

---

# JARDUERA TXOSTENA

2017 2018

---

# JARDUERA TXOSTENA

2017 **2018**

---

# AURKIBIDEA

---

## NANOGUNE ZENBAKITAN

P04

---

## ZUZENDARIAREN MEZUA

P06

---

## NANOPEOPLE

P76

# 1

---

## IKERTZAILEAK MARTXAN

### P08

- P10 Nanomagnetismoa
- P11 Nanooptika
- P12 Automihiztadura
- P13 Nanobiomekanika
- P14 Nanogailuak
- P15 Mikroskopia elektronikoa
- P16 Teoria
- P17 Nanomaterialak
- P18 Nanoirudigintza
- P19 Nanoingeniaritza

# 2

---

## IKERKETAREN EMAITZAK

### P20

- P24 Argitalpen nabarmenak
- P34 Proiektu nabarmenak
- P42 Graphene Week 2018

# 3

---

## ENPRESEKIKO LOTURA

### P44

- P48 Kanpo-Zerbitzuak
- P79 Novaspider
- P50 Patente-zorroa
- P54 Startup enpresak
- P60 Enpresa-trebakuntza

# 4

---

## GIZARTEAREKIN BAT EGINEZ

### P62

- P68 nanoKomik
- P69 I0ALaMenos9

# 5

---

## EGITURAKETA ETA FINANTZIAZIOA

### P70

- P74 Zuzendaritza Batzordea
- P75 Lehendakariaren elkarrizketa
- P76 Indarrean dauden proiektuak
- P78 Nazioarteko Aholku Batzordea
- P79 Erakunde finantzatzaileak

---

# NANO GUNE ZENBAKITAN 2017-2018

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

---

**203** ISI argitalpen

**19** Doktoretza-tesi

---

**7 004** Aipu

**33** Doktoretza-tesi abian\*

---

**8,4** Batez besteko inpaktu faktorea

**97** Beka eta laguntza

---

**10** Ikerketa talde

**44** Ikasle eta Ikertzaile gonbidatu\*

---

**108** Langile\*

**4** Patente

---

**74** Mintegi

**5** Startup enpresa

---

**133** Hitzaldi gonbidatu

**649** Agerraldi hedabideetan

---

**10** Biltzar

**332** Batxilergo eta unibertsitateko bisitari

\* 2018ko abenduaren 31n

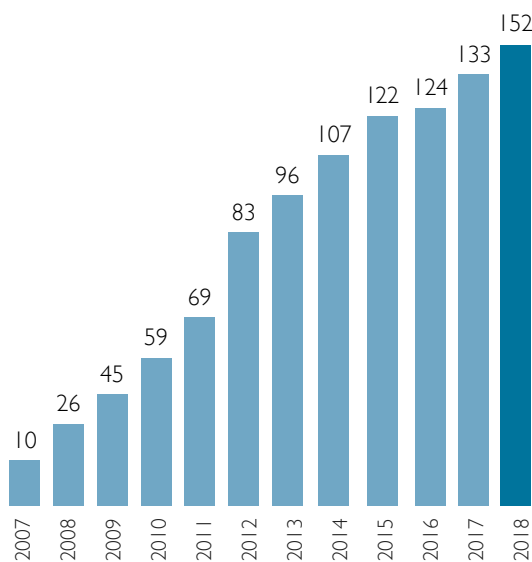
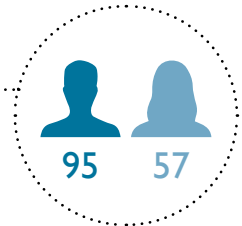
## 24 HERRIALDETA KO IKERTZAILEAK

AEB 2  
 ALEMANIA 16  
 ARGENTINA 3  
 ARMENIA 1  
 AUSTRIA 1  
 BIELORRUSIA 1  
 ERRESUMA BATUA 3  
 ERRUSIA 9

ESLOVENIA 1  
 ESPAINIA 70  
 FRANTZIA 2  
 GREZIA 1  
 HERBEHEREAK 1  
 INDIA 5  
 ITALIA 12  
 JAPONIA 2

KOLOMBIA 2  
 KROAZIA 1  
 MEXIKO 1  
 PAKISTAN 1  
 UKRANIA 1  
 TXEKIAR ERREPUBLIKA 1  
 TXINA 3  
 VIETNAM 1

## NANOPEOPLE



- 12 Ikertzaile Senior
- 5 Fellow
- 32 Post-doc
- 31 Pre-doc
- 4 Espezialista
- 13 Teknikari
- 11 Kudeaketa eta Zerbitzuak
- 2 Master ikasle
- 9 Gradu ikasle
- 33 Ikertzaile gonbidatu

nanoGUNEko langileak 2018ko abenduaren 31n

---

# ZUZENDARIAREN MEZUA

## “Nanozioentziaren arloko lehen mailako ikerketa eta teknologia-transferentzia biltzen ari gara”

NanoGUNE 2009an inauguratu zenetik gogor ekin diogu lanari, nanozioentziaren arloko lehen mailako ikerketa eta teknologia-transferentzia biltzen dituen ikerketa-zentroa sortzeko asmoz. Orain, hamar urte geroago, zientzialari bikainez osatutako nazioarteko lantalde sendoa dugu, bai eta zenbait startup enpresa ere, Euskal Herrian eta munduan nanoteknologia garatzeko martxan jarriak. Bidaia zirrargarri honetan norbanako eta erakunde publiko aunitzen etengabeko laguntza jaso dugu, Eusko Jaurlaritzarena bereziki, bai eta gure Nazioarteko Aholku Batzordearena ere. Zentroaren sorrera hein batean Espainiako Consolider programaren esparruan finantzatu zen. Programaren helburua hauxe izan zen: zientziaren mugetan kokaturiko zenbait ikerketa-talde kontsolidatuk gauzatuko zituzten puntako proiektu erraldoiak finantzatzea. 2017 urtean, bestalde, Maria de Maeztu bikaintasun-zentroaren izendapena eman ziguten, gure ikerketa-jarduerak nazioartean duen eragina aitortuz. Azken bi urteotan gure egitura indartu egin dugu jakintzaren eta teknologiaren transferentzian ahalegin berezia egiteko xedez; zehazki, Eusko Jaurlaritzak Europako Batzordearen ikerketa eta berrikuntzaren espezializazio adimendunerako estrategiari (RIS3, ingelesezko siglengatik) jarraituz estrategikotzat hartu dituen hiru alderdietan (fabrikazioa, energia eta osasuna) egin dugu saiakera hori. Azken bi urteotan, halaber, berrikuntza kudeatzeko sistema berria abian jarri dugu eta sistema horren UNE I 66.002:2014 estandarren araberako ziurtapena lortu dugu.

Bestalde, 2017-2018 urteetan ikerketa industrial eta garapen esperimentalerako plataforma jarri dugu abian eta, hala, gure kanpo-zerbitzuen saila espezialista berriekin osatu dugu nanooptikaren, elektroirutearen eta mikroskopia elektronikoaren alorretan. Egun, guztira, 100 bat ikertzaile ditugu, tartean doktoretza-ikasleak, doktoratu ondokoak eta teknikariak direla, mundu osoko 24 herrialdetakoak, horiei gure artean denboraldi bat egotera etorri diren ikertzaile gonbidatuak gehitu behar zaizkielarik. Gure lantaldeak ekarpen handiak egin ditu alor hauetan: nanomagnetismoa, nanooptika, automihiztadura, nanobiomekanika, nanogailuak, mikroskopia elektronikoa, teoria, nanomaterialak, nanoirudigintza eta nanoingeniaritza.



**José M. Pitarke**  
Zuzendari Nagusia

Gure startup enpresei dagokienez, Grapheneak laborategi berriak inauguratu ditu Miramongo Teknologia Parkean. Gure spin-off konpainia gazteenak, Simune, Ctech-nano, Evolgene eta Prospero Biosciences, startup fasean daude oraindik eta, horregatik, nanoGUNEko laborategiak erabiltzen ari dira. Azken urtean, bestalde, haragi kultibatua ekoizteko eta merkaturatzeko asmoz abiatutako Biotech Foods enpresa berriaren sorreran parte hartu dugu, gure ezagutza eta azpiegitura baliatuz. Gure jarduera industrialean, bestalde, kontratu nabarmenak lortu ditugu nazioarteko zenbait enpresa aitzindariarekin: Intel, BASF eta Infineon, besteak beste.

Aitzindari izateko, mundu berriak aurkitzeko eta nanozientziaren aurrerabideak eskaintzen dizkigun aukerei etekina ateratzen lehenak izateko egiten dugun ahaleginean, lurralde ezezagunetara eramango gaituen puntako ikerketa egiten jarraitu behar dugu, betiere industriarekin dugun konpromisoari eutsiz. Hortxe segitu behar dugu. Puntan. Herrialde txiki bateko zentro txikia izanik, berrikuntzaren bila daukagun guztia ematen jarraituko dugu ezagun eta berezi egingo gaituen esparrua aurkituko dugulakoan. Horixe da txikiaren erronka handia.

**José M. Pitarke**  
Zuzendari Nagusia

*Donostia - San Sebastián, 2018ko abendua*





---

# IKERTZAILEAK MARTXAN

**10** IKERKETA TALDE  
**97** IKERTZAILE





# NANOMAGNETISMOA

Nanomagnetismoko taldean nanomagnetismoko eta hari lotutako karakterizazioko tekniken oinarritzko ikerketa nahiz ikerketa aplikatua egiten da, maila gorenean. Talde hau aitzindari da efektu magnetoplasmoniko eta magnetooptikoen ikerketa aurreratuan eta haien helburu orokor eta aplikatuetarako erabileran, tresna eta gailuen diseinua barne. Horrez gainera, taldeak esperientzia zabala du mintz meheen eta geruza anitzeko egituren hazkuntzan, nanoegituren fabrikazioan eta material magnetikoen karakterizazioan, bai eta propietate magnetiko eta optikoen nanoeskalako deskribapen kuantitatiboak egiteko eredu teoriko eta konputazionalen garapenean ere.

2017-2018 aldian Nanomagnetismoko taldeak lorpen garrantzitsuak izan ditu. Adibidez, zenbait taldekidek frogatu dute ferroiman baten egoera dinamiko paramagnetikoa haren egoera termodinamiko paramagnetikoa baino konplexuagoa dela eta joera metamagnetiko ezohikoak erakusten dituela. AEBetako NISTeko kolaboratzaileekin batera beste lorpen garrantzitsu bat gauzatu dugu; alegia, material ez-uniformeen propietate termodinamikoak propietate lokalen bidez deskriba daitezkeela, 1 - 3 nm-ko eskalako Curie tenperatura "lokala", besteak beste. Metamaterial magnetoplasmonikoen arloan zenbait taldekidek Gothenburg-eko Unibertsitatearekin lankidetzan metaazal kiroptiko ultrameheak garatu dituzte. Metaazal horiek bi dimentsioko metaatomo kiraletan oinarrituak daude, non zirkularki polarizaturiko argiaren transmisioa kanpo-eremu magnetiko baten bidez kontrola daitekeen.

Aplikazioei dagokienez, Nanomagnetismoko taldeak tresna berritzaile bat garatu du, CEIT zentro teknologikoarekin batera, Kerr efektu magnetooptiko zeharkakoak (T-MOKE) detektatzeko. Bestalde, elipsometria magnetooptikoaren arloan lanean jarraitzen dugu, metodologia hori garrantzi handiko materialen ikerketarako erabiltzen ari garelarik. ICN2ko ikertzaileekin batera, Nanomagnetismoko taldeak nanoberokuntza/termometria kontzeptu magnetokromiko integratu berri bat lortu du aplikazio biomedikoetarako (adibidez, argiz induzituriko hipertermia, minbiziaren tratamendurako). Kontzeptu hori honetan oinarritzen da: soluzioko nanodomo magnetoplasmonikoen (Co/Au eta Fe/Au) inguruko biskositate aldaketa txiki-txiki detekzio optomagnetikoan eta berokuntza fotoinduzitu lokal berritzaile batean. Horrek interes teknologikoa du tenperatura

detektatzeko eskema oso sinplea delako eta nanodomoen nanofabrikazio-prozesua kostu txikikoa eta eskalagarria delako.

Azkenik, Berger-ek eta Vavassori-k 2017an magnetismoaren bide-orri eraginkor bat argitaratu zuten beste ikertzaile batzuekin batera. Bide-orri hori erreferente bilakatu da magnetismoaren gaur eguneko garapenaren alorrean.



**Paolo Vavassori**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburu Kidea

**Andreas Berger**  
Ikerketa Zuzendaria  
Taldeburua

# NANOOPTIKA

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

Eremu hurbileko nanoskopiaz eta nanoespektroskopiaz baliaurik 10 eta 30 nm bitarteko bereizmen espaziala lortzen dugu, uhin-luzerarekiko independentea, maiztasun ikusgai, infragorrian nahiz terahertzetan, eta, hala, ohiko bereizmenaren muga (difrakzio-muga) gainditzen dugu, 1.000ko faktore batez.

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

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

Teoria ere garatu dugu eta aplikatu 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.

Azken bi urte hauetan industriarekin lotutako proiektuak ere abian jarri ditugu (Infineon-ekin adibidez) eta s-SNOM eta nano-FTIR motako neurketak eskaintzen dituen karakterizazio-zerbitzu berri baten sorrera bultzatu dugu.



Rainer Hillenbrand  
Ikerbasque ikertzailea  
Taldeburua



# AUTOMIHIZTADURA

Molekulen automihiztadura nanoeskalako egitura konplexuak sortzeko metodo natural eta sintetikoak dugu. Zehazki, proteinetarako erabiltzen dugu, eta biokimika, kimika eta fisikaren alorrak bilduz heltzen diogu gaiari. Gure taldean zenbait oinarritzko sistemaren automihiztadura ikeritzen dugu eta kontrolatzen dugu; besteak beste, honako sistema hauek aztertzen ditugu: oinarritzko osagai biologikoak (peptidoak, proteinak eta birusak), osagai organikoak (polielektrolitoak) eta osagai ez-organikoak (nanopartikulak). Sorturiko sistemak nanoeskalako eta mikroeskalako gailu berritzaileak garatzeko erabiltzen ditugu.

Gure ikerketa-taldearen interes nagusia proteinaz eratutako dimentsio bakarreko egituretan datza, hala nola tabakoaren mosaikoaren birusa, proteinen automihiztaduraren adibide ezin hobea baita. Bestelako mihiztadura estrategia batzuk landu ditugu, hala nola metal eta oxidozko hari ultrameheen fabrikazioa; esate baterako, birusetan oinarrituriko ferrofluidoak. Gure tresna kimikoak estekatzailerik molekularrik dira.

Elektroiruteari dagokionez, proteinak, peptidoak eta beste biomolekula batzuk, molekula bakarreko tamainako diametroa duten mikro eta nanozuntzetara mihizatzen ditugu. Mihizatzearen mekanismoak argitzeko asmoz erreometria, Raman espektromikroskopia, S(T)EM, espektroskopia infragorria eta abiadura handiko bideomikroskopia erabiltzen ditugu.

Nanoeskalako fluidoak eta materia bigun bustia ikertzen ditugu, eta arreta berezia jartzen diogu uraren eta birusen arteko elkarrekintzari, bai eta uraren eta bestelako biozalen arteko elkarrekintzari ere. Ur lurruneke S(T)EM eta AFM neurketak egiten ditugu. Ikerketa horien ondorioak askotarikoak izan daitezke, hezetasunak landareen birusen nahiz gizakien birusen transmisioan eragina baitu.

