



CIC  
nanogUNE

# Memoria de Actividades

2019-2020





---

# Memoria de Actividades

2019-2020



CIC  
nanogune  
nanoscience cooperative research center

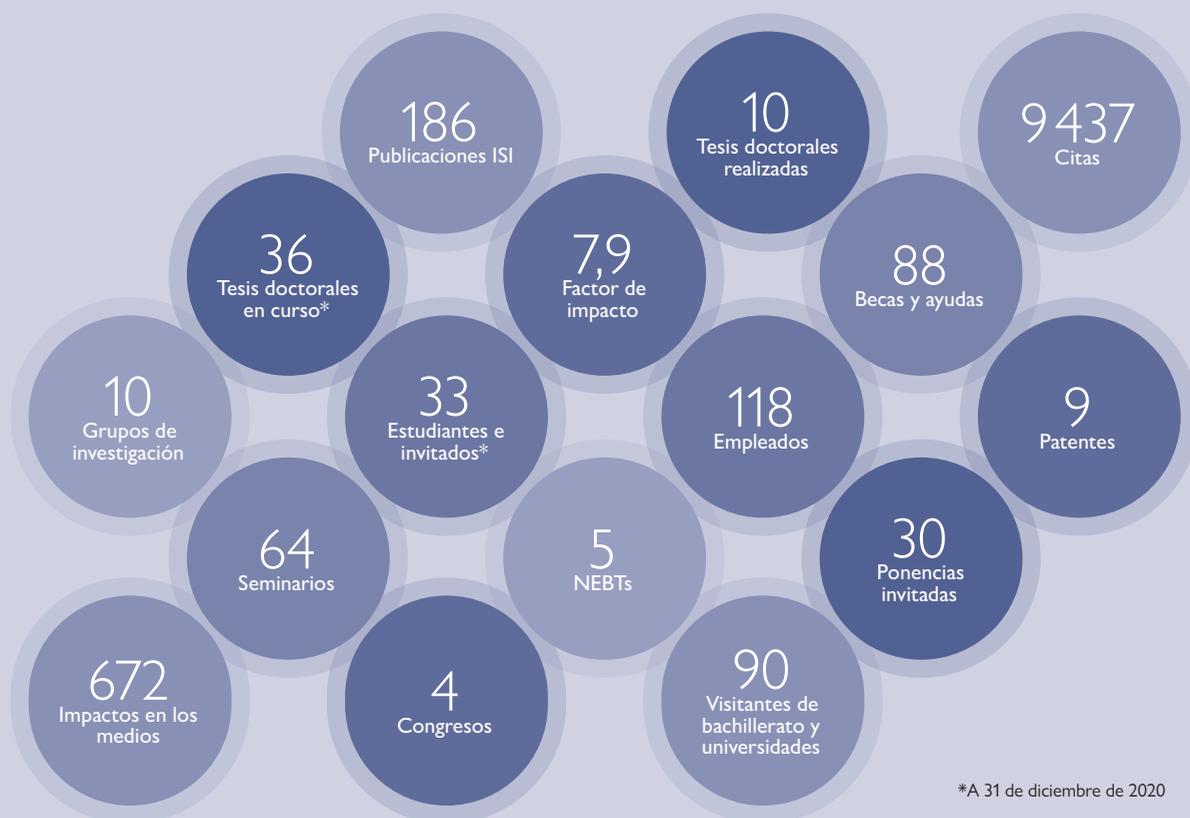
1	<b>nanoGUNE en cifras</b>	<b>4</b>
2	<b>Mensaje del Director</b>	<b>6</b>
3	<b>Grupos de investigación</b>	<b>9</b>
	Nanomagnetismo	10
	Nanoóptica	11
	Autoensamblado	12
	Nanobiotecnología	13
	Nanodispositivos	14
	Microscopía Electrónica	15
	Teoría	16
	Nanomateriales	17
	Nanoimagen	18
	Nanoingeniería	19
4	<b>Resultados de la investigación</b>	<b>21</b>
	Publicaciones destacadas	22
	Proyectos destacados	28
5	<b>Vínculo con la empresa</b>	<b>35</b>
	Transferencia de tecnología	36
	Investigación bajo contrato	38
	Cartera de patentes	40
	Nuevas empresas de base tecnológica	52
	<i>Global Graphene Call</i>	61
	Formación	62
	Talento investigador a industria	63
	Servicios externos	64
	Novaspider	65
6	<b>Conectando con la sociedad</b>	<b>67</b>
	Conectando con la sociedad	69
	Eventos	70
	Divulgación	72
7	<b>Organización y financiación</b>	<b>75</b>
	Organización	76
	Financiación	77
	Junta Directiva	78
	Proyectos vigentes 2019/2020	79
	Comité Asesor Internacional	80
	Organismos financiadores	81
8	<b>nanoPeople</b>	<b>82</b>

\* En este documento hemos tratado de hacer un uso no discriminatorio del castellano; aun así, en algunos casos hemos empleado el masculino genérico, con el cual hemos querido englobar a todas las personas.

# nanoGUNE en cifras

## 2019-2020

**Nuestra misión es llevar a cabo investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología con el fin de incrementar la competitividad empresarial y el desarrollo económico del País Vasco.**



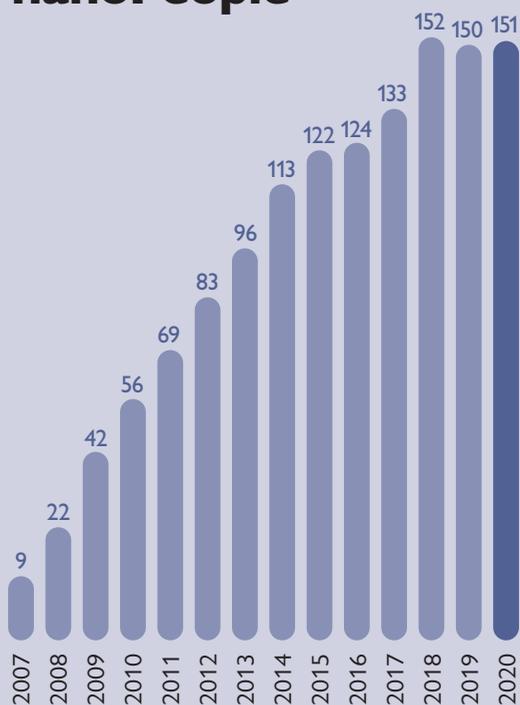
\*A 31 de diciembre de 2020

## Personal de 26 países



Alemania	13	India	2
Argentina	2	Irlanda	1
Armenia	1	Italia	12
Austria	1	Japón	2
Bielorrusia	1	Marruecos	1
China	5	México	1
Colombia	3	Países Bajos	1
Corea	2	Portugal	1
Croacia	1	Reino Unido	3
Cuba	1	Rusia	11
España	79	Suecia	1
Francia	2	Suiza	1
Grecia	2	Ucrania	1

## nanoPeople



Investigadores Sénior	12	12♂		
Fellows	5	4♂		1♀
Post-docs	37	22♂		15♀
Pre-docs	35	21♂		14♀
Especialistas	4	3♂		1♀
Equipo Técnico	14	11♂		3♀
Administración y Servicios	11	4♂		7♀
Estudiantes de Máster	6	3♂		3♀
Estudiantes de Grado	1			1♀
Investigadores Invitados	26	13♂		13♀

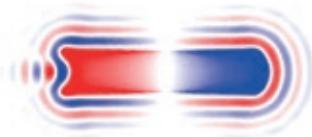
Personal de nanoGUNE (incluyendo estudiantes e invitados) a 31 de diciembre de 2020

# 2

6

## Mensaje del Director

**«Investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología, en estrecha colaboración con otros laboratorios de investigación y con la industria, así como un firme compromiso con la sociedad sientan las bases de nuestra actividad»**



Desde la inauguración de nanoGUNE en 2009, nos hemos empeñado en construir un centro de investigación e infraestructura que combinen investigación de vanguardia en nanociencia y nanotecnología con una orientación inequívoca a la transferencia de conocimiento y tecnología al entorno industrial. En 2019, celebramos nuestro décimo aniversario con la satisfacción de haber avanzado de forma sustancial tanto en actividades de investigación como en la traslación de dicha investigación a nuestra sociedad, todo ello gracias al apoyo constante de un buen número de personas, instituciones públicas, especialmente el Gobierno Vasco, y nuestro Comité Asesor Internacional. Son muchas las personas investigadoras que han pasado por nuestro Centro. Algunas se encuentran actualmente trabajando en centros tecnológicos y empresas del País Vasco. Otras ocupan puestos académicos de relevancia en todo el mundo. Seguimos publicando en las más prestigiosas revistas de investigación trabajos que han gozado y siguen gozando de un importante impacto a nivel internacional. Hemos sido reconocidos como Centro de Excelencia María de Maeztu, reconocimiento otorgado a centros que destacan por el impacto internacional de su actividad investigadora. Y todo esto nos ha dotado de una posición privilegiada que nos está permitiendo abordar la transferencia de tecnología y, en particular, la creación de nuevas empresas de base tecnológica en áreas que son extraordinariamente competitivas a nivel internacional, como, por ejemplo, los materiales bidimensionales y el grafeno. Algunas de estas nuevas empresas siguen ubicadas en nanoGUNE. Otras (Graphenea y Biotech Foods) ya han echado el vuelo y cuentan con sus propios laboratorios. La última en salir fue Biotech Foods, dedicada a la producción y comercialización de carne cultivada, la cual se trasladó en 2019 al Parque Tecnológico de Gipuzkoa en San Sebastián tras dos años de incubación en nanoGUNE.



**José M. Pitarke**  
Director

En el periodo 2019-2020, nuestra actividad investigadora ha seguido su curso y nos hemos centrado, a su vez, en la intensificación de nuestra actividad en materia de transferencia de tecnología con el desarrollo de un plan de transferencia para el periodo 2021-2025 basado en tres grandes áreas de actuación: (i) colaboración con la industria en el marco de proyectos de investigación bajo contrato, (ii) licenciamiento a terceras partes de nuestra tecnología, y (iii) la creación y consolidación de nuevas empresas de base tecnológica. Se espera, además, que nuestra actividad en este campo se vea fortalecida en el marco de la reciente creación, en 2019, de la alianza científico-tecnológica vasca *Basque Research & Technology Alliance*, BRTA, la cual cuenta con la participación de doce Centros Tecnológicos y cuatro Centros de Investigación Cooperativa, entre ellos el nuestro.

El periodo 2019-2020 también ha sido especialmente fructífero en lo que se refiere a la gestión del Centro. Nuestro Sistema de Gestión de la Innovación, el cual fue certificado en 2017 conforme a la norma UNE 166.002:2014, ha superado con éxito todas las auditorías externas anuales realizadas hasta la fecha. Por otra parte, en 2019 se nos concedió, por parte de la Comisión Europea, el logo de excelencia en gestión de recursos humanos en el ámbito de la investigación, *HR Excellence in Research*, en reconocimiento a

nuestro compromiso con la mejora continua en este ámbito. Además, se ha puesto en marcha un programa corporativo de cumplimiento, *Corporate Compliance Program*, y se ha puesto en marcha, asimismo, un plan de igualdad de género, con el objetivo de promover la igualdad de género en el entorno laboral y fuera de este.

Con el lanzamiento de nanoGUNE se nos encomendó una misión: llevar a cabo investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología con el fin de incrementar la competitividad empresarial y el crecimiento económico del País Vasco. Transcurridos algo más de diez años, podemos afirmar con orgullo que nuestra misión está siendo cumplida con creces. Investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología, en estrecha colaboración con otros laboratorios de investigación y con la industria, así como un firme compromiso con la sociedad sientan las bases de nuestra actividad. Tenemos que seguir ahí, en la frontera del conocimiento, situando así al País Vasco en la vanguardia de la investigación en nanociencia y nanotecnología. Para ello, debemos continuar llevando a cabo ese tipo de investigación de excelencia que nos permita descubrir territorios aún inexplorados, atendiendo, a su vez, en todo momento, a nuestro compromiso con la industria del presente y, sobre todo, la industria del futuro. Ese es el gran reto de lo pequeño.



# 3

## Grupos de investigación

Nanomagnetismo	10
Nanoóptica	11
Autoensamblado	12
Nanobiotecnología	13
Nanodispositivos	14
Microscopía Electrónica	15
Teoría	16
Nanomateriales	17
Nanoimagen	18
Nanoingeniería	19

El grupo de Nanomagnetismo lleva a cabo investigación fundamental y aplicada en nanomagnetismo y técnicas de caracterización. El grupo ha adquirido un amplio conocimiento en el crecimiento de películas delgadas y estructuras multicapa, la fabricación de nanoestructuras y la caracterización de materiales magnéticos. Asimismo, ha pasado a ocupar una posición de liderazgo internacional en magnetoplasmonica y en su utilización (i) para fines fundamentales y aplicados y (ii) en el desarrollo de herramientas y dispositivos. Su actividad experimental se complementa con el desarrollo de modelos teóricos y computacionales para una descripción cuantitativa de las propiedades magnéticas y ópticas de los materiales en la nanoescala.

Durante el periodo 2019-20, el grupo de nanomagnetismo ha logrado importantes avances en varios campos, algunos de ellos en colaboración con investigadores de otras partes del mundo. Uno de estos logros ha sido demostrar que capas magnéticas separadas por una capa no magnética pueden mostrar un acoplamiento entre capas de tipo helicoidal, posibilitado por la interacción Dzyaloshinskii-Moriya, además del acoplamiento entre capas colineal convencional descubierto ya hace más de 30 años. En el campo de los metamateriales magnetoplasmonicos, hemos propuesto teóricamente y demostrado experimentalmente una novedosa hoja de ruta conceptual para estimular una modulación de la polarización inducida por la magnetización utilizando modos de plasmones oscuros y multipolares. Para ello, se han diseñado y nanofabricado nanoestructuras de disco magnetoplasmonico / anillo plasmónico no concéntricas con el fin de permitir la excitación de luz en el espacio libre de modos oscuros multipolares en el anillo plasmónico así como su hibridación con la resonancia plasmónica dipolar del disco magnetoplasmonico, dando lugar así a un modo multipolar híbrido. La excitación de estos modos oscuros, multipolares, híbridos y de alto nivel da lugar a una actividad magnetoóptica muy amplificada, permitiendo un control activo sin precedentes de la polarización de la luz bajo un campo magnético. Nuestro nuevo diseño conceptual podría, por lo tanto, dar lugar a múltiples aplicaciones en comunicaciones ópticas, sensórica y obtención de imágenes.

