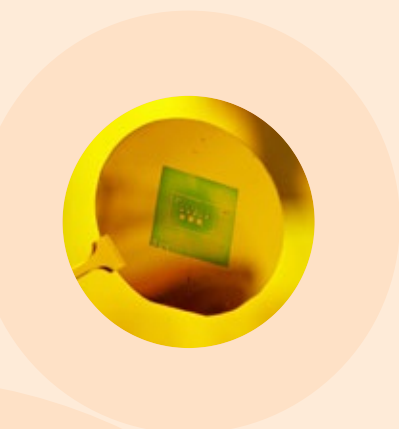
Physical Review Letters **124**, 177201 (2020) 26

## **Azal-azpiko nanoidentifikazio kimikoa, nano-FTIR espektroskopiaren bidez**

Nature Communications **11**, 3359 (2020) 27

## **Nanokonfinaturiko (bio)katalizatzaileak, glukosarekiko sentikorrek diren nanoerreaktore gisa**

Advanced Functional Materials **30**, 2002990 (2020) 27



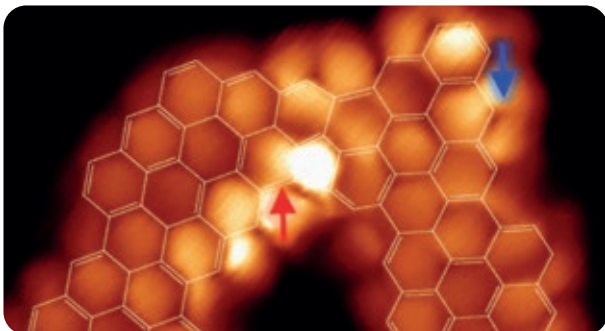


## **Spin bakarraren lokalizazio eta manipulazioa geruza irekiko grafeno-nanoegituretan**

Nature Communications **10**, 200 (2019)

**J. Li**, S. Sanz, M. Corso, D.-J. Choi, D. Peña, T. Frederiksen eta **J. I. Pascual**

Grafenoa magnetiko bihurtzea etorkizun handiko erronka da, spintronikarako material aktibo bilaka dadin. Hemen, grafeno-nanoegituretan  $\pi$ -paramagnetismo intrintsekoa dagoela erakusten dugu eta egitura horietan banakako momentu magnetikoak manipulatzeko gaitasuna dugula frogatzen dugu.

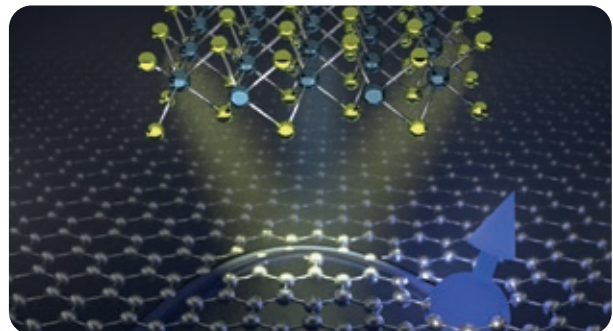


## **Giro-tenperaturako spin Hall efektua grafeno/MoS<sub>2</sub> van der Waals heteroegituretan**

Nano Letters **19**, 1074 (2019)

**C. K. Safeer**, **J. Ingla-Aynes**, **F. Herling**, J. H. Garcia, M. Vila, **N. Ontoso**, **M. R. Calvo**, S. Roche, **L. E. Hueso** eta **F. Casanova**

Lan honetan, grafenoaren spin-karga konbertsioaren (SCC, ingelesezko sigletatik) lehen behaketa experimentalaren berri ematen dugu. Helburu hau lortzeko asmoz, MoS<sub>2</sub> geruza bat grafeno Hall barra batean jarri dugu, spin-orbita akoplamentua (SOC, ingelesezko sigletatik) sorrarazteko, MoS<sub>2</sub> delakoa SOC handia duen erdieroalea baita. Grafenoan izatez ez da SOCa gauzatzen, baina baldintza hauetan planotik kanpoko spinak sortzen dira karga-korrontea ezartzen denean. Efektu hau giro-tenperaturan ere gauzatzen da eta spin seinale handiak sortzen dira. Emaitza hau oso erakargarria da spinean oinarrituriko gailu logiko berriak egiteko, adibidez, Intel-ek proposaturiko spin-orbita logika magnetoelektrikoa.

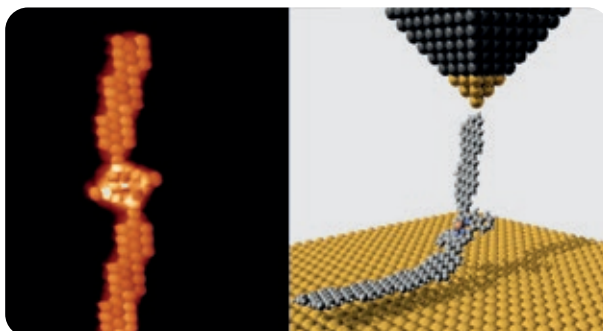


## Porfirina magnetiko baten spinaren helbideratze elektrikoa kobalentekei loturiko grafeno-elektrodoen bidez

Nano Letters **19**, 3288 (2019)

J. Li, N. Friedrich, N. Merino-Diez, D. G. de Oteyza, D. Peña, D. Jacob eta **J. I. Pascual**

Irudika dezakegun gailu elektroniko txikiena kable estu batez loturiko molekula bakarraz osatua dago, non nanometro gutxi batzuetan sarrera-portua, irteera-seinalea eta logika-funtzionaltasuna biltzen diren. Lan honetan, molekula bakarreko halako gailua egin dugu, doitasun atomikoz, eta gure gailua probatu dugu grafeno-nanoegiturak eta molekula magnetikoa erabiliz. Gure emaitzek erakusten dute halako gailua egin daitekeela.

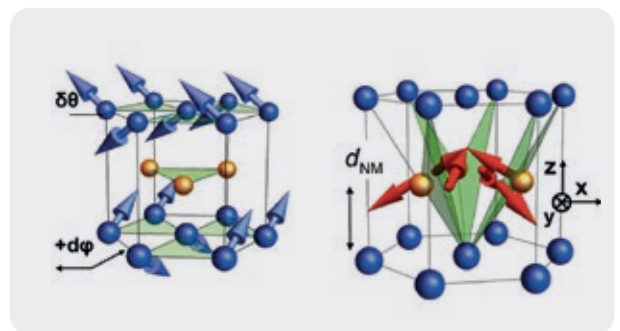


## Geruzen arteko Dzyaloshinskii-Moriya elkarrekintzak

Physical Review Letters **122**, 257202 (2019)

E. Vedmedenko, **P. Riego**, **J. A. Arregi** eta **A. Berger**

Geruza anitzeko egitura magnetikoen geruzen arteko akoplamenduaren fenomeno magnetismoaren alorreko ikergai garrantzitsuenetakoa dugu, haren jatorri mekaniko-kuantikoarengatik eta gailu magnetoelektronikoetan duen berebiziko garrantziagatik.

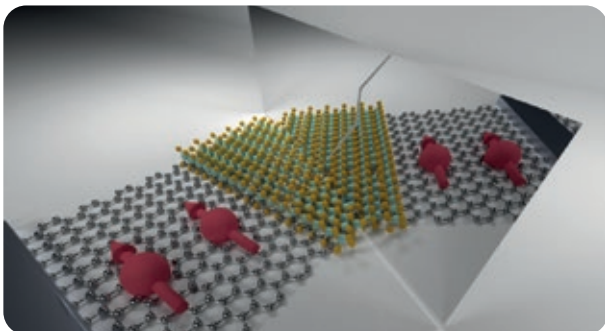


## Norabide anitzeko spin-karga konbertsio handia, giro-tenperaturan, simetria txikiko $\text{MoTe}_2$ erdimetalean

Nano Letters **19**, 8758 (2019)

**C. K. Safeer, N. Ontoso, J. Ingla-Aynes, F. Herling, V. T. Pham, A. Kurzman, K. Ensslin, A. Chuvilin, I. Robredo, M. G. Vergniory, F. de Juan, L. E. Hueso, M. R. Calvo** eta **F. Casanova**

Spin-karga konbertsioa (SCC, ingelesezko sigletatik) zabal aztertu da spin-orbita akoplamendu handiko metal astunetan. Material hauen kristal simetria handiari esker SCC simetria gauzatzen da, non spin-polarizazioa, karga-korrontearen norabidea eta spin-korrontearen norabidea elkarren ortogonalak diren. Lan honetan, kristal-simetria txikiko  $\text{MoTe}_2$  semimetalaren SCCa aztertu dugu eta SCC ez-ohikoa aurkitu dugu, ispilu-simetria apurtuen ondorioz gauzatzen dena. Osagai bitxi horiek erabil daitezke spin-korronteen injekzio elektrikorako eta detekziorako, spin-korronte horiek spin-polarizazio anitzak izango baitituzte gailuen diseinu malguagoak ahalbidetuz.

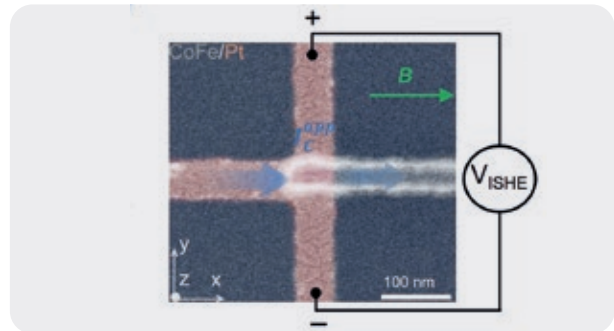


## Spin-orbita egoera magnetikoaren irakurketa, nanoegitura ferromagnetiko/metal astun eskalatueta

Nature Electronics **3**, 309 (2020)

**V. Pham, I. Groen, S. Manipatruni, W. Choi, D. Nikonov, E. Sagasta, C. Lin, T. Gosavi, A. Marty, L. E. Hueso, I. Young** eta **F. Casanova**

MESO teknologiak logika eta memoria zirkuitu berean biltzen ditu eta, horregatik, bit magnetikoetan bildutako informazioa irakurri eta idatzi behar da. Zirkuitua ibil dadin, bi funtzio horiek tentsio berean jardun behar dute. Lan honetan, irakurketa-eragiketari dagokion irteera-tentsioa 10 000ko faktore batez areagotu ahal izan dugu.



## **Galera ultra txikiko polaritoen sintonia espektral zabala van der Waals kristal tartekatu batean**

**Nature Materials** **19**, 964 (2020)

J. Taboada-Gutierrez, G. Alvarez-Perez, J. Duan, W. Ma, K. Crowley, I. Prieto, **A. Bylinkin**, **M. Autore**, H. Volkova, K. Kimura, T. Kimura, M. Berger, S. Li, Q. Bao, X. Gao, I. Errea, A. Nikitin, **R. Hillenbrand**, J. Martin-Sanchez eta P. Alonso-Gonzalez

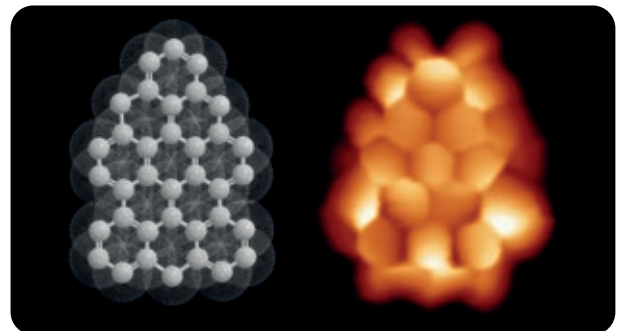
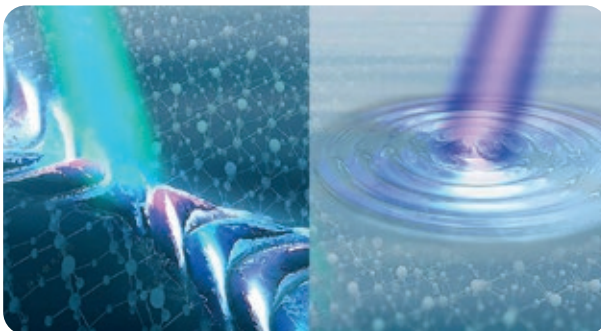
Lan honetan, metodo eraginkorra aurkitu dugu nanoeskalan mugaturiko argiaren maiztasuna fonoi-polaritoen bidez kontrolatzeko.

## **Metal azal batean atomoz atomo ingeniariaturiko grafeno-geruza triangeluarren oinarritzko egoeraren tripletea**

**Physical Review Letters** **124**, 177201 (2020)

**J. Li**, S. Sanz, J. Castro-Esteban, M. Vilas-Varela, **N. Friedrich**, T. Frederiksen, D. Peña eta **J. I. Pascual**

Grafenoa material diamagnetikoa da, hau da, ezin da magnetiko bilakatu. Hala ere, grafenoaren zati triangeluarra magnetikoa dela iragartzen dugu. Itxurazko kontraesan hori grafeno-geruzen egituraren geometria «magikoen» ondorioa da, halako geometrietan elektroien spina norabide jakin batean errazago gauzatzen baita. Triangulenoa momentu magnetiko garbia duen grafeno-geruza triangeluarra da; beraz, nanoeskalako imana da. Egoera magnetiko berri honek aukera teknologiko handiak irekitzen ditu karbono hutsez osaturiko imanen erabileran.



## Azal-azpiko nanoidentifikazio kimikoa, nano-FTIR espektroskopiaren bidez

Nature Communications **11**, 3359 (2020)

L. Mester, A. A. Govyadinov, S. Chen, M. Goikoetxea, eta R. Hillenbrand

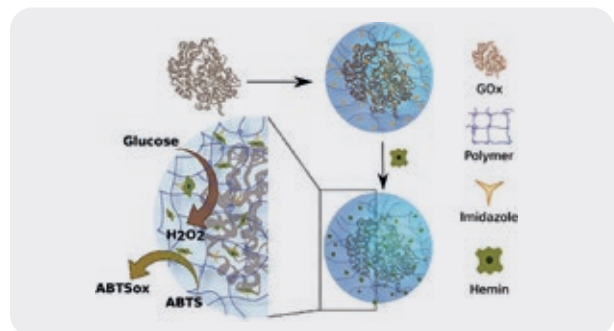
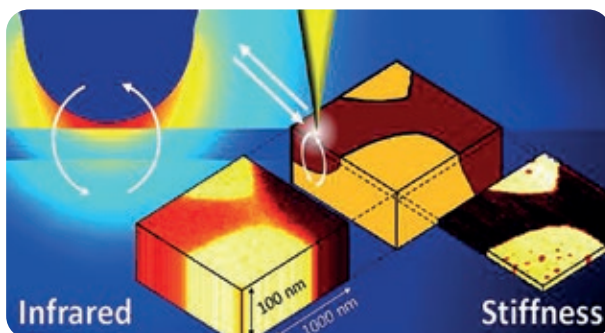
Lan honetan frogatzen dugu nanoeskalako irudigintza infragorria —azalarekiko sentikorra den teknika ezaguna— azaletik 100 nm beheragoko materialen nanoidentifikazio kimikorako erabil daitekeela. Gure emaitzek, gainera, erakusten dute azaleko geruza meheen ezaugarri infragorriak ez datozela bat material bereko azal-azpiko geruzen ezaugarriekin, eta hori hala izatea erabil daiteke bi kasuak ezberdintzeko. Gure aurkikuntza hau ikusita, ondorioztatzen dugu teknika hau oso aurrerapauso handia dela nanoeskanan hiru dimentsioko kimiometria kuantitatiboa egiteko asmotan.