Bionano automihiztadurari dagokion proiektu batean peptidoen, proteinen edota DNAREN automihiztadura-sistemak ezarri ditugu hainbat aplikazio garatzeko, gailu elektrikoekin hasita botika-garraio kontrolatuko sistemetaraino. Proiektu horrek mota askotako teknika biologikoak, kimikoak eta fisikoak erabiltzen ditu egitura eta gailu mihiztatuak fabrikatu eta aztertzeko.

Proteinen biomineralizazioari dagokionez, nanoeskalako proteina eta birus-kapside mihiztatuen azterketa egiten

dugu. Gure teknikak sinkroetroiko X izpien bidezko difrakzioan eta S(T)EMean oinarritzen dira, bai eta likidoetan ere.

Azken bi urte hauetan gure taldeak lankidetzak berriak abiatu ditu Grenobleko Unibertsitatearekin, CIC biomaterialenekin eta Materialen Fisika Zentroarekin, besteak beste. Lankidetzak horiei esker, sintesi (bio)kimikoaren arloan sakontzen ari gara.



**Alexander Bittner**  
Ikerbasque ikertzailea  
Taldeburua

# NANOBIOMEKANIKA

Proteinak organismo bizien oinarritzko osagaiak ditugu. Halaber, proteinak funtsezkoak ditugu bizitzeko beharrezkoak diren prozesu biokimiko gehienetan. Proteinek nola jarduten duten ulertzeak funtsezko informazioa ematen dugu sistema biologikoak ulertzeko. Nanobiomekanikako taldearen helburua hau da: proteinek organismo bizidunetan zer funtzio duten ulertzea eta proteina horiek gure eguneroko bizitzan nola erabil daitezkeen asmatzea.

Proteinen inguruko ikerketa egiteko mekanobiologiaren kontzeptuan oinarritzen gara, proteinen gaineko perturbazio mekanikoak sortuz. Perturbazio mekaniko horiek organismo bizidunetan ohikoak izaten dira. Gure azala, gure muskuluak eta gure hezurak indar mekanikoen eraginari eusteko eta indar horien eraginpean funtzionatzeko diseinatuak daude. Oinez ibiltzeko gai gara, gure muskuluek indar mekanikoak sortzen dituztelako; gure bihotzak odola punpatzen du hodi eta arterietako tentsioa sortzeraino. Prozesu biologiko ia guztiak daude, era batean edo bestean, elkarrekintza mekanikoekin lotuta. Zoritxarrez, honen eraginez desorekak eta gaixotasunak ditugu ere bai, hala nola hanturak, tumoreen hedapena, bihotz-gutxiegitasuna, lesioak eta artritisak, besteak beste. Gainera, bakterio eta birusen infekzioak maila molekularreko indar mekanikoen eraginez sortzen dira.

Nanobiomekanikako taldeak punta-puntako teknikak erabiltzen ditu indar mekanikoek zelula bizidunak osatzen dituzten proteinen gainean nola eragiten duten ikertzeko. Gure laborategian proteinak banaka hartzen ditugu xehetasunez aztertzeko. Bakterioetan, animalietan nahiz birusetan indarren eraginpean gertatzen diren eta biziarentzat ezinbestekoak diren prozesu biologikoak aztertzen ditugu, molekula bakarreko indar-espektroskopia erabiliz. Hala ikus dezakegu proteinen konformazioa indarren eraginpean nola aldatzen den, eta indarrek erreakzio biokimikoak nola sor ditzaketen. Gure ustez, proteinen mekanika aztertzea ezinbestekoa da gaixotasun askoren bilakaera ulertzeko. Zehazki, birus eta bakterioen infekzioetan agertzen diren proteinak ikertzen ditugu. Mikrobio-infekzioen alderdi berriak ezagutzen ari gara, eta baliteke hortik mikrobio-gaixotasunak tratatzeko eta aurreikusteko metodologia berriak etortzea.

Nanobiomekanikako taldearen interesa ez da mugatzen proteinen funtzioa ulertzea; funtzio hori eraldatzeko eta

diseinatzeko interesa ere badugu. Horretarako, proteina-ingeniaritzako teknikak —antzinako sekuentzien berre-raikuntzan oinarrituak— erabiltzen ditugu proteinen eta entzimen funtzioa eraldatzeko eboluzioaren printzipioetan oinarrituz. Aitzindariak gara antzinako entzimen berreraikuntzan. Entzima horiek propietate bikainak dituztela frogatu dugu eta horregatik oso hautagai egokiak ditugu aplikazio bioteknologikoetarako. Gure ikerketan funtzio entzimatikoko asko landu ditugu, zelulen oxidazio prozesuetatik hasi eta nanozelulosaren sorkuntza industrialeraino. Hau garrantzi handikoa da, nanozelulosa hainbat aplikazio izango dituen biomateriala baita.



**Raúl Pérez-Jiménez**  
Ikerbasque ikertzailea  
Taldeburua

# NANO GAILUAK

Elektronika-industriaren gaur egungo erronka nagusietako bat material eta gailu egokiak aurkitzea da, baliabide informatikoak ugaritzen eta energia-kontsumoa murrizten jarraitu ahal izateko. Hori horrela izanik, Nanogailuen taldearen helburu nagusia materialen nanoeskalako propietate elektronikoak aztertzea da. Material horietako batzuek etorkizuneko gailu logikoetan erabiliak izateko aukera dute, bai eta memoria elektronikoetan, gailu fotovoltaikoetan eta beste hainbat tresnatan erabiliak izateko ere. Nanofabrikazio metodo aurreratuak erabiltzen ditugu eta materialen elektro-garraioa neurtzen dugu muturreko baldintzetan, hala nola tenperatura baxuetan eta eremu magnetiko altuetan. Hiru ikerketa-lerro nagusitan ari gara lanean.

Lehenik eta behin, spintronikan lanean ari gara molekula organikoekin, bi dimentsioko (2D) materialekin eta metalekin. Spintronikan elektroien spina, entitate mekaniko-kuantiko hutsa, erabiltzen da informazioa transmititzeko eta prozesatzeko. Ohiko elektronikaren elektroien kargak duen funtzioaren ordeko gisa jotzen du hemen spinak, helburua izanik gailuek energia gutxiago kontsumitzea. Spin-korronte garbiak sortu, garraiatu eta manipulatzeko gai gara, ohiko elektronikaren ordeko nahiz osagarri gisa.

Ohiko elektronikaren alorrean material organikoak eta 2Dko materialak erabiltzen ditugu gailu (opto)elektroniko berritzaileak sortzeko. Bereziki, dimentsio ezberdineko materialak bildu nahi ditugu zenbait efektu lortzeko, hala nola argi-metaketa, argi-igorpena eta detekzioa.

Azkenik, badugu interesa korrelazio-materialen magnetismoaren eta supereroankortasunaren ikerketan ere. Halako materialek, hala nola lur arraroen oxido batzuek, elkarre-ragina dute askatasun-maila desberdinen artean; adibidez: eramaila elektronikoak, sare-bibrazioak eta elkarrekintza magnetikoak. Material horiek ulertzeak oso ezagutza erabilgarria ematen digu, materiak nanoeskanan nola jotzen duen eta nola manipula daitekeen jakiteko, esate baterako, beroa xahutzen ez duten superkorronte-fluxuak sortzeko.



**Félix Casanova**  
Ikerbasque Ikertzailea

**Luis E. Hueso**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

# MIKROSKOPIA ELEKTRONIKOA

Materialen egiturari eta osaketari buruzko informazioa izatea gakoa da haien propietateen eta nanogailuen funtzionamenduaren oinarria ulertzeko. Ez hori bakarrik, egitura horiek karakterizatzeko eta ulertzeko gaitasuna ezinbestekoa da jada existitzen diren produktuen kalitate-aztiak azalertzeko eta industriari sarri izaten dituen arazoei irtenbideak aurkitzeko. Mikroskopia elektronikoko taldeak goi-mailako mikroskopia elektronikoko laguntza ematen dio tokiko komunitate zientifikoari, erronka horiei aurre egiteko.

Gure laborategia hainbat alorretan espezializatua da: bereizmen handiko TEM (transmisioko mikroskopia elektronikoa) irudigintza eta egitura-azterketa, materialen osaketaren azterketa lokala, metal-egitura plasmonikoen prototipoen gauzatzea, energia-galerako espektroskopia elektronikoaren (EELS) bidezko erresonantzia plasmonikoen azterketa, holografia elektronikoaren eta Lorentz-en mikroskopiaren bidezko eremu magnetikoen bistaratzea, ioi-sorta fokalizatuen (FIB) eta elektro-sorten bidezko nanofabrikazioa, tomografia elektronikoaren eta FIB ebaketaren bidezko 3D irudigintza, eta material heze zein likidoen mikroskopia elektronikoa.

Azken urteotan, metalen nanoegiturak eta propietate mikromekanikoak aztertu ditugu. Bereziki, altzairu industriaren abiadura handiko mekanizazio txipetan sorturiko zenbait mikroegitura berezi aztertu ditugu eta horrek aukera eman digu tresnaren eta metalaren arteko elkarrekintzan gauzatzen diren plastikotasun mekanismoen funtza ulertzeko.

Euskal Herriko nahiz atzerriko beste ikerketa-talde askorekin lankidetzan dihardugu.



Andrey Chuvilin  
Ikerbasque Ikertzailea



# TEORIA

Teoriaren taldean materiaren nanoeskalako simulazio teorikoak egiten ditugu. Fisika kuantikoko oinarriko ekuazioetatik hasita, materialen, nanopartikulen, likidoen eta haien fasearten eskala atomikoko "errealitate birtualeko" simulazioak egiten ditugu eta, hala, haien egituraren eta dinamikaren ikuspegi xehea eskuratzen dugu eta sistema horien propietate interesgarriak iragartzen ditugu.

Gure lanaren zati bat simulazio-metodoak garatzea eta hobetzea dugu, modu horretara konplexutasun handiagoko sistemen simulazio eraginkorrak lortu ahal izateko. Aurrerabide horien guztien oinarria SIESTA izeneko nazioarteko proiektuan solido eta likidoen fisika teorikoan egin den aurrerapena dugu. Siesta metodoa mundu osoko milaka zientzialarik erabiltzen dute eta proiektu honen 20. urteurrenaren harira, kode irekiko lizentzia (GPL) bihurtu zen SIESTA.

Gure taldeko ikerketa-lerro garrantzitsu batek uraren eta sistema hezeen eskala atomikoko jokaera aztertzen du, nanoeskalako hezetzea, ur nanokonfinatua eta uretako biomolekulak barne. Lan horretan AEBetako Stony Brook-eko Unibertsitatearekin eta Madrilgo Unibertsitate Autonomoarekin (Espainia) lankidetzan ari gara. Duela zenbait urte aurkitu genuenez, konfinamendu estuan (1 nm inguru) uraren jokaera bat-batean aldatzen da haren egitura molekularrekin lotutako jokaera oso konplexua izatek partikula esferikoek dituzten bi dimentsioko (2D) likido ideal baten jokaera izateraino.

Gaiaren inguruan egindako ikerketa batean (Phys. Rev. E **93**, 062137 (2016)) ur nanokonfinatuaren erantzun dielektrikoa ohi baino baxuagoa dela iragarri genuen; izan ere, erantzun dielektriko hori bolumenean baino 30 aldiz txikiagoa (aurrekaririk gabeko balioa!) izango zela iragarri genuen. Gure iragarpen hori duela gutxi berretsia izan da (Science **360**, 1339 (2018)); gainera, aurkitu duten balioa geuk iragarritakoa baino are baxuagoa da. Horrek ondorio garrantzitsuak izan litzake urak zelula bizidunen osagaietan nola jokatzen duen ulertzeko.

Beste ikerketa-lerro aipagarri bat erradiazioak materialetan eragiten duen kaltearen ikerketari dagokio; ikerketa hori, besteak beste, ioi-terapien bidezko minbizi-tratamendueta-rako da garrantzitsua. Partikula kargatu batek material bat

edo ehun biologiko bat zeharkatzen duenean kitzikapen elektronikoko prozesuak izaten dira; prozesu horiek ulertzen saiatzen ari gara denborarekiko mendekotasuna duten orekatik kanpoko teorioren bidez. Horretan, alorreko punta-puntako zentroekin ari gara lanean: DIPC eta CFM, biak nanoGUNEren campus berean kokatuak, bai eta AEBetako zenbait laborategi federal ere (Argonne, Los Alamos eta Livermore).

Erradiazioak eragiten dituen kalteen inguruko lan batean (Phys. Rev. Lett. **121**, 116401 (2018)) ustekabean harrapatu gintuen efektu bat aurkitu genuen. Nikel atomoek itu bat zeharkatzean lagineko barne-elektroiek jaurtigaien energia-galera areagotzen dute jaurtigai horiek energia-galeren egoera geldikorraren inguruan kulunkatzen direnean, bandera bat airean kulunkatzen den antzeko prozesu batean. Urteetan jaurtigaien energia-galera sasiegonkortzat hartu bada ere, ez-egonkortasun horrek, behin proposamena eginda, zentzu handia duela esan dezakegu, bereziki duela gutxi proposaturiko denbora-kristalen testuinguruan (Phys. Rev. Lett. **109**, 160401 (2012)); denbora-kristal horiek denbora-aldaezintasuna apurtzen duten kristalak ditugu, bertan periodikotasun pultsatua sortzen delarik.



**Emilio Artacho**  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

# NANOMATERIALAK

Nanoeskalako materialekin lan egiteak aukera ematen du materialen funtzionaltasunak hobetzeko, bai eta haien forma makroskopikoan ageri ez diren propietate berriak eskuratzeko ere. Nanomaterialen taldeak hainbat nanomaterial funtzional garatzen ditu. Gure helburua lehendik existitzen diren materialen osaketa hobetzea eta material berritzaileak sortzea da, betiere gailu eta aplikazio ugariaren eraginkortasuna hobetzeko. Horretarako, material hibridoak hartzen ditugu, hau da, material ez-organiko eta organikoen nahasketak; izan ere, material hibrido horiek oso garrantzitsuak dira etorkizuneko aplikazioetarako, polimeroen eta solidoen onurak oso modu eraginkorrean biltzen baitituzte.

Gure helburuak erdiesteko zenbait ikerketa-ildotan dihardugu, hala nola korrosioa, zuntz polimerikoen funtzionalizazioa ehunen hurrengo belaunaldi baterako, energia-metaketak, katalisi entzimatikoa eta, azkenik, zientziaren ikuspegi sozialari dagokion ildoak: ikerketa eta berrikuntza arduratsua (RRI, ingelesezko sigletatik).

Trebakuntza sare berritzaile bat (ITN, HYCOAT) abian jarri dugu, non material hibridoetarako geruza meheko teknologietan diharduten Europako talde gehienak biltzen diren, arlo horretako adituen hurrengo belaunaldia garatzeko asmoz.

Estrategia berri bat garatu dugu zenbait polimeroren eroankortasun elektrikoa hobetzeko, polimeroak lurrun-faseko metalekin dopatuz. Lan hori hiru artikulutan argitaratu dugu: *J. Mater. Chem. C* **5**, 2686 (2017); *Adv. Mater. Interfaces* **4**, 1600806 (2017); eta *ACS Appl. Mater. Interfaces* **9**, 27964 (2017).