Además de las actividades de investigación fundamental, se están llevando a cabo trabajos de investigación más aplicada. Un ejemplo de ello es la aplicación de elipsometría magnetoóptica para

investigar interfaces enterradas ultrafinas, lo cual ha sido llevado a cabo junto con la Kyushu University, una de las universidades japonesas más destacadas. Si bien las medidas de magnetometría no eran capaces de identificar la naturaleza magnética de películas de aleación ultrafinas que se utilizan para aumentar la eficiencia de las estructuras de los dispositivos magnetotérmicos, la elipsometría magnetoóptica ha demostrado claramente que las capas de interconexión más eficaces no son magnéticas. Otro ejemplo ha sido la demostración del uso de elementos magnetoplasmonicos híbridos para facilitar el control de temperatura selectivo y sin contacto en metamateriales funcionales magnéticos (redes nanomagnéticas). En comparación con los sistemas de calentamiento global utilizados hasta ahora, los cuales son lentos y con un alto coste energético, el calentamiento controlado con luz, en el que se aplican grados de libertad ópticos como la longitud de onda de la luz, la polarización y la potencia, permite poner en marcha sistemas de calentamiento locales, eficientes y rápidos para su uso en computación nanomagnética asistida por calor o para cuantificar fenómenos emergentes colectivos en sistemas artificiales de espín.



**Andreas Berger**  
Director de Investigación  
Líder de Grupo

**Paolo Vavassori**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Colider de Grupo

El grupo de Nanoóptica lleva a cabo investigación experimental y teórica en los campos de la nanoóptica y la nanofotónica, cubriendo tanto aspectos básicos como aplicados. Fundamentalmente, desarrollamos nanoscopía de campo cercano (método de dispersión basado en la microscopía óptica de barrido de campo cercano, s-SNOM) y nanoespectroscopía de infrarrojos (nanoespectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier, nano-FTIR), y aplicamos estas novedosas herramientas analíticas en varios campos de la ciencia y la tecnología. Ambas técnicas ofrecen una resolución espacial independiente de la longitud de onda, de unos 10-20 nm, para frecuencias visibles, infrarrojas y de terahercios, superando así el límite de la difracción en un factor de hasta 1 000.

En el periodo 2019-2020, el grupo de nanoóptica ha seguido trabajando en el desarrollo instrumental de la microscopía de campo cercano con el fin de llevar la resolución espacial hacia el nivel de una sola molécula, posibilitando así la nanoimagen espectroscópica de infrarrojos tridimensional (3D) y novedosas modalidades de imagen.

Asimismo, aplicamos la microscopía de campo cercano con el objetivo de estudiar tanto los plasmones de nanoestructuras metálicas y de grafeno como los fonones de cristales polares, y así poder desarrollar dispositivos nanofotónicos ultracompactos.

Trabajamos en varios avances en nanoimagen y nanoespectroscopía: la aplicación de la nanoespectroscopía infrarroja para el mapeo en la nanoescala de la composición química de polímeros, la estructura secundaria de las proteínas, la distribución portadora de los nanoalambres semiconductores, y las propiedades optoelectrónicas de materiales bidimensionales (2D).

Por otra parte, trabajamos en el desarrollo y aplicación de modelos teóricos para describir (i) la propagación y la dispersión de ondas/ondas superficiales en materiales naturales, artificiales y bidimensionales, (ii) la espectroscopía de campo cercano y (iii) la reconstrucción de las propiedades de los materiales partiendo de datos de campo cercano.



**Rainer Hillenbrand**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Autoensamblado trabaja en ampliar la idea del «autoensamblado» desde las configuraciones moleculares clásicas mediante reconocimiento mutuo hasta el ensamblado forzado externamente y la morfología en la nanoescala de capas de humectación. Ponemos siempre el foco en biomoléculas naturales, como las proteínas y los virus, y en los sistemas biomiméticos.

Exploramos el autoensamblado clásico basado en la modificación bioquímica de ensamblados de proteínas tipo jaula (DPS, de sus siglas en inglés), por ejemplo, con etiquetas de péptidos mutuamente reconocibles. Esto posibilita rutas de ensamblado específicas para estos enormes complejos proteínicos, incluso hacia nuevos cristales. La biomineralización altamente variable de las jaulas de proteínas abre rutas hacia nuevos dispositivos ópticos, magnéticos y microelectrónicos.

El método que utilizamos para el ensamblado forzado se basa en el electrohilado. Estamos explorando y ampliando constantemente nuestros métodos para la producción de fibras hechas de proteínas/péptidos puros sin la matriz polimérica habitual. Estamos descubriendo nuevos modos de configuración molecular también para las proteínas que no pueden formar fibras de manera natural, y estamos ampliando, asimismo, los ensamblados proteínicos conocidos, principalmente naturales. Para ello, estamos aumentando las capacidades técnicas de microscopía de fuerza atómica en superficies muy curvadas.

Las capas de agua o hielo ultrafinas envuelven casi todas las estructuras biológicas que se encuentran en contacto con el aire; pero casi se desconoce su estructura, dinámica y función en la biología. Nuestro principal objetivo es entender el secado e hidratación de los virus durante la transmisión. Hasta ahora, nos hemos estado centrando, sin embargo, en las superficies de hielo y en la nucleación del hielo en agua superenfriada.

Nuestros principales métodos experimentales se basan en las herramientas de electrohilado construidas en nuestras instalaciones y en nuestro dispositivo de impresión 3D/electrohilado «novaspider», el cual se está comercializando. Empleamos y desarrollamos microscopía de fuerza atómica y microscopía electrónica (de transmisión) de barrido en una atmósfera de

vapor de agua con humedad controlada. También utilizamos nuestras instalaciones de espectromicroscopía —Raman y (nano)FTIR—.

Durante el periodo 2019-20, hemos estado colaborando con grupos de investigación de ETH Zürich (Suiza), la Universidad de Milán (Italia), la Universidad de Grenoble (Francia) y, a nivel local, con biomaGUNE y el Centro de Física de Materiales de San Sebastián.



**Alexander M. Bittner**

Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Nanobioteconología está desarrollando con éxito una línea de investigación centrada en el estudio de la mecánica de las células y las proteínas. Dicha línea de investigación pone el foco en el estudio de las infecciones microbianas desde el punto de vista mecánico y utilizando principios físicos.

Las bacterias y los virus infectan los organismos utilizando proteínas que se adhieren a las moléculas en la superficie del anfitrión. El VIH-1 utiliza su glicoproteína de envoltura gp120 para adherirse al CD<sub>4</sub> en la superficie de la célula T. Del mismo modo, las bacterias emplean un conjunto de proteínas llamadas factores de virulencia para establecer el anclaje mecánico a los tejidos. Estas proteínas soportan fuerzas mecánicas que van desde pocos a cientos de piconewtons. No se conoce el efecto de estas fuerzas en la estructura y la química de las proteínas, pero podrían afectar al proceso de la infección.

Investigamos la función que ejercen las fuerzas mecánicas en la estructura y la química de las proteínas de adhesión microbiana así como en el proceso de la infección. Utilizamos un conjunto de técnicas para estudiar la nanomecánica de las infecciones víricas y bacterianas progresivamente desde moléculas individuales a las células. Nuestra meta es aportar nuevos conocimientos sobre los aspectos moleculares que impulsan la interacción mecánica de los microbios con sus objetivos. Utilizamos la espectroscopía de fuerza atómica (AFS, de sus siglas en inglés) para explorar el efecto de las fuerzas mecánicas en las proteínas de adhesión microbiana, el CD<sub>4</sub> humano y la E. coli. Esta técnica permite monitorizar las reacciones químicas sometidas a una fuerza como la rotura de uniones y la unión de péptidos, pequeñas moléculas y anticuerpos, procesos que, según se sabe, están implicados en las infecciones microbianas y que podrían tener un origen mecánico. También utilizamos técnicas de obtención de imágenes y pinzas magnéticas para diseñar sensores de fuerza molecular basados en la fluorescencia con el objetivo de establecer correlaciones entre la mecánica celular y la molecular, y estamos desarrollando una metodología de cribado de alto rendimiento para buscar moléculas que alteran las propiedades mecánicas de las proteínas víricas y bacterianas, las cuales sirven como potenciales medicamentos frente a la adhesión microbiana en las células anfitrionas.

El grupo de Nanobioteconología también desarrolla una línea de investigación que está relacionada directamente con la biotecnología industrial. Esta línea de investigación se centra en diseñar enzimas con propiedades optimizadas para varias aplicaciones industriales. Las enzimas son ampliamente utilizadas en la industria y la biomedicina. Es preciso optimizarlas para que puedan ser utilizadas en procesos fuera de su entorno natural. Nos hemos especializado en la técnica de la Reconstrucción de Secuencias Ancestrales (ASR, de sus siglas en inglés). Esta técnica emplea la filogenia para resucitar proteínas y genes de organismos extintos y estudiar sus propiedades fisicoquímicas. Hemos descubierto que las enzimas que pertenecen a organismos que vivieron hace miles de millones de años poseen propiedades que reflejan las duras condiciones del entorno ancestral. Utilizamos estas propiedades para diseñar enzimas optimizadas con aplicaciones industriales.



**Raúl Pérez-Jiménez**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Nanodispositivos estudia las propiedades electrónicas de los materiales en la nanoescala. Para ello, empleamos métodos de nanofabricación avanzados y medimos el transporte de los electrones de los materiales en condiciones extremas como bajas temperaturas y altos campos magnéticos. Trabajamos principalmente en tres líneas de investigación: (i) espintrónica, (ii) propiedades electrónicas de heteroestructuras tipo van der Waals y (iii) nanofabricación avanzada.

La espintrónica ha surgido como un activo campo de investigación cuyo objetivo es el desarrollo de una nueva generación de dispositivos basándose en la manipulación del espín de los electrones. En este contexto, nos centramos en el estudio de los fenómenos relacionados con el acoplamiento espín-órbita, como el efecto Hall de espín en metales pesados, el efecto Rashba-Edelstein en las interfaces, y el bloqueo espín-impulso en aislantes topológicos, que estudiamos en nanodispositivos tanto metálicos como bidimensionales (2D). Estos fenómenos permiten la conversión entre corriente de carga y corriente de espín eléctrica, dando lugar a aplicaciones interesantes como los torques espín-órbita para escribir memorias magnéticas, o la integración de la memoria magnética y la lógica basada en el espín, la cual ha sido propuesta recientemente por la Corporación Intel. Nuestro principal objetivo es diseñar, mediante una nanofabricación innovadora, otras geometrías que revelen arquitecturas innovadoras para dispositivos computacionales basados en el espín.

Desde que el grafeno —una monocapa de átomos de carbono— fuera aislado por primera vez en 2004, se han caracterizado una plétora de materiales 2D, los cuales abarcan desde grandes movilidades de portadores sin precedentes a eficiencias récord en la absorción de luz. Además, estos materiales están compuestos por capas, lo cual permite la creación de nuevos metamateriales apilando varios de ellos, uno encima de otro. Estos metamateriales se conocen como heteroestructuras tipo van der Waals. Aquí utilizamos materiales 2D y sus heteroestructuras de van der Waals como elementos fundamentales para novedosos dispositivos magnéticos, espintrónicos y optoelectrónicos.

En lo que se refiere a la nanofabricación avanzada, empleamos técnicas innovadoras para construir dispositivos que nos permiten explorar el mundo en la nanoescala. También estamos especializados en métodos tan diversos como la litografía de haz de electrones (EBL, de sus siglas en inglés) o la deposición inducida

por haz de iones focalizados y por haz de electrones focalizados (FIBID/FEBID, de sus siglas en inglés). Diseñamos materiales optimizados con un alto nivel de control para explorar las posibilidades extremas de nuestras técnicas. El amplio conocimiento que hemos ido adquiriendo durante los últimos años nos permite construir dispositivos finales con altos rendimientos.

Durante el periodo 2019-20, hemos iniciado la coordinación del proyecto SPEAR, cuyo objetivo es explorar nuevos materiales para la próxima generación de procesadores y memorias informáticos. Seis instituciones académicas Europeas (CEA-Francia, ETH Zürich-Suiza, IMEC-Bélgica, Universidad de Hamburgo-Alemania, Universidad Martin Luther Halle-Alemania y nanoGUNE) y tres empresas Europeas (ANTAIOS-Francia, QZabre-Suiza y NanOsc-Suecia) participan en este proyecto. El proyecto SPEAR ha sido seleccionado por la Comisión Europea para recibir financiación en el marco de una *Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network* (ITN). Asimismo, se ha iniciado un nuevo proyecto industrial financiado por la corporación Intel relativo a la espintrónica con heteroestructuras tipo van der Waals.



**Fèlix Casanova**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Colider de Grupo

**Luis E. Hueso**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El laboratorio de Microscopía Electrónica ofrece apoyo de alta calidad en microscopía electrónica a instituciones de investigación y a la industria del País Vasco y del resto del mundo. Si bien la actividad principal del grupo está dedicada a la prestación de servicios a otros investigadores y a socios industriales, mantenemos actualmente dos líneas propias de investigación.