## Nanokonfinaturiko (bio)katalizatzaileak, glukosarekiko sentikorrak diren nanoerreaktore gisa

Advanced Functional Materials **30**, 2002990 (2020)

A. Rodriguez-Abetxuko, P. Muñumer, M. Okuda, J. Calvo, M. Knez eta A. Beloqui

Lan honetan, bi funtzioko nanorreaktore hibridoaren diseinua, sintesia eta karakterizazioa egiten ditugu, poto bakarreko erreakzio kimioentzimatikoko konkurrenteak gauzatzeko. Katalizatzaileen, hau da, hemina-molekularen eta glukosa-oxidasa entzimaren espazio-antolaketa erreakzio kimioentzimatikoko oso sentikorretarako optimizatu dago, non entzima den katalizatzen den lehena. Azkenik, nanoerreaktore berriak konposatu aromatiko organikoaren degradazio eraginkor batean erabiltzen ditugu, erregai gisa glukosa soilik erabiliz.



# Proiektu nabarmenak

---

**Graphene Flagship** 29

Graphene Core 2

Graphene Core 3

---

**FET Open** 30

Femtoterabyte

Peter

Spring

---

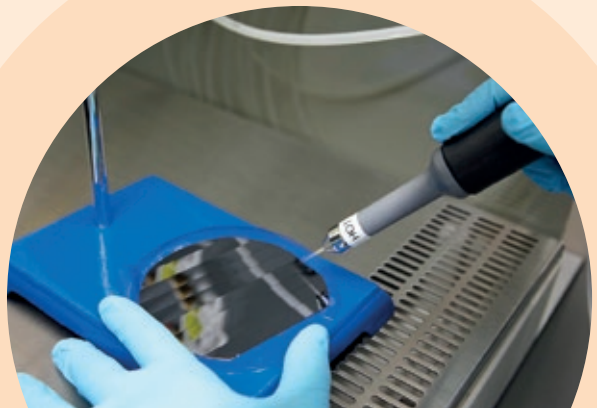
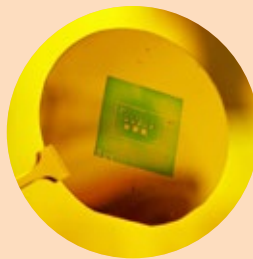
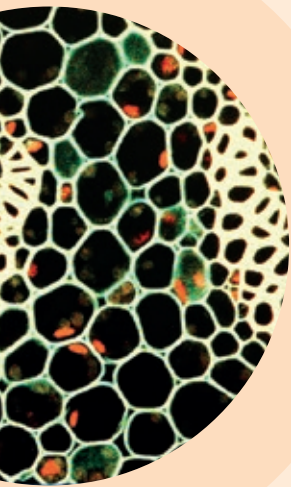
**Innovative Training Networks (ITNs)** 32

SPM2.0

QuESTech

Hycoat

Spear



# Graphene Flagship

## Graphene Core 2

HASIERA - BUKAERA ..... **01/04/2018 - 31/03/2020**  
BAZKIDEAK ..... **130 akademiko eta enpresa**  
FINANTZIAZIOA GUZTIRA..... **88 000 000 €**  
nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **220 800 €**

Europar Batasunak finantzatzen dituen Graphene Flagship ekimeneko zatien hirugarrena da proiektu hau. Sustapen fasean (2013-2016) eta Core I proiektuan (2016-2018) lortu-tako emaitzetan oinarritzen da.

Flagship ekimenaren bilakaerak Bazkidetza Hitzarmenean jasotako egitasmoari jarraitzen diolarik, Core 2 proiektua urrats berri bat da teknologia eta fabrikazioko prestakuntza maila handiagotzeko asmoz. Flagship-a balio-kateen kontzeptuan oinarritzen da, eta haietako bat materialek, osagaiak eta sistemek osatzen duten ardatzaren arabera da: sustapen-faseak baliabide garrantzitsuak ezarri zituen materialak ekoizteko teknologiaren garapenean, Core 1 proiektuak osagaiei eman zien garrantzia eta Core 2 proiektuan osagaiak sistema handietan integratzera jo du.

Bilakaera horri jarraituz, Core 2 proiektuan merkatuak eragindako sei proiektu garatu dira.

## Graphene Core 3

HASIERA - BUKAERA ..... **01/04/2020 - 31/03/2023**  
BAZKIDEAK ..... **150 akademiko eta enpresa**  
FINANTZIAZIOA GUZTIRA..... **150 000 000 €**  
nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **221 875 €**

Graphene Flagship ekimenean ikerketa, berrikuntza eta lankidetzat ditugu ardatz. Europar Batasunak finantzaturiko Graphene Core 3 proiektuaren helburua Europaren egitekoa areagotzea da abian dagoen iraultza teknologikoan, 2023 urterako grafenoaren berrikuntza laborategitik merkatura eramanez. Graphene Flagship ekimenaren Core 3 proiektuan 23 herrialdetako 150 bazkide akademiko eta industrial ditugu, grafenoa eta grafenoa bezalako beste materialak aztertzen ari direnak. Graphene Flagship ekimenean hainbat diziplina biltzen ditugu, bazkideen arteko lankidetzat sustatzen dugu eta industriak grafenoaren inguruko teknologiak bereganatzea dugu helburu.

Graphene Flagship ekimenaren hirugarren Core-aren ezaugarria teknologia-prestakuntzaren maila altuagotarako trantsizioa da, betiere oinarritzko ikerketarekin dugun konpromisoari eutsiz. Bigarren Corearen aldean, fase honetan merkatuak eragindako lantzamutur proiektu gehiago ditugu, aurrekontu osoaren %30a, hain zuzen ere. Oinarritzko ikerketa eta ikerketa aplikatua 15 eginkizunetan banatuak daude, eta badaude ere bai honako lau eginkizun hauek: berrikuntza, industrializazioa, zabalkundea eta kudeaketa.

# FET Open

## Femtoterabyte

HASIERA - BUKAERA . . . . . **01/03/2017 - 29/02/2020**  
 BAZKIDEAK . . . . . **8 akademiko eta 2 enpresa**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA . . . . . **3 712 833 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA . . . . . **316 616 €**

Proiektuaren helburua hauxe da: argiaren momentu angeluar orbitalen eta spin momentu angeluarren agerpena eta manipulazioa zertan oinarritzen diren ulertzea, momentu-transferentzia ez-termiko batek eragindako konmutazio-prozesu ultraazkar bat lortzeko eta praktikoki nola egin daitekeen frogatzeko; are gehiago, prozesu horren egokitasuna aztertzen dugu, etorkizuneko gailu industrialetan ezarri ahal izateko. Biltegitratze magnetiko ultradentso eta ultraazkarerako paradigma kontzeptualki berria garatzen ari gara; gaur egungo teknologia bi magnitude-ordenatan gaudituko dugu biltegitratze-dentsitateari dagokionez (terabit/hazbete<sup>2</sup>-tik dozenaka terabyte/hazbete<sup>2</sup>-ra) eta lau magnitude-ordenatan eragiketa-abiadurari dagokionez (irakurtzeko/idazteko GHz-etatik THz-etara). Hori plataforma erabat optiko batean lortuko da, zeinak aukera emango baitu energia txikiko magnetizazio-konmutazio determinista, ez-termiko eta ultraazkarra nanometro gutxi batzuetan gerta dadin, eta litekeena da luzera-eskala molekular batera jaistea. Paradigma berri horretan irudikatutako memoria-unitatearen osagai nagusia antena spinoptiko nanoplasmonikoa da, pultsukako argi polarizatua nanoeskalan kontzentratzen duena eta argiaren momentu angeluarra (orbitala edota spina) nanoeskalako arkitektura magnetiko batera transferitzeko aukera ematen duena, spin-orbita ez-termikoaren bidez. Hala, fs-pultsuko argiak, antena plasmoniko optiko spin-selektiboarekin eta eremu elektromagnetiko lokalaren handitzearekin lagunduta, aukera ematen du nanoeskalako egitura magnetiko molekularren egoera magnetikoa zehazki kontrolatzeko.

## Peter

HASIERA - BUKAERA . . . . . **01/01/2018 - 31/12/2020**  
 BAZKIDEAK . . . . . **3 akademiko eta 1 enpresa**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA . . . . . **2 898 684 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA . . . . . **613 353 €**

Hemen, plasmoin bidez areagotutako terahertzetako Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoa eta ekorketazko mikroskopia erabiliz, Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoko Plataforma (EPS, ingelesezko sigletatik) ezarri nahi dugu, espezie eta material organiko eta inorganiko paramagnetikoen sentikortasun handiko azterketa lokala egiteko. Plataforma hori honetan oinarritzen da: THz-etako antena plasmonikoak azaletan (espektroskopia) eta zundetan (mikroskopia) sartzea. Horren ondorioz, eremu magnetikoa lokalki asko handituko da (bi magnitude-ordena gutxi gorabehera). Thz-en eremura zabaltzeak aukera ematen du egitura plasmonikoak eraginkortasunez erabiltzeko. Horren ondorioz, ikaragarri handitzen da EPRaren sentikortasuna (lau magnitude-ordena gutxi gorabehera) eta bereizmen espazialak difrakzio-muga gaitzen du; hala, zunda-mikroskopioen erregimena sartzen da eremu horretan. Horrek aukera ematen du laginaren azalera mapatzeko eta haren propietateak lokalizatzeko, orain arte lortu ez den bereizmenarekin, 1 mikrometrotik beherako bereizmenarekin hain zuzen ere. EPRaren errendimendua hainbeste hobetzeak bide berriak zabalduko ditu detekzio magnetikoko teknologietan, aukera emango baitu, adibidez, material ugariaren zentro funtzionalak *in situ* aztertzeko eta, oro har, norabide berria ezarriko du EPRA industrian erabiltzeko garapenean. EPRak hainbat arlo zientifikotan ditu aplikazioak, hala nola kimikan, biologian, medikuntzan, materialen zientzian eta fisikan. Hortaz, metodo berri hau erabiltzeak eragin handia izan lezake interes-talde zientifiko, teknologiko eta sozialetan, ikerketa eta industriarekin loturiko komunitate askotan.



## Spring

HASIERA - BUKAERA ..... **01/10/2019 - 30/09/2023**  
BAZKIDEAK ..... **5 akademiko eta 1 enpresa**  
FINANTZIAZIOA GUZTIRA..... **3 486 536 €**  
nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **667 561 €**

Oraintsu arte, grafenoaren propietateen zerrenda izugarrian magnetismoa falta izan da; baina gaur egun grafenoaren jokabide magnetiko ez-konbentzionalaz ongi jabetuak gaude eta, horrexegatik, grafenoa etorkizun handiko hautagaia dugu spintronikako aplikazioetarako. Proiektu honen helburu nagusia grafenoz osaturiko plataforma bat garatzea da, non spina erabil daitezkeen informazioa garraiatu, metatu eta prozesatzeko. Zenbait diziplinatako ikertzaileen arteko lankidetzan, lehendabizi geruza irekiko grafenozko nanoegiturak fabrikatzen ditugu, atomoz atomo, eta, ondoren, nanoegitura horietako elektroien karga manipulatzeko dugu, bai eta elektroien nahiz nukleoaren spin egoerak ere. Helburua da gailu espintronikoen oinarritzko osagaiak grafenoz egin ahal izango diren probatzea.

Etorkizuneko informazio-teknologietan material kuantikoak erabiliko ditugu informazioaren tratamendu eraginkorra gauzatzeko. Proiektu honetan, neurri egindako grafenozko nanoegiturak erabiltzen ditugu, nanoeskalako gailu spintroniko kuantikoen belaunaldi berri baten oinarritzko osagai aktibo gisa. Grafenozko egiturek  $\pi$ -paramagnetismo intrintsekoa gara dezakete, berez, frustrazio topologikoetatik. Magnetismo ez-konbentzional hori mugikorra da, irismen handikoa eta elektrikoki gidatzailea. Epe luzera, gure helburua grafenozko plataforma garatzea da, non spinak erabil daitezkeen informazioa garraiatu, metatu eta prozesatzeko. Teknologia berri honek elektroien higikortasun handia eta spin gidatzaileak bilduko ditu neurri egokitzeko moduko plataforma erdieroale batean, eta horrek eragin handia izango du zientzian, teknologian eta, oro har, gizartean.

Gure helburua lortze aldera, diziplinarteko proiektu honetan fisika, kimika eta ingeniariak biltzen ditugu, (i) grafenozko nanoegiturak atomoz atomo fabrikatzeko, (ii) nanoegitura horietako elektroien eta nukleoaren spin egoeren berri emateko eta (iii) haien potentziala probatzeko gailu spintroniko kuantikoen oinarritzko osagai gisa. Geruza irekiko grafenozko nanoegiturak azal batean atomoz atomo sintetizatzen diren estrategiak baliatzen ditugu, erradikal izaera dutenak, hala nola egoera magnetiko frustratuak, spin-polarizaturiko bandak, spin kateak eta gune jakinetan kokaturiko spin nuklearrak.  $\pi$ -magnetizazioaren sorrera frogatuko dugu, geruza irekiko spin egituren denbora eta energia eskalak agerian jarriko ditugu, ekorketazko zunda-espektroskopiekin eta elektroien spinaren bidezko erresonantzia-espektroskopiekin baliaturik, eta egitura horien funtzionalitate kuantikoaren eredu auresankorrak garatuko ditugu. Geruza irekiko grafenozko plataformek spinean oinarrituriko gailu logikoen paradigma berria izatera heltzeko ahalmena duten probatzeko, (i) plataforma horiek etsenpluzko gailuetan txertatuko ditugu eta (ii) spinak elektrikoki gidatu eta manipulatuko ditugu.

# Innovative Training Networks (ITNs)

## SPM2.0

HASIERA - BUKAERA ..... **01/01/2017 - 31/12/2020**  
 BAZKIDEAK ..... **7 akademiko eta 3 enpresa**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA ..... **3 593 489 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **495 746 €**

Mikroskopia Aurreratuaren teknikak nanoteknologian oinarrituriko produktuen ikerketaren eta ekoizpenaren zutabe ditugu. Gaur egun teknika horiek duten erronkarik handiena irudi tomografiko azkar eta ez-suntsikorrek egitea dugu, konposaketa kimikoaren sentikortasunarekin eta 20 nm-tik beherako bereizmen espazialarekin, material organiko nahiz ez-organikoetan eta ingurumen baldintza guztietan. Ekorketazko Zunda Mikroskopiaok, gaur egun, erronka hori ebazteko garrantzi handikoak bilakatzen ari dira. Ekorketazko Zunda Mikroskopiaok oinarrituko langak gainditu dituztelarik, egun sistema berritzaileak ditugu, hiru dimentsioko (3D) nanoeskalako egiturak sentikortasun kimikoarekin irudikatzen gaitasuna dutenak. Sare honen helburua ikertzaile belaunaldi berri bat teknika horietan trebatzea dugu. Ikertzaile gazteek diziplina anitzeko puntako trebakuntza zientifiko sendoa baliatu ahal izango dute, oinarrituko zientziatik hasita aplikazio industrialetaraino, eta horrek aukera emango die eragin handieneko ezagutza zientifiko berria sortzeko. Horrez gain, ikertzaile gazteek trebakuntza praktikoa ere jasotzen dute zeharkako gaitasunak lantzeko, sektore pribatu zein publikoetan dituzten lan-aukeren ikuspegia zabaltzeko eta erantzunkizuneko lanpostuetarako gaitasuna lortzeko. Europa Ekorketazko Zunda Mikroskopiako teknologietan lidergoan jarri nahi dugu.