Zuntz polimerikoak hobetzeko metodo berri bat garatu dugu; horrela, zuntz horiek eguzki-argiaren bidezko degradazioarekiko erresistenteagoak bilakatzen ditugu eta haien erresistentzia mekanikoa hobetzen dugu. Zuntz polimerikoak Kevlar-ez eginak daude, hots, balen aurkako txalekoetan eta kirol-ekipamenduetan sarri erabiltzen den polimeroaz. Hobekuntza estrategia hori *Chem. Mater.* **29**, 10068 (2017) aldizkarian argitaratu da eta gure prozesuaren alderdi jakin batekin patente eskaera bat luzatu dugu (EPI8382552.0).



Mato Knez  
Ikerbasque Ikerkizalea  
Taldeburua

# NANOIRUDIGINTZA

Naturak atomoen eskalan duen jokabidea oso berezia da. Talde honetan atomo eta molekula kopuru txiki batez osaturiko objektu txikien jokoera kuantikoa aztertzen da, ekorketazko zunda-mikroskopiaok erabiliz. Objektu horien propietate optiko, magnetiko edo elektronikoei lotutako efektuak ikertzen ditugu, prozesu kuantikoen oinarriak ulertzeko eta haien jokoera berezia azalduko duten ereduak eraikitzeko baliagarriak izan baillitezke. Gure ikerketaren helburu nagusia fenomeno kuantikoei material berrietan izan dezaketean eragina agerian jartzen da.

Gure esperimenduetan zenbait motatako zunda-mikroskopiaok erabiltzen ditugu materialak atomoen eta molekulen eskalan aztertzeko. "Ikusteaz" harago, gure taldeak espektroskopian du esperientzia, batez ere. Ekorketazko zunda-mikroskopiaok nanoeskalako indarrak, elektroiak, fotoiak eta spinak "neurtzen" dituzte.

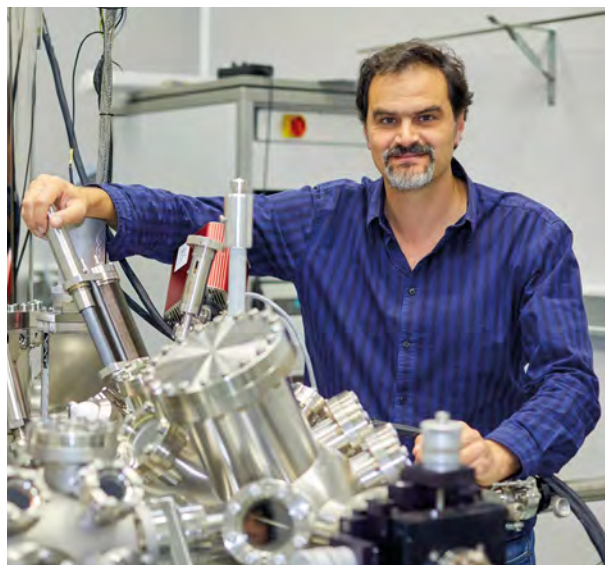
Gure taldearen ikerketa-alar nagusietako bat nanoegitura molekularren fisika eta kimika aztertzea dugu. Egitura horiek ekoizteko metal-azaletan erreakzio kimiko kontrolatuak eragiten ditugu. Prekursore molekular mota ezberdinak nahastuz, egitura hibridoak sor ditzakegu, hala nola grafeno nanozerrenda bati konektatutako porfirina magnetikoak. LEGO molekular horiek sortzeko erabiltzen ditugun estrategia kimikoei aukera ematen digute aurrez hautatutako propietateak dituzten molekula-sistemak ekoizteko. Hala, karbonoan oinarrituriko materialetako fenomeno berritzaileen sorrera bilatzen dugu.

Horrez gainera, material kuantikoei lotutako korrelazio-fenomenoak ere lantzen ditugu, hala nola supereroankortasuna eta magnetismoa. Supereroankortasuna eskala makroskopikoan gauzatzen den fenomeno kuantikoa da. Ezer gutxi dakigu supereroankortasunak duen jokoeraz materialak haien ohiko koherentzia-luzerako eskalatik beherakoak direnean. Supereroankortasunak bi dimentsioen limitean zer bilakaera duen aztertzen dugu, bai eta tokiko eremu magnetikoei eta distortsioei faseartean eta ezpurutasun atomikoetan duten eragina ere. Gure Ekorketazko Tunel Mikroskopiaok (STM) atomoak manipulatzeke duen gaitasunaz baliaturik, egitura atomiko artifizialak ekoizteke eta propietate kuantiko bereziak dituzten materia-egoera berritzaileak azter ditzakegu. Izan

ere, egitura horiek etorkizuneko teknologiararen oinarri izango ditugu agian.

Material berrien alorrean, interes berezia dugu trantsizio-metal dikalkogenuroen hazkundearen eta eskala atomikoko propietateen ikerketan. Trantsizio-metal dikalkogenuroak bi dimentsioko material geruzatuak izanik, erdieroale, metal edo supereroale jokoera izan dezakete haien osaketaren arabera. Material horiek bi dimentsiokoak (2D) izatea lagungarria izaten da fasearte garbi eta atomikoki perfektuak sortzeko; hala, karga garraioa errazten da. Gure helburua gailu optoelektroniko idealak sortzea da, material horiek gaur egungo heteroegituren aldean oso modu eraginkorrean arituko baitira.

Gure ikerketa nanoGUNEko beste zenbait talderekin batera garatzen dugu, bai eta Berlingo, Zaragozako, Santiagoko, Euskal Herriko unibertsitateko eta Bartzelonako ICN2 institutuko beste ikerketa-talde batzuekin batera ere.



José Ignacio Pascual  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

# NANOINGENIARITZA

Nanoingeniaritzako taldeak behar industrial eta klinikoen arabera lerrokatzen ditu bere ikerketa eta bere teknologia garapena; izan ere, merkatuko premiak eta bizitza erreale-rako aplikazioak kontuan hartzen ditugu hasiera-hasieratik gure ikerketa programetan. Taldearen helburua oinarritzko ikerketaren eta ikerketa industrial eta klinikoen arteko zubiak eraikitzea da, betiere nanoteknologiako eta fotonikako tresnak erabiliz, azken batean metodo, gailu eta tresneria berriei balio erantsia emateko. Gure ikerketa ondoko bost ikerketa-ildoetan islatzen da: sensore fotoniko eta plasmonikoak aplikazio biomedikoetarako, elikagaien kontrola, ingurumenaren monitorizazioa eta materialen zientzia.

Ikerketa-ildoetako bat biomarkatzaileen detekzio plasmonikoan datza. Ikerketa-ildo horren helburua sentikortasun handiko biopsia likidoa garatzea dugu, horretarako gainazal-plasmoien erresonantziak erabiltzen ditugularik. Horrez gainera, metodo hori elikagaien kontrolerako eta ingurumen baldintzak neurtzeko erabiliko dugu.

Bigarren ikerketa-ildo batean sensore-plataforma nanoplasmoniko bat eraikitzen ari gara. Au nanopartikula automihiztuak oinarri dituen eta bereizmen eta dektekzio-muga ultraaltuak dituen. Au nanopartikulen automihiztadura prozesu unibertsala ezar liteke. Kimikoki kontrolatutako prozesuak aukera ematen du eite eta neurri desberdinetako nanopartikulen automihiztadura erregular eta homogeneoa lortzeko zenbait milimetro karratutan. Prozesua esferetan, oktopodoetan, hagatan, triangeluetan eta kuboetan frogatu da. Nanopartikula multzoak biosensore plasmonikoen txipetan erabiliko dira, non gainazal-plasmoi lokalizatuak (LSP), hedapeneko gainazal-plasmoien erresonantziak (SPR) eta gainazalaren bidez areagotutako Raman espektroskopia (SERS) gauzatzen diren.

Hirugarren ikerketa-lerro batean Raman espektroskopia eta Fourier-en transformatuaren bidezko espektroskopia infragorria (FTIR) biltzen dituen plataforma berri bat garatzen ari gara. Alzheimer-en gaixotasuna garaiak detektatzeko erabili ahal izateko. Gure helburu nagusia espektroskopia plataforma konbinatu bat garatzea dugu, non bi teknike-tako informazio espektrola biltzen den eta aldagai anitzeko analisisetan oinarrituriko iragarpen sendoko algoritmoak eraikitzen diren, betiere Alzheimer-en gaixotasuna garaiak

diagnostikatzeko xedez. Metodo hori elikagaien kontrolerako eta ingurumenaren monitorizaziorako ere erabiliko da.

Gure laugarren ikerketa-lerro fisiologiaren monitorizazio fotonikoan datza. Hemen helburu nagusia sistema optikoak eta zuntzetan oinarrituriko zundak eraikitzea dugu zenbait parametro neurtzeko, hala nola laktatoa, pH-a, hemoglobina eratorriak eta oxigenazioa. Ideia nagusia hau da: metodo ez-inbasiboak edo, behinik behin, inbasio-maila baxuko metodoak garatzea, ohiko metodo biokimikoen orde erabiliko direnak; gure metodoak, gainera, azkarrak ditugu, orduak edo egunak behar dituzten ohiko metodo biokimikoen aldean. Ohiko kasu patologikoak hipoxia, iskemia edo sepsia ditugu.

Azkenik, fotopletismografo konpaktua biltzen ari gara, pulstu-uhinen analisirako eta odoleko oxigenoaren asetasuna neurtzeko erabili nahi duguna; fotopletismografo hori, gainera, beste sensore batzuekin integra daiteke parametro anitzeko monitorizaziorako eta datu gordinak eskuratu ahal izateko. Bereziki, pazientearentzat erosoak diren gailu eramangarri eta ez-inbasiboak bilatzen ditugu. Bosgarren ikerketa-ildo honen beste helburu bat hau da: mugikortasunak eta interferentziek sorturiko datu okerretatik informazioa modu fidagarrian atera ahal izatea.



Andreas Seifert  
Ikerbasque Ikertzailea  
Taldeburua

# 2

---

## IKERKETAREN EMAITZAK

**203** ISI ARGITALPEN

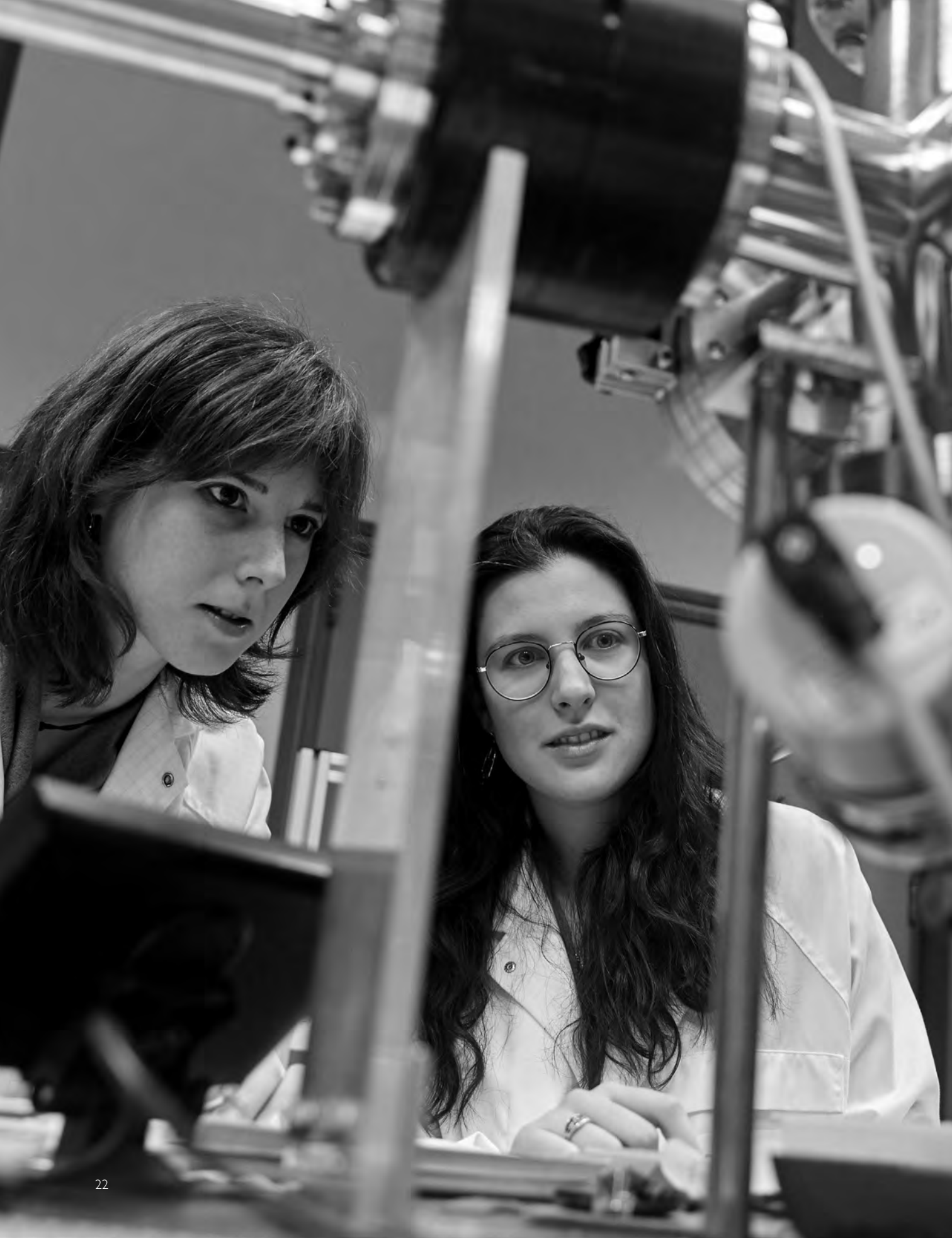
**7 004** AIPU

**133** HITZALDI GONBIDATU









---

# ARGITALPEN NABARMENAK

## **Grafenoan fotokorronteen nanoskopiaren bidez bistaturiko terahertzetako plasmoi akustikoak**

Nature Nanotechnology **12**, 31–35 (2017)

## **Anomalia metamagnetikoak fase-trantsizio dinamikoetatik hurbil**

Physical Review Letters **118**, 117202 (2017)

## **Tamaina-efektua eta eskalatzearen lege potentziala, nanoeskalan forma-memoria duten aleazioen superelastikotasunerako**

Nature Nanotechnology **12**, 790–796 (2017)

## **Titina gihar-proteina erraldoiaren eboluzio mekanokimikoaren azterketa, berpiztutako proteinak erabiliz**

Nature Structural & Molecular Biology **24**, 652–657 (2017)

## **Gailu spin-fotovoltaiko molekularra**

Science **357**, 677–680 (2017)

## **Grafeno-nanozerrendekin kontaktuan dauden profirina magnetikoen spin-egoeraren biziraupena**

Science Advances **4**, eaaq0582 (2018)

## **Van der Waals material nanoegituratuetan oinarritutako infragorriko metaazal hiperbolikoa**

Science **359**, 892–896 (2018)

## ***E. coli*-ren I motako pilusen domeinuen arkitektura mekanikoa eta tolestura**

Nature Communications **9**, 2758 (2018)

## **Imidazolez txertatutako nanogelak proteina organiko eta ez-organiko hibridoak ekoizteko**

Advanced Functional Materials **28**, 1803115 (2018)

## **Planoko anisotropia eta galera ultra txikia dituzten polaritoiak berezko van der Waals kristal batean**

Nature **562**, 557–562 (2018)



# Grafenoan fotokorronteen nanoskopiaren bidez bistaraturiko terahertzetako plasmoi akustikoak

Nature Nanotechnology **12**, 31–35 (2017)

**P. Alonso-González, A. Y. Nikitin, Y. Gao, A. Woessner, M. B. Lundeberg, A. Principi, N. Forcellini, W. Yan, S. Vélez, A. J. Huber, K. Watanabe, T. Taniguchi, F. Casanova, L. E. Hueso, M. Polini, J. Hone, F. H. L. Koppens eta R. Hillenbrand.**

Garatu dugun teknika berri bati esker, THz-etako fotokorronteen irudiak hartzen ditugu nanoeskalako be-reizmenarekin eta oso konprimatuak dauden THz-etako uhinak (plasmoiak) bistaritzen ditugu grafenozko fotodetektagailu batean. Plasmoi horien uhin-luzerak oso laburrak dira eta eremuen kontzentrazio handiak aukera berriak irekitzen ditu THz-etako gailu optoelektroniko miniaturizatuak garatzeko.