La primera línea de investigación está relacionada con el estudio de la estructura, los procesos de solidificación y los mecanismos de plasticidad de los metales y las aleaciones. Esta línea se desarrolla en colaboración con el departamento de ingeniería de la Universidad de Mondragón, en la parte relacionada con la plasticidad y mecanizado de los metales, y con la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en la parte relacionada con los procesos de solidificación y la impresión tridimensional (3D) en metales.

La segunda línea de investigación está vinculada al desarrollo y utilización de una novedosa técnica de Microscopía Electrónica de Transmisión en Fase Líquida (LP-TEM, de sus siglas en inglés). En este ámbito colaboramos con la empresa que fabrica este tipo de instrumentos, con el objetivo de convertir esta técnica en una técnica sólida, fiable y cuantitativa. Las aplicaciones de este método abarcan desde la cinética química a escala nanométrica de los líquidos hasta la biomedicina.

Por lo que respecta a los servicios prestados a otros grupos de investigación y socios industriales, disponemos de una gran diversidad de métodos que podemos aplicar. La morfología, la composición y la microestructura superficial pueden ser caracterizadas mediante varias técnicas de microscopía electrónica/iónica de barrido como la obtención de imágenes con haz de iones y de electrones, el análisis de rayos X de energía dispersiva (EDX, de sus siglas en inglés) y la difracción de electrones retrodispersados (EBSD, de sus siglas en inglés). Se pueden estudiar las peculiaridades de la estructura atómica y la composición química aplicando una serie de métodos de microscopía electrónica de transmisión (TEM, de sus siglas en inglés) como la TEM convencional, la TEM de alta resolución y la TEM de barrido (STEM, de sus siglas en inglés), la difracción de electrones —incluida la difracción de electrones de haz convergente (CBED, de sus

siglas en inglés)—, EDX y la espectroscopía de pérdida de energía de electrones (EELS, de sus siglas en inglés). Podemos acceder a las propiedades magnéticas de los materiales a una escala de unos pocos nanómetros, empleando la holografía de electrones, la microscopía Lorentz y la obtención de imágenes de fase diferencial. La estructura 3D de las muestras puede revelarse en diferentes escalas mediante tomografía (S)TEM o modelos de FIB Slice&View. Asimismo, utilizamos un método de EELS de alta resolución para la caracterización de plasmones y fonones en nanomateriales.



**Andrey Chuvilin**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Teoría desarrolla teoría y simulación de sistemas a escala nanométrica, especialmente simulaciones de primeros principios, es decir, simulaciones basadas únicamente en la física cuántica y el control del comportamiento de los electrones y los núcleos que componen la materia. Para ello, normalmente hace falta recurrir a una intensa computación en centros de supercomputación con grandes supercomputadores.

En el periodo 2019-20, hemos aumentado la eficiencia y la escalabilidad de nuestros métodos en el marco de Centros de Excelencia Europeos a gran escala (MaX y ECAM).

Asimismo, hemos participado en un proyecto europeo en el que se han llevado a cabo simulaciones para comprender mejor el daño que produce la radiación espacial en la exploración espacial, tanto en los materiales de las naves espaciales (principalmente, células solares) como en el tejido vivo de los individuos que participan en misiones espaciales. Nuestro trabajo en curso también resulta interesante para mejorar las novedosas técnicas de radioterapia para el tratamiento del cáncer.

En colaboración con Merck, una empresa multinacional del sector químico, hemos estudiado nuevas moléculas candidatas para la fotovoltaica orgánica, es decir, células solares flexibles y baratas para ventanas y edificios inteligentes. Hemos estudiado cómo afecta a su eficiencia la forma que las moléculas tienen de distribuirse en las células.

En el ámbito más fundamental, nos interesa estudiar problemas lejos del equilibrio en la nanoescala y en diversos contextos. Recientemente, hemos perseguido entender, desde la perspectiva de la termodinámica del no equilibrio, experimentos de estiramiento de proteínas que se están llevando a cabo en el grupo de Nanobiotecnología. También hemos profundizando en el estudio de los estados estacionarios que se producen tras el paso de iones de alta energía a través de sólidos.

Por otra parte, la nueva Biblioteca de Estructuras Electrónicas del CECAM representa un gran logro. Esta biblioteca es el resultado de la labor de liderazgo llevada a cabo en nanoGUNE. Varios físicos computacionales que se encuentran en la

actualidad desarrollando los programas y métodos más utilizados a nivel mundial en la física de la materia condensada, la física química y la ciencia de materiales hemos estado trabajando conjuntamente para renovar nuestros códigos para los supercomputadores del futuro, los cuales funcionarán con alrededor de un millón de procesadores en paralelo. Renovar nuestros programas por separado (como se había hecho tradicionalmente) suponía un enorme desperdicio, lo cual estaba dificultando la innovación y nuevos avances. El trabajo conjunto de esta comunidad ha sido un gran logro.



**Emilio Artacho**

Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Nanomateriales se dedica a desarrollar materiales funcionales desde varias perspectivas. Principalmente, sintetizamos e investigamos materiales híbridos poliméricos-inorgánicos desde la perspectiva de sus aplicaciones en el envasado alimentario, la catálisis, los tejidos o el almacenamiento energético.

En el periodo 2019-20, hemos estado trabajando en el desarrollo de baterías Li-S, la electrónica flexible, revestimientos antimicrobianos y la catálisis biomimética.

En el área de las baterías Li-S, hemos construido un nuevo reactor para la deposición de capas atómicas en nanopartículas. Con este reactor, podemos modificar polvos empleados en la construcción de electrodos para las baterías. Actualmente, estamos trabajando junto con el centro tecnológico Cidetec en la mejora de los cátodos para las baterías de Li-S.

Por lo que respecta a la electrónica flexible y los revestimientos antimicrobianos, estamos realizando la infiltración de polímeros con materiales inorgánicos para mejorar la funcionalidad de dichos polímeros. En el marco de una *Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network (ITN)*, estamos produciendo polímeros antimicrobianos y eléctricamente conductores para un posible uso futuro en la electrónica flexible o el envasado inteligente.

Por último, en la línea de investigación de la catálisis biomimética estamos creando materiales híbridos a partir de proteínas y productos inorgánicos. Las proteínas estudiadas son enzimas (catalizadores biológicos) que, tras la hibridación y la estabilización, pueden actuar como catalizadores sólidos con una actividad catalítica y estabilidad química mayores.

En el periodo 2019-20, el jefe del grupo de Nanomateriales, Mato Knez, ha sido nombrado profesor honorario de la Universidad de Rijeka en Croacia.



**Mato Knez**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Nanoimagen está centrado en el estudio del comportamiento cuántico de objetos pequeños formados por pocos átomos o moléculas, utilizando para ello microscopías de barrido por sonda. Buscamos efectos relacionados con las propiedades ópticas, magnéticas o electrónicas de dichos objetos, las cuales podrían ayudar a entender los fundamentos de los procesos cuánticos y construir modelos que expliquen su peculiar comportamiento. La línea que sigue nuestra investigación es conseguir que los fenómenos cuánticos sean relevantes para materiales novedosos.

En el periodo 2019-20, hemos centrado nuestra investigación en el estudio de la superconductividad y la fabricación de nanoestructuras de grafeno atómicamente precisas. Las propiedades fundamentales de los materiales cuánticos se basan en una fenomenología que surge a escala atómica. Por ejemplo, mientras se sabe que el magnetismo destruye la superconductividad, un único átomo magnético simplemente modifica las propiedades superconductoras localmente, perturbando el material en longitudes de escala cortas. Curiosamente, cuando los átomos están próximos entre sí e interactúan magnéticamente, las propiedades superconductoras pueden alterarse de tal manera que surgen modelos de combinación no convencionales. Su detección e identificación permitirán establecer las reglas básicas para crear materiales cuánticos artificiales. Nuestra línea de investigación en esta dirección contempla la creación de novedosos estados superconductores, los cuales no pueden surgir de manera natural en materiales ya existentes, fabricando estructuras a escala atómica prediseñadas de átomos/moléculas magnéticos en un superconductor. Utilizamos una técnica de manipulación átomo a átomo, con un microscopio de efecto túnel (STM, de sus siglas en inglés), para fabricar sistemas modelo a escala atómica, y estudiamos, mediante espectroscopía de efecto túnel de alta resolución, el estado superconductor que aparece en dichos sistemas.

En cuanto a la fabricación de nanoestructuras de grafeno atómicamente precisas, existe consenso en el sentido de que los espines ampliarán el paisaje actual de las tecnologías de la información basadas en la carga de electrones hacia una nueva clase de componentes más rápidos y eficientes, en particular el bit cuántico de la segunda revolución de la computación. Se requieren materiales óptimos que combinen coherencia

con una localización de espines bien definida y se integren en arquitecturas mesoscópicas. Un material prometedor que combina estas propiedades es el grafeno. El grafeno es un material diamagnético; pero, si se le dan formas específicas, puede alojar espines localizados. Fabricamos con precisión atómica estructuras de grafeno sobre una superficie, utilizando para ello precursores orgánicos predefinidos, para así estudiar las propiedades magnéticas de dichas estructuras con un microscopio de efecto túnel a baja temperatura.

En el periodo 2019-20, hemos publicado la primera demostración de la presencia de magnetismo en los sitios de tipo zigzag de las estructuras de grafeno y hemos descubierto, asimismo, el estado fundamental triplete del trianguleno, una nanoestructura de grafeno triangular.



**Jose Ignacio Pascual**

Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo

El grupo de Nanoingeniería se dedica a desarrollar soluciones fotónicas que abordan problemas globales relacionados con la salud, la nutrición y cuestiones medioambientales.

Una de nuestras líneas de investigación se centra en el desarrollo de instrumentos de espectroscopía. En particular, hemos desarrollado una nueva plataforma de espectroscopía que combina espectroscopía Raman y espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR, de sus siglas en inglés), de tal manera que ambos métodos pueden analizar una misma muestra al mismo tiempo y sin interferencia alguna entre ellos. El objetivo es proporcionar información complementaria para el aprendizaje automático para predecir y clasificar condiciones bioquímicas de manera sólida.

En una segunda línea de investigación, trabajamos en la detección de la enfermedad de Alzheimer mediante la multiespectroscopía asistida por aprendizaje automático. La enfermedad de Alzheimer muy frecuentemente es diagnosticada en una fase avanzada en la que ya se presentan serios síntomas. Para realizar un diagnóstico temprano, recurrimos a la multiespectroscopía. Investigamos muestras humanas de líquido cefalorraquídeo y combinamos la información espectroscópica complementaria matemáticamente mediante aprendizaje automático. Nuestro objetivo ambicioso es identificar la enfermedad en una fase temprana mediante un mayor número de características específicas de la condición fisiológica.

En una tercera línea de investigación, trabajamos en la detección de la hipoxia perinatal mediante la espectroscopía Raman asistida por aprendizaje automático. En esta línea de investigación, desarrollamos una herramienta clínica no invasiva para la monitorización constante y en tiempo real de episodios de hipoxia-isquemia en bebés recién nacidos durante el parto. Nuestro objetivo es detectar cualquier riesgo fisiológico, permitiendo así tomar decisiones médicas inmediatas. La tecnología se basa en sondas Raman específicas para cada aplicación, y algoritmos de aprendizaje automático que tienen en cuenta la imagen sistémica de las anomalías fisiológicas, a diferencia de las tecnologías innovadoras en las que se utiliza un único parámetro, como el pH, para tomar decisiones.

La plasmónica para la biodetección es nuestra cuarta línea de investigación. Aquí estamos desarrollando un sistema de detección altamente sensible basado en la propagación y localización de resonancias de plasmones de superficie para marcadores biológicos relacionados con una gran variedad de enfermedades.

También estamos trabajando en el control de calidad de alimentos mediante espectroscopía Raman/FTIR asistida por aprendizaje automático. En este contexto, investigamos la calidad de los alimentos, por ejemplo, la presencia de fraude cuando analizamos miel sin refinar frente a miel calentada. Además, observamos el contenido de los microplásticos presentes en el marisco, lo cual se está convirtiendo hoy en día en un problema global cada vez más grave de nuestra cadena alimentaria.