## QuESTech

HASIERA - BUKAERA ..... **01/01/2018 - 31/12/2021**  
 BAZKIDEAK ..... **7 akademiko eta 2 enpresa**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA ..... **3 884 019 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **445 698 €**

Elektronika kuantikoa erronka handiko diziplina anitzeko esparru berritzailea dugu, etorkizuneko ikertzaileak ibilbide industrial nahiz akademiko baterako treba daitezten. Etorkizun handiko eremu honetan proiektu honen bidez aditu sare bat sortzen ari gara Elektronika Kuantikoaren arlo esperimentalean, aplikatua nahiz teorikoan, ikertzaile gazteei lehen mailako trebakuntza eskaintzeko.

Gure ikerketa-programaren helburu zientifiko eta teknologiko nagusia hau da: gailu elektroniko kuantikoak eraikitzea, ikertzea eta sailkatzea. Proiektu honetan 15 doktoretza-ikasle trebatuko dira spintronikan, ohiko elektronikan, puntu kuantikoetan eta termodinamika kuantikoan. Ikertzaileen ikerketa-proiektuetan honako garapen teknologiko hauek kontuan hartuko ditugu: nanomaterialen hazkuntza, nanoegituraketa, eremu hurbileko mikroskopia, muturreko baldintzen mendeko garraioaren neurketa eta kalkulu teorikoak. Proiektu honen emaitza batzuek interes komertziala sortu dute dagoeneko, garabidean dagoen elektronika kuantikoaren industrian.

Sareko ikertzaile gazte guztiek urtero bi hilabete emango dituzte gutxienez sektore pribatuko bazkideen egoitzetan. Bestalde, Nanozientzia eta Nanoteknologiako Europako Eskolaren (European School On Nanosciences and Nanotechnologies, ESONN) hiru saio antolatuko ditugu nanoelektronika kuantikoari buruz; bertan, trebakuntza teorikoa eta praktikoa bilduko dira. 2021 urterako ikertzaile gazteen belaunaldi berri bat izan nahi genuke, CMOS-ez haragoko nanoelektronikan adituak izango direnak.

## Hycoat

HASIERA - BUKAERA ..... **01/01/2018 - 31/12/2021**  
 BAZKIDEAK ..... **10 akademiko**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA..... **3 898 798 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **430 946 €**

Proiektu honetan lehen aldiz biltzen ditugu, ITN sare batean, kimika, fisika, materialen zientzia eta ingeniari-tza, geruza molekularren deposizioaren (MLD, ingelesezko sigletatik) teknikaren bidez estaldura hibridoaren sintesia eta aplikazioak garatzeko helburuarekin. MLD teknika, erreakzio bitar automugatzailak baliatzen dituena, geruza ultrameheak jalkitzeko teknika bikaina dugu, abantaila paregabeak eskaintzen baititu geruza hibrido uniforme eta konformatuak hazteko eta geruzen lodiera eta konposaketa kimikoa eskala molekularrean zehaztasunez eta malgutasunez kontrolatzeko. Europa osoko zenbait nanozientzia laborategi aitzindariak dira arlo honetan. Sare honen bidez plataforma europarra sortzen ari gara belaunaldi berri bat teknika honetan trebatzeko. Sare honek Europako zazpi herrialdetako (Belgika, Finlandia, Alemania, Irlanda, Herbehereak, Norvegia eta Espainia) bazkideak biltzen ditu. Proiektu honetan garapen garrantzitsuak aurreikusten ditugu arlo hauetan: paketatzea, biomedikuntza, elektronikak eta bateriak. Funtsezkoa da MLD teknikaren bidezko estaldura hibridoak ezagutzea eta diseinatzea aplikazio-esparru zabal batean erabili ahal izateko. Goi-mailako teknologiarako industria europarrarekiko elkarrekintza bermatua dago, 10 industriaren, 2 unibertsitate-ospitaleren eta instalazio sinkrotroniko baten parte-hartze aktiboaren bidez.

Trebakuntza bideratzen ari da ikerketa-proiektuen, ikastaroen eta kongresuen bidez. Europako ezagutza-aliantza honek erakunde publiko eta pribatuen arteko lankidetzak estua du. Lankidetzak horren bidez, Europak gaur egun MLD teknikan duen lidergoak baliatzen ari gara, teknika honek ekar litezkeen berrikuntzetan ere lidergoa izan dezagun eta berrikuntza horiek eragin sozio-ekonomikoa izan dezaten.

## Spear

HASIERA - BUKAERA ..... **01/03/2021 - 28/02/2025**  
 BAZKIDEAK ..... **6 akademiko eta 3 enpresa**  
 FINANTZIAZIOA GUZTIRA..... **3 975 822 €**  
 nanoGUNERAKO EKARPENA ..... **806 270 €**

Spin-orbitronikaren arloak aukera ezin hobea eskaintzen die ikertzaile gazteei industrian nahiz akademian karrera egin dezaten. SPEAR proiektuaren baitan, 7 unibertsitate, 3 ikerketa-zentro eta 7 enpresa txiki/ertainez osaturiko diziplinarteko sare europarra osatu dugu, etorkizun handiko spin-orbitronikaren arloan ikertzaile gazteak trebatzeko asmoz.

Gure ikerketa-programaren helburu orokorra hau da: spin-orbita akoplamendu handia duten materialak ikertzea, material horietan azal daitezkeen fenomeno berriak aztertzea eta fenomeno horietan oinarriturik gailu berriak eraikitzea memoriaren hurrengo belaunaldirako eta CMOS-ez haragoko teknologiarako. SPEAR proiektuaren baitan, 15 ikertzaile gazte trebatuko ditugu fisikaren arlo hauetan: spin-orbita momentuak, spin-karga aldaketa, bi dimentsioko (2D) material magnetikoak, spin-Hall nanooszilatzailak, anisotropia magnetikoaren tentsioaren bidezko kontrola eta skirmioiak. Ikertzaile gazteek abangoardiako teknologiak erabiliko eta garatuko dituzte. SPEAR proiektuan lortuko ditugun emaitzak MRAM industria sortu berrian interes handikoak izan litezkeena sinetsita gaude.

SPEAR proiektura geureganatuko ditugun ikertzaile gazte guztiak hiru hilabeteko egonaldia izango dute industrian. Bestalde, spin-orbitronikari buruzko saioez gain zenbait saio berezi antolatzen ditugu ikertzaileek bestelako abileziak eskura ditzaten. SPEAR proiektuaren helburu nagusia ikertzaile-belaunaldi berri bat trebatzea dugu, ikertzaile horiek izango baitira CMOS-ez haragoko etorkizuneko nanoelektronika bideratuko dutenak.



# 5

## Enpresekiko lotura

Teknologia-transferentzia	36
Kontratupeko ikerketa	38
Patente-zorroa	40
Startup enpresak	52
<i>Global Graphene Call</i>	61
Trebakuntza	62
Ikertzaileak industriara	63
Kanpo-zerbitzuak	64
Novaspider	65

Teknologia-transferenziaren prozesu eraginkor baten bidez, teknologia berritzaile eta iraultzaileak egungo produktu eta prozesu industrialetan integra daitezke. Hala, nanoGUNEren nazioarteko izaeraz baliaturik, puntako ikerketa eta abangoardiako azpiegitura jartzen ditugu euskal enpresen eskura. Izan ere, horixe da jorratzen ari garen bidea, (i) tokiko nahiz nazioarteko ikerketa-proiektuen, akademiaren eta industriaren arteko lotura sustatzeko erreminten eta berrikuntzarako zentron bidez, eta (ii) gure ikerketa jarduera Zientzia, Teknologia eta Berrikuntza Euskal Egitasmoarekin (PCTI, gaztelaniazko sigletatik) lerratzuz. Ildo horretatik, 2019an sortutako Ikerketa eta Teknologia Euskal Aliantzak (BRTA, ingelesezko sigletatik) ahalbidetuko du, zalantzarik gabe, enpresen eskura soluzio zabal eta eragingorrrak jartzea, teknologiaren prestakuntza maila (TRL, ingelesezko sigletatik) erabatekoa eskainiz.

Gure ekonomia astintzen ari den pandemia indarrean da-goelarik bizi dugun ziurgabetasun-egoeran, oso garrantzitsua da ikerketa-gidalerro malguak garatzea. Azken bi urteotan zehar teknologia-transferentzia egitasmoa diseinatu dugu, 2021-2025 aldian gure ikerketaren ustiapen eraginkorra gauzatzeko asmoz. Gure teknologia-transferentzia egitasmoa honako hiru zutabe hauetan oinarritzen da: (i) industriarekiko

harreman zuzena, ikerketa-kontratuen bidez, (ii) gure teknologiaren lizentzia-kontratuak eta (iii) oinarri teknologikoa duten enpresa berrien sorrera gure zentroaren berariazko ahalmenak ustiatzeko. Bestalde, teknologia-transferenziaren mekanismo eraginkorra sustatuko duen ekosistema oinarritua dago, besteak beste, kluster eta plataforma teknologikoetan, prestakuntza handiko ikertzaileak industriara eramateko politikan, berrikuntzaren kudeaketarako sistema sendo batean, bai eta komunikazio-estrategia irmo batean ere.

Gero eta gehiago izan dira, azken bi urteotan, gure ikerketa-zerbitzuak jaso dituzten enpresak, bertokoak nahiz nazioartekoak, nanoteknologia dagoeneko gure eguneroko bizitzaren zati bilakatzen ari baita. Izan ere, eragin sozial handia duten teknologien paper-zorro estrategikoa dugu. Eskaintzen ditugun eragin sozial handiko teknologien artean Alzheimerren detekzio goiztiarra dugu, bai eta ozeanoetako mikroplastikoen detekzioa nahiz janari-bilgarri eta ehundura jasagarriak ere. Hori guztia, azken finean, merkatuak bultzaturiko ikerketa dugu. Izatez, ikerketa horrek ahalbidetuko digu Zientzia, Teknologia eta Berrikuntzaren Euskal Sarea (ZTBES) nazioartekotzea eta, aldi berean, garapen berritzaileak Euskal Herrira ekartzea.

## Kontaktua

**Ainara García**

TechTransfer Manager

+34 943 57 40 13

[a.garciagallastegui@nanogune.eu](mailto:a.garciagallastegui@nanogune.eu)



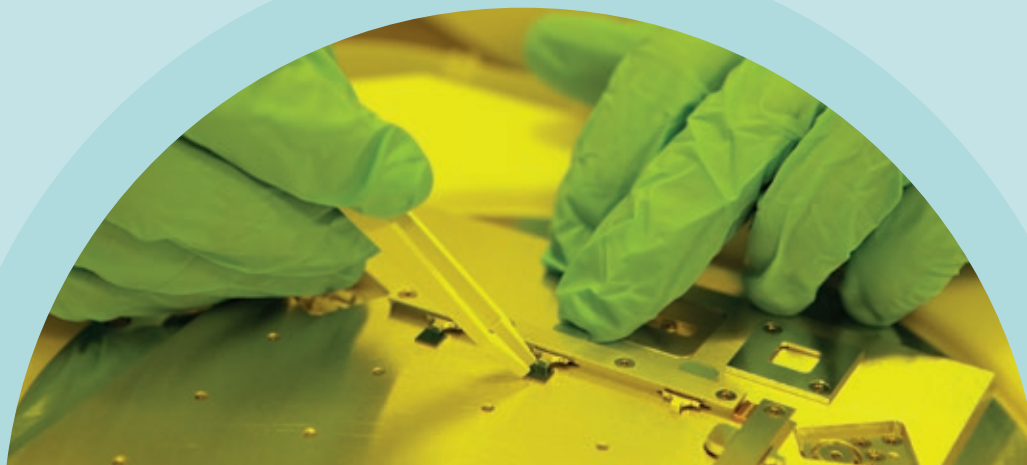
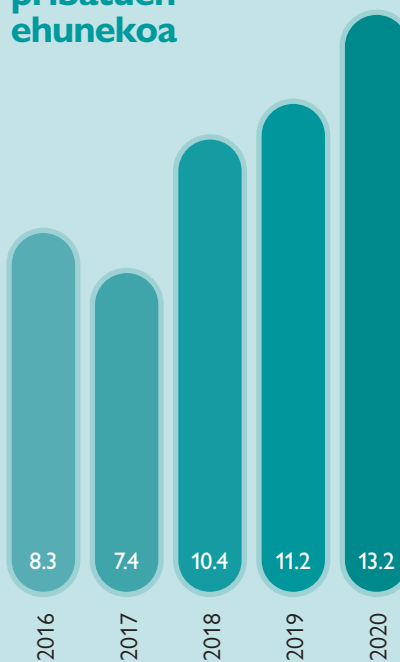


Azken urteotan, nabarmen areagotu da kontratupeko ikerketa: gero eta bezero gehiago ditugu, eta fakturazio pribatua I+Gko diru-sarrera guztien % 10 baino handiagoa izatera iritsi da. Bestalde, azken urtean gure bezero kopurua bikoiztu da, eta fakturazio pribatuak igotzen jarraitzen du.

## Kontratu-kopurua



## Diru-sarrera pribatuen ehunekoa





# Kontratupeko ikerketa 2020

## NAZIOARTEKO ERAKUNDEAK



## ESPAINIAKO ERAKUNDEAK



## EUSKAL ERAKUNDEAK



## ZTBESaren ZENTROAK\*



\* Zientzia, Teknologia eta Berrikuntzaren Euskal Sarea

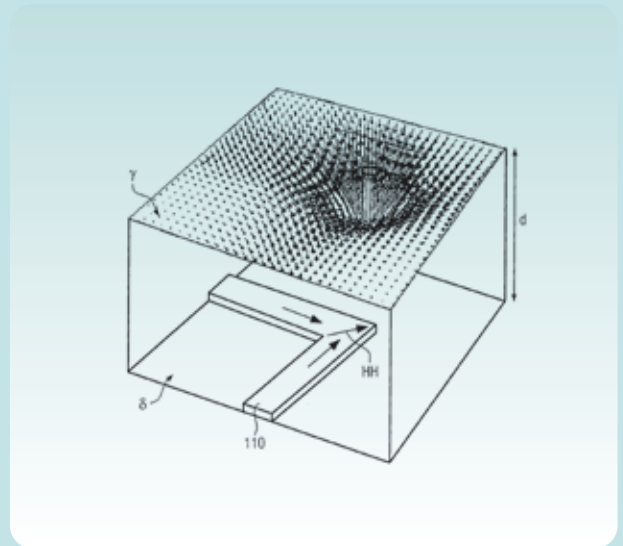
## Osasuna

### Hodietako partikula magnetikoen manipulazioa, domeinu-hormen herdapenerako

P. Vavassori, R. Bertacco, M. Cantoni, M. Donolato, M. Gobbi, S. Brivio eta D. Petti

Eskaera-data: 12/02/2009

Onartua: Japonia (17/05/2013), AEB (04/11/2014), Europa (24/06/2015)



### Partikula magnetikoen multzokatze-dinamiken neurketan oinarrituriko biosentsorea

M. Donolato, P. Vavassori eta M. Fought-Hansen

Eskaera-data: 28/06/2013

Onartua: Europa (15/03/2017), AEB (10/10/2017), Australia (02/08/2018)

#### ERABILERA

- Goi-mailako diagnostikorako saiakuntza immuno-magnetikoa erabiliz, Blusensek mikroteknologia eta nanoteknologia aurreratua biltzen ditu, aurrekaririk gabeko teknologia bat garatzeko eta mundu osoko infekzio-gaixotasunen aurka borrokatzeko, besteak beste, COVID-19.