## 2

# Anomalia metamagnetikoak fase-trantsizio dinamikoetatik hurbil

Physical Review Letters **118**, 117202 (2017)

**P. Riego, P. Vavassori eta A. Berger**

Elkarrekintzan dauden sistemen jokaera dinamikoaren eta patroiz zinetikoen sorreraren azterketa zientzia-ren alderdi garrantzitsuenetako bat da, egoera horiek arlo askotan ageri baitira, hala nola laser-emisioan, harea-dunen sorreran edo garunaren aktibitatean.

## 3

## Tamaina-efektua eta eskalatzearen lege potentziala, nanoeskalan forma-memoria duten aleazioen superelastikotasunerako

Nature Nanotechnology **12**, 790–796 (2017)

J. F. Gómez-Cortés, M. L. Nó, I. López-Ferreno, J. Hernández-Saz, S. I. Molina, **A. Chuvilin** eta J. M. San Juan

Nanoeskalako superelastikotasun propietateak aztertzen ditugu, altzairuzko zutabe bat zizailatuz. Materialak mikrometro bateko diametro batetik behera bestelako jokaera duela ikusi dugu, deformatzeko oso tentsio handia eragin behar zaiolarik. Jokabide superelastiko horrek bide berriak zabaltzen dizkio elektronika malguko mikrosistemetan eta giza gorputzaren barnean ezar daitezkeen mikrosistemetan erabiltzeari.

## 4

## Titina gihar-proteina erraldoiaren eboluzio mekanokimikoaren azterketa, berpiztutako proteinak erabiliz

Nature Structural & Molecular Biology **24**, 652–657 (2017)

**A. Manteca**, **J. Schönfelder**, **A. Alonso-Caballero**, **M. J. Fertin**, **N. Barruetabeña**, **B. F. Faria**, **E. Herrero-Galán**, **J. Alegre-Cebollada**, **D. De Sancho** eta **R. Perez-Jimenez**

Ornodunetan sarkomeroetan oinarritutako gihar-egitura dugu; baina ornodunen gihar-fisiologia anitza da. Berriz, aniztasun horren eta aniztasun horren eboluzioaren berri ematen duen azalpen molekularrik ez da egon orain arte. Guk analisi filogenetiko eta molekula bakarreko indar espektroskopia (smFS, ingelesezko sigletatik) erabili ditugu titinaren —gihar-filamentuen elastikotasunaren erantzule den proteina erraldoiaren— eboluzio mekanokimikoa ikertzeko.

# 5

## Gailu spin-fotovoltaiko molekularra

Science **357**, 677-680 (2017)

X. Sun, **S. Vélez**, **A. Atxabal**, A. Bedoya-Pinto, **S. Parui**, X. Zhu, **R. Llopis**, **F. Casanova** eta **L. E. Hueso**

**Material magnetikoak erabili ditugu lehen aldiz zelula fotovoltaiko batean korrontea lortzeko, eta horrek bide berriak zabaltzen ditu argia energia elektriko modu eraginkorrean bihurtu ahal izateko.**

# 6

## Grafeno-nanozerrendekin kontaktuan dauden porfirina magnetikoen spin-egoeraren biziraupena

Science Advances **4**, eaaq0582 (2018)

**J. Li**, N. Merino-Díez, **E. Carbonell-Sanromà**, M. Vilas-Varela, D. G. de Oteyza, D. Peña, M. Corso eta **J. I. Pascual**

**Molekula bakar bat sistema elektroniko baten osagai elektroniko txikiena izan daiteke. Helburu hori aintzat hartuta, molekulak osagai elektroniko gisa erabiltzeko urratsak egin ditugu.**

## 7

## Van der Waals material nanoegituratuetan oinarritutako infragorriko metaazal hiperbolikoa

Science **359**, 892-896 (2018)

P. Li, I. Dolado, F. J. Alfaro-Mozaz, F. Casanova, L. E. Hueso, S. Liu, J. H. Edgar, A. Y. Nikitin, S. Vélez eta R. Hillenbrand

Oso propietate optiko anisotropikoak dituzten metaazalek uhin elektromagnetikoak (polaritioiak) uhin-luzeraz azpiko eskala batean konfinatzeko ahalmena dute, eta horrek aukera berriak zabaltzen ditu argia aplikazio fotoniko eta optoelektronikoetan kontrolatzeko. Infragorri ertaineko metaazal hiperboliko bat garatzeko boro nitruro hexagonalezko geruza mehe bat nanoegituratu dugu. Hala eginez, dispersio hiperboliko bati jarraituz hedatzen diren uhin-luzeraz azpiko fonoi-polaritioiak lortu ditugu.

## 8

## *E. coli*-ren I motako pilusen domeinuen arkitektura mekanikoa eta tolestura

Nature Communications **9**, 2758 (2018)

A. Alonso-Caballero, J. Schonfelder, S. Poly, F. Corsetti, D. De Sancho, E. Artacho eta R. Perez-Jimenez

*Escherichia coli* uropatogenikoak (UPEC) traktu urinarioaren infekzioa eragiten duten bakterioak dira. Infekzio hori munduko infekzio arruntenetakoa da eta behin eta berriz errepikatzen da. Ia ia munduko pertsona orok izango du traktu urinarioaren infekzioa bizitzan behin gutxienez. Nahiz eta gaitz horren tratamendua erraza den, egoera batzuetan giltzurruneko gaitz iraunkor bilaka daiteke. Infekzioa sortzeko, UPCak uretrara erantsi behar du eta gernu-fluxuaren muturreko zizailadura indarrei aurre egin behar die. Bakterio bakoitzak azalean dituen milaka apendizari esker (apendizari horiei I motako pilus deritze) lortzen du hori, apendizari horiek ehunari itsasteko eta infekzioa abiarazteko erabiltzen baititu.

# 9

## Imidazolez txertatutako nanogelak proteina organiko eta ez-organiko hibridoak ekoizteko

Advanced Functional Materials **28**, 1803115 (2018)

A. Rodriguez-Abetxuko, M. C. Morant-Miñana, L. Yate, F. López-Gallego, A. Seifert, M. Knez eta A. Beloqui

Lan honetan plataforma bat sortu dugu entzima organiko eta ez-organiko hibrido oso sentikorrek garatzeko. Gure konposite berriaren karakterizazioari esker, mihizatze mekanismoa Cu(II)-imidazol elkarrekintzaren eta  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  gatz ez-organikoaren osaketaren baturaren bidez abiatzen dela frogatu dugu.

# 10

## Planoko anisotropia eta galera ultra txikia dituzten polaritoiak berezko van der Waals kristal batean

Nature **562**, 557–562 (2018)

W. Ma, P. Alonso-González, S. Li, A. Y. Nikitin, J. Yuan, J. Martín-Sánchez, J. Taboada-Gutiérrez, I. Amenabar, P. Li, S. Vélez, C. Tollan, Z. Dai, Y. Zhang, S. Sriram, K. Kalantar-Zadeh, S.-T. Lee, R. Hillenbrand eta Q. Bao

Molibdeno trioxidoa bi dimentsioko (2D) material anisotropo berezkoa dugu. Material horretan nanoeskalan konfinaturiko fonoi-polaritoiak aurkitu ditugu. Fonoi-polaritoi horiek (sare-bibrazioen eta argiaren arteko akoplamenduaren bidez sorturiko modu elektromagnetikoak) molibdeno trioxidoaren xafla meheetan norabide jakinetan soilik hedatzen dira. Gainera, polaritoi horiek ohi baino luzeago irauten dute eta horrek aplikazioak izan litzake seinaleen prozesamenduan, sensorikan edo nanoeskalako bero-kudeaketan.



---

# PROIEKTU NABARMENAK

## GRAPHENE FLAGSHIP

### GRAPHENE CORE I

Hasiera-data: 01/04/2016

Bukaera-data: 31/03/2018

Bazkideak: 150 akademiko eta enpresa

Finantziazioa, guztira: 89 000 000 €

NanoGUNEraiko ekarpena: 368 000 €

Europar Batasunak finantzatzen dituen Graphene Flagship ekimeneko zatien serieko bigarrena da proiektu hau. Graphene Flagship 10 urteko ikerketa eta berrikuntza saioa da; proiektuak 1 000 milioi euroko kostua du guztira, Europar Batzordeak, estatu kideek eta elkartuek elkarrekin finantzatuta. Flagship-aren lehen atala 30 hilabeteko lankidetzako proiektua (CP-CSA, ingelesezko sigletatik) izan zen, FP7 programaren barnekoa (2013-2016); bigarren atal hau (Core 1) eta hurrengoa (Core 2) H2020 programaren baitan kokatzen dira. Graphene Flagship-aren xedea grafenoa eta harekin lotutako material geruzatuak industriara eramatea da. Horrek etorkizuneko teknologiarik berri bat ekarriko dio; iraultza azkarragoa, meheagoa, sendoagoa, malgua eta banda zabalekoa. Gure programak prozesuaren erdigunean kokatuko du Europa, eta askotariko irabaziak eragingo ditu Europako inbertsioan, bai berrikuntza teknologikoan bai hazkunde ekonomikoan. Ikuspegi hori gauzatzeko, europar partzuergo handi

bat sortu dugu elkarrekin, 23 herrialdetako 150 bat bazkiderekin. Bazkideak akademikoak, ikerketa-institutuak eta industriak dira, eta elkarrekin ari gara buru-belarri 15 lan-multzo teknikotan, balio-kate osoa barne hartuz: materialak, osagaiak eta sistemak. Denborak aurrera egin ahala, Flagship-aren grabitate-zentroa aplikazioetara mugitzen ari da, eta hori argi ikusten da, balio-katearen maila altuenak garrantzi handiagoa hartzen ari baitira. Core 1 proiektu honetan, osagaietan eta sistema-mailako lehen zereginetan jarri da arreta. Core 1 proiektua 4 ataletan banatuta dago, bakoitzak 3-5 lan-multzo dituelarik. Bosgarren kanpo-atal bat ere bada, lotura lana egiten duena EBko estatu kideen, elkartuen eta bestelako finantziario-iturrien artean.

## GRAPHENE CORE 2

**Hasiera-data: 01/04/2018**

**Bukaera-data: 31/03/2020**

**Bazkideak: 130 akademiko eta enpresa**

**Finantziazioa, guztira: 88 000 000 €**

**NanoGUNEraiko ekarpena: 220 800 €**

Europar Batasunak finantzatzen dituen Graphene Flagship ekimeneko zatien hirugarrena da proiektu hau. Sustapen-fasean (2013-2016) eta Core 1 proiektuan lortutako emaitzetan oinarritzen da (2016-2018).

Bazkidetza Hitzarmenaren esparruan ezarritako plan orokorreari jarraitzen die Flagship-aren bilakaerak, eta Core 2 proiektua beste urrats 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 teknologien garapenean, Core 1 proiektuak osagaiei eman zien garrantzia eta Core 2 proiektuan osagaiak sistema handietan integratzera joko dugu.

Bilakaera horri jarraituz, Core 2 proiektuan merkatuak eragindako azpiproiektuak ditugu nagusi.



# FET OPEN

## 2D INK

**Hasiera-data:** 01/01/2016

**Bukaera-data:** 31/12/2018

**Bazkideak:** 8 akademiko eta enpresa bat

**Finantziakzioa, guztira:** 2 962 661 €

**NanoGUNEraiko ekarpena:** 297 600 €

Proiektu honen helburua 2Dko material erdieroalez egindako tintak garatzea da, kostu txikiko fabrikazio-prozesuak lortzeko metodologia berri bat erabiliz, zeinaren bitartez gaur egun grafenoan eta grafeno-oxidoan oinarritzen diren tinten propietateak gaitutako baitira.

Hori lortuz gero, urrats garrantzitsua emango da 2Dko material erdieroaleen prozesamenduan eta, horrez gainera, parametro gakoak lortuko dira gailu elektroniko ultrameheen hurrengo belaunaldia ekoizteko eta beste diziplina zientifiko eta teknologiko batzuetarako potentziala aztertzeke, hala nola sensorikarako, fotonikarako, energia biltegitratzeko eta konbertsiorako, eta spintronikarako.

## FEMTOTERABYTE

**Hasiera-data:** 01/03/2017

**Bukaera-data:** 29/02/2020

**Bazkideak:** 8 akademiko eta 2 enpresa

**Finantziakzioa, guztira:** 3 712 833 €

**NanoGUNEraiko ekarpena:** 316 616 €

Proiektuaren helburua hau 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 aztertuko da, etorkizuneko gailu industrialetan ezarri ahal izateko. Biltegitratze magnetiko ultradentso eta ultraazkarrerako paradigma kontzeptualki berria garatzen ari gara; gaur egungo teknologia bi magnitude-ordenatan gaitutako 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 jaitea. Paradigma berri horretan irudikatutako memoria-unitatearen osagai nagusia antena spinoptiko nanoplasmoniko bat da, luzera-eskala nanometrikokoan pultsukako argi polarizatua kontzentratzen duena eta argiaren momentu angeluarra (orbitala edota spina)

nanoeskalako arkitektura magnetikora transferitzeko aukera ematen duena, spin-orbita ez-termikoaren bidez. Hala, fs-pultsutako argiak, antena plasmoniko optiko spin-selektiboarekin eta eremu elektromagnetiko lokalaren handitzearekin lagunduta, aukera ematen du egitura magnetiko molekular nanometrikoen egoera magnetikoa zehazki kontrolatzeko.

## PETER

**Hasiera-data: 01/01/2018**

**Bukaera-data: 31/12/2020**

**Bazkideak: 3 akademiko eta enpresa bat**

**Finantziazioa, guztira: 2 898 684 €**

**NanoGUNEraiko ekarpena: 613 353 €**

Hemen plasmioen bidez areagotutako terahertzetako Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoa eta ekorketazko mikroskopia erabiliz Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoko Plataforma (EPR) 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 eta, horren ondorioz, ikaragarri handitzen da EPRaren sentikortasuna (lau magnitude-ordena gutxi gorabehera) eta bereizmen espazialak difrakzio-muga gainditzen du; hala, zundamikroskopioen 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. EPRk 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 industria komunitate askotan.