**Andreas Seifert**  
Profesor de Investigación  
Ikerbasque  
Líder de Grupo



# 4

---

## Resultados de la investigación

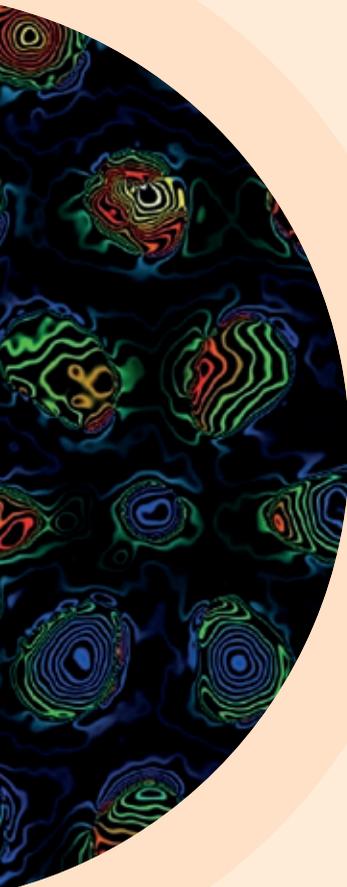
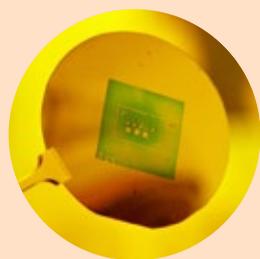
Publicaciones destacadas	22
Proyectos destacados	28

---

# Publicaciones destacadas

22

- 
- Localización y manipulación de espines individuales en nanoestructuras de grafeno de capa abierta**  
Nature Communications **10**, 200 (2019) 23
- 
- Efecto Hall de espín a temperatura ambiente en heteroestructuras van der Waals de grafeno/MoS<sub>2</sub>**  
Nano Letters **19**, 1074 (2019) 23
- 
- Direccionamiento eléctrico del espín de una porfirina magnética a través de electrodos de grafeno conectados covalentemente**  
Nano Letters **19**, 3288 (2019) 24
- 
- Interacciones Dzyaloshinskii-Moriya entre capas**  
Physical Review Letters **122**, 257202 (2019) 24
- 
- Gran conversión multidireccional de espín a carga en el semimetal MoTe<sub>2</sub> de baja simetría a temperatura ambiente**  
Nano Letters **19**, 8758 (2019) 25
- 
- Lectura del estado magnético de espín-órbita en nanoestructuras escaladas de ferromagnéticos/metales pesados**  
Nature Electronics **3**, 309 (2020) 25
- 
- Ajuste espectral por intercalación de polaritones con pérdidas ultrabajas en un cristal tipo van der Waals**  
Nature Materials **19**, 964 (2020) 26
- 
- Descubrimiento del estado fundamental triplete de láminas de grafeno triangulares diseñadas con precisión atómica en una superficie metálica**  
Physical Review Letters **124**, 177201 (2020) 26
- 
- Nanoidentificación química subsuperficial mediante espectroscopía nano-FTIR**  
Nature Communications **11**, 3359 (2020) 27
- 
- (Bio)catalizadores nanoconfinados como nanoreactores eficientes sensibles a la glucosa**  
Advanced Functional Materials **30**, 2002990 (2020) 27
- 



## Localización y manipulación de espines individuales en nanoestructuras de grafeno de capa abierta

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

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

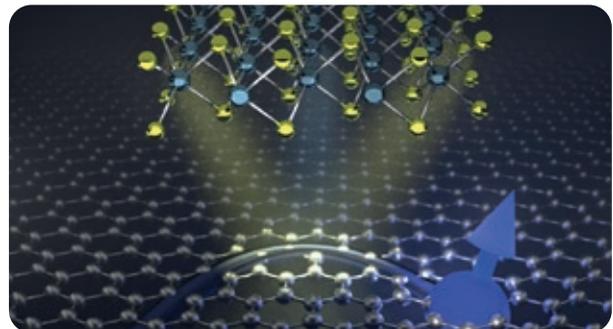
Conseguir que el grafeno sea magnético representa un reto prometedor que lo convertiría en un material activo para la espintrónica. En este trabajo se pone de manifiesto el paramagnetismo  $\pi$  intrínseco de nanoestructuras de grafeno y se demuestra la capacidad que tenemos de manipular momentos magnéticos individuales en dichas estructuras.

## Efecto Hall de espín a temperatura ambiente en heteroestructuras van der Waals de grafeno/MoS<sub>2</sub>

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

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

En este trabajo se presenta la primera observación experimental de la conversión en grafeno de corrientes de espín en corrientes de carga (SCC, de sus siglas en inglés). Para lograr este importante objetivo, colocamos una lámina de MoS<sub>2</sub>, semiconductor con un alto acoplamiento espín-órbita (SOC, de sus siglas en inglés), en una barra Hall de grafeno para inducir el SOC. El grafeno, el cual de otro modo no muestra SCC alguno, genera espines fuera del plano cuando se aplica una corriente de carga a través de él. Este efecto se produce incluso a temperatura ambiente y genera señales de espín muy grandes, lo cual resulta ser muy atractivo para la construcción de nuevos dispositivos lógicos de espín, como la propuesta de lógica espín-órbita de Intel.

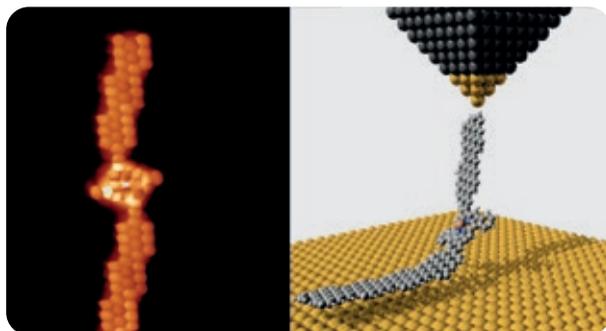


## Direccionamiento eléctrico del espín de una porfirina magnética a través de electrodos de grafeno conectados covalentemente

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

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

El dispositivo electrónico más pequeño que uno pueda imaginar consta de una sola molécula conectada por alambres estrechos, combinando en unos pocos nanómetros un puerto de entrada, la salida de señal y una funcionalidad lógica. En este trabajo, se ha fabricado ese dispositivo de una sola molécula, con precisión atómica, utilizando nanoestructuras de grafeno y una molécula magnética. Nuestros resultados demuestran que dicho dispositivo no solo es imaginable sino que puede construirse físicamente.

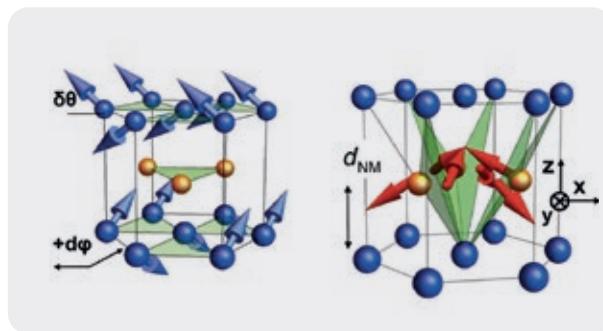


## Interacciones Dzyaloshinskii-Moriya entre capas

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

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

Los fenómenos de acoplamiento entre capas que se producen en estructuras magnéticas multicapa se encuentran entre los temas de investigación más relevantes y estudiados en el campo del magnetismo, tanto por su origen mecánico-cuántico fundamental como por su importancia en el funcionamiento de dispositivos magnetoelectrónicos.

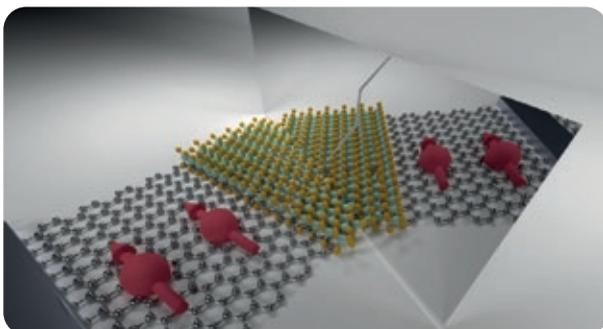


## Gran conversión multidireccional de espín a carga en el semimetal $\text{MoTe}_2$ de baja simetría a temperatura ambiente

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

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

La interconversión entre corriente de espín y corriente de carga (SCC, de sus siglas en inglés) ha sido ampliamente estudiada en metales pesados con un fuerte acoplamiento espín-órbita. La elevada simetría cristalina de estos materiales dicta la simetría SCC en la que la polarización de espín, la corriente de carga y las direcciones de la corriente de espín deberían ser mutuamente ortogonales. Se ha estudiado la SCC en  $\text{MoTe}_2$ , un semimetal Weyl con una baja simetría cristalina, y se ha observado una SCC poco convencional posibilitada por la presencia de simetrías especulares rotas. Estos componentes exóticos pueden ser utilizados para la inyección eléctrica y la detección de corrientes de espín puras con múltiples polarizaciones de espín y un diseño de dispositivo más flexible.

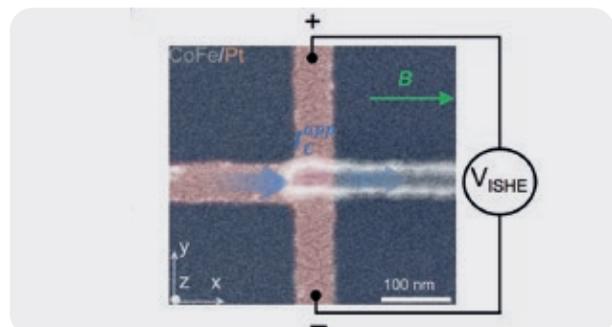


## Lectura del estado magnético de espín-órbita en nanoestructuras escaladas de ferromagnéticos/metales pesados

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

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

La tecnología MESO integra lógica y memoria en el mismo circuito y, para ello, se necesita leer y escribir la información almacenada en bits magnéticos. Para que el circuito funcione, es necesario que las dos funciones trabajen con el mismo voltaje. En este trabajo, hemos logrado para la operación de «lectura» un aumento del votaje de salida en un factor 10 000.

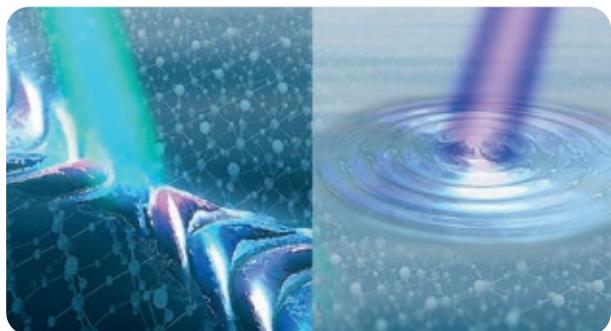


## **Ajuste espectral por intercalación de polaritones con pérdidas ultrabajas en un cristal tipo van der Waals**

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

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

En este trabajo, se presenta un método eficaz para el control de la frecuencia de la luz confinada en la nanoescala en forma de polaritones fonónicos (luz acoplada a vibraciones del cristal).

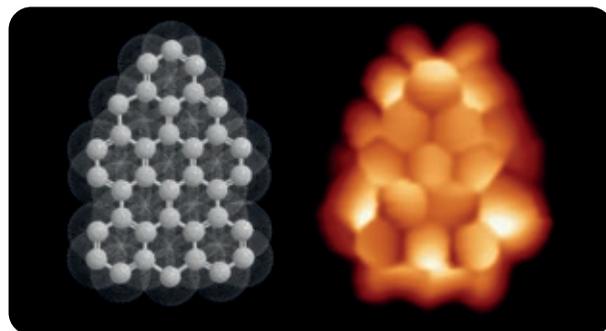


## **Descubrimiento del estado fundamental triplete de láminas de grafeno triangulares diseñadas con precisión atómica en una superficie metálica**

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

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

El grafeno extendido es un material diamagnético, lo cual significa que no puede volverse magnético. Sin embargo, en este trabajo se muestra cómo una pieza triangular de grafeno es magnética. Esta aparente contradicción es una consecuencia de la existencia de formas «mágicas» en la estructura de una lámina de grafeno, las cuales fuerzan a los electrones a que su espín se encuentre orientado en una determinada dirección. El trianguleno es una lámina de grafeno triangular con un momento dipolar magnético neto. Se trata, por lo tanto, de un imán de tamaño nanométrico. Este nuevo estado magnético abre fascinantes perspectivas tecnológicas en el uso de imanes de carbono puro.

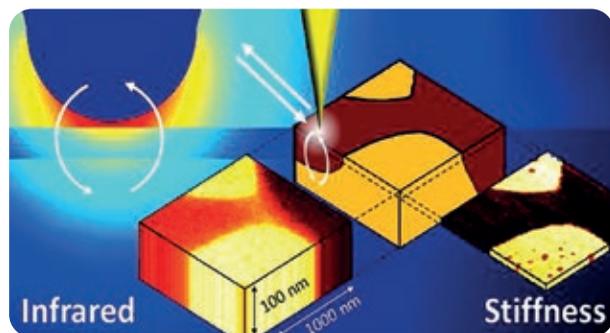


## Nanoidentificación química subsuperficial mediante espectroscopía nano-FTIR

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

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

En este trabajo se demuestra que la obtención de imágenes infrarrojas en la nanoescala —la cual representa una técnica sensible a la superficie— puede emplearse para la nanoidentificación química de materiales ubicados a una distancia de hasta 100 nm por debajo de la superficie. Nuestros resultados muestran, además, que las señales infrarrojas de películas superficiales delgadas difieren de las de las películas subsuperficiales del mismo material, lo cual puede ser explotado para distinguir ambos casos. Gracias a estos resultados, esta técnica nos permite ir un paso más allá hacia la quimiometría cuantitativa tridimensional en la nanoescala.

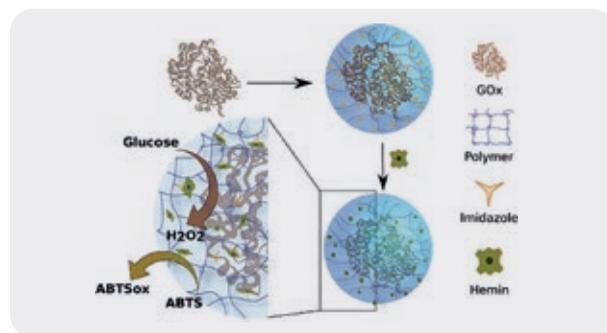


## (Bio)catalizadores nanoconfinados como nanoreactores eficientes sensibles a la glucosa

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

A. Rodríguez-Abetxuko, P. Muñumer, M. Okuda, J. Calvo, M. Knez y A. Beloqui

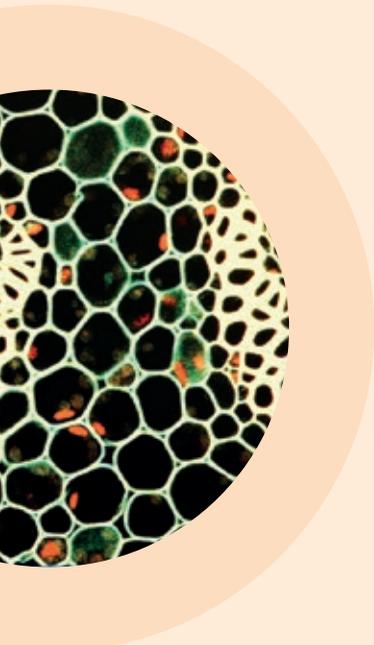
En este trabajo, mostramos el diseño, síntesis y caracterización de nanoreactores híbridos bifuncionales para la ejecución de reacciones one-pot quimioenzimáticas concurrentes. La disposición espacial de los catalizadores, a saber, la molécula hemina y la enzima glucosa oxidasa, es optimizada para reacciones quimioenzimáticas extremadamente receptivas en las que primero se cataliza la enzima. Por último, se aplican los nuevos nanoreactores a la degradación eficiente de compuestos aromáticos orgánicos utilizando glucosa como único combustible.