- ▶ Danimarkako Unibertsitate Teknikoarekin (DTU) batera
- ▶ Blusense Diagnostics ApS enpresak du lizentzia



BLUSENSE  
DIAGNOSTICS



## Plano selektiboen argiztapeneko Raman mikroskopiaren eta zurgapen infragorriko espektroskopiaren konbinazioa

G. P. Singh eta A. Seifert

Eskaera-data: 12/05/2020

### ERABILERA

- Alzheimer gaitzaren hasierako faseko antzematea

### DESKRIBAPENA

- Beta-amiloide proteinaren tolesketaren detekzioa kontzentrazio baxuetan
- Multi-espektroskopia eramangarriari oinarriturik
- Gure espezialistek diseinaturiko ikaskuntza-algoritmoak
- Giza odolaren eta fluido zefalorrakideoaren analisisa



## Hipoxiaren zehaztapenerako metodoa eta gailua

A. Seifert, A. Valero, I. Olaetxea, I. Jaunarena, A. Izeta eta H. Lafuente

Eskaera-data: 18/08/2020

### ERABILERA

- Jaio ondoko asfixiaren monitorizazio fotonikoa
- Hipoxia, iskemia, sepsia, nekea eta azidosiaren monitorizazioa
- Kirol-industria

### DESKRIBAPENA

- Multi-espektroskopia eramangarriari oinarriturik
- Gure espezialistek diseinaturiko ikaskuntza-algoritmoak
- Denbora errealeko eta modu jarraituko sistema eramangarri eta fidagarria
- Monitorizazio ez-inbaditzailea edo inbasio-maila oso apalekoa

► Biodonostiarekin batera

**biodonostia**  
health research institute



### 2020KO MUGARRIAK

- BBK Venture Phylanthropy programaren lehen fasean hautatua
- Nanomedikuntzako Europako Plataforma Teknologikoaren (ETPN, ingelesezko sigletatik) aurkezpen onena
- ETPNren Osasun Teknologia Transferitzeko Kontseilu Aholku-emailerako hautatutako teknologia



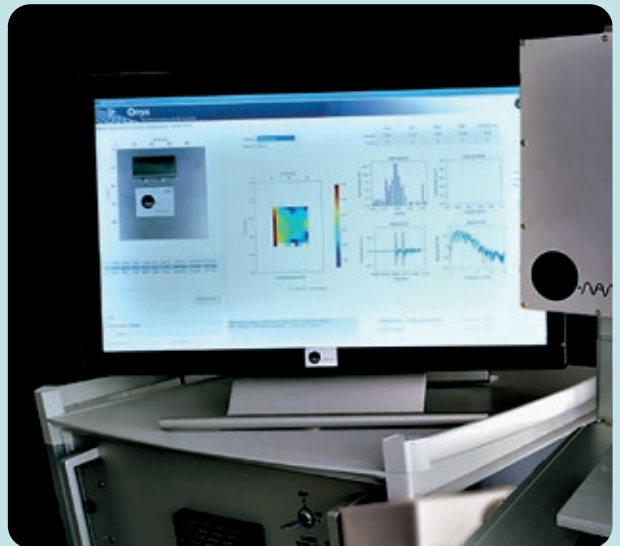
# Elektronika

## Geruza meheen kalitate ikuskapena

L. E. Hueso, E. Azanza, M. Chudzik, A. Lopez,  
A. Zurutuza eta D. Etayo

Eskaera-data: 23/12/2014  
Onartua: AEB (23/04/2019)

- ▶ das-Nano S.L. enpresarekin batera
- ▶ das-Nano S.L. enpresak du lizentzia



# Materialak

## Endozelulasak eta haien erabilera

R. Perez-Jimenez

Eskaera-data: 15/01/2016

- ▶ Evolgene S.L. enpresak du lizentzia

**Evolgene**



## Geruza atomikoen jalkitze-ganbera

M. Knez, M. Beltran, D. Talavera eta M. Vila

Eskaera-data: 22/09/2016

Onartua: España (03/03/2020)

- ▶ Ctech-nano S.L. enpresarekin batera
- ▶ Ctech-nano S.L. enpresak du lizentzia

**ctechnañö**  
coating technologies



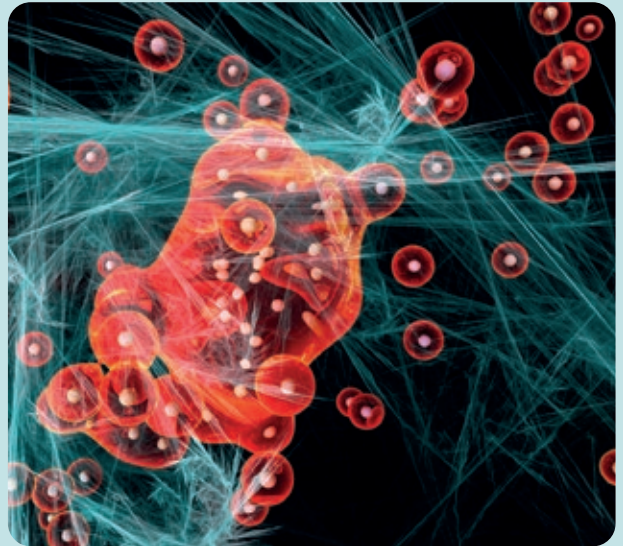
## Materialak

### Antzinako zelulasak eta haien erabilera

R. Perez-Jimenez, N. Barruetabena eta M. A. Eceiza

Eskaera-data: 19/12/2017

- ▶ UPV/EHUrekin batera
- ▶ Evolgene S.L. enpresak du lizentzia



### Material organiko eta ez-organiko hibridoak ekoizteko metodoa

I. Azpitarte eta M. Knez

Eskaera-data: 24/07/2018



## Altzairua korrosiotik babesteko bi geruza meheren metaketa

C. Agustin, F. Brusciotti, M. Brizuela, M. Knez eta J. Willadean-Dumont

Eskaera-data: 11/10/2018

► Tecnalía-rekin batera

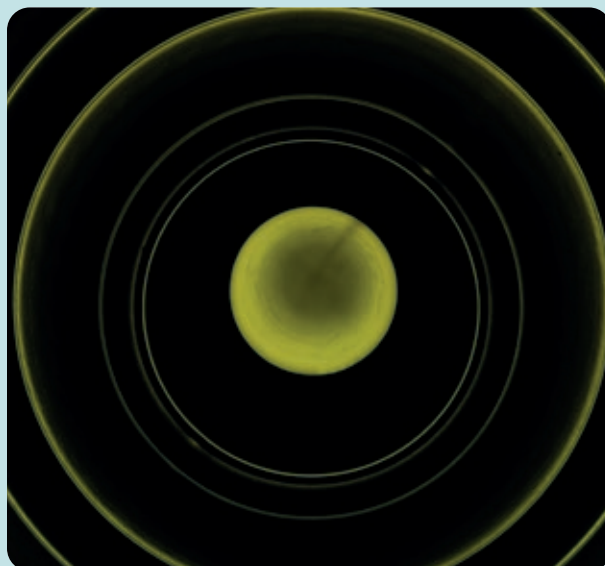


## Zeharkako efektu magneto-optikoaren seinalea ateratzeko metodoa

E. Oblak, A. Berger, P. Riego, A. Garcia-Manso, A. Martinez-deGuerenu, F. Arizti eta A. Irizar

Eskaera-data: 30/04/2019

► Ceit-ekin batera



## Materialak

### Zuntz konposatuak ekoizteko sistema

J. Latasa, W. Nuansing eta A. M. Bittner

Eskaera-data: 27/08/2019

#### 2020KO MUGARRIAK

- ETPNren Osasun Teknologia Transferitzeko Kontseilu Aholku-emailerako hautatutako teknologia
- UPV/EHUK Mainer Rekondori emandako Gazte Ekintzaitza Programaren beka
- 2020an 5 makina saldu dira nazioartean



### Zelulosa kristalinoa ekoizteko metodoa

R. Perez-Jimenez, B. Alonso-Lerma eta A. Eceiza

Eskaera-data: 28/02/2020

- ▶ UPV/EHUrekin batera
- ▶ Evolgene S.L. enpresak du lizentzia





## Zelulosa eroalez osaturiko material konposatuak eta haien erabilera

R. Perez-Jimenez, B. Alonso-Lerma eta A. Eceiza

Eskaera-data: 28/02/2020

- ▶ UPV/EHUrekin batera
- ▶ Evolgene S.L. enpresak du lizentzia



## Geruzez osaturiko substratua eta haren erabilera

J. Plou, L. Liz-Marzan, I. Garcia-Martin eta M. Charconnet

Eskaera-data: 21/12/2020

- ▶ biomaGUNErekin eta CIBER-BBNrekin batera



# Optika

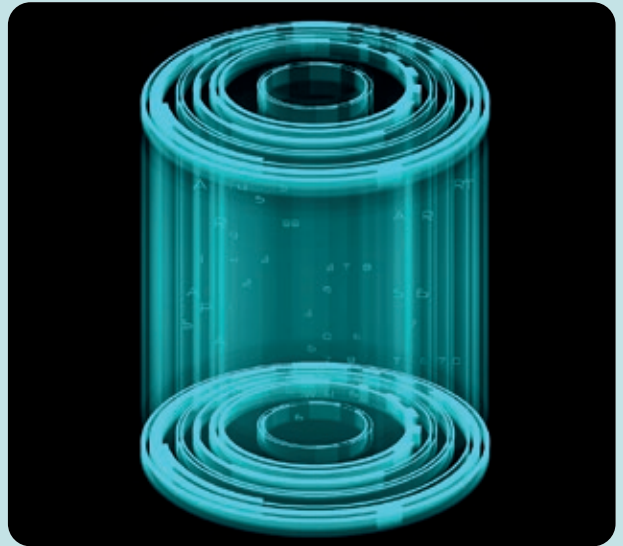
## Holografia optiko sintetikoa

R. Hillenbrand, P. Scott-Carney eta M. Schnell

Eskaera-data: 25/09/2012

Onartua: AEB (15/12/2015)

- ▶ Illinois-eko Unibertsitatearekin batera
- ▶ Neaspec GmbH enpresak du lizentzia

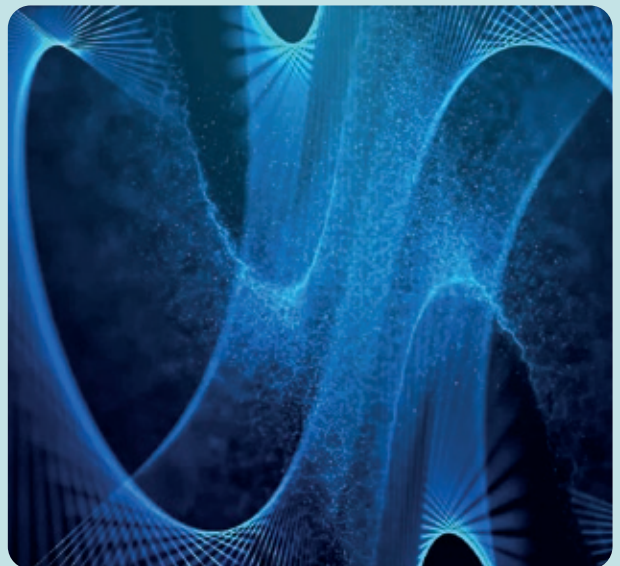


## Gailu optikoak eta autentifikazio metodoak

M. Knez eta E. Azanza

Eskaera-data: 27/06/2013

- ▶ das-Nano S.L. enpresarekin batera
- ▶ das-Nano S.L. enpresak du lizentzia



## Muga-geruza eta muga-geruza hori daukan gorputz eramaile bat ekoizteko metodoa

K. Gregorczyk, M. Knez, F. Vollkommer, J. Bauer eta K. Dieter-Bauer

Eskaera-data: 24/07/2014

- Osram GmbH enpresarekin batera
- Osram GmbH enpresak du lizentzia

**OSRAM**



## Espektoak eskuratzeko balio duen eremu hurbileko mikroskopia optikoa

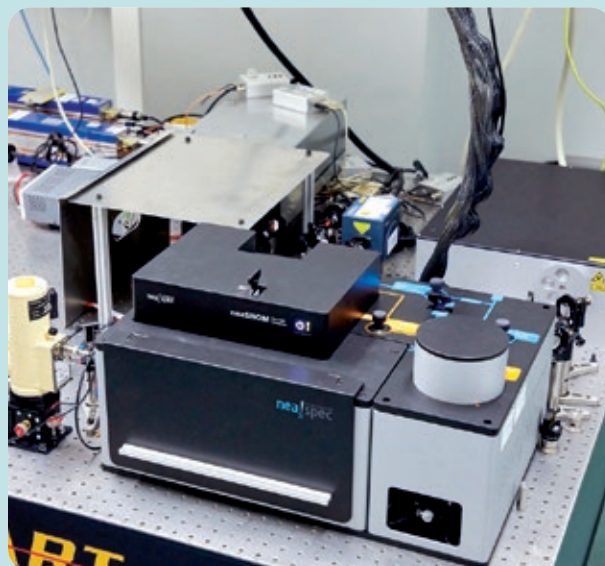
R. Hillenbrand, E. Yoxall eta M. Schnell

Eskaera-data: 13/03/2015

Onartua: AEB (21/05/2019)

- Neaspec GmbH enpresak du lizentzia

nea!spec  attocube  
WETTINGER Group



# Optika

## THz edota IR edota MW erradiazioekin diharduen gailua

R. Hillenbrand, M. Autore, K.-J. Tielrooij eta F. Koppens

Eskaera-data: 22/12/2017

Onartua: Europa (09/12/2020)