# INNOVATIVE TRAINING NETWORKS (ITN)

## SPINOGRAPH

**Hasiera-data:** 01/09/2013

**Bukaera-data:** 31/08/2017

**Bazkideak:** 3 akademiko eta 2 enpresa

**Finantziazioa, guztira:** 3 783 986 €

**NanoGUNErako ekarpena:** 458 863 €

Elektroiaren spinaren askatasun-graduan oinarritutako elektronika da espintronika. Espintronikak metalen alorrean izan duen arrakasta handia Magnetorresistentzia Erraldoiaren (GMR) aurkikuntza aitzindariarekin hasi zen, industria magnetoelektronikorako iraultza izan baitzen. Beste mota batzuetako materialen spin efektuak aztertzeak fenomeno fisiko liluragarriak ekarri ditu, eta badirudi etorkizunean ere aurrerabideak eman ditzakeela. Bi dimentsioko egiazko lehen kristalaren —grafenoaren— aurkikuntzak, grafeno-gailuen fabrikazioan izandako aurrerapen azpimarragarriarekin batera, berez ekarri du grafenoaren espintronika ikertzeko grafeno-gailu ferromagnetiko hibridoak aztertzea.

## THINFACE

**Hasiera-data:** 01/09/2013

**Bukaera-data:** 31/10/2017

**Bazkideak:** 7 akademiko eta enpresa bat

**Finantziazioa, guztira:** 3 873 668 €

**NanoGUNErako ekarpena:** 467 938 €

Hemen gure helburu nagusia geruza mehe hibridoan alorrean ideia eta teknika berriak garatzea dugu. Proiektu hau energiaren soluzio jasangarrien alorrean kokatzen da. Gure partzuergoan fisikan, kimikan eta materialen zientzian diharduten talde esperimenteral eta teorikoek hartzen dute parte, eta horrek aukera zabalak eskaintzen dizkie ikertzaile berriei, ezagutza eta eskarmentua irabaz baitezakete elektronikako eta energia-metaketako etorkizuneko aplikazioetarako garrantzitsuak izango diren materialak ikertzen, ekoizten eta karakterizatzen.

## SPM2.0

**Hasiera-data:** 01/01/2017

**Bukaera-data:** 31/12/2020

**Bazkideak:** 7 akademiko eta 3 enpresa

**Finantziazioa, guztira:** 3 593 489 €

**NanoGUNEraiko ekarpena:** 495 746 €

Mikroskopia Aurreratuko teknikak nanoteknologian oinarritutako produktuen ikerketaren eta ekoizpenaren zutabe ditugu. Gaur egun teknika horiek duten erronkarik handiena irudi tomografiko azkar eta ez-suntsikorak 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 oinarritzko langak gainditu dituztelarik, egun sistema berritzaileak ditugu, hiru dimentsioko (3D) nanoeskalako egiturak sentikortasun kimikoarekin irudikatze 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, oinarritzko zientziatik hasita aplikazio industrialetaraino, eta horrek aukera emango die eragin handieneko ezagutza zientifiko berria sortzeko. Horrez gainera, trebakuntza praktikoa ere dute zeharkako gaitasunak lantzeko, sektore pribatu zein publikoetan dituzten lan-aukeren ikuspegia zabaltzeko eta erantzukizuneko lanpostuetarako gaitasuna lortzeko. Europa Ekorketazko Zunda Mikroskopiako teknologietan lidergoan jarri nahi dugu.

## QuESTech

**Hasiera-data:** 01/01/2018

**Bukaera-data:** 31/12/2021

**Bazkideak:** 7 akademiko eta 2 enpresa

**Finantziazioa, guztira:** 3 884 019 €

**NanoGUNEraiko ekarpena:** 445 698 €

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

Gure ikerketa-programaren helburu zientifiko eta teknologiko nagusia hauxe 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 izango dira kontuan: 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, "C-MOSez haragoko" nanoelektronikan adituak izango direnak.

## **HYCOAT**

**Hasiera-data: 01/01/2018**

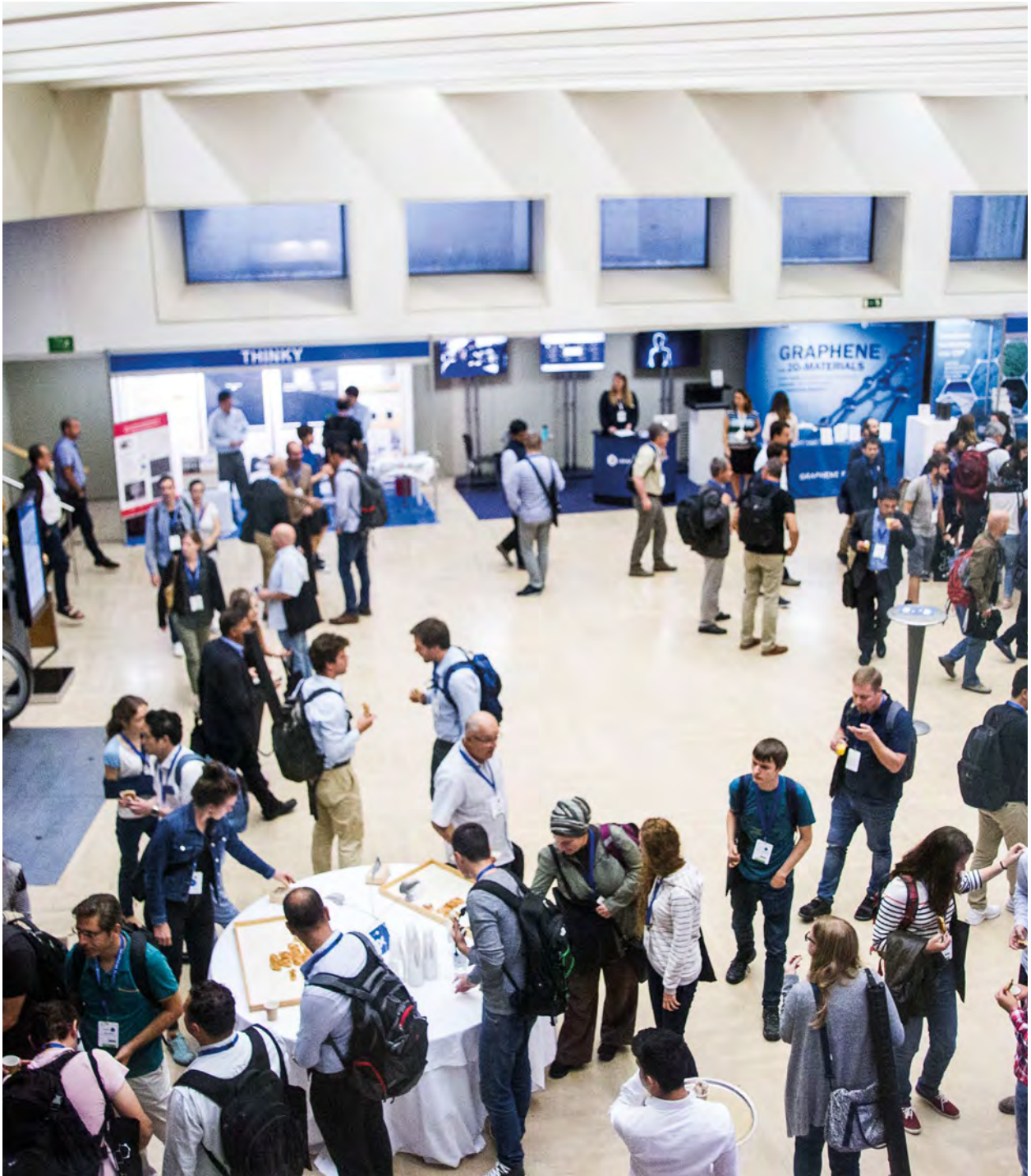
**Bukaera-data: 31/12/2021**

**Bazkideak: 10 akademiko**

**Finantziazioa, guztira: 3 898 798 €**

**NanoGUNEraiko ekarpena: 430 946 €**

Proiektu honekin lehen aldiz biltzen ditugu, ITN sare batean, kimika, fisika, materialen zientzia eta ingeniari-tza geruza molekularren deposizioaren (MLD) teknikaren bidez estaldura hibridoaren sintesia eta aplikazioak garatzeko helburuarekin. MLD teknika, erreakzio bitar automugatzailak baliatzen dituen, 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 arlo honetan aitzindariak ditugu. Sare honen bidez plataforma europarra sortzen ari gara belaunaldi berri bat teknika honetan trebatzeko. Sare honek Europako zazpi herrialdeetako (Belgika, Finlandia, Alemania, Irlanda, Herbehereak, Norvegia eta Espainia) bazkideak biltzen ditu. Proiektu honetan garapen garrantzitsuak aurreikusten ditugu arlo hauetan: paketatzea, biomedikuntza, elektronika eta bateriak. Funtsezkoa da MLD teknikaren bidezko estaldura hibridoak ezagutzea eta diseinatzea aplikazio-esparru zabal batean erabili ahal izateko. Goi-mailako teknologiako industria europarrarekiko elkarrekintza bermatuta dago, 10 industriaren, 2 unibertsitate-ospitaleren eta instalazio sinkrotroniko baten parte-hartze aktiboaren bidez. Trebakuntza ikerketa-proiektuen, ikastaroen eta kongresuen bidez bideratuko da. Europako ezagutza aliantza honek erakunde publiko eta pribatuen arteko lankidetzatza estua du. Lankidetzatza honen bidez, Europak gaur egun MLD teknikan duen lidergoaz baliatuko gara teknika horrek ekar litzakeen berrikuntzetan ere lidergoa izan dezagun eta berrikuntza horiek eragin ekonomiko eta soziala izan dezaten.



---

# GRAPHENE WEEK 2018

Mundu osoko 51 herrialdetako 650 aditutik gora, Andre Geim Nobel sariduna barne, elkartu ziren Donostian 2018ko irailaren 10etik 14ra, Graphene Week biltzarren 13. edizioan grafenoari buruz eta bi dimentsioko (2D) beste material batzuei buruz eztabaidatzeko.

Biltzar hau *Graphene Flagship* proiektuaren kongresu nagusia da: Graphene Flagship proiektua Europako ikerketa-ekimen handienetakoa dugu, 150 bazkide baino gehiago dituen 1.000 milioi euroko aurrekontuarekin. 2018an Donostian ospatu zen Graphene Week biltzarra, aurreko urteetan Atenas-en, Varsovia-n eta Manchester-en ospatu zelarik. “Donostia grafenoaren ikerketako benetako guneetako bat da, ez bakarrik Europan baizik eta mundu osoan”, adierazi zuen *Graphene Flagship*-aren zuzendari Jari Kinaret-ek. “Hitzaldi zientifikoak garrantzitsuak dira, baina Graphene Week biltzarrak beste aukera baliagarri bat ere eskaintzen du, grafenoaren komunitateko beste lagun batzuekin sareak osatu eta sozializatzeko aukera”, erantsi zuen. Iñigo Urkullu lehendakariak hauxe nabarmendu zuen: “Guretzat oso garrantzitsua da biltzar hau hemen egitea, gure industriaren eta teknologiaren kultura ezagutarazteko aukera ematen baitigu. Horregatik, ongiatorria egiten diogu etorkizuneko materialaren, hau da, grafenoaren, ikerketari.”

Graphene Week nazioarteko biltzarren helburua grafenoaren eta bi dimentsioko beste materialen ikerketan lortu diren aurrerapauso garrantzitsuenak ezagutaraztea izan zen. Programa paregabea prestatu genuen; besteak beste, 30 hizlari gonbidaturen hitzaldiak, 95 ahozko aurkezpen eta 300 bat poster.

Graphene Week biltzarren ekitaldi honetan, bestalde, diziplina anitzeko zenbait saio izan ziren: *Graphene for Human Space Exploration* izenburuko ekitaldia, zeinetan grafenoak espazioan izan ditzakeen aplikazioak aztertu baitziren —Europako Espazio Agentziaren (ESA) eta NATOren arteko lankidetzaren esparruan—; *Graphene Innovation Forum* ekitaldia, non grafenoaren eta 2Dko beste material batzuen aplikazio komertzial eta industrialak aztertu baitziren; eta *EU-USA International Workshop-a*, AEBko Zientzia Fundazio Federalarekin (NSF) elkarlanean. Halaber, *Women in Graphene* ekimenerako tarteak izan ziren, zientzian emakumeen presentzia sustatzeko eta komunitate zientifiko askotarikoago bat sortzeko.

Kursaal Jauregian foro industrialak ere izan ziren; bertan grafenoa erabiltzen duten produktuak erakusteko 15 stand jarri ziren, eta Europa osoko enpresen eta startup-en ibilbide arrakastatsuez ikasi ahal izan genuen.