# Proyectos destacados

---

<b>Graphene Flagship</b>	<b>29</b>
Graphene Core 2	
Graphene Core 3	
<b>FET Open</b>	<b>30</b>
Femtoterabyte	
Peter	
Spring	
<b>Innovative Training Networks (ITNs)</b>	<b>32</b>
SPM2.0	
QuESTech	
Hycoat	
Spear	



# Graphene Flagship

## Graphene Core 2

INICIO - FIN ..... **01/04/2018 - 31/03/2020**  
 PARTICIPANTES..... **130 académicos y empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **88 000 000 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **220 800 €**

Este es el tercero de una serie de proyectos financiados por la Comisión Europea en el marco de la iniciativa Graphene Flagship. Se desarrolla a partir de los resultados conseguidos en la fase de lanzamiento (2013 - 2016) y en el proyecto Graphene Core 1 (2016 - 2018).

La iniciativa Graphene Flagship avanza conforme al plan general establecido en el Acuerdo Marco de Colaboración. En este contexto, el proyecto Graphene Core 2 representa un paso más hacia la consecución de tecnologías avanzadas y mayores niveles de acercamiento a la fabricación. La iniciativa Graphene Flagship se basa en el concepto de las cadenas de valor, una de las cuales se extiende a lo largo del eje materiales-componentes-sistemas. En la fase de lanzamiento se destinó una cantidad importante de recursos al desarrollo de tecnologías para la producción de materiales, el proyecto Graphene Core 1 puso el foco en los componentes y el proyecto Graphene Core 2 gira en torno a la integración de esos componentes en sistemas de mayor tamaño.

Esta evolución queda manifiesta, por ejemplo, en la introducción en este proyecto Graphene Core 2 de seis proyectos «punta de lanza» motivados por el mercado.

## Graphene Core 3

INICIO - FIN ..... **01/04/2020 - 31/03/2023**  
 PARTICIPANTES..... **150 académicos y empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **150 000 000 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **221 875 €**

Graphene Flagship es sinónimo de investigación, innovación y colaboración. El proyecto Graphene Core 3, financiado por la Comisión Europea, tiene por objeto garantizar una mayor presencia y relevancia de Europa en la actual revolución tecnológica, ayudando a sacar la innovación del grafeno del laboratorio para integrarla en aplicaciones comerciales para el año 2023. En el marco del proyecto Graphene Core 3, la Flagship reúne a más de 150 socios académicos e industriales de 23 países que exploran diferentes aspectos del grafeno y materiales afines. Aunando diversas competencias, la iniciativa Graphene Flagship facilita la colaboración entre sus socios, acelerando así los tiempos para la incorporación en la industria de tecnologías basadas en el grafeno.

Este proyecto, el cual representa el tercer Core de la Graphene Flagship, se caracteriza por una transición continuada hacia niveles más elevados de la tecnología sin poner en peligro nuestro firme compromiso con la investigación fundamental. En comparación con el segundo Core, esta fase incluye un aumento considerable de proyectos tecnológicos «punta de lanza» motivados por el mercado, los cuales representan alrededor del 30% del presupuesto total. Un buen número de temas de investigación fundamental y aplicada se recogen en 15 paquetes de trabajo, los cuales se complementan con cuatro paquetes de trabajo sobre innovación, industrialización, divulgación y gestión.

# FET Open

## Femtoterabyte

INICIO - FIN ..... **01/03/2017 - 29/02/2020**  
 PARTICIPANTES..... **8 académicos y 2 empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 712 833 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **316 616 €**

Este proyecto tiene como objetivo explicar los fundamentos de la aparición y manipulación de momentos angulares —orbitales y/o de espín— en la luz para conseguir un proceso de conmutación ultrarrápido impulsado por la transferencia de momento no térmica y demostrar, asimismo, su aplicación práctica, poniendo de manifiesto su idoneidad para una futura mejora de cara a su implantación en dispositivos industriales. En el marco de este proyecto, estamos desarrollando un paradigma conceptualmente nuevo para el almacenamiento magnético ultrarrápido y ultradenso que superará a la tecnología actual en dos órdenes de magnitud en cuanto a densidad de almacenamiento (pasando del terabit/pulgada<sup>2</sup> a decenas de terabytes/pulgada<sup>2</sup>) y en unos cuatro órdenes de magnitud en cuanto a velocidad de operación (pasando de unos pocos GHz a los THz para la lectura/escritura). Esto se conseguirá en una plataforma completamente óptica que permita la conmutación de la magnetización ultrarrápida, con poca energía, no térmica y determinista en escala de pocos nanómetros, y potencialmente en una escala molecular. El principal componente básico de la unidad de memoria prevista en este nuevo paradigma es una antena nanoplasmonica espinóptica que concentra la luz polarizada de impulsos en la nanoescala y permite la transferencia no térmica, mediada por el acoplamiento espín-órbita, del momento angular de la luz —orbital y/o espín— a arquitecturas magnéticas en la nanoescala. De esta manera, luz con impulsos de femtosegundos, ayudada por una antena opto-plasmónica selectiva en espín y el aumento del campo electromagnético local, permite controlar con precisión el estado magnético de las estructuras magnéticas moleculares de tamaño nanométrico.

## Peter

INICIO - FIN ..... **01/01/2018 - 31/12/2020**  
 PARTICIPANTES..... **3 académicos y 1 empresa**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **2 898 684 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **613 353 €**

En este proyecto se persigue establecer la espectroscopía de Resonancia Paramagnética Electrónica de terahercios mediada por Plasmones y la microscopía de barrido como plataforma singular de Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR, de sus siglas en inglés) para un análisis local altamente sensible de materiales y especies inorgánicos y orgánicos paramagnéticos. El desarrollo, en el marco de este proyecto, de nuevos equipos e infraestructuras conducirá a una innovación revolucionaria en el campo de la generación de imágenes y la detección magnética. Nuestra plataforma se basa conceptualmente en la incorporación de antenas plasmónicas de terahercios en superficies (espectroscopía) y sondas de barrido (microscopía), consiguiendo así un fuerte aumento (de unos dos órdenes de magnitud) del campo magnético local. La ampliación a la región de los terahercios permite utilizar estructuras plasmónicas de manera eficaz, (i) consiguiéndose así una mejora sustancial de la sensibilidad de la EPR (unos cuatro órdenes de magnitud) y una resolución espacial que va más allá del límite de difracción, e (ii) introduciendo así el régimen microscópico de sonda de barrido en este campo. Esto permitirá mapear la muestra sobre su área y localizar sus propiedades con una resolución sin precedentes (por debajo de un micrómetro). Esta importante mejora del rendimiento de la EPR abrirá nuevos caminos en las tecnologías de detección magnética, permitiendo, por ejemplo, estudiar in situ los centros funcionales de una gran variedad de materiales y, en general, marcar una nueva trayectoria en el avance de la industria que emplea EPR. La EPR encuentra sus aplicaciones en muchas áreas científicas que cubren la química, la biología, la medicina, la ciencia de materiales y la física. Por lo tanto, la introducción de este nuevo método puede tener una enorme repercusión en los agentes científicos, tecnológicos y sociales de muchas comunidades investigadoras e industriales.

## Spring

INICIO - FIN ..... **01/10/2019 - 30/09/2023**  
PARTICIPANTES..... **5 académicos y 1 empresa**  
FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 486 536 €**  
APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **667 561 €**

El magnetismo es algo que no figuraba, hasta hace muy poco tiempo, en la impresionante lista de propiedades físicas del grafeno. Debido a su comportamiento magnético poco convencional, el grafeno ha sido proclamado como un material prometedor para las aplicaciones espintrónicas. El principal objetivo de este proyecto es desarrollar una plataforma hecha totalmente de grafeno, en la que el espín pueda ser utilizado para transportar, almacenar y procesar la información. En el marco de este proyecto, investigadores de diferentes disciplinas estamos colaborando para fabricar por primera vez nanoestructuras de grafeno con precisión atómica y posteriormente manipular su carga y espín electrónico así como el estado de sus espines nucleares. El objetivo es probar el potencial del grafeno como elemento fundamental de los dispositivos espintrónicos.

Las futuras tecnologías de la información aprovecharán los materiales cuánticos para comunicar y procesar información de manera eficiente. En este proyecto utilizamos nanoestructuras de grafeno personalizadas como componentes activos básicos de una nueva generación de dispositivos espintrónicos cuánticos en la nanoescala. Las estructuras de grafeno pueden desarrollar espontáneamente un paramagnetismo  $\pi$  intrínseco derivado de frustraciones topológicas de su estructura. Este magnetismo poco convencional es móvil, de largo alcance, y puede ser eléctricamente direccionable. Nuestra visión específica a largo plazo es el desarrollo de una plataforma hecha totalmente de grafeno, en la que el espín pueda ser utilizado para transportar, almacenar y procesar la información. Este nuevo paradigma tecnológico combinará una rápida movilidad de electrones con espines cuánticos eléctricamente direccionables en una plataforma

semiconductora personalizable, previendo un claro impacto en los agentes científicos, tecnológicos y sociales.

Para avanzar en la consecución de este objetivo, este proyecto interdisciplinar combina investigación en física, química e ingeniería para (i) fabricar nanoestructuras de grafeno con precisión atómica, (ii) demostrar y manipular los estados de sus espines nucleares y electrónicos, y (iii) probar su potencial como elementos básicos de los dispositivos espintrónicos cuánticos. Se están utilizando estrategias de síntesis sobre superficies para crear nanoestructuras de grafeno atómicamente precisas con un carácter radical, incluidos los estados magnéticos frustrados, bandas de espín polarizadas, cadenas de espín y espines nucleares integrados en puntos específicos. Demostraremos la aparición de magnetización  $\pi$ , descubriremos las escalas temporales y energéticas de las estructuras del espín combinando espectroscopías de barrido por sonda y de resonancia del espín electrónico, y desarrollaremos novedosos modelos predictivos de la funcionalidad cuántica de estas estructuras. El potencial de las plataformas de grafeno como paradigma novedoso de los dispositivos lógicos basados en el espín será probado (i) incorporándolas en dispositivos modelo y (ii) manipulando y direccionando espines eléctricamente.

# Innovative Training Networks (ITNs)

## SPM2.0

INICIO - FIN ..... **01/01/2017 - 31/12/2020**  
 PARTICIPANTES..... **7 académicos y 3 empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 593 489 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **495 746 €**

Las técnicas de microscopía avanzada están reconocidas como uno de los pilares sobre los que se sustenta la investigación y la fabricación de productos nanotecnológicos. Actualmente, su mayor reto es la realización de imágenes tomográficas no destructivas y rápidas con sensibilidad a la composición química y con una resolución espacial por debajo de 10 nm, tanto en materiales orgánicos como inorgánicos y en todas las condiciones ambientales. Los microscopios de barrido por sonda constituyen, hoy en día, las técnicas de microscopía avanzada que están experimentando la evolución e innovación más rápidas para conseguir superar este reto.

Estos microscopios han superado obstáculos básicos y contamos ya con nuevos sistemas que muestran un rendimiento potencial sin precedentes en cuanto a la capacidad de generación de imágenes tridimensionales (3D) en la nanoescala, la velocidad en la generación de dichas imágenes y el mapeo de la sensibilidad química. En el marco de este proyecto, estudiantes de doctorado adquirirán un sólido conocimiento científico multidisciplinar y de vanguardia en este campo de investigación, desde lo más fundamental hasta las aplicaciones industriales. Además, estos estudiantes reciben formación práctica en capacidades transversales con el fin de ampliar su perspectiva de empleo y prepararse para el acceso a puestos de responsabilidad en los sectores público y privado. La finalidad última de esta red es consolidar a Europa como líder mundial en tecnologías de microscopía de barrido por sonda y en sus nuevas aplicaciones en sectores clave como los materiales, la microelectrónica, la biología y la medicina.

## QuESTech

INICIO - FIN ..... **01/01/2018 - 31/12/2021**  
 PARTICIPANTES..... **7 académicos y 2 empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 884 019 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **445 698 €**

La electrónica cuántica proporciona un escenario multidisciplinar exigente e innovador para formar estudiantes de doctorado con el fin de que tengan excelentes salidas profesionales, ya sea en la industria o en el ámbito académico. En esta área prometedora, el proyecto «Ciencia y Tecnología de la Electrónica Cuántica» (QuESTech, de sus siglas en inglés) consiste en la creación de una red europea de expertos que ofrezca formación puntera en el campo general de la electrónica cuántica teórica, aplicada y experimental.

El objetivo general de este programa de investigación es construir, estudiar y clasificar dispositivos electrónicos cuánticos y acabará formando 15 estudiantes de doctorado mediante la investigación en subcampos de la espintrónica, la electrónica de un solo electrón, los puntos cuánticos y la termodinámica cuántica. En este marco, varios proyectos de investigación individuales incluyen avances tecnológicos en cuanto al crecimiento de nanomateriales, nanoestructuración, microscopías de campo cercano, mediciones de transporte en condiciones extremas y cálculos teóricos. QuESTech ya ha presentado algunos resultados de interés comercial para la industria emergente de la electrónica cuántica.

Se organizan estancias en otras universidades, centros de investigación y empresas del consorcio incluida una estancia de al menos dos meses con un socio del sector privado. QuESTech organiza tres sesiones de la European School On Nanosciences and Nanotechnologies (ESONN, de sus siglas en inglés) dedicadas a la nanoelectrónica cuántica y en las que se combinan formación teórica y práctica. El objetivo es contar para el año 2021 con una nueva generación de jóvenes investigadores capaces de abordar la emergencia de la nanoelectrónica más allá del CMOS.