► ICFOrekin batera

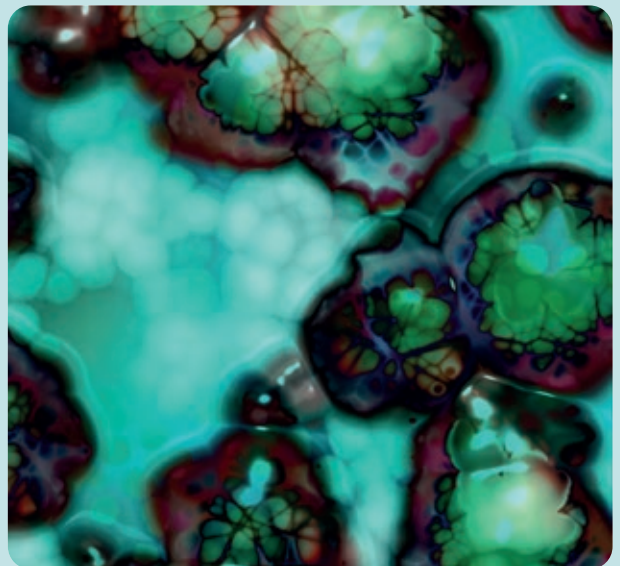


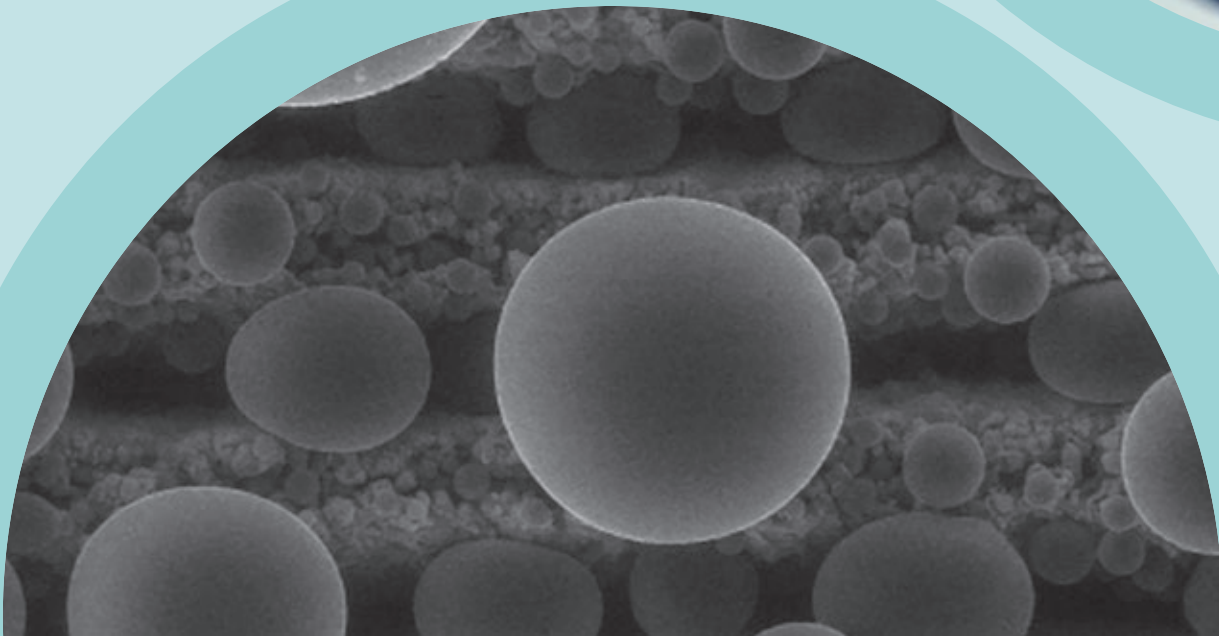
## Histopatologia digital guztietarako balio duen irudigintza-teknologia hibrido optiko infragorria

M. Schnell, P. Scott-Carney eta R. Bhargava

Eskaera-data: 03/01/2019

► Illinois-eko Unibertsitatearekin batera





## Graphenea

Kalitate handiko grafenoaren ekoizlea

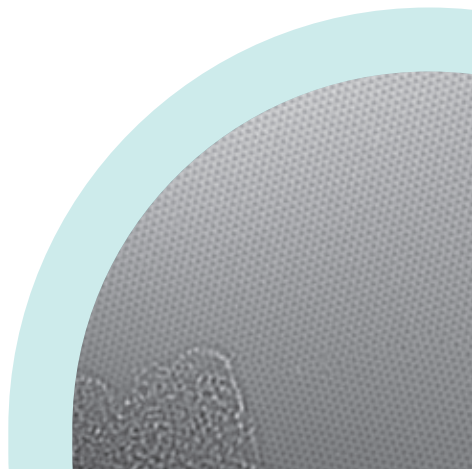
[graphenea.com](http://graphenea.com)



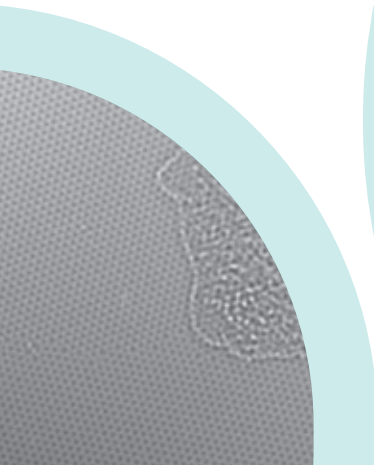
Graphenea, nanoGUNEren lehen startup enpresa, 2010eko apirilean jarri zen abian zenbait inbertitzai- le pribaturen eta nanoGUNEren artean. Graphenea orain mundu mailako enpresa aitzindaria da kalitate handiko grafenoaren ekoizpenean. 2013an Repsolek eta Garapen Teknologiko Industrialerako Zentro Espainiarrak (CDTI, gaztelaniazko sigletatik) hitzarmen bat sinatu zuten Graphenean milioi bat euro inbertitzeko. Enpresaren sorrera-hitzarmenari jarraituz, 2015eko apirilean nanoGUNEk bere bidea egiten utzi zion Grapheneari, eta 2017ko irailean laborategi berriak ireki zituen Gipuzkoako Zientzia eta Teknologia Parkean. Grapheneak 2018an Grafenoazko Eremu Efektuko Transistoreak (GFET, ingelesezko sigletatik) saltzeari ekin zion, grafenoa merkatuan —sentsoreen merkatuan bereziki— sartzeko dauden mugak murrizteko.

Enpresak 30 langile zituen 2020 urtearen bukaeran eta 60 herrialdetara esportatzen zuen grafenoa. Mundu osoko unibertsitateak, ikerketa-zentroak eta industriak ditu bezero. 800etik gora bezero ditu. Halaber, Graphenea *Graphene Flagship* ekimen europarraren kide da. Ekimen horren baitan, grafenoa laborategi akademikoen esparrutik Europako gizartera zabaldu nahi dugu hamar urteko epean.

Grafenoarena ikerketa estrategikoa da eta azkar hazten ari da. Gainera, potentzial ekonomiko handia du. Grapheneak mundu mailako komunitate zientifikoarekin lankidetzan dihardu, horrela grafenoaren industriari aurrera egiten lagunduko baitio. Grapheneak berrikuntzarekiko konpromiso irmoa duelarik, etengabe inbertitzen du produktu berrien garapenean.



Graphenearen helburu industrial nagusia grafenoa ekoiztea da, lurrun-deposizio kimikoaren (CVD, ingelesezko sigletatik) bidez nahiz grafeno-oxidoa kimikoki esfoliatuz. CVD grafenoak sistema elektroniko eta optoelektronikoetarako nahiz sentsoreetarako duen potentziala garatzeaz gainera, Grapheneak unitate industrial pilotu bat du, dispersio eta hauts forman urtean tona bat grafeno-oxido ekoizteko gai dena.



# Simune Atomistics

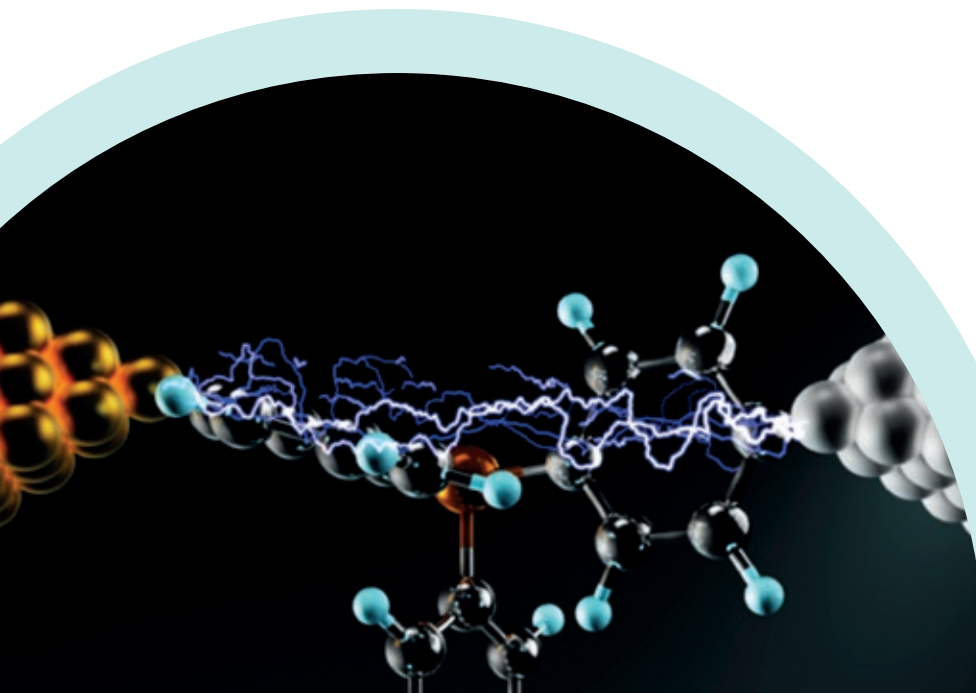
Simulazio atomikoak

[simuneatomistics.com](http://simuneatomistics.com)



**SIMUNE Atomistics 2014ko urtarrilean jarri zen abian, zientzia-adituen talde baten eta nanoGUNE-ren arteko proiektu gisa. 2014ko uztailean zenbait inbertsore pribatu akziodun bilakatu ziren. Simunek 2016an *TechConnect Innovation* berrikuntza-saria jaso zuen, garapenaren lehen fasean dauden mundu osoko berrikuntzarik aipagarrienetakotzat jo baitzuten. NanoGUNEren spinoff enpresa izanik, Simunek zenbait ikerketa-proiektu garatzen ditu nanoGUNErekin batera.**

Simunek puntako software zientifikoa eta esperientzia eskaintzen dizkie bezero akademiko nahiz industrialei. Gure aditu-batzordeko kideak zientzialari ospetsuak dira, simulazio mekaniko-kuantikoetan aitzindariak eta nazioartean ongi ezagunak. Horri esker, argitalpen zientifiko ugari ditugu, bai eta kode irekiko zenbait erreminta zientifiko. Simunek software-produktu ugari eskaintzen ditu nanoeskalako materialen propietateen simulazio mekaniko-kuantikoak egin ahal izateko. Materialen diseinurako soluzio onenak bilatzen ditugu beharrian teknologiko handiko material aurreratuen aplikazioekin lotuta. Software-a garatzeaz gain, Simunek hainbat zerbitzu eskaintzen ditu, hala nola aholkularitza, gure adituen babes nahiz trebakuntza simulazio atomistiko mekaniko-kuantikoetan, errendimendu handiko konputazio-azpiegituraz baliaturik.



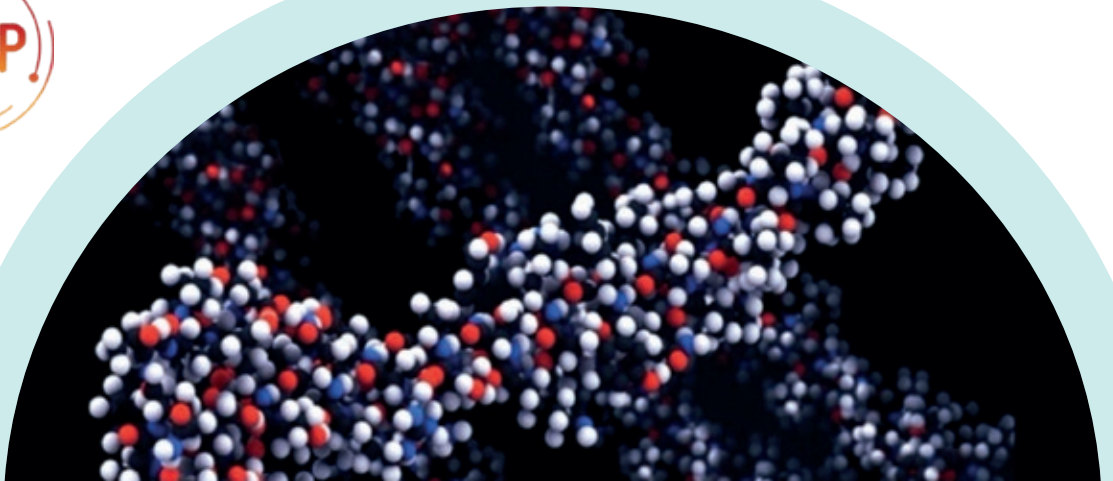


2020ko urrian, Simunek Simulazio Atomikoetarako Plataforma Aurreratua abiarazi zuen (ASAP, ingelesezko sigletatik). Gaur egun, ASAPek software zientifiko integratua osatzen du, ingurune malgua eskaintzen du materialen diseinu aurreratuak burutu ahal izateko eta, horrela, soluzioak eskaintzen ditu zenbait merkatutako aplikazio industrialetarako, hala nola, energia-metaketa, automobilgintza, elektronika, elikagaiak, bilgarri adimentsuak eta beste hainbat arlo industrial. ASAP teoria aurreratueta oinarritzen da software tresnak bezero akademiko nahiz industrialen eskura jartzeko. ASAPek diseinu-prozesu eraginkorragoak eta zehatzagoak ahalbidetzen ditu, prototipoa egin aurretik, bezeroak kostuak eta merkaturatze-denbora aurrez ditzan. ASAP moduluka diseinatua dagoelarik, problema jakinetarako egokituriko modulu-multzo malgua eskaintzen du. Bestalde, plataforma hau gauza da teoriaren maila ezberdinak erabiltzeko: deskribapen mekaniko-kuantiko osatua, ohiko zenbait industriatako abangoardiako produktuen kasuan beharrezkoa izaten dena, eta zenbait kasutan bideragarria izan daitekeen eskala handiko simulazio sinplifikatua, adibidez. ASAPek erreminta sendoak jartzen ditu sektore bioteknologikoaren eta sektore farmazeutikoaren eskura, hala nola, sendagaien diseinurako eta botiken garraioaren simulaziorako erremintak, eta ahalmena du sendagaien eta DNA edo gorputzeko jariakinen arteko elkarrekintzak aztertzeko ere bai. Plataformak, bestalde,

azelerazio-tresnak ditu material berrien diseinuaren optimizazio eta automatizaziorako; horretarako, adimen artifiziala eta erabiltzailearentzako interfaze adimentsua biltzen ditu eta, horrela, erabiltzaileak simulazio atomistiko aurreratuak oso denbora laburrean burutu ditzake.