 **CIC nanogune**  
nanoscience COOPERATIVE RESEARCH CENTER

 **Graphenea**



#GrapheneWeek

 **GRAPHENE** WEEK



**CICNetwork**

**GRAPHENE** WEEK



**CIC nanogune**

**el gobierno del País Vasco**

**CIC nanogune**

**nis**

**AGI/2016/10/14/14/14**

**SCIENTIFIC REPORTS**

**ThermoFisher**



# 3

---

## ENPRESEKIKO LOTURA

**13** PATENTE  
**5** STARTUP ENPRESA





---

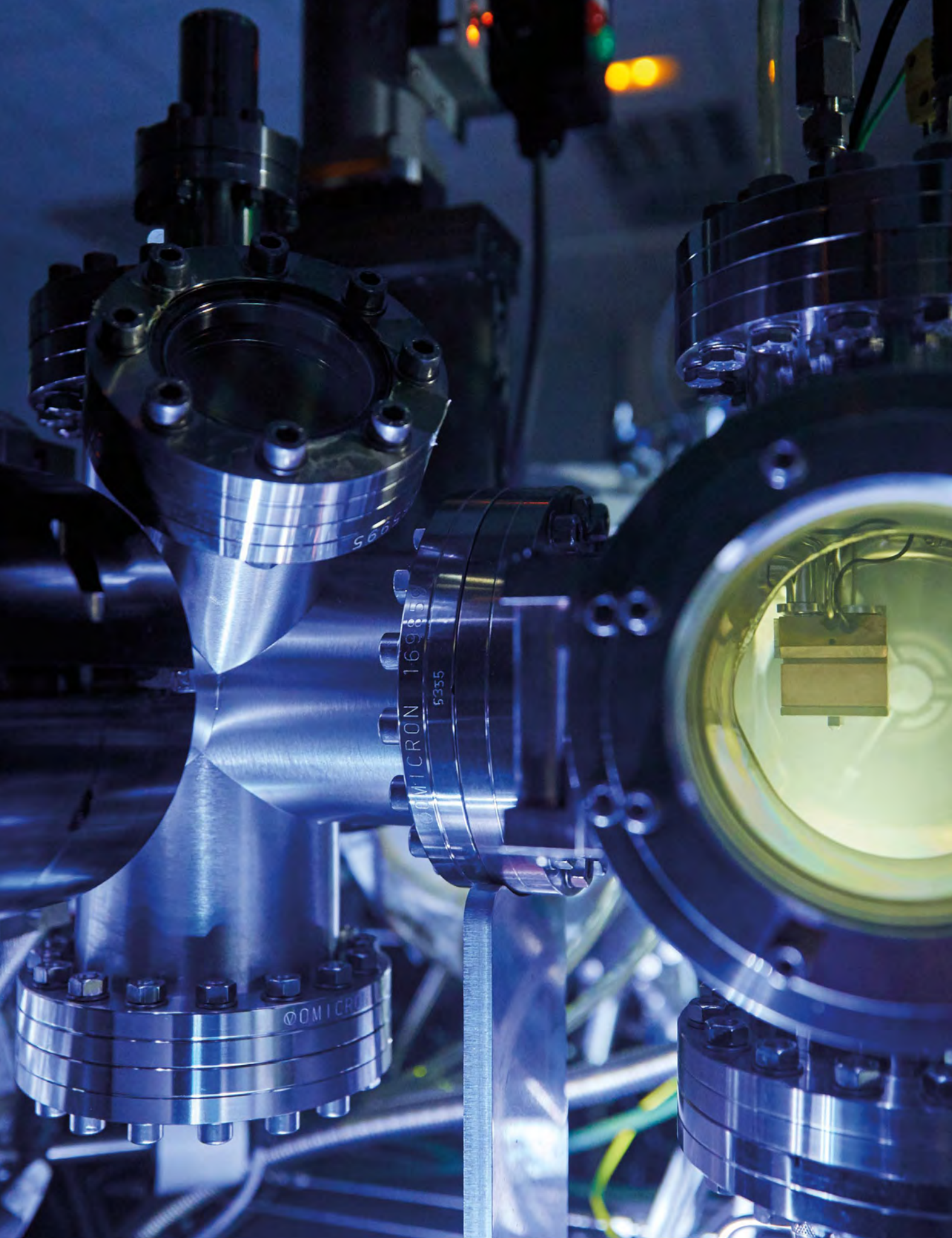
# TEKNOLOGIA TRANSFERENTZIA

Euskal Herriak tradizio industrial sendoa du, eta dagoeneko erreferentzia da European. Euskadi 2020 Zientzia, Teknologia eta Berrikuntzako Planarekin (ZTBP) eta Ikerketa eta Berrikuntzaren Espezializazio Adimendunerako Estrategiarekin (RIS3), Eusko Jaurlaritzak erabateko konpromisoa erakutsi du euskal industria sarea indartzeko, eta fabrikazioaren, energiaren eta osasunaren teknologia estrategikoen aldeko apustua egiten du. Estrategia horren ezarpena tresna egokien eskutik doa: Eraldaketa Lehiakorerrako Euskal Sozietateak (SPRI) eta Araba, Bizkaia eta Gipuzkoako enpresa-berrikuntzako zentroek sustatutako kluster politikak. Testuinguru horretan, nanoGUNE, Ikerketa Zentro Kooperatiboa izanik, ondo lerrokatuta dago euskal estrategia orokorrarekin eta helburu argia du nanoteknologia ekoizpen prozesuetan eta merkaturatutako produktuetan txerta dadin.

Aldi berean, nazioartekotzea nanoGUNEren bereizgarrietako bat dugu. NanoGUNEk puntako ikerketa-azpiegitura eta maila goreneko ikertzaileak biltzen ditu, hainbat sektoretan aplikatzeko moduko kalitate handiko ikerketa gauzatzeko. Horren ondorioz, gure ezagutzaren eta teknologiaren transferentzian ari gara dagoeneko. NanoGUNEk Euskal Herriko zein nazioarteko enpresei zerbitzuak eskaintzen dizkie, nanoteknologia gaur egun industriak dituen arazoan irtenbideen zati bihurtzen ari delarik.

Euskadi 2020 ZTBP estrategiaren gidaritzapean, euskal industria prestatzen ari da dagoeneko nanoteknologiak eskain ditzakeen irtenbide oso berritzaileak xurgatzeko eta zabalik dago nanoteknologiaren bitartez bakarrik eskura daitezkeen propietateen hobekuntzaz jabetzeko. Eragile zientifiko eta teknologikoen arteko benetako lankidetzaren sustapena, azpiegituren erabilera partekatua eta gure langileen mugikortasuna ere lagungarri izango dira teknologia transferitzeko mekanismo eraginkorra lortzeko, merkatuak gidatutako ikerketari lotua eta industriaren beharrekin bat datorrena.





566

169839  
5355

ØMICRON

---

# KANPO-ZERBITZUAK

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

Gure Kanpo-Zerbitzuen saila bi helbururekin diseinatu da: (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 paregabe bezala daitezten.

Hiru espezializazio arlotan gara bereziki adituak:

- Materialak funtzionalizatzeko estaldurak.
- Materialak eta gailuak karakterizatzeko eta fabrikatzeko mikroskopia.
- Material optiko berrien ezaugarriak aztertzeke eta garatzeko optika.

Nork bere kasa egiteko edota espezialista kualifikatuek egiteko zerbitzuak jaso daitezke. Lehen kasuan, tresna zientifiko asko jartzen dira kanpoko erabiltzaile akademiko eta industrialen esku. Gure azpiegitura behar bezala erabiltzen dela ziurtatzeko, erabiltzaileek gure tresnak erabiltzeko gaitasuna dutela ziurtatu behar dute, lanean hasi aurretiko has-tapeneko trebakuntza baten bidez. Bigarren kasuan, gure ezagutza oso baliagarria da teknologia-zentro eta enpresa mota askorentzat, haien prozesuen eraginkortasuna handitzeko, haien produktuei balioa eransteke edota produktu berriak sortzeko.

Guk eskaintzen ditugun zerbitzuak industria eta ikerketa arlo mota askorentzat izan daitezke baliagarri: automobilgintza, makina-tresna, materialak eta mikroskopia laborategiak, besteak beste.

---

# NOVASPIDER

## NANOZUNTZAK EKOIZTEKO MODUA ERALDATUKO DUEN TRESNA GAMA BERRI BAT

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

NovaSpider hiru dimentsioko elektroiruteko makina bat da, erabiltzaileari aukera ematen diona bere laborategian nanozuntz aurreratuak ekoiz ditzan. NovaSpider-ek nano eta mikro-zuntzez osatutako konposite-egitura hibridoak salneurri lehiakor batean sortzeko balio du. NanoGUNEk garatutako tresna hau ingeniari adituen eta 3Dko inprimatze-industrian eskarmentua duten espezialisten arteko ingeniaritza lankidetzan estu baten emaitza da.

4.0 industriako gure teknologiari esker, elektroirutearen prozesuko parametro guztiak erraz kontrola daitezke. Tresna instalatzeko behar den laguntza zientifiko eta tekniko guztia eskaintzen dugu, bai eta dokumentazio zabala eta bezeroarentzako zerbitzu pertsonalizatua ere. Materialen zientzialarien eta ingeniarien talde bat dugu edozein materialetan oinarritutako nanozuntzen sorreran laguntzeko, eta elektroirute tresnak eta prozesuak eskaintzen ditugu nanozuntzak ekoizteko.





## OSASUNA

### **Hodietako partikula magnetikoen manipulazioa, domeinu hormak hedatzeko**

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

### **Partikula magnetikoen multzokatze-dinamiken neurketan oinarrituriko biosentsorea**

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

Danimarkako Unibertsitate Teknikoarekin (DTU) partekatua  
Blusense Diagnostics ApS-k du lizentzia



BLUSENSE  
DIAGNOSTICS

# ELEKTRONIKA

## Geruza meheen kalitate ikuskapena

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

das-Nano-rekin partekatua

das-Nano-k du lizentzia



**PATENTE-ZORROA**

# PATENTE-ZORROA

## MATERIALAK

### Endozelulasak eta haien erabilera

R. Pérez-Jiménez

Evolgene-k du lizentzia



### Geruza atomikoen jalkitze-ganbera

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

Ctech-nano-rekin partekatua

Ctech-nano-k du lizentzia



### Antzinako zelulasak eta haien erabilera

R. Pérez Jiménez, N. Barruetabeña eta M. A. Eceiza

UPV/EHUrekin partekatua

Evolgene-k du lizentzia



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

I. Azpitarte eta M. Knez

### Altzairua korrosiotik babesteko bi geruza meheren metaketa

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

Tecnalia Research and Innovation-ekin partekatua





## OPTIKA

### Holografia optiko sintetikoa

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

Illinois-ko Unibertsitatearekin partekatua

Neaspec GmbH-ek du lizentzia



### Gailu optikoak eta autentifikazio metodoak

M. Knez eta E. Azanza

das-Nano-rekin partekatua

das-Nano-k du lizentzia



### Muga-geruza eta muga-geruza hori daukan gorputz eramailea ekoizteko metodoa

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

Osram-ekin partekatua

Osram-ek du lizentzia

### Espeketroak eskuratzeko balio duen eremu hurbileko mikroskopia optikoa

R. Hillenbrand, E. Yoxall eta M. Schnell

Neaspec GmbH-ek du lizentzia



### THz edota IR edota MW erradiazioekin diharduen gailua

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

ICFOrekin partekatua



# PATENTE- ZORROA

---

# STARTUP ENPRESAK

## GRAPHENEA, KALITATE HANDIKO GRAFENOAREN EKOIZLEA

graphenea.com

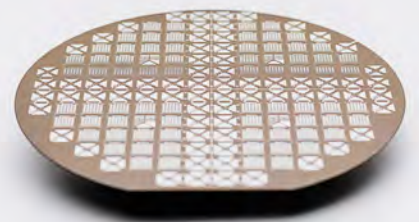
**Graphenea, nanoGUNEren lehen startup enpresa, 2010eko apirilean jarri zen abian zenbait inbertsore pribaturen eta nanoGUNEren artean. Graphenea orain mundu mailako enpresa aitzindaria da kalitate handiko grafenoaren ekoizpenean. 2013an Repsol-ek eta Garapen Teknologiko Industrialerako Zentro espainiarrak (CDTI) 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 zabaldu zituen Gipuzkoako Parke Zientifiko eta Teknologikoan. Grapheneak 2018an Grafenozko Eremu Efektuko Trantsistoreen (GFET) salmenta abiarazi zuen, grafenoa merkatuan (bereziki sentsoreen merkatuan) sartzeko dauden mugak murrizteko.**

Enpresak 20 langiletik gora zituen 2018 urtearen amaieran, eta 54 herrialdetara esportatzen zuen grafenoa. Mundu osoko unibertsitateak, ikerketa-zentroak eta industriak ditu bezero; 700etik gora bezero ditu. Graphenea Graphene Flagship proiektu europarraren kide da. Proiektu horrek laborategi akademikoen esparrutik Europako gizartera zabaldu nahi du grafenoa hamar urteko epean.

Grafenoaren alorreko ikerketa estrategikoa da eta azkar ari da hazten. Gainera, potentzial ekonomiko handia du. Grapheneak mundu mailako komunitate zientifikoarekin lankidetzan ihardun nahi du, hala, grafenoaren industriari aurrera egiten laguntzeko. Grapheneak berrikuntzarekiko konpromisoa du: etengabe inbertitzen du produktu berrien garapenean, bere bezeroei lanean aurrera egiten laguntzeko.

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





## SIMUNE, SIMULAZIO ATOMISTIKOAK

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

2014ko urtarrilean jarri zen abian Simune, zientzia-adituen talde baten eta nanoGUNEren arteko proiektu gisa. 2014ko uztailean zenbait inbertsore pribatu akziodun bilakatu ziren. Simunek 2016an Techconnect Innovation berrikuntza-saria eskuratu zuen, garapenaren lehen fasean dauden mundu osoko berrikuntzarik aipagarrienetakotzat jo baitzuten, Techconnect National Submission Summit-era urtero bidaltzen diren teknologien %15 onenen azterketa industrial egiteko prozesu batean. Simunek 2017an Europako zenbait proiektutan hartu zuen parte, eta hitzarmenak egin zituen Japonian JSOL enpresarekin ([www.jsol.co.jp](http://www.jsol.co.jp)), bezero-zorria handitzeko. “Gure bezero-zorria handituz doa munduko enpresa handienetako batzuekin: DuPont, Panasonic, Toyota, Honda, Daihatsu, Sumitomo eta Japoniako *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)* institutu entzutetsua”. Simunek 2018an hedatzen jarraitu du, hitzarmenak sinatu baititu Indian DHIO ingeniartzarekin, bezero akademiko eta industrialei zerbitzuak emateko. Simunek Europar Batasuneko dirulaguntza jaso du SME programaren esparruan, eta hazten jarraituko du 2019rako asmo handiko egitasmo batekin.

Simunek eskala atomikoko simulazioak eskaintzen dizkie bezero akademiko eta industrialei, hainbat alorretan: erdieroaleak eta energia-biltegitratzea, besteak beste. Simulazio horiek material eta prozesu berrien diseinua azkartzeko eta optimizatzeko dira; propietate bakoitza identifikatzeko soluziorik onena eskaintzen da. Simunek aholkularitza-zerbitzuak, adituen laguntza eta trebakuntza ere eskaintzen ditu. Berriki, **ASAP** (Atomistic Simulation Advanced Platform) software-paketea aurkeztu du, zeinak segmentu akademiko eta industrialetako aplikazio ugariarako tresna zientifiko ugari eskaintzen baitu.

Simuneren esperientzia nagusia behar teknologiko handiak dituzten material aurreratuei lotutako aplikazioetan oinarritzen da. Gainera, materialei lotutako erronkei aurre egiteko soluziorik onena identifikatzea du ardatz. Arazo industrial batetik abiatuta, Simunek soluziorako lan-fluxua identifikatzen du, simulazioak eta material modelizazioak eginez eta bezeroei tresna zientifikoak eta esperientzia handia eskainiz. Simulazioen abantailetakoz batzuk kostuetan eta denboraren aurrezpenean datza, produktu berrietarako material berriak identifikatu eta neurtzea esperimentalen emaitzak ulertzen baitira.

## CTECHnano, BERRIKUNTZA ALD SOLUZIOEN BIDEZ

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

**CTECHnano 2014ko uztailean jarri zen abian, bi euskal enpresaren (AVS eta Cadinox) eta nanoGUNeren arteko proiektu gisa. Enpresa honek geruza mehekin estaltzen ditu materialak geruza atomikoen deposizioaren teknika baten bidez (ALD, ingelesezko sigletatik). CTECHnano-k I+G zerbitzuak eta berriazko estaldura tresnak eskaintzen ditu. Enpresa hau bere bezeroekin lankidetzan dihardu, neurrira egindako irtenbide berritzaileak eskaintzeko asmoz.**

ALD teknikak geruza meheak jalkitzeko modu oso kontrolatua eskaintzen du. Material desberdinez osatutako geruza ugari egiturak sortzea ere berehalakoa da. Prozesuaren zehaztasuna eta erreproduzigarritasuna direla eta, ALDk prozesamendu teknologia sendoa eskaintzen du mikroelektronika eta nanoelektronika modernoaren alorrean. Teknologia hori erabiltzeko behar den tenperatura baxuagoa izaten da beste deposizio-prozesu batzuetan behar izaten denaren aldean. Prozesamendurako tenperatura baxuagoa erabiltzeak aukera ematen du substratu hauskorrekin lan egiteko; lagin biologiko edo polimerikoekin, esate baterako. Gainera, askotariko substratu-materialak estal daitezke bi dimentsioko (2D) xafletatik abiatuz hiru dimentsioko (3D) forma porotsuak eta nanopartikulak lortzeko.