## Hycoat

INICIO - FIN ..... **01/01/2018 - 31/12/2021**  
 PARTICIPANTES ..... **10 académicos**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 898 798 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **430 946 €**

HYCOAT es la primera red ITN que se mueve entre la química, la física, la ciencia de materiales y la ingeniería, y aborda la síntesis y aplicaciones de revestimientos híbridos generados por deposición de capas moleculares (MLD, de sus siglas en inglés). La deposición de capas moleculares es la técnica idónea para la deposición de láminas ultrafinas, ya que ofrece ventajas únicas para la formación de películas híbridas uniformes y conformadas proporcionando así un control preciso y flexible del grosor y la composición química de la película a escala molecular. Esta nueva técnica se está desarrollando de forma pionera en laboratorios de nanociencia de toda Europa. HYCOAT ofrece un enfoque europeo para proporcionar una plataforma interdisciplinar con el fin de formar a una nueva generación de investigadores en MLD. HYCOAT, que existe gracias al trabajo coordinado de 10 beneficiarios y 16 organizaciones asociadas de 7 países europeos aborda el desarrollo de procesos, caracterización y modelado en MLD, la química de nuevos precursores y el desarrollo de revestimientos híbridos en cuatro importantes campos de aplicación de gran repercusión para las industrias europeas: el embalaje, la biomedicina, la electrónica y las baterías. Por otra parte, la interacción de esta alta tecnología europea con la industria está garantizada gracias a la participación en este proyecto de 10 sectores industriales, 2 hospitales universitarios y un sincrotrón.

Esta alianza de conocimiento europea, la cual disfruta de una intensa colaboración entre entidades públicas y privadas, es necesaria para formar a la próxima generación de investigadores y extrapolar el actual papel pionero que ocupa Europa en la ciencia de la MLD hacia un liderazgo en innovaciones que tengan repercusión económica y social.

## Spear

INICIO - FIN ..... **01/03/2021 - 28/02/2025**  
 PARTICIPANTES ..... **6 académicos y 3 empresas**  
 FINANCIACIÓN TOTAL ..... **3 975 822 €**  
 APORTACIÓN A nanoGUNE ..... **806 270 €**

La espín-orbitrónica proporciona un marco multidisciplinar exigente e innovador para formar a investigadores noveles con el fin de que tengan excelentes salidas profesionales, en la industria o en el ámbito académico. El proyecto SPEAR se desarrolla en el marco de una red europea multidisciplinar (7 universidades, 3 centros de investigación, y 7 pequeñas y medianas empresas), la cual ofrece formación puntera a los estudiantes en el campo de la espín-orbitrónica básica y aplicada.

El objetivo es estudiar materiales con un fuerte acoplamiento espín-órbita y construir dispositivos basados en dichos materiales para (i) una próxima generación de memorias y (ii) tecnologías más allá del CMOS. SPEAR forma a 15 estudiantes de doctorado en el campo de la física de torques espín-órbita, la conversión de espín a carga, materiales magnéticos bidimensionales (2D), nanoosciladores Hall de espín, el control del voltaje de la anisotropía magnética y los skyrmiones. Estos investigadores desarrollarán nuevos materiales y tecnologías innovadoras. Los resultados esperados de este proyecto son de un claro interés comercial para, por ejemplo, la industria emergente de memorias magnéticas de acceso aleatorio.

En el marco de este proyecto se organizan estancias interdisciplinares, entre las cuales se encuentra una estancia de tres meses en el sector industrial. Se organizan, asimismo, sesiones temáticas sobre varios subcampos de la espín-orbitrónica. Por otra parte, se organizan sesiones formativas especiales sobre cualificaciones transferibles. El objetivo último del proyecto es formar a una nueva generación de investigadores altamente cualificados capaces de desarrollar futuras tecnologías de memorias, así como una nanoelectrónica que va más allá del CMOS.



# 5

---

## Vínculo con la empresa

Transferencia de tecnología	36
Investigación bajo contrato	38
Cartera de patentes	40
Nuevas empresas de base tecnológica	52
<i>Global Graphene Call</i>	61
Formación	62
Talento investigador a industria	63
Servicios externos	64
Novaspider	65

Un proceso eficiente de transferencia de tecnología permite de forma natural la integración de tecnologías innovadoras y disruptivas en los procesos y productos industriales actuales. En este contexto, nanoGUNE, por su naturaleza intrínseca internacional, aporta a las empresas vascas una infraestructura de vanguardia y una actividad investigadora internacional de alta calidad. Esto está siendo posible gracias a un buen equilibrio de proyectos de investigación locales e internacionales, herramientas de conexión entre la industria y el ámbito académico, la presencia de centros de innovación empresarial, y la adecuación de nuestra actividad investigadora al Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI) del País Vasco. En este contexto, se espera que el lanzamiento en 2019 de la Alianza Científico-Tecnológica Vasca (BRTA, de sus siglas en inglés) y la sinergia entre los centros de investigación y tecnológicos pertenecientes a dicha alianza proporcionen una solución integral a las empresas con enfoques que abarquen todos los niveles de madurez tecnológica (TRL, de sus siglas en inglés).

Dada la incertidumbre actual, con una pandemia que hace temblar la estabilidad económica y una nueva dirección estratégica que se está debatiendo actualmente en Europa (Plan Estratégico para Horizonte Europa), la elaboración de directrices de investigación resilientes es fundamental. En nanoGUNE, hemos elaborado un Plan de Transferencia de Tecnología que representará nuestra hoja de ruta para trabajar de manera eficaz y con objetivos específicos durante el periodo 2021-2025. Los tres pilares principales del Plan son: (i) la absorción directa

de nuestro conocimiento por parte de la industria mediante investigación bajo contrato, (ii) la concesión a terceros de licencias específicas de nuestras tecnologías y (iii) la creación de nuevas empresas de base tecnológica para así llevar a cabo una explotación comercial de nuestra actividad investigadora. Un ecosistema posibilitador de mecanismos eficientes de transferencia de tecnología se basa en la colaboración con plataformas y clústeres tecnológicos, políticas para la transferencia de talento investigador altamente cualificado a la industria, un sólido sistema de gestión de la innovación y una estrategia de comunicación consolidada.

Como resultado de todo ello, la transferencia de nuestro conocimiento y tecnología a la industria se ha convertido en una realidad. NanoGUNE presta servicio a un número cada vez mayor de empresas locales e internacionales, en la medida en la que la nanotecnología se ha convertido ya en una parte importante de nuestras vidas. En particular, contamos con una cartera de tecnología estratégica, en el marco de la cual ofrecemos tecnologías de alto impacto social como la monitorización de las constantes fisiológicas de los bebés recién nacidos, la detección temprana del Alzheimer, la detección de microplásticos en océanos o incluso soluciones para los tejidos o para el envasado sostenible de los alimentos. En definitiva, investigación motivada por el mercado que contribuye a la internacionalización de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación (RVCTI) y aporta los avances más innovadores a nuestro entorno.

## Contacto

**Ainara García**

TechTransfer Manager

+34 943 57 40 13

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





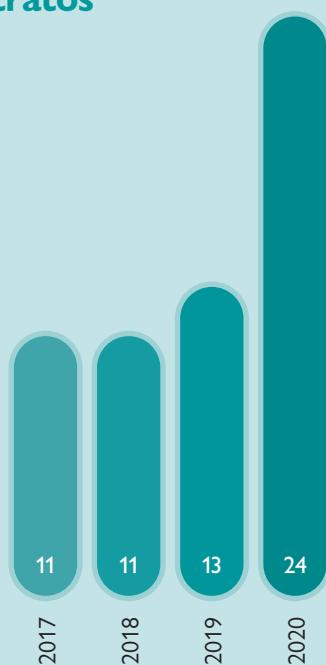
# Investigación bajo contrato

Vínculo con la empresa

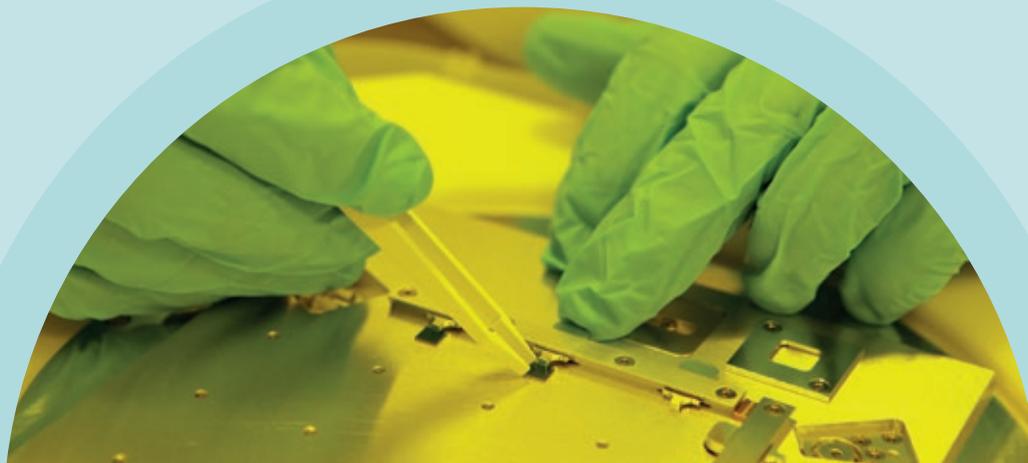
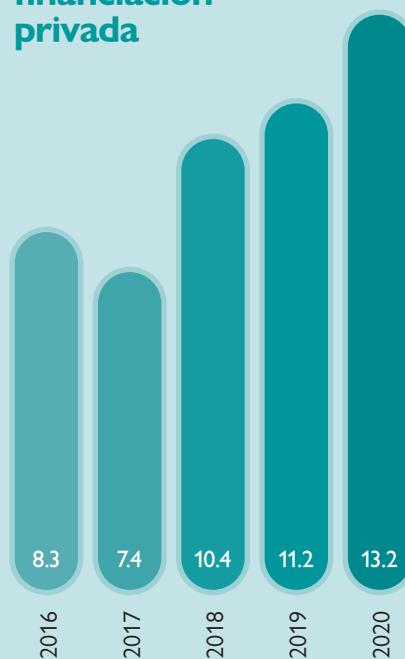
38

Durante los últimos años, nuestra investigación bajo contrato se ha intensificado de forma considerable con un número cada vez más alto de clientes y una facturación privada que supera el 10% de nuestros ingresos totales de I+D.

## Número de contratos



## Porcentaje de financiación privada



# Investigación bajo contrato 2020

## EMPRESAS INTERNACIONALES



## EMPRESAS ESTATALES



## EMPRESAS VASCAS



## CENTROS RVCTI\*



\* Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación

## Salud

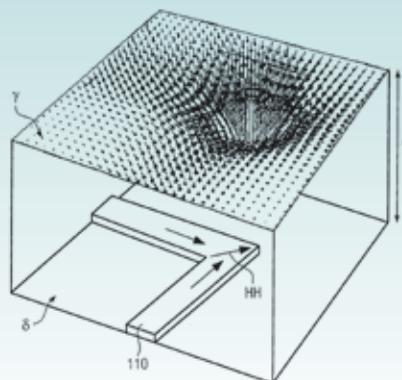
### Manipulación de partículas magnéticas en conductos para la propagación de paredes de dominio

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

Fecha de solicitud: 12/02/2009

Concedida: Japón (17/05/2013), EE.UU. (04/11/2014),

Europa (24/06/2015)



### Biosensor basado en mediciones de la dinámica de aglomerado de las partículas magnéticas

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

Fecha de solicitud: 28/06/2013

Concedida: Europa (15/03/2017), EE.UU. (10/10/2017),

Australia (02/08/2018)

#### uso

- Mediante el uso de un ensayo inmuno-magnético para diagnóstico de alto nivel, Blusense combina microtecnología y nanotecnología avanzada para desarrollar una tecnología sin precedentes con el fin de luchar contra enfermedades infecciosas, la COVID-19 entre otras, en todo el mundo
- Compartida con la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU)
- Licenciada a Blusense Diagnostics, ApS



BLUSENSE  
DIAGNOSTICS



## Espectrómetro combinado de microscopía Raman por iluminación de plano selectivo y absorción infrarroja

G. P. Singh y A. Seifert

Fecha de solicitud: 12/05/2020

### USO

- Detección de Alzheimer en fase temprana.

### DESCRIPCIÓN

- Detección del plegamiento de la proteína beta-amiloide en concentraciones bajas
- Basada en un modelo de multiespectroscopía portátil
- Algoritmos de aprendizaje diseñados por nuestros especialistas
- Análisis de la sangre humana y del líquido cefalorraquídeo
- Se busca inversores para su implantación



## Método y dispositivo para la detección de hipoxia

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

Fecha de solicitud: 18/08/2020

### USO

- Monitorización fotónica de la asfixia perinatal
- Monitorización de la hipoxia, isquemia, sepsis, fatiga y acidosis
- Industria del deporte

### DESCRIPCIÓN

- Basada en multiespectroscopía portátil
- Algoritmos de aprendizaje diseñados por nuestros especialistas
- Modo continuo, en tiempo real, fiable y portátil
- Monitorización no invasiva y mínimamente invasiva

- Compartida con Biodonostia

**biodonostia**  
health research institute



### HITOS 2020

- Tecnología seleccionada en la primera fase del programa BBK Venture Phylanthropy
- Mejor presentación en la Plataforma Tecnológica Europea en Nanomedicina (ETPN, de sus siglas en inglés)
- Tecnología seleccionada para el Consejo Asesor de Transferencia de Tecnología Sanitaria de la ETPN



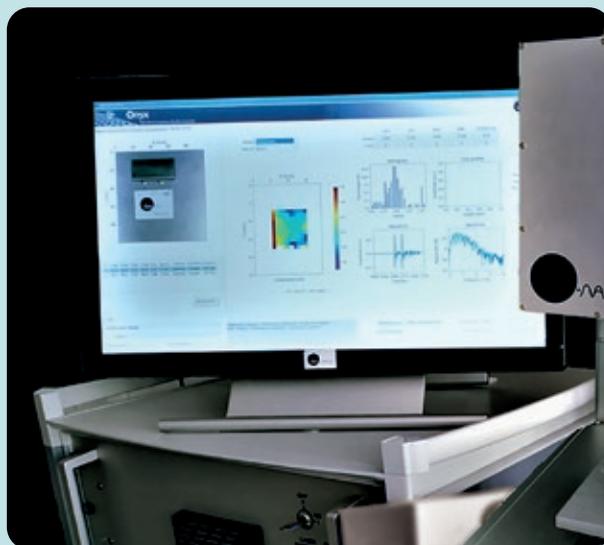
# Electrónica

## Inspección de la calidad de materiales de película delgada

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

Fecha de solicitud: 23/12/2014  
Concedida: EE.UU. (23/04/2019)

- ▶ Compartida con das-Nano, S.L.
- ▶ Licenciada a das-Nano, S.L.