Simune bizkor ari da hazten eta nazioarteko ospea hartzen ari da. Japoniako JSOL enpresarekin ([josl.co.jp](http://josl.co.jp)) dugun lan-kidetzaren baitan, software-soluzioak eskaintzen dizkiegu mundu osoko zenbait enpresa handiri, hala nola DuPont, Panasonic, Toyota, Honda, Daihatsu, Sumitomo eta Japoniako Zientzia eta Teknologia Industrial Aurreratuak (AIST, ingelesezko sigletatik) institutu nazionala. Indiako DHIO ingeniarietarekin ([dhioresearch.com](http://dhioresearch.com)) ere elkarlanean ari gara, sektore akademikoari nahiz sektore industrialari simulazio atomistikoaren software-a eskaintzeko asmoz.

Simune Espainiako nahiz Europako zenbait ikerketa-proiektutan parte hartzen ari da, sektore akademikoa eta industria bateratuz, hala nola TOCHA, COST, TQ, XCHEM, Bed4Best eta QMCC-EJD. Beste proiektu batzuk bukatu dira dagoeneko; adibidez, RETOS, ERANET-Nanogram eta ITN-EJD. Simunek H2020-SME programaren esparruan ere jaso du finantziazioa Europar Batasunaren aldetik eta hazten jarraituko du anbizio handiko egitasmo berriekin.



## Ctech-nano

Berrikuntza ALD soluzioen bidez

[ctechnano.com](http://ctechnano.com)

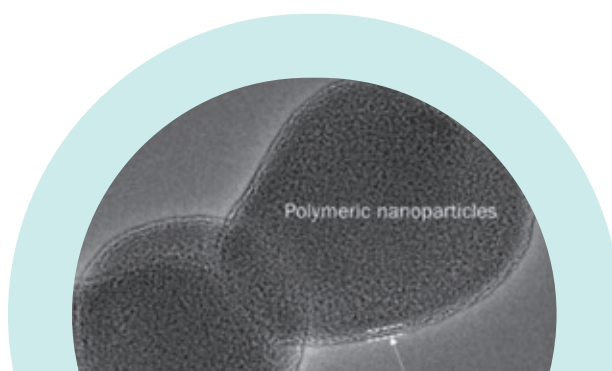
Ctech-nano 2014ko uztailean jarri zen abian, bi euskal enpresaren (AVS eta Cadinox) eta nanoGUNEren arteko proiektu gisa. Geruza Atomikoen Deposizioa (ALD, ingelesezko sigletatik) eta Lurrun Faseko Infiltrazioa (VPI, ingelesezko sigletatik) dira erabiltzen ditugun teknikak bezeroari soluzio teknologikoen eta tresna zientifikoen paper-zorroa eskaintzeko. Gure bezeroekin lankidetzan dihardugu, neurrira egindako irtenbide berritzaileak eskaintzeko asmoz.



Ctech-nano enpresaren teknologia nagusia ALD teknikan oinarritua dago. Teknika honek geruza meheak oso modu kontrolatuan jalkitzea ahalbidetzen du. Teknika honen bidez, estresik gabeko geruza itsasgarriak eta konformatuak egiten ditugu, nanoeskalan, konposizioa eta lodiera modu zehatz batean kontrolatuz.

Prozesua oso doia eta erreproduzigarria denez, ALD teknika oso errotua dago gaur eguneko mikroelektronikan eta nanoelektronikan. Ctech-nanok soluzio berritzaileak eskaintzen ditu elektrodoetan eta interkonexioetan erabiltzeko; adibidez, *k* altuko oxido-ateetan, memorietaiko kondentsadoreetan, ferroelektrikoetan, metaletan eta nitridoetan.

ALD teknikaren abantailetakoa bat material nanoporotsuak geruza uniforme batez estaltzeko ahalmenean datza. Material nanoporotsuak indar hartzen ari dira industria biomedikoan, hala nola botika-garraioan, inplanteetan eta ehun-ingeniaritzan. Arlo honetan, soluzio berritzaileak eskaintzen ditugu gailu biomedikoen, inplanteen, polimero-sareen eta unhi-gida sentsoreetako TiO<sub>2</sub> geruzen azal-tratamenduetarako.



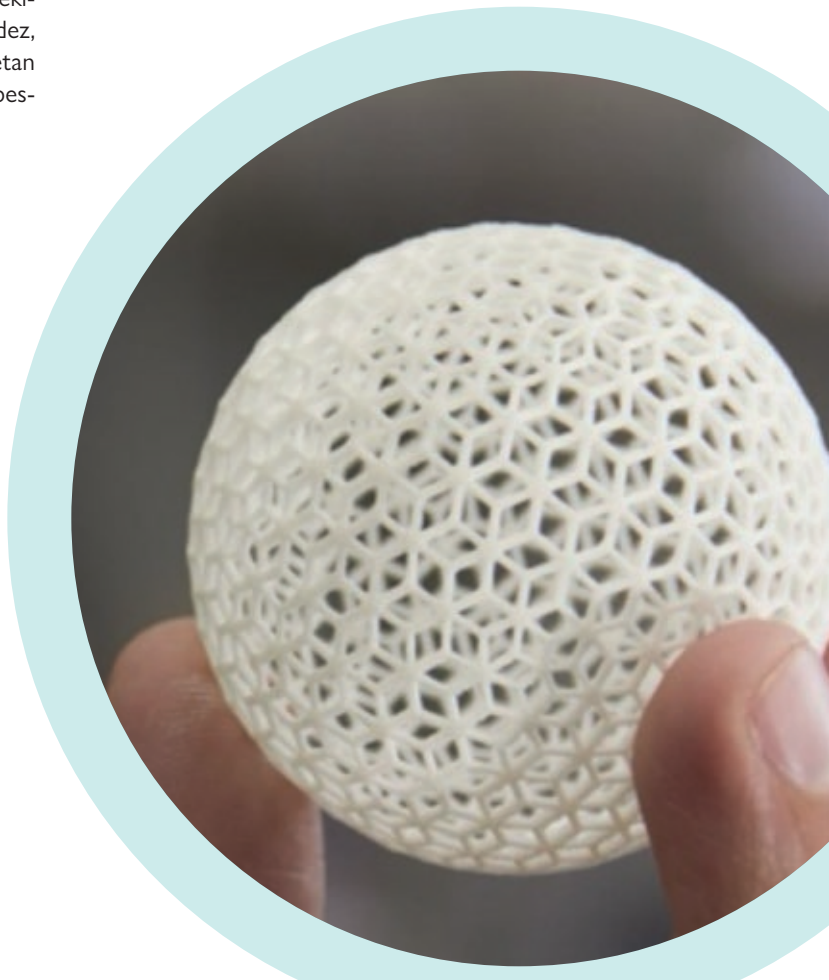
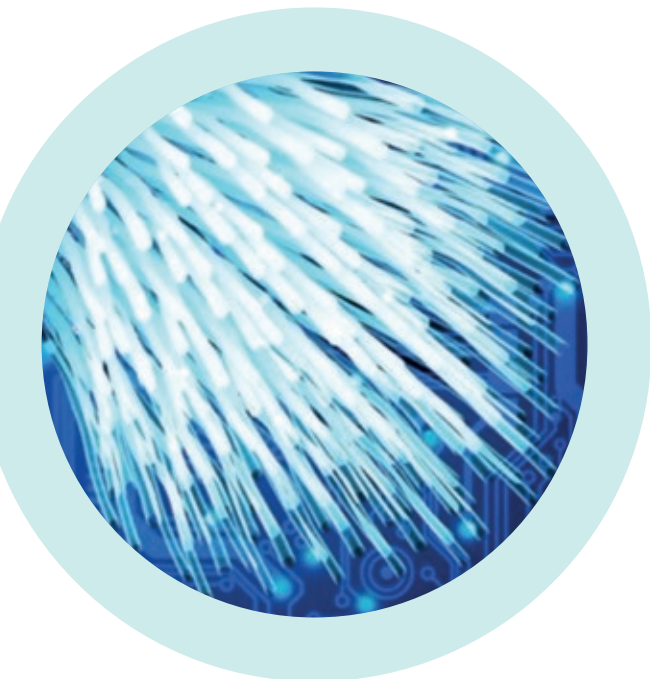
Askotariko materialak estal ditzakegu: oxidoak, nitridoak, karburoak, metalak, sulfuroak, fluoridoak eta hainbat molekula organiko, eta, horrela, soluzio berritzaileak eskaintzen ditugu hainbat aplikaziotarako. ALDa balio handiko produktuatarako erabiltzen da, batez ere; izan ere, estaldura prozesuaren ziklo baten batez besteko kostua handi samarra izaten da, betiere substratuen izaeraren, kalitatearen eta purutasunaren arabera nahiz erreakzionatzailearen, tenperaturaren eta tresnaren funtzionamendu-denboraren arabera ere.

Ctech-nanoren bezeroek berrikuntza bilatu ohi dute: produktuaren funtzionaltasun berriak nahiz ohiko produktu eta prozesuen hobekuntza. Lankidetzaz arrakastatsua ezarri ditugu bertoko nahiz nazioarteko hainbat enpresarekin, hala nola Repsol, Fagor, Angulas Aguinaga, Gaiker, AJL, Danobat, Denka, Cemex, Duglass eta FNMT, besteak beste. Gure eki-poak erakunde akademikoetan ere topa daitezke; adibidez, Alemaniako Paderborneko eta Humboldt unibertsitateetan eta Estatu Batuetako Central Florida Unibertsitatean<sup>1</sup>, besteak beste.

Ctech-nanok buru-belarri dihardu lanean ALD prozesuak optimizatzen eta aitzindari berriak garatzen; bereziki, korrosioaren aurkako aitzindari-sorta berria diseinatu dugu *Air Liquide* enpresarekin batera. Halaber, prozesu teknologiko eta tresna berriak garatu ditugu eta patente berria eskuratu dugu: geruza atomikoak jalkitzeko ganbera (ES2712868B1).

Europako ikerketa-proiektuetan ere parte hartzen ari gara, Horizon 2020 egitasmoaren esparruan.

<sup>1</sup>G. Gregory, C. Feit, Z. Gao, P. Banerjee, T. Jurca eta K. O. Davis, *Phys. Status Solidi A* **217**, 2000093 (2020).



# Evolgene Genomics

Nanobiomaterialetako muga berriak

[evolgene.com](http://evolgene.com)

**Evolgene Genomics 2018ko otsailean sortu zen, kalitate handiko nanozelulosa kristalinoa ekoizteko eta merkaturatzeko asmoz. Enpresa honek hiru teknologia biltzen ditu: nanoteknologia, bioteknologia industrialia eta material aurreratuak.**

The logo for Evolgene, featuring the word "Evolgene" in a blue sans-serif font. The letter "o" is replaced by a stylized globe icon.

Nanozelulosa indar hartzen ari da, azken urteotan, aplikazio ugari dituen mirari-material berri gisa. Zelulosa naturaletik lortzen da, eta ordezko plastiko sintetikoek baino propietate hobekatuak ditu; hori horrela, era guztietako sektore industrialek eskatzen dute nanozelulosa; esaterako, farmaziak, elikadurak, kosmetikak, elektronikak, pinturak edo paketatzeak. Era berean, baditu balio handiko aplikazioak ere, hala nola ehunen eta organoen ingeniari-teknologia sortu berrietan, non nanozelulosa baliatzen baitute, batetik, hiru dimentsioko ehun-ingeniari-teknologia (adibidez, odol-hodi, hezur eta kartilagoetarako), eta, bestetik, ukipen-lenteak eta babes-hesiak sortzeko.

Bioelektronikaren alorrean ere aplikazio itxaropentsuak ageri dira. Nanobiomaterial horrek hainbat gako-abantaila ditu; izan ere, indar mekaniko handia, biobateragarritasuna, degradazioaren aurkako erresistentzia eta ura xurgatzeko gaitasun handia uztartzen ditu. Gaur egun, hainbat enpresa ari dira zelulosazko nanokristalak eta nanozuntzak ekoizten metodo fisiko eta kimikoak baliatuz, aplikazio industrialetan areagotzen ari den eskariari erantzuteko. Hala ere, mugatua da naturalki egituraturako eta neurri kontrolaturiko zelulosazko nanokristalaren ekoizpena, zeinak biomedikuntzaren eta bioelektronikaren alorreko balio handiko aplikazioetarako baliatzen baitira; izan ere, gaur egungo industria-metodologiengatik ezin dira behar besteko kalitatez ekoiztu zelulosazko nanokristalak.



Evolgenek metodo berri bat garatu du zelulosazko nanokristal ultrapuruak eta neurri kontrolatukoak ekoizteko, entzima oso aktiboak baliatuz, antzinako sekuentzia berre-raikitzea oinarri harturik. NanoGUNEk bereziki sorturiko eta patentaturiko entzima endozelulasak modu azkar eta fidagarrian sor ditzake zelulosazko nanokristalak. Entzima horiek berrerabil daitezke, prozesuaren errentagarritasuna hobetzeko. Evolgene kalitate handiko zelulosazko nanokristalak ekoizten ari da multigramo-mailan. Lehiakideen zelulosazko nanokristalekin eginiko alderatze-ikerketek frogatu dutenez, bereizgarriak eta hobeak dira gure produktuaren propietate fisiko-kimikoak.

Gaur egungo ekoizpen metodo kimikoekin alderatuta, Evolgeneren nanozelulosa kristalinoak sulfato-erradikalik gabeko egitura kimiko natural bat eskaintzen du, eta, hari esker, purutasun eta kristalinotasun handiagoa, termoeگونkortasun eta egonkortasun mekaniko handiagoa, eta aplikazio biomedikoetarako bateragarritasun biologiko hobeak lortzen dira; horretaz gainera, ez dio eraso egiten ingurumenari, baldintza egokietan sortua baita, produktu kimiko kaltegarririk baliatu gabe. Entzima komertzialak erabiltzen dituzten prozesu biologikoekin alderatuta, gure teknologiaren abantaila nagusiak efizientzia katalitikoa eta entzimaren termoeگونkortasun handiagoa dira.



# Prospero Biosciences

Aplikazio berriak masa-espektrometriaren industrian

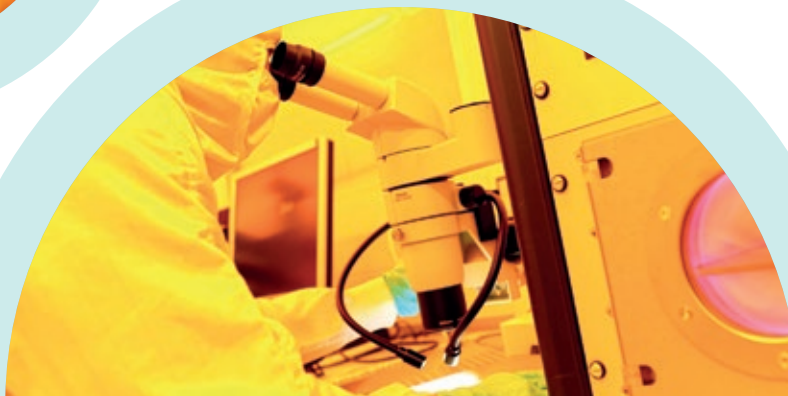
[prospero-biosciences.com](http://prospero-biosciences.com)



Prospero Biosciences, nanoGUNEren bosgarren spin-off enpresa, 2015eko urrian jarri zuen abian ekintzaile-talde batek. Talde horretan parte hartu zuten Robert Blick Hanburgoko Unibertsitateko Fisikako irakasleak, nanoGUNEko bi ikertzailek eta Hasten Ventures enpresak (negozio-ideiak azeleratzen eta sustatzen dituen enpresa). Prosperok nanoteknologiaren etorkizunera begirako aukerak baliatu nahi ditu, masa-espektrometriaren industrian aplikazio-alor berri bat irekitzeko bidea emango duen teknologia berritzaile bat garatzeko eta merkaturatzeko.