Askotariko materialak meta daitezke ALD teknikaren bidez: oxidoak, nitruroak, karburoak, metalak, sulfuroak, fluoruroak, organikoak, eta abar. Desberdintasun txiki baina garrantzitsu horren ondorioz aukeratu da ALD teknika sortzen ari diren aplikazio askotarako, hala nola elektronika malgurako edo konposite materialen diseinurako. ALD aplikazioak hainbat sektoretan aurki daitezke: elektronika, optoelektronika, optika, energia, bioteknologia, metalurgia, estaldura apaingarriak, ehungintza eta paketatzea besteak beste. CTECHnano-ren bezeroak berrikuntzara bideratuta egon ohi dira, produktu-funtzionalitate berrien bila edota jada dituzten prozesu eta produktuak hobetu nahian.

CTECHnano-k erabilera anitzeko eta kalitate handiko ALDa eta lurrun faseko infiltrazio sistemak (VPI, ingelesezko sigletatik) eskaintzen ditu, bai eta hainbat bezero motari orientatutako makinak ere: ikerketa eta garapenerako kostu baxuko eta kalitate handiko oinarriko modeloak nahiz ekoizpen lerroetan ezarriko diren makina industrialak.



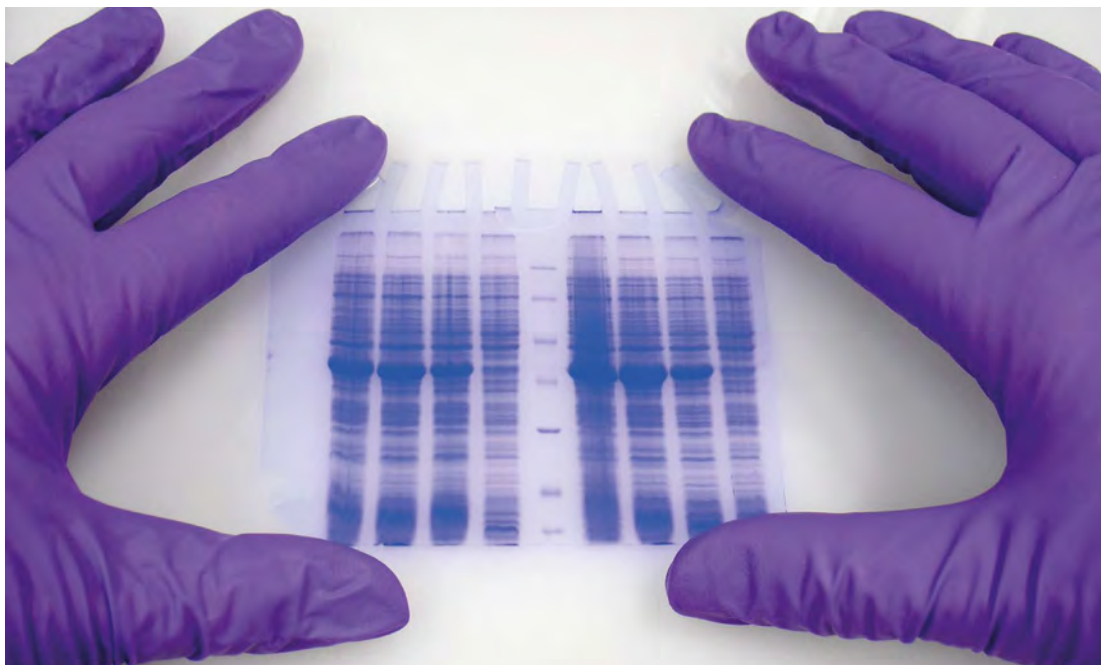
# EVOLGENE GENOMICS, IRAGANEKO ENTZIMAK ETORKIZUNERAKO

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

**Evolgene Genomics 2018ko otsailean sortu zen. Enpresa hau 2014an Repsol petrolio-enpresaren Ekintzailatza Funtsak babestutako “ideia” baten haritik abiarazitako beste ekimen baten emaitza da. Funts horiek energia-efizientziako enpresa bat sortu duten edo sortu nahi duten ekintzaileei laguntzeko egina da.**

Evolgene entzima berri eta bikainak garatzeko antzinako sekuentzien berreraikuntza (ARS, ingelesezko sigletatik) erabiltzen duen enpresa dugu. Baliabide bioinformatikoak eta datu genomikoak erabiliz, Evolgene-k duela milaka milioi urteko entzimak diseinatzen eta ekoizten ditu, aplikazio industrial askotan erabiltzeko, hala nola biomedikuntzan, sendagaietan eta kimikan. Enpesak I+Gko zerbitzu gisa eskaintzen du gaitasun hori.

Bestalde, Evolgene ingurumena errespetatzen duen prozesu berri eta eraginkorra ari da garatzen, propietate bikainak dituen biomaterial berri bat, zelulosa-nanokristalak, ekoizteko. Zelulosa-nanokristalak hainbat aplikaziotan erabil daitezke: farmako-banaketarako ehun-ingeniarietza, biosentsoreak, gailu elektronikoak, kosmetika, ur-tratamendua, eta abar. Prozesua honetan oinarritzen da: antzinako entzimak erabiltzen dira (zelulasak eta xilanasak) eta eramaileetan immobilizatzen dira, biokatalizatzaile oso eraginkorrak lortzeko. Hala lortutako biokatalizatzaileak, gero, hainbat zelulosa-iturri hidrolizatzeke erabiltzen dira. Gaur egun, Evolgene laborategiko prozesua optimizatzeke lanean ari da, eskala handiagoko instalazio pilotu bat lortzeko aurretiko urrats gisa.



## 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 sustatzaile talde batek. Talde horretan parte hartu zuten, nanoGUNEz gainera, Robert Blick Hanburgoko Unibertsitateko Fisikako irakasleak, nanoGUNEko bi ikertzailek eta Hasten Ventures enpresak (negozio-ideiak azeleratzen eta sustatzen dituen enpresa). Prospero nanoteknologiaren etorkizunera begirako aukerak baliatu nahi ditu, teknologia berritzaile bat garatzeko eta merkaturatzeko, masa-espektrometriaren industrian aplikazio-alor berri bat irekitzeko bidea emango duena.**

Prospero masa-espektrometriarako detektagailu berritzaile bat garatzen eta ekoizten ari da, gaur eguneko soluzioekin alderatuta hobekuntza handia dakarren nanomintz baten erabileran oinarritua. Merkatuan ez dago teknologiarik masa handiko molekulak modu fidagarrian identifikatzen dituenik, eta horixe da, hain zuzen ere, Prosperok eskaintzen duena. Prosperoren teknologia askotariko alorretan aplikatu ahal izango da, hala nola markatzaile biologikoen ikerketan, medikuntzako ikerketan eta diagnostiko edo botika bioantzekoen garapenerako, kasu horietan masa handiko molekulen identifikazio zehatza beharrezkoa baita.

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



---

# NEGOZIO-KULTURA ZIENTZIALARIEN TREBAKUNTZAN

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

## Ahozko komunikazioa

Lehen mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2017ko azaroan eta 2018ko azaroan eskaini dugu. Trebakuntza-ikastaro horretan parte hartu duten ikasleak goi-mailako aurkezpenak prestatzen eta jendaurrean aritzeko modua hobetzen trebatu dira, eta entzule mota desberdinekiko komunikazioa landu dute.

Guztira 18 ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.

## Ekintzailletza

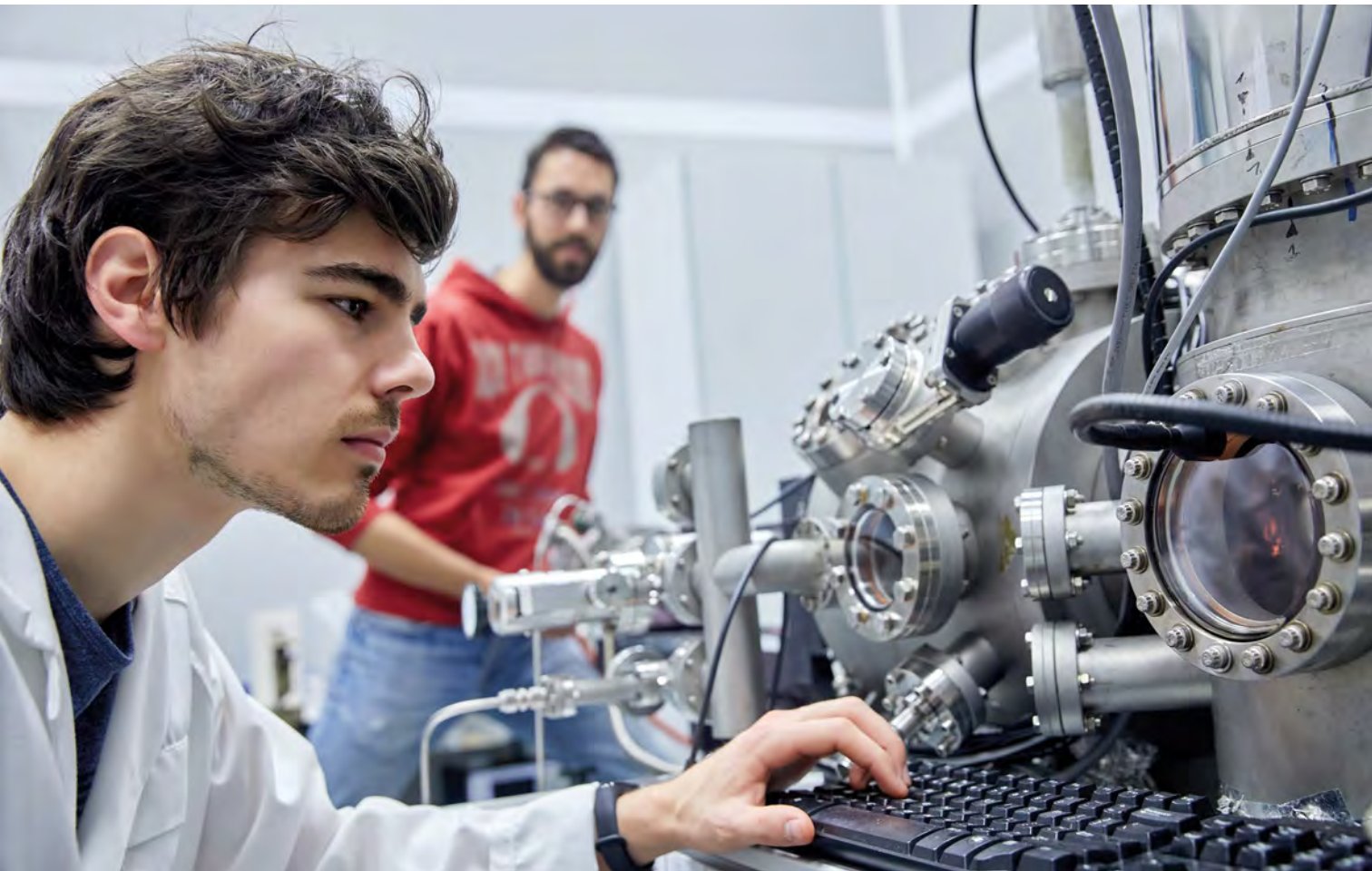
Bigarren mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2017ko urrian eta 2018ko azaroan eskaini dugu. Ikastaro honen helburua hauxe izan da: doktoretza-ikasleak trebatzea ideiak enpresa-proiektu bihurtzen ikas dezaten, eta oinarritzko ezagutza ematea ekintzailletza zer den, zer negozio-eredu dauden eta negozio-egitasmo bat nola presta daitekeen jakin dezaten.

Guztira 16 ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.

## Eman pausoa. Mundu akademikotik industriara

Hirugarren mailako doktoretza-ikasleei zuzendutako ikastaroa dugu hau. 2017ko azaroan eta 2018ko 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 20 ikertzailek hartu dute parte ikastaro honetan.



# 4

---

## GIZARTEAREKIN BAT EGINEZ

**24** EKITALDI IREKI

**332** BISITARI INSTITUTU  
ETA UNIBERTSITATEETATIK

**649** AGERRALDI HEDABIDEETAN





---

# GIZARTEAREKIN BAT EGINEZ

Gaur egun nanozientzia eta nanoteknologiako aurrerapenak gure gizartearen aurrerapen teknologikoen muinean daude. Nanoteknologia erabiliz, materialak sendoagoak, arinagoak, iraunkorragoak edo erreaktiboagoak bilaka daitezke eta haien eroankortasun elektrikoa hobetu daiteke.

Nanozientzia eta nanoteknologia hitzak maiz erabiltzen dira, baina sarritan ez gara jabetzen hitz horiek gure eguneroko bizitzan zenbaterainoko eragina duten. Nanoteknologiari esker ordenagailu azkarrago, txikiago eta ahaltzuagoak ditugu, energia gutxiago kontsumitzen dutenak, diagnostikorako ekipamendu azkarragoak eta funtzionalagoak, eta abar. Nanoteknologiak gizartean duen eraginaren adibide batzuk baino ez dira horiek.

Nanoteknologia ez da etorkizuna. Nanoteknologia oraina da. Halabaina, gure gizartearen gehiengoak oraindik ez du ulertzen nanoteknologia zertan datzan. Zer da nano? NanoGUNEn sinetsita gaude aurrerapen zientifiko eta teknologiko handiak lortzea ez dela nahikoa. Horrexegatik egiazko informazioa modu arduratsu eta ulergarrian zabaltzeko konpromisoa hartu dugu. Bide horretan lagun izan ditugun dibulgazio-kolaboratzaile nahiz komunikabide guztiei eskerrak eman nahi dizkiegu.





Gizarte jasangarriago  
baten garapenerako  
erantzukizuna  
ezagutza eta  
teknologia sortzeaz  
harago doa



Bideoa ikusi



Jarrai gaitzazu



## EKITALDI IREKIAK

### **Emakumeak zientzian**

NanoGUNEk 2017ko otsailaren 11n bat egin zuen Zientziako Emakume eta Nesken Nazioarteko Egunarekin. Egun hori Nazio Batuen Batzarrak ezarri zuen, emakumeek eta neskek zientzian sarbide eta parte-hartze erabatekoa eta gizonezkoen parekoa izan dezaten, bai eta genero-berdintasuna lortzeko eta emakumeak eta neskak ahalduntzeko ere. Horrekin bat eginez, nanoGUNEk egun hori ospatzeko hainbat ekimen antolatu zituen, emakumeek nanozientzian egiten duten lana erakusteko, zientziari eta teknologiari egotzi ohi zaizkion rol maskulino arketipikoekin amaitzeko eta neskek karrera zientifikoak hauta ditzaten bultzatzeko.

2018an Donostiako beste hiru ikerketa-zentrok (Donostia International Physics Center-ak, Materialen Fisika Zentroak eta CIC biomaGUNEk) ere egin zuten bat ekimenarekin eta, hala, aukera izan genuen jende gehiagorengana helduko zen programa zabalagoa diseinatzeko.

### **Zientzia Azoka**

NanoGUNEk 2017tik, Elhuyar Fundazioak antolatzen duen Zientzia Azokan parte hartzen du. Ekimen horren baitan 12-18 urte bitarteko ikasle gazteek egindako ikerketa proiektuen azoka antolatzen da. Epe luzeko prozesua da, ikasleek proiektua ikasturte osoan zehar garatzen baitute.