# Materiales

## Endocelulosas y sus usos

R. Perez-Jimenez

Fecha de solicitud: 15/01/2016

► Licenciada a Evolgene, S.L.

**Evolgene**



## Cámara de deposición de capas atómicas

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

Fecha de solicitud: 22/09/2016

Concedida: España (03/03/2020)

► Compartida con Ctech-nano, S.L.

► Licenciada a Ctech-nano, S.L.

**ctechnano**  
coating technologies



# Materiales

## Células ancestrales y sus usos

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

Fecha de solicitud: 19/12/2017

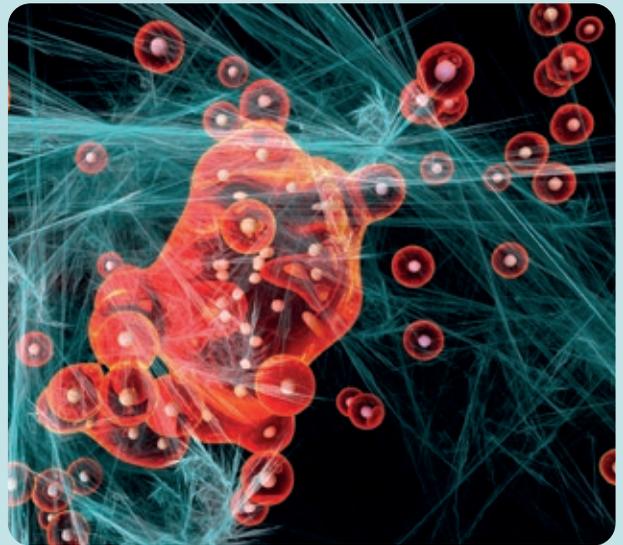
- ▶ Compartida con la UPV/EHU
- ▶ Licenciada a Evolgene, S.L.

eman ta zabal eazu



UPV EHU

**Evolgene**



## Método para la producción de materiales híbridos orgánicos-inorgánicos

I. Azpitarte y M. Knez

Fecha de solicitud: 24/07/2018



## Protección del acero con doble capa fina resistente a la corrosión

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

Fecha de solicitud: 11/10/2018

► Compartida con Tecnalía Research & Innovation

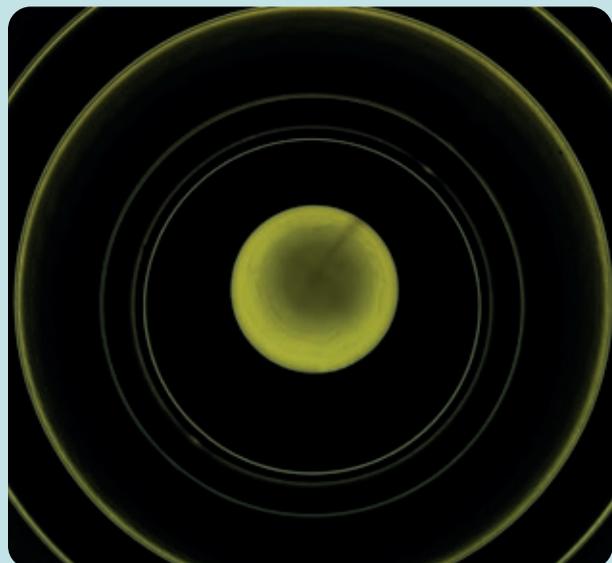


## Método para la extracción de una señal de efecto magneto-óptico transversal

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

Fecha de solicitud: 30/04/2019

► Compartida con CEIT



## Materiales

### Sistema para la fabricación de una estructura de fibra compuesta

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

Fecha de solicitud: 27/08/2019

#### HITOS 2020:

- Tecnología seleccionada para el Consejo Asesor de Transferencia de Tecnología Sanitaria de la ETPN
- Beca del Programa «Emprendimiento Juvenil» de la UPV-EHU a Maider Rekondo
- 5 máquinas vendidas a nivel internacional en 2020



### Método para la producción de celulosa cristalina

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

Fecha de solicitud: 28/02/2020

- ▶ Compartida con la UPV/EHU
- ▶ Licenciada a Evolgene, S.L.



## Materiales compuestos de celulosa conductora y sus usos

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

Fecha de solicitud: 28/02/2020

- ▶ Compartida con la UPV/EHU
- ▶ Licenciada a Evolgene, S.L.



## Sustrato de capas y sus usos

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

Fecha de solicitud: 21/12/2020

- ▶ Compartida con biomaGUNE y CIBER-BBN



# Óptica

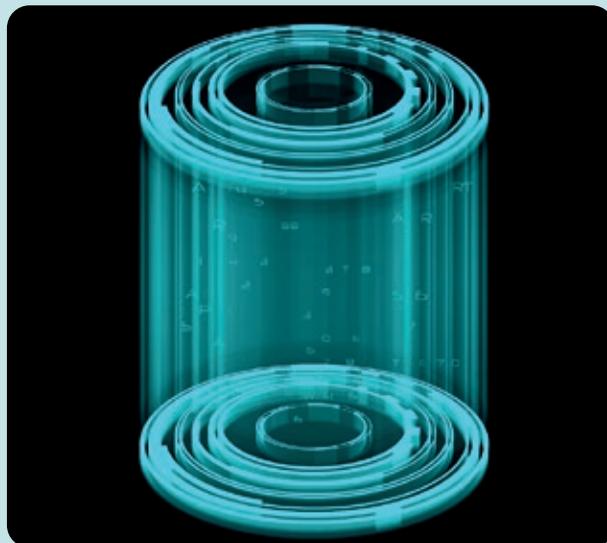
## Holografía óptica sintética

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

Fecha de solicitud: 25/09/2012

Concedida: EE.UU. (15/12/2015)

- ▶ Compartida con la Universidad de Illinois
- ▶ Licenciada a Neaspec, GmbH



## Dispositivos ópticos y métodos de autenticación

M. Knez y E. Azanza

Fecha de solicitud: 27/06/2013

- ▶ Compartida con das-Nano, S.L.
- ▶ Licenciada a das-Nano, S.L.



## Método para la producción de una capa barrera y un cuerpo portador que la contenga

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

Fecha de solicitud: 24/07/2014

- ▶ Compartida con Osram, GmbH
- ▶ Licenciada a Osram, GmbH

**OSRAM**



## Microscopio óptico de campo cercano para la adquisición de espectros

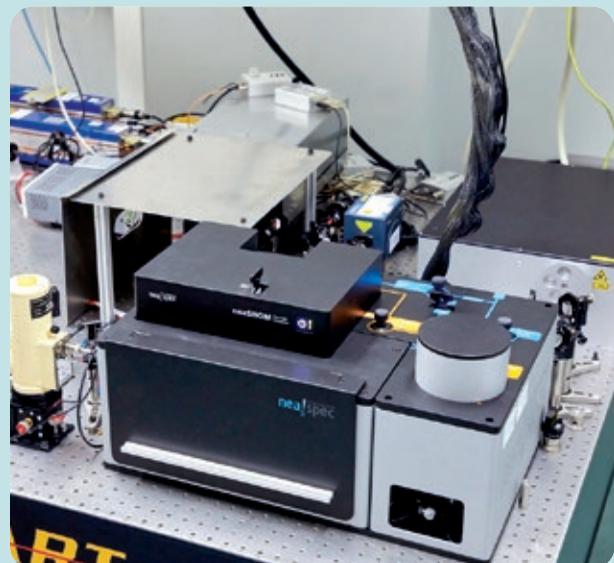
R. Hillenbrand, E. Yoxall y M. Schnell

Fecha de solicitud: 13/03/2015

Concedida: EE.UU. (21/05/2019)

- ▶ Licenciada a Neaspec, GmbH

nea!spec  attocube  
WETTINGER Group



## Óptica

### Dispositivo que opera con radiación de THz y/o IR y/o MW

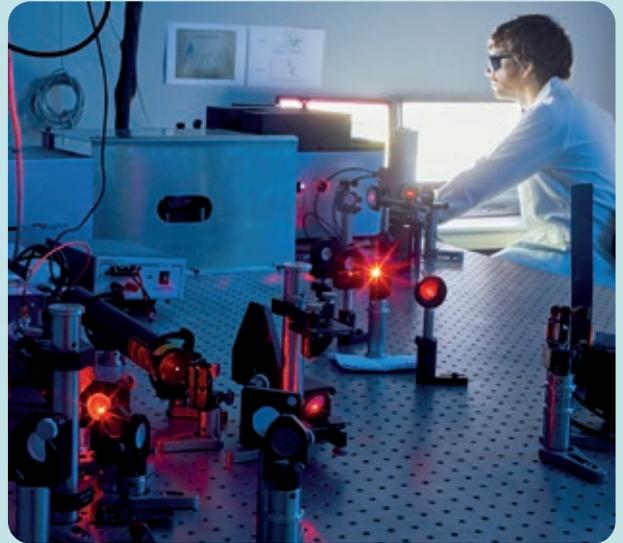
R. Hillenbrand, M. Autore, K.-J. Tielrooij y F. Koppens

Fecha de solicitud: 22/12/2017

Concedida: Europa (09/12/2020)

► Compartida con ICFO

ICFO<sup>R</sup>



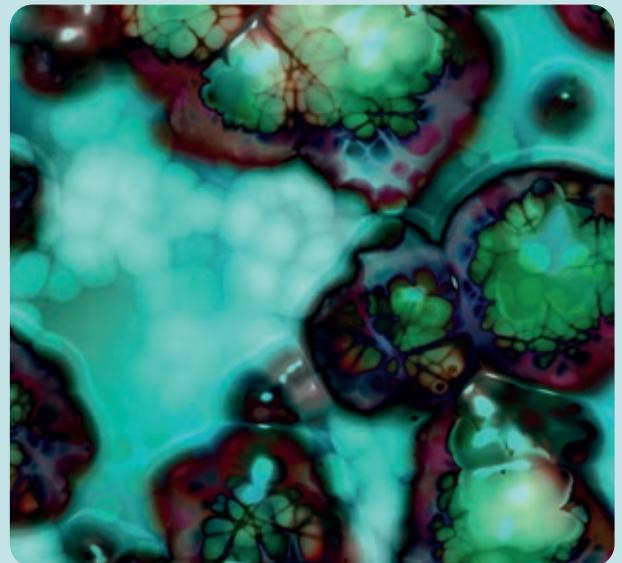
### Tecnología de obtención de imágenes híbridas óptico-infrarrojas para histopatología digital

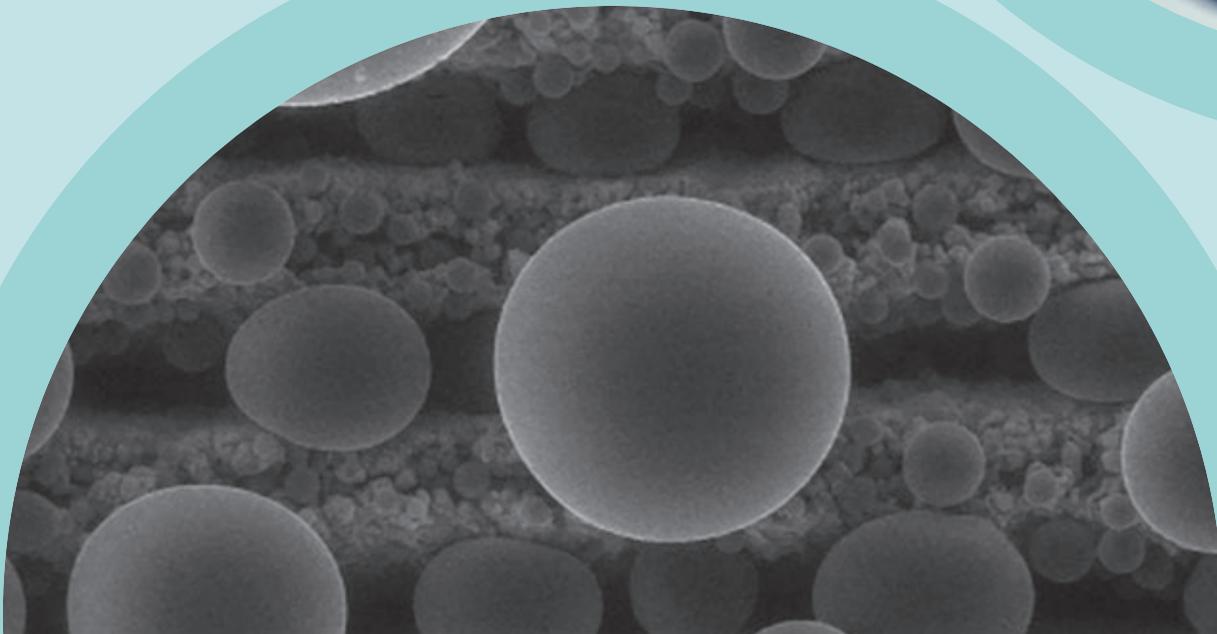
M. Schnell, P. Scott-Carney y R. Bhargava

Fecha de solicitud: 03/01/2019

► Compartida con la Universidad de Illinois

**I** UNIVERSITY OF  
**ILLINOIS**  
URBANA-CHAMPAIGN





# Nuevas empresas de base tecnológica

Vínculo con la empresa

52

## Graphenea

Productora de grafeno de alta calidad

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

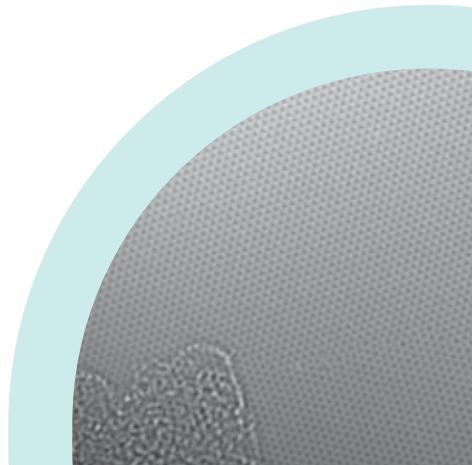
Graphenea, primera startup de nanoGUNE, fundada en abril de 2010 en una acción conjunta con un grupo de inversores privados, se ha convertido en líder mundial en la producción de grafeno de alta calidad. En 2013, Repsol y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) firmaron un acuerdo para invertir un millón de euros en Graphenea. Después de cinco intensos años de lanzamiento de Graphenea, en 2015 ya volaba sola y en 2018 dejaba nuestras instalaciones e inauguraba nuevas instalaciones en el Parque Científico y Tecnológico de Gipuzkoa. En 2018, Graphenea inició la venta de Transistores de Efecto de Campo (GFET, de sus siglas en inglés) con el objeto de reducir barreras en el uso del grafeno, especialmente en el mercado de sensores.