Prospero masa-espektrometriarako detektagailu berritzaile bat garatzen eta ekoizten ari da, gaur egun dauden soluzioekin alderatuta hobekuntza handia ekarriko duen nanomintz baten erabileran oinarrituta. Merkatuan ez dago teknologiarik masa handiko molekulak modu fidagarrian identifikatzen dituenik, eta horixe eskaintzen du, hain zuzen ere, Prosperok. Prosperoren teknologiak askotariko alorretan aplikatu ahal izatea aurreikusten da, hala nola markatzaile biologikoen ikerketan, medikuntzako ikerketa eta diagnostikoan, edo botika bioantzekoak garatzeko, kasu horietan masa handiko molekulen identifikazio zehatza beharrezkoa baita.

Prospero masa handiko molekulak detektatzeko hainbat prototipo garatzen ari da, prototipo horiekin emaitza onak lortzen ari gara osasun-zientzien sektoreko zenbait erabiltzaileekin.



## Global Graphene Call deialdia - 2020

2020ko martxoan, *Global Graphene Call* deialdia atera genuen lehen aldiz, grafenoari lotutako enpresa-ideiak bultzatzeko. NanoGUNE, BerriUP-startup enpresen azeleragailu donostiarra, eta Graphenea —nanoGUNE-ren lehen startup-a— izan ziren ekimen horren sustatzai-leak. Mundu osoko eskaerak jaso ondoren, azelerazio-programarako aukeratutako enpresa *Graphene Pioneer* izan zen. Enpresa holandarra da, eta grafenoaren erabilera du ardatz, zementuaren propietateak hobetzeko.



24.02.2020 - 12.04.2020

# GLOBAL GRAPHENE CALL

## Negozio-kultura zientzialarien trebakuntzan

Gure 2015-2020 Plan Estrategikoari jarraikiz, berariazko trebakuntza-jarduera batzuk abian jarri ditugu ikertzaile gazteen negozio-kultura areagotzeko. Hala, errazagoa izango da haietako batzuk industriaren munduan sartzea. Doktoretza-ikasleei eta doktoretza ondoko ikertzaileei zuzendutako hiru ikastaro dituen trebakuntza-programa diseinatu eta ezarri dugu. Horrez gainera, zientzia alorrean abiatutako industriako adituek mintegi bereziak eman dituzte.

### Ahozko komunikazioa

Lehen mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2019ko azaroan eta 2020ko urrian eskaini dugu. Trebakuntza-ikastaro horretan parte hartu duten ikasleak goi-mailako aurkezpenak prestatzen eta jendaurrean aritzeko modua hobetzen trebatu dira, eta entzule mota desberdineko komunikazioa landu dute.

Guztira, **12** ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.

### Ekintzailtza

Bigarren mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2019ko urrian eta 2020ko azaroan eskaini dugu. Ikastaro honen helburua hau da: ikasleak trebatzea ideiak enpresa-proiektu bihurtzen ikas dezaten, eta oinarritzko ezagutza ematea ekintzailtza zer den, zer negozio-eredu dauden eta negozio-egitasmo bat nola presta daitekeen jakin dezaten.

Guztira, **18** ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.

### Eman urratsa. Akademiatik industriara

Hirugarren mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2019ko azaroan eta 2020ko azaroan eskaini dugu. Ikastaro honen helburua hau da: doktoretza-ikasleak trebatzea, haien gaitasun eta jarrerak erakusteko gai izan daitezen industria-ingurunean lan bila ari direnean. Halaber, haien hurbileko etorkizunari buruz pentsarazten eta haien helburu profesionalak zehazten lagundu nahi zaie.

Guztira, **17** ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.



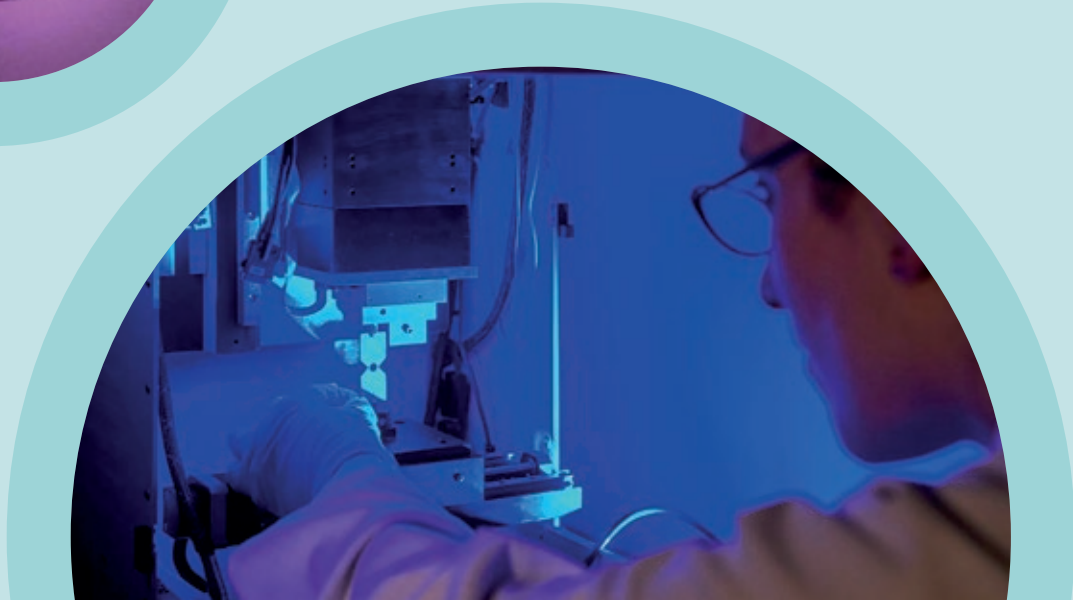
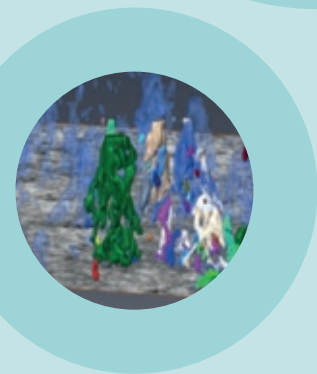
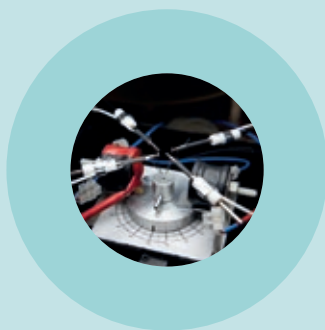


Ikertzaileak industriara transferitzeko zerbitzu bati ekin diogu **ieTeam Consulting** enpresarekin elkarlanean, bertoko industrian beren karrera profesionala garatu nahi duten ikertzaileak gidatzeko.

**ieTeam**  
people consulting people



[externalservices.nanogune.eu](http://externalservices.nanogune.eu)



Gure kanpo-zerbitzuen saila bi helbururekin dago diseinatu: (i) gure ezagutzarekin enpresa industrial eta teknologikoen berrikuntza-prozesuei laguntzea eta haien ikerketa eta garapen estrategia sustatzea, eta (ii) alor akademikoko, ikerketa-zentroetako eta enpresetako erabiltzaileei gure baliabideak irekitzea, nanoGUNEko azpiegitura bikainaz balia daitezten.

Hiru espezializazio arlotan gara bereziki adituak:

**Mikroskopia Elektronikoa.** Materialen jokabidea, haien kristal-egitura, estresa, tomografia eta morfologia.

**Nanofabrikazioa.** Mintzen eta multigeruzen nanofabrikazioa, sensore kimiko eta biosensoreak diseinatzeko, bai eta mikrofluidikarako patroiak eta gailu elektronikoak egiteko ere.

**Nanokarakterizazio kimikoa,** eremu hurbileko ekorketa-mikroskopia optikoaz (SNOM, ingelesezko sigletatik) baliaturik. Polimeroak, biomaterialak, osagai aktiboak, produktu kosmetikoak, aleazioak eta material aurreratuak.

# Novaspider

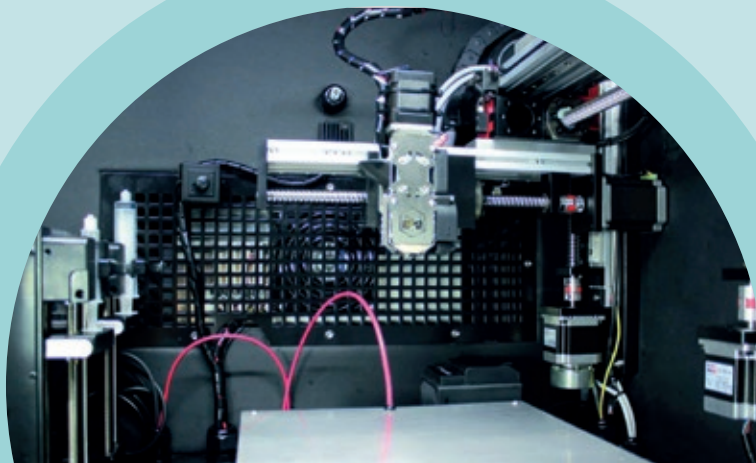
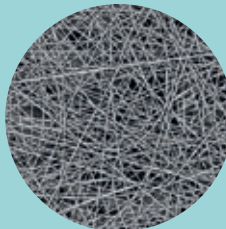
Nanozuntzak ekoizteko modua eraldatzen ari den tresna-gama berria

[novaspider.com](http://novaspider.com)



Novaspider hiru dimentsioko (3D) zuntzak ekoizten dituen tresna aurreratua da. Tresna honek elektroardazketa eta 3D inprimaketa biltzen ditu, mikrozuuntzez eta nanozuntzez osaturiko konposite-egitura hibridoak sortzeko. NanoGUNEK garaturiko tresna hau puntako zientzialarien, ingeniari adituen eta 3D inprimatze-industrian eskarmentua duten espezialisten arteko lan-kidetza estu baten emaitza da.

Gehigarriak gehituz materialak funtzionaliza daitezkeenez, tresna honek hamaika aukera ahalbidetzen ditu. NanoGUNEK elektroardazketa tresnak nahiz prozesuak garatzeko zerbitzuak eskaintzen ditu nanozuntzak ekoizteko, teknologia berritzaile hau hainbat eremutara gerturatuz. Materialen zientzialariz eta ingeniariariz osaturiko lantaldea gertu dago edozein materialetan oinarrituriko nanozuntzak sortzen laguntzeko.





# 6

67

## Gizartearekin bat eginez

Gizartearekin bat eginez	69
Ekitaldiak	70
Zabalkundea	72



# Gizartearekin bat eginez

Zientziak eta teknologiak inoiz baino egiteko garrantzitsua goa dute gaur egun gure gizartean. Izan ere, biak ala biak lotu-loturik daude garapen sozial eta ekonomikoarekin. Horrexegatik da hain garrantzitsua gizakiontzat garapen zientifikoak gure gizartean duen egiteko erabakigarria ulertzea eta balioestea.

Nanoteknologia ez da etorkizuna. Nanoteknologia oraina da. Nolanahi ere, gure gizartearen gehiengoak oraindik ez du ulertzen haren egitekoa. NanoGUNEk kultura zientifikoa zabaltzea du helburuetako bat, etorkizuna modu iraunkor eta adimentsuan eraikitzeke gauza den gizarte kritikoa sortu nahi baitugu.

NanoGUNE jakin badakigu aurrerapen zientifiko eta teknologiko handiak lortzea ez dela nahikoa. Hori dela eta, konpromiso irmoa dugu informazioa modu arduratsu eta ulergarrian zabaltzeko. Helburu hori lortzeko, bisitak antolatzen ditugu hezkuntza zentroentzat, eta nanozientzia-ikerketak hurbilagotik ikusteko aukera eskaintzen diegu gazteei. Orobat, udako egonaldiak eskaintzen dizkiegu graduko ikasleei eta, horrez gainera, graduko eta master amaierako lanak ere gainbegiratzen ditugu.

Kultura zientifikoa hedatuz, gizarte jantziagoa eta kritikagoa eraikitzen dugu; izan ere, kultura zientifikoa duten gizarteak aberatsagoak izaten dira. Horrexegatik, buru-belarri dihardugu kultura zientifikoa hedatzeko sustapen lanetan.



## Zientzia Azoka

Elhuyar Fundazioak antolatzen duen Zientzia Azokan parte hartzen dugu urtero. Ekimen honen helburua gazteen artean zientziaren eta teknologiaren alorreko zaletasuna piztea da eta, horrela, zientzia zabaltzea eta gure gizartearen kultura zientifikoa sustatzea. Elhuyar Fundazioarekin lankidetzahitzarmena sinatu dugu.

## Zientzia Astea

Euskal Herriko Unibertsitateak urtero, azaroan, antolatzen duen Zientzia Astean parte hartzen dugu, Donostia Internacional Physics Center-arekin eta Materialen Fisika Zentroarekin batera, nanozientzia eta materialen zientzia azaltzeko asmoz.

## Donostia Week INN

Donostiako Sustapenak antolaturiko Donostia Week INNen ekitaldietan parte hartzen dugu. Ekitaldi horretan, Donostiako berrikuntza-estrategiaren inguruko jarduera-programa osatua eskaintzen da.





## Emakumeak Zientzian

Emakumeek zientziaren alorrean gizonek adinako partaidetza eta sarbidea izan dezaten, Nazio Batuen Batzar Nagusiak 2016an erabaki zuen otsailaren 11 Zientziako Emakume eta Nesken Nazioarteko Eguna aldarrikatzea.

2019-2020 aldian, egun hori Donostiako beste hainbat zentrorerkin batera ospatu dugu, ikerketa zientifikoan diharduten emakumeen lanari ikusgarritasuna emateko eta, horrela, zientziari eta teknologiarri egotzi izan zaizkien rol maskulino arketipikoak hausteko eta nesken eta nerabeen artean ibilbide zientifikoak bultzatzeko.

Inoizko lankidetzarik mardulenean, 2020an bederatzi zentrok batu genituen indarrak (nanoGUNE, Materialen Fisika Zentroa, biomaGUNE, Donostia International Physics Center, Biodonostia, Tecnum, Ceit, Polymat eta Elhuyar), eta aste osoko programa antolatu genuen nerabeei, eskola-umeei, 55 urtetik gorako emakume helduei, komunitate zientifikoari eta, oro har, herritarrei zuzendua.

Gure «Emakumeak Zientzian» ekimenak Eusko Jaurlaritzaren STEAM *Euskadi* aintzatespena jaso zuen, Euskal Herriko zientzia, teknologia, ingeniari, artea eta matematika sustatzeko ekimen gisa. Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Saileko, Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko Hezkuntza Zientifiko eta Matematikokoaren Ikerketa Zentroko (CRECIM) eta Berrikuntzaren Euskal Agentziako (Innobasque) ordezkariak osatu zuten aintzatespenerako batzordea.