### **Zientzia Astea**

Euskal Herriko Unibertsitateak urtero, azaroan, antolatzen duen Zientzia Astean parte hartzen du nanoGUNEk, Donostia International Physics Center-arekin (DIPC) eta Materialen Fisika Zentroarekin (MPC, ingelesezko sigletatik) batera, nanozientzia eta materialen zientzia azaltzeko asmoz.

### **Donostia Week INN**

NanoGUNEk Donostiako Sustapenak antolatutako Donostia Week INN ekitaldietan parte hartzen du. Ekitaldi horretan Donostiako berrikuntza-estrategiaren inguruko jarduera-programa oso bat eskaintzen da.

## HEZKUNTZA JARDUERAK

### **Gradu-ikasleak: udako praktikak eta gradu amaierako proiektua**

2017 eta 2018 urteetan 37 gradu-ikasle izan ditugu nanoGUNEen udako praktiken programan edota gradu-amaierako proiektua garatzen gure ikertzaileen zuzendaritzapean.

### **Masterra**

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

### **Doktoretza**

Doktoretza-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. 33 doktoretza-tesi ditugu martxan nanoGUNEen eta beste 7 dira gure ikertzaileen kozuzendaritzapean Euskal Herriko beste zentro edo unibertsitateetan doktoretza-tesia egiten dihardutenak.

### **Nanoteknologia-ikastaroa institutu irakasleentzat**

NanoGUNEk nanoteknologiako hastapen-ikastaro bat eskaintzen die institutueta zientzia-irakasleei, Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Sailak abian duen *PrestGara* programaren bidez.

### **Hezkuntza-zentroen bisitak**

Gure ate irekietako politikari jarraikiz, programa bat dugu institutu eta unibertsitate ikasleak gure instalazioak ikustera etor daitezen. Era horretan, nanozientzia-ikerketa hurbilagotik ikusteko parada ematen diegu. 2017-2018 urteetan 300 ikasle baino gehiago izan dira bisitan nanoGUNEen.

# NANOKOMIK, NANOZIENTZIAREN INDARRA KOMIKI BATEAN



**NanoGUNEk eta Donostia International Physics Center-ak (DIPC) nanoKOMIK proiektuaren bigarren edizioa antolatu dute.**

Nanozientziaren eta nanoteknologiaren alorrean gauzatzen ari diren aurrerapenek ekar ditzaketen aukerak publiko orokorrari helarazteko eta gazteen artean sormena bultzatzeko jarri zen martxan nanoKOMIK proiektua.

2016an izan zuen arrakastaren ondoren, nanoKOMIK erronkaren bigarren edizioa abiarazi zen 2017 urtearen hasieran. 14 urtetik gorako 240 lagunek baino gehiagok hartu zuten parte bigarren edizio honetan sormen prozesu librean. Erronka horren esparruan, parte-hartzaileek beren komiki-superheroiak hezurramitu zituzten eta nanobotereak eman zizkieten, materialak nanoeskalan dituen propietate liluragarriez baliaturik. Komikiari eta zientziari lotutako mintegiak egin ziren Euskal Herriko zenbait ikastetxetan, bai eta Bartzelonan ere, Bartzelonako Unibertsitatearen lankidetzari esker. Azkenean, 70 artelan aurkeztu ziren erronkara, euskaraz, gaztelaniaz eta ingelesez.

Hasieran aurkeztutako komikien ideiarik onenak erabiliz eta helduen kategoriako irabazleekin lankidetzan, komiki berriak sortzeari ekin genion: Munduaren domi(nano)zioa, Sugarra eta Landare Artean. Istorio horietan zenbait pertsonaiaren gorabeherak kontatzen dira: (i) politikari ustel bati nonahikotasunaren boterea ematen dion neuronanozientzialari argiarena, (ii) lehertzeko zorian dagoen misio espazial bat salbatu duen bidaiari-espazialen jarraitzaile sutsuarena eta (iii) landareen fotosintesi-prozesua artifizialki erreproduzitzeko gai den nanohibrido bat sortzen buru-belarri diharduen zientzialariarena, hurrenez hurren.

Zientzia eta Teknologiarako Espainiako Fundazioak (FECYT, Ekonomia, Industria eta Lehiakortasun Ministeriokoa) nanoKOMIK proiektuaren finantziazioaren zati batean parte hartu zuen.

[www.nanokomik.com](http://www.nanokomik.com)





## 10ALAMENOS9



**Espainiako hainbat erakunde eta ikerketa-zentrok elkarlanean antolatutako jaialdi bat da 10ALaMenos9, eta nanoziaren eta nanoteknologiaren mundua gizarteratzea du helburu.**

10ALaMenos9 nanoziaren eta nanoteknologiako jaialdiak eragin zuzena izan nahi du publiko sektore guztiak nanoeskalara eta haren efektuetara hurbiltzeko. Xede horrekin antolatutako jardueretan (erakusketa, tailerrak eta hitzaldiak) bisitariek aukera dute nanomundua arakatzeko; hau da, metro baten milaka milioiren baten tamainako gauza txikien mundua ( $10^{-9}$ , 10 ber minus 9) arakatzeko, non atomoak eta molekulak nagusi ditugun (DNA molekula adibidez).

Jaialdiaren hirugarren edizio hau zenbait hiritan antolatu da 2018ko martxoan eta apirilean: Zaragozan, Madrilan, Bartzelonan eta Donostian, FEYCYTen laguntzari esker.

Euskal Herrian jaialdiaren bigarren edizioa 2017an ospatu zen Donostiako Okendo kultura-etxean, nanoGUNEren eta Donostiako Udaleko Donostia-Kultura agenzia-arteko lankidetzaren bitartez.

Hirugarren edizioan (2018an) jaialdia (erakusketak, tailerrak eta hitzaldiak) Bergarako Laboratorium museoan gauzatu zen, nanoGUNEren eta Bergarako Udalaren arteko lankidetzaren bitartez.



# 5

---

## EGITURAKETA ETA FINANTZIAZIOA

- 97** PROIEKTU INDARREAN
- 26** EUROPAR PROIEKTU
- 15** MARIE SKLODOWSKA-CURIE
  - 1** ERC
  - 2** GRAPHENE FLAGSHIP





---

# EGITURAKETA ETA FINANTZIAZIOA

NanoGUNE irabazi-asmorik gabeko elkarte da. Eusko Jaurlaritzaren ekimenez sortu zen, 2006an, eta 2009an inauguratu zen ofizialki. 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.

NanoGUNEko ikerketa jarduerak Berrikuntza Kudeatzeko Sistema baten bidez kudeatzen dira. Sistema horrekin UNE 166002:2014 estandarren araberako ziurtagiria lortu genuen 2017an. Estandar horrek berrikuntza kudeatzeko jardunbide sistematikoetarako egitura bat garatzen, ezartzen eta mantentzen laguntzen die erakundeei.

Gure lorpenak ez ziratekeen posible izango Eusko Jaurlaritzaren laguntzarik gabe. Beste horrenbeste esan dezakegu Zientziarako Ikerbasque Fundazioak mundu osoko ikertzaile trebeak erakartzeko duen programari buruz. Laguntza horri gehitzen zaizkio Gipuzkoako Foru Aldunditik, Espainiako Gobernutik eta Europar Batzordetik lorturiko dirulaguntza lehiakorra nahiz ekimen pribatuetatik lorturiko diru-sarrera. Hala, finantza-egitura orekatu eta jasangarria dugu.

Azken hamar urteetan, nanoGUNE sortu zenetik hona, Euskal Herria nanozientzia-ikerketaren lehen lerroan jarri ahal izan dugu. Hortik abiatuta, datozen urteotarako erronka gure ezagutza eta teknologia ingurune industrialera transferitzea izango da; hala, euskal ekonomiaren lehiakortasunaren eta gure gizartearen ongizatearen alde egingo dugu.

	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Langileak (abenduarien 31n)	96	108
Lanaldi osoaren baliokidetzak	93	101
I+Gko ustiapen-sarrerak (milaka eurotan)	6 454	7 207
Eusko Jaurlaritzak emandako lehiaketarik gabeko finantziazio publikoaren %a	42	23
Gipuzkoako Foru Aldundiak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	2	2
Eusko Jaurlaritzak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	22	35
Espainiako Gobernuak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	11	13
Europar Batzordeak emandako lehiaketa bidezko finantziazio publikoaren %a	16	17
Finantziazio pribatuaren %a	7	10

# ZUZENDARITZA BATZORDEA



## Lehendakaria

Donostia International Physics Center  
Pedro Miguel Echenique



## Lehendakariordea

Corporación Tecnalia  
Joseba Jaureguizar (2017/03/05ra arte)  
Joseba Iñaki San Sebastián (2017/03/06tik aurrera)



## Idazkaria - Diruzaina

IK4 Ikerketa Aliantza  
Jose Miguel Erdozain



## Batzordekideak

Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Fernando Plazaola (2017/02/14ra arte)  
Arturo Muga (2017/02/15etik aurrera)



Gipuzkoako Foru Aldundia  
Ainhoa Aizpuru



## CAF

José Antonio Gortazar (2018/03/05ra arte)  
Josu Imaz (2018/03/06tik aurrera)



## IKOR

Jon Sierra



## PETRONOR

Valentín Ruiz Santa Quiteria (2017/07/09ra arte)  
Elias Unzueta (2017/07/10etik aurrera)

## Gonbidatuak, Eusko Jaurlaritza ordezkatzuz



Ekonomiaren Garapen eta Azpiegitura Saila  
Leire Bilbao (2017/01/31ra arte)  
Iosu Madariaga (2017/02/01etik aurrera)

## Hezkuntza Saila

Adolfo Morais



# nanoGUNEren 10 urte



**“NanoGUNEk jakin du nahikoa erakargarri bilakatzen maila goreneko jendeak hauta gaitzan”**

*Pedro M. Etxenike  
Lehendakaria*

**NanoGUNE zabaldu zenean, zentroko zuzendari Jose Maria Pitarkek zera esan zuen: “Gustatuko litzaiguke gure tokia aurkitzea nazioartean eta nazioarteko aintzatespena eskuratzea gure ekarpenengatik”. Zer balantze egiten duzu hamar urte igaro eta gero?**

Zeharo positiboa. NanoGUNE gaur egun Nanozientiaren eta nanoteknologiaren mapamundian dago.

**Zer errezetari darraio nanoGUNE arrakasta lortzeko?**

Gure proiektua aukeratu duten ikertzaileen talde bikaina; izan ere, gaur egun, talentu handiko ikertzaileek, jakintzarloa edozein delarik ere, beren ibilbidea non garatu hauta dezakete. NanoGUNEK jakin du maila goreneko jendeak gu hauta gaitzan baldintza egokiak sortzen eta nahikoa erakargarri bilakatzen. Erabakigarria izan da Jose Maria Pitarke zuzendariaren kudeaketa eta lidergo sendoa. Giza lidergoarekin, ardurarekin, irmotasunarekin eta eskuzabaltasunarekin bildu du bere gaitasun teknikoa, eta jakin du lantaldea antolatzen elkarrekiko korrelazioak lankidetzarekin bat egin dezan. Horrek guztiak eta talde teknikoak, administrazioak eta zerbitzuek egiten duten lan bikainak bermatu dute arrakasta. Zuhaitz baten edertasuna ez datza haren adarretan, haren enbor eta sustraletan baizik.

**Zure ustez, nanoGUNEk badu bereizgarririk zientzia, teknologia eta berrikuntzako euskal sarearen barnean?**

Zalantzarik gabe. Une honetan Euskal Herrian ez da nanoGUNEren mailako beste zentrorik haren ikerketa-eremuetan. Aitzindaritzea zientifikoaz gainera, nanoGUNEK bost startup enpresa sortu ditu eta tokiko zein munduko enpresa askorekin aritu da lankidetzan. NanoGUNEren bezero dira jomugan etorkizuna duten enpresak, adibidez, Intel eta Thermo Fisher Scientific. NanoGUNEren punta-puntako ezagutza garatzen da. Zentroko ikertzaileek duten sorkuntza askatasunak arrakaste bermatzen du.

**Datorren hamar urteetarako nanoGUNEk zer helburu lortzea gustatuko litzaiguke?**

Lehenbizi gustatuko litzaidake nanoGUNEK bide onetik jarraitzea; izan ere, gaur egun duen tamainarekin zaila litzateke dagoeneko kuantitatiboki eta kualitatiboki lortu duen bikaintasun zientifikoa handitzea. Bestalde, gustatuko litzaidake ikustea nanoGUNEK ingurune lehiakor bat sortzen nola laguntzen duela, industria lehiakor batek ingurune lehiakorra behar baitu. Ingurune horrek etorkizuneko industriaren garapenean laguntzeko gai izan beharko luke. Izan ere, Euskal Herriko garapen industrialak bermatuta dago bikaintasun zientifikoa teknologia transferitzeko xedearekin biltzen denean.

**Zer etorkizun du nanoGUNEk epe luzera?**

NanoGUNEK izugarritzko etorkizuna izango du, baldin eta bide onari eusten badio, zorrotzasunarekin eta, aldi berean, epe luzeko politiken jarraitutasuna baliatuz. Litekeena da etorkizuna gogorra izatea, baina baikorra naiz dugun jendearekin eta abian ditugun epe luzeko politikekin. NanoGUNE bereiztu duen optimismo zorrotzean sinesten dut. NanoGUNEK xahubidea alde batera uzten du eta ez du errealitatea itxurakeriaren atzean ezkatutzen.

# PROIEKTUAK INDARREAN

## 2017/2018

### Europar Batzordea

15	Marie Skłodowska-Curie ekintza (CIG, ITN, Europa barruko nahiz kanpoko norbanakoak)	3	H2020 koordinazioa eta lankidetzak
2	Graphene Flagship	1	H2020 ikerketa eta berrikuntza
3	H2020 FET Open	1	M-ERA.NET
1	ERC		

### Espainiako Gobernua

1	María de Maeztu	2	FECYT
13	Erronka	1	Ramón y Cajal
1	Lankidetzak Erronka	1	Juan de la Cierva
1	Europa Bikaintasun	10	FPI doktoretza-aurreko dirulaguntza
1	Explora	1	FPU doktoretza-aurreko dirulaguntza

## Eusko Jaularitza

**6** Ikerketa proiektu

**5** Ikerbasque Fellow

**7** Doktoretza-aurreko dirulaguntza

**2** Emaitek

**1** Azpiegitura

**3** Elkartek

**1** Mugikortasun

**1** Prest Gara

**3** Ikerbasque startup

## Gipuzkoako Foru Aldundia

**3** Gipuzkoa Fellow

**3** Azpiegitura

**4** Ikerketa proiektu

---

# NAZIOARTEKO AHOLKU BATZORDEA

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, Delft (Herbehereak)

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

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

**Prof. Emilio Mendez**, Brookhaven National Laboratory, New York (AEB)

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

---

# ERAKUNDE FINANTZATZAILEAK



**EUROPEAN UNION**  
European Regional Development Fund



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**



**ikerbasque**  
Basque Foundation for Science



**Gipuzkoako Foru Aldundia**

## AIPAMENA



**EXCELENCIA  
MARÍA  
DE MAEZTU**



# NANOPEOPLE









2017 2018



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

Tolosa Hiribidea, 76

E-20018 Donostia - San Sebastian

**+34 943 574 000**