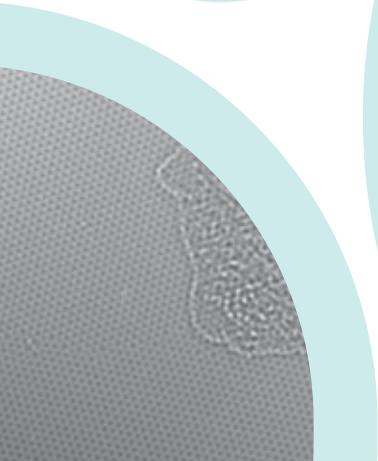
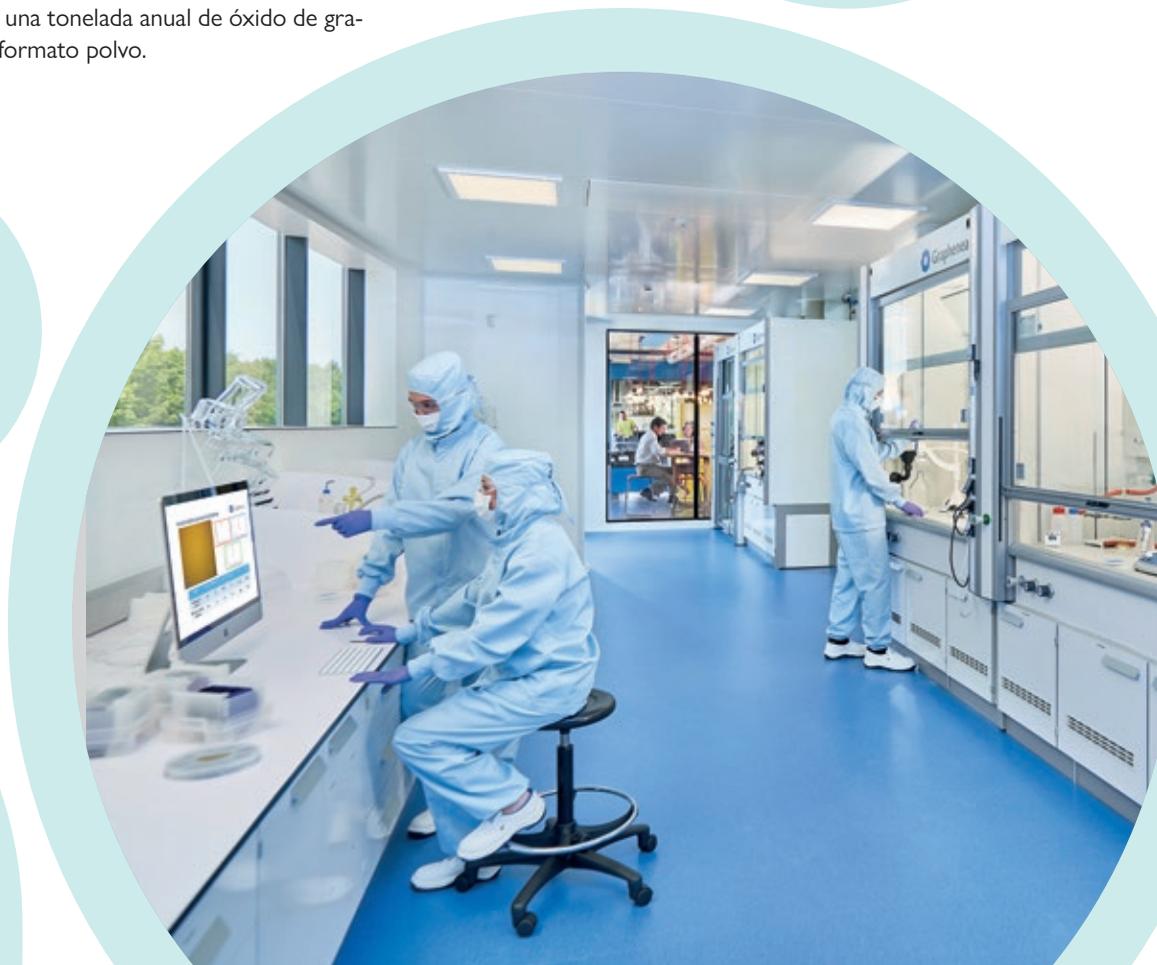
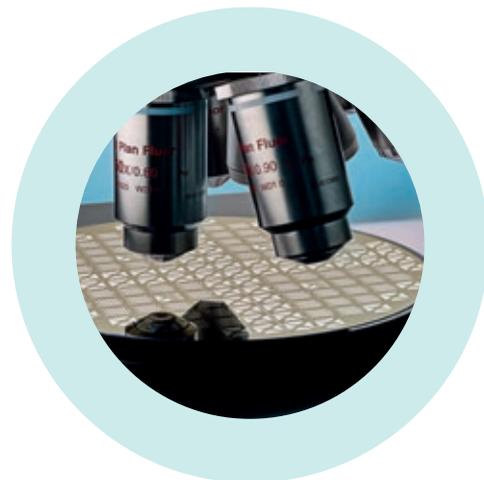
La empresa, que a finales de 2020 contaba con 30 empleados y exportaba grafeno a 60 países, suministra sus productos a universidades, centros de investigación e industria de todo el mundo. Cuenta con más de 800 clientes internacionales.

Graphenea también forma parte de la *Graphene Flagship* europea, que, con un presupuesto de mil millones de euros, persigue llevar el grafeno del ámbito de los laboratorios académicos a la sociedad europea en un periodo de diez años.

El del grafeno representa un campo de investigación estratégico y de rápido crecimiento que posee un gran potencial económico. Graphenea persigue colaborar con la comunidad científica global, ayudando así a que la industria del grafeno avance. Graphenea está comprometida con la innovación e invierte constantemente en el desarrollo de nuevos productos que ayuden a sus clientes a avanzar en su trabajo.



Graphenea se centra principalmente en la producción de láminas de grafeno de alta calidad obtenidas a partir de la deposición química en fase de vapor (CVD, de sus siglas en inglés) y también en la producción de óxido de grafeno exfoliado químicamente. Por un lado, Graphenea desarrolla el potencial de las láminas de grafeno (obtenidas por CVD) en sistemas electrónicos, optoelectrónica y sensores y, por otro lado, está desarrollando una unidad piloto industrial con capacidad para producir una tonelada anual de óxido de grafeno en dispersión y en formato polvo.



# Simune Atomistics

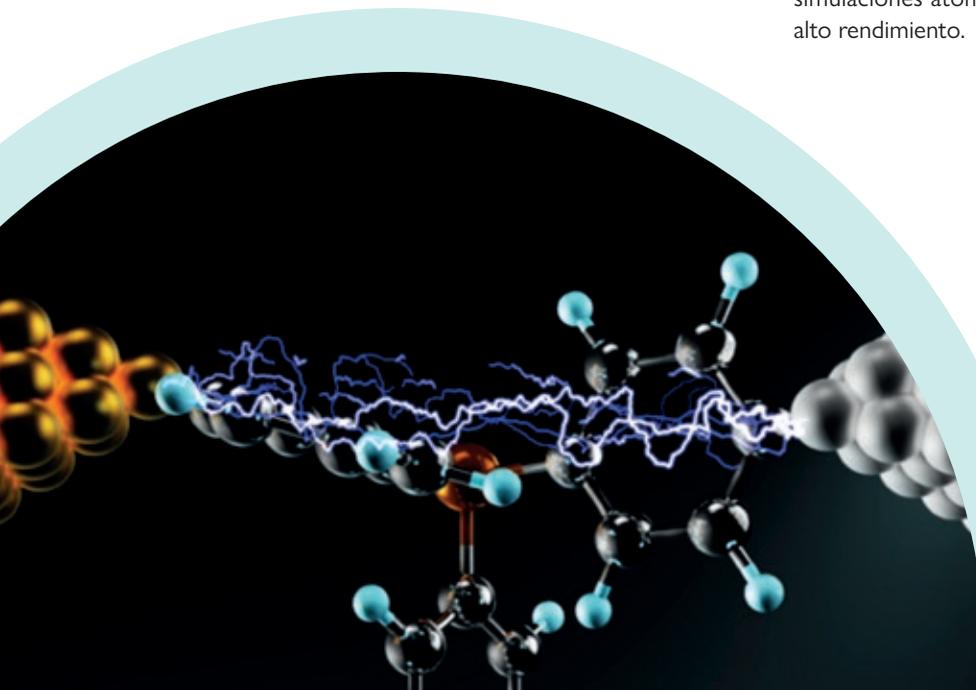
Simulaciones a la carta

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

Simune Atomistics fue creada en enero de 2014 como iniciativa conjunta de nanoGUNE con un grupo de investigadores de reconocido prestigio, algunos de ellos desarrolladores del código SIESTA. En julio de 2014, un grupo de inversores privados se convirtió en accionista de la empresa. En 2016, Simune recibió el premio *Techconnect Innovations*, siendo así reconocida como una de las empresas en fase de lanzamiento más innovadoras del mundo. Como spin-off de nanoGUNE, Simune participa de forma activa en varios proyectos de investigación del Centro.



Simune proporciona conocimiento especializado y herramientas innovadoras de software científico a los sectores tanto académico como industrial. Nuestro comité de expertos en simulaciones mecánico-cuánticas está formado por científicos destacados de prestigio internacional, todos ellos bien conocidos en la comunidad académica e investigadora. Gracias a ello, la empresa cuenta con una larga lista de publicaciones y herramientas científicas de código abierto. Simune ofrece una gama de productos de software para el modelado mecánico-cuántico de las propiedades de los materiales a escala atómica y otras escalas. La empresa está centrada en identificar la mejor solución para superar retos relacionados con el diseño de materiales gracias a su conocimiento especializado en aplicaciones relacionadas con materiales avanzados. Además de desarrollar software científico, Simune presta servicios de consultoría y formación en simulaciones atómicas en instalaciones de computación de alto rendimiento.

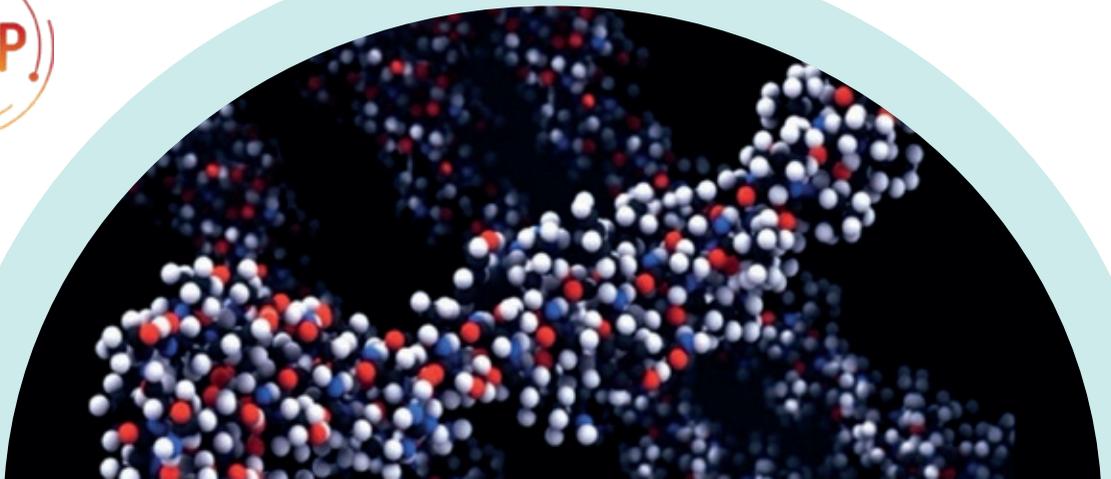


En octubre de 2020, Simune lanzó la Plataforma Avanzada de Simulación a Escala Atómica (ASAP, de sus siglas en inglés). ASAP ofrece actualmente un entorno flexible para el diseño de