---

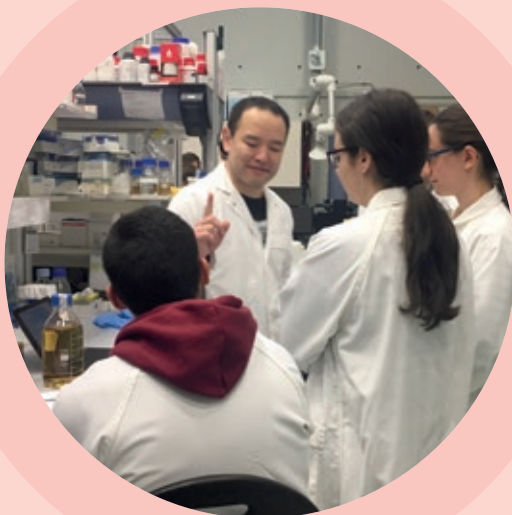
## Gradu-ikasleak: udako praktikak eta gradu amaierako lanak

2019-2020 aldian, 30 gradu-ikasle izan ditugu nanoGUNEen, dela udako praktiken programan, dela gradu-amaierako proiektua garatzen gure ikertzaileen zuzendaritzapean.

---

## Negu eskola

2019-2020 aldian, 59 gradu-ikasle eta master-ikasle bat egin dute nanoGUNEren negu eskolarekin. Eskola hau fisika, kimika, biologia eta ingeniartzako ikasleei dago zuzendua, batez ere. Bertan, irakasgai akademikoekin batera, laborategiko praktikak eta trebakuntza-sozialetarako saioak eskaintzen dira.



## Doktoretza

Doktore-tesirako proiektuak eskaintzen zaizkie Fisikako, Kimikako, Biologiako, Ingeniaritzako eta Materialen Zientzietako graduatuei. Gainera, parte-hartze handia dugu Euskal Herriko Unibertsitateak eskaintzen duen Nanoegituren eta Material Aurreratuen Fisika (Physics of Nanostructures and Advanced Materials - PNAM) doktoretza-programan. Gaur egun, 36 doktore-tesi ditugu martxan nanoGUNEn eta beste 5 dira gure ikertzaileen kozuzendaritzapean Euskal Herriko beste zentro edo unibertsitateetan doktore-tesia egiten dihardutenak.

## Masterra

Euskal Herriko Unibertsitatearen *Nanozientzia* masterrean eta *Material Berriak* masterrean parte hartzen du nanoGUNEk: ikasleei aukera ematen zaie ikerketa taldeetan jarduteko eta master-amaierako lana gure ikertzaile nagusietako baten zuzendaritzapean egiteko.

## Hezkuntza-zentroen bisitak

Gure ate irekietako politikari jarraikiz, programa bat dugu institutu eta unibertsitate ikasleak gure instalazioak ikustera etor daitezzen. Era horretara, nanozientzia-ikerketa hurbilago-tik ikusteko parada ematen diegu. 2019-2020 aldian, 90 ikasle baino gehiago izan ditugu nanoGUNEn bisitan.





# 7

## Egituraketa eta finantziazioa

Egituraketa	76
Finantziazioa	77
Zuzendaritza Batzordea	78
Indarrean dauden proiektuak 2019/2020	79
Nazioarteko Aholku Batzordea	80
Erakunde finantzatzaileak	81

NanoGUNE irabazi-asmorik gabeko elkarte da. Eusko Jaurlaritzaren ekimenez sortu zen, 2006an, eta 2009an ospatu zen irekiera ekitaldia.

Zuzendaritza Batzordea nanoGUNEren bazkide guztiek osatzen dute gaur egun, eta hura da zentroaren kudeaketa orokorraren arduraduna.

Nazioarteko Aholku Batzordea dugu ere bai, nazioarteko zenbait ikertzaile eta profesional entzutetsuk osatua. Batzorde horrek zentroari aholkua ematen dio hartu beharreko norabideaz.

Zentroaren kudeaketari dagokionez, 2019-2020 aldia bereziki oparoa izan da. Administrazio eta zerbitzuetako lantaldearen ahaleginari esker, honako lorpen hauek gauzatu ditugu:

- Berrikuntza Kudeatzeko Sistemak, 2017an UNE 166002:2014 estandarraren arabera zertifikatua, urteroko ikuskaritzak gainditu ditu, salbuespenik gabe, 2019 eta 2020 urteetan ere bai. Estandar honek berrikuntza kudeatzeko jardunbide sistematiko baterako esparrua ezartzen, garatzen eta mantentzen laguntzen die erakundeei, dena berrikuntza kudeatzeko sistema batean integratuz. Finantza-zuzendaria arduratzen da berrikuntza kudeatzeko sistemaz.
- 2019. urtean, Europako Batzordearen *HR Excellence in Research* aintzatespena jaso genuen, gure giza baliabideen politika Ikertzaileentzako Kode Europarraren printzipioekin bat baitator. Zentroaren zenbait ordezkari osaturiko lantaldea arduratzen da 2021eko azaroan Europako Batzordeak berrikusi beharreko ekintza-planaren inplementazioaren jarraipenaz eta monitorizazioaz.
- 2019. urtean, nanoGUNEren Gobernu Batzordeak Arrisku Kriminalak Aurreikusteko Programa onartu zuen. Programa horren helburu nagusia betekizunaren kultura korporatiboa sustatzea da (*Corporate Compliance*), hau da, (i) zentroan gauzatzen diren jardueren kudeaketa arduratsua bilatzea eta (ii) osotasuna, zintzotasuna, gardentasuna eta estandar nahiz arau etikoekiko errespetua sustatzea. NanoGUNEK uko egiten dio, erabat, bertako jardueren garapenean jokabide irregularrak —bereziki, delitua ekar dezaketen jokabideak— izateari. Halako jokabideak aurreikustea

da, izan ere, programa honen helburu nagusia. Finantza-zuzendaria arduratzen da betekizun korporatiboen programaz, zentroaren zenbait ordezkari osaturiko lantalde batekin batera.

- 2019. urtean Genero-Berdintasun Plana onartu zen. Plana honek bost giltzarri eta hamar helburu estrategiko ditu, bai eta 39 ekintzaren inguruan diseinaturiko ekintza-egitasmoa ere. Plana 2019-2022 aldiari garatuko da. Zuzendari nagusiak eta komunikazio-arduradunak gidatzen dute planaren ezarpena, Genero-Berdintasunerako Batzordearen laguntzaz.

2020ko martxoaren 11n Osasunaren Mundu Erakundeak pandemiatzat jo zuen COVID-19ak eragindako larrialdi-egoera. Pandemia horrek eragindako osasun-krisia kudeatzeko 2020ko martxoaren 14an Espainiako Gobernuak deitu zuen alarma-egoera 2020ko ekainaren 20ra arte luzatu zen. Egoera honen aurrean, nanoGUNEK kontingentzia-plana diseinatu zuen kutsatzeko arriskua txikien egiteko xedez. Alarma-egoeran nahiz ondoren ezarritako deskofinamendu-faseetan, honako neurri hauek ezarri genituen:

- Higiene-neurriak, hala nola musukoa, gel hidroalkoholikoa eta gorputz-tenperaturaren neurketarako terminalak.
- Distantzia soziala bermatzeko pantailak, ondoz ondoko mahaien artean, eta lantokien nahiz laborategien okupazioaren mugak.
- Telelana.
- Online mintegiak eta bilerak.

Laborategietako ikerketa presentziala martxoaren 30etik apirilaren 9ra bitartean eten zen soilik, Espainiako Gobernuak denboraldi horretan funtsezkoa ez zen jarduera oro bertan behera gelditzeko agindua eman baitzuen. Ikerketa-proiektu gehienak aurrekusi bezala garatu ahal izan ditugu.

2019-2020 aldian, finantziazio oparoa jaso dugu Gipuzkoako Foru Aldundiaren, Eusko Jaurlaritzaren, Espainiako Gobernuaren eta Europako Batzordearen aldetik, bai eta iturri pribatuetatik ere. Zientziarako lkerbasque Fundazioaren aldetik ere diru-laguntza jaso dugu, mundu osoko ikertzaile bikainak erakartzeko duen programaren baitan. Orotara jaso dugun finantziarioari esker, gure misioa bete ahal izan dugu, Euskal Herria nanozientzia-ikerketaren lehen lerroan jarritz.

	2019	2020
Langileak (abenduaren 31n)	109	118
Lanaldi osoaren baliokidetzta	106	106
I+Gko ustiapen-sarrerak (milaka eurotan)	7 389	7 292
Eusko Jaurlaritzak emandako lehiaketarik gabeko finantziazio publikoaren %a	38	29
Gipuzkoako Foru Aldundiak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	2	2
Eusko Jaurlaritzak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	19	21
Espainiako Gobernuak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	15	16
Europar Batzordeak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	15	19
Finantziazio pribatuaren %a	11	13



## Lehendakaria

### Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A. (CAF)

Javier Martínez-Ojinaga (2019/02/13tik aurrera)



## Lehendakariordea

### Gipuzkoako Foru Aldundia (GFA)

Jabier Larrañaga (2020/12/01etik aurrera)



## Idazkaria - Diruzaina

### Donostia International Physics Center (DIPC)

Ricardo Díez-Muiño (2019/02/13tik aurrera)



## Batzordekideak

### Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Fernando Tapia (2019/09/03tik aurrera)



### Ikor Sistemas Electronicos, S.L. (Ikor)

Aitor Larruskain (2020/06/03tik aurrera)



### Petróleos del Norte, S.A. (Petronor)

Elias Unzueta



## Gonbidatuak, Eusko Jaurlaritza ordezkatuz

### Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Saila

Alberto Fernandez (2019/10/05etik aurrera)



### Hezkuntza Saila

Adolfo Morais

## 2019-2020 aldiko kide ohiak

**Pedro Miguel Echenique** (2019/02/12ra arte), Lehendakaria, DIPC

**Josu Imaz** (2019/02/12ra arte), Batzordekidea, CAF

**Arturo Muga** (2019/09/02ra arte), Batzordekidea, UPV/EHU

**Ainhoa Aizpuru** (2019/09/10era arte), Batzordekidea, GFA

**Jon Sierra** (2019/11/29ra arte), Batzordekidea, Ikor

**Jose Miguel Erdozain** (2019/12/31ra arte), Idazkaria - Diruzaina,  
IK4 Research Alliance

**Mikel Alava** (2019/11/30etik 2020/04/06ra arte), Batzordekidea, Ikor

**Carmen Urizar** (2020/04/07tik 2020/06/02ra arte), Batzordekidea, Ikor

**Joseba Iñaki San Sebastián** (2020/07/16ra arte), Batzordekidea,  
Tecnalia Technology Corporation

**Imanol Lasa** (2019/09/11tik 2020/11/30era arte), Batzordekidea, GFA

**Iosu Madariaga** (2019/10/04ra arte), Gonbidatua, Eusko Jaurlaritzako  
Ekonomiaren Garapen eta Azpiegitura Saila ordezkatzuz



# Indarrean dauden proiektuak 2019/2020

## Europar Batzordea

Graphene flagship	2
H2020 Koordinazio eta Lankidetzak Ekintzak	3
H2020 FET Open	3
H2020 Ikerketa eta Berrikuntza Jarduera	1
Marie Sklodowska-Curie Ekintzak (CIG, ITN, Europa barruko nahiz kanpoko norbanakoak)	14
M-ERA.NET	1

## Eusko Jaurlaritza

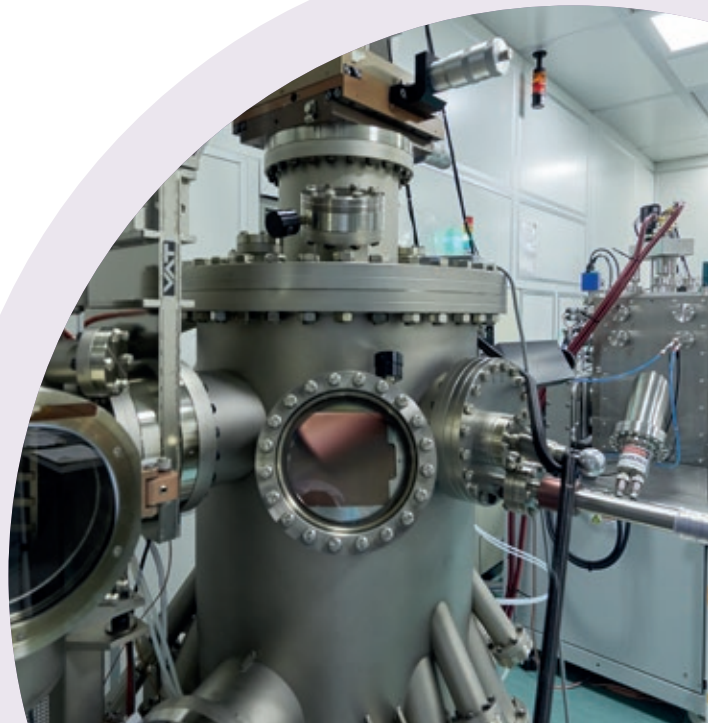
Elkartek	4
Emaitak	2
Ikerbasque Fellowak	2
Azpiegiturak	1
Doktoretza-aurreko dirulaguntzak	4

## Espainiako Gobernua

Europa Bikaintasun	1
Bikaintasun	1
Explora	1
FPI Doktoretza-aurreko Dirulaguntzak	14
FPU Doktoretza-aurreko Dirulaguntza	1
Azpiegitura	1
Juan de la Cierva Incorporación	3
Maria de Maeztu	1
Ikerketa Sarea	1
Erronkak	17
Lankidetzak Erronkak	1

## Gipuzkoako Foru Aldundia

Gipuzkoa Fellowak	5
Azpiegiturak	2
Ikerketa proiektuak	2



**Nazioarteko Aholku Batzordeak zentroari aholkua ematen dio hartu beharreko norabideaz.**

## ***Prof. Sir John Pendry***

Lehendakaria

Imperial College, London (Erresuma Batua)

## ***Prof. Anne Dell***

Imperial College, London (Erresuma Batua)

## ***Prof. Marileen Dogterom***

Delft University of Technology (Herbehereak)

## ***Prof. Jean-Marie Lehn***

1987ko Kimikako Nobel sariduna

Strasbourg University (Frantzia)

## ***Dr. José A. Maiz***

Intel Fellow, Oregon (AEB)

## ***Prof. Emilio Méndez***

Brookhaven National Laboratory New York (AEB)

## ***Prof. Sir John Pethica***

CRANN, Dublin (Irlanda)

University of Oxford (Erresuma Batua)

# Erakunde finantzatzaileak

Egituraketa eta finantziazioa



## Aintzatespenak



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



**CIC nanogune**  
nanoscience COOPERATIVE RESEARCH CENTER





[www.nanogune.eu](http://www.nanogune.eu)

Tolosa Hiribidea, 76  
E-20018 Donostia / San Sebastián  
**+34 943 574 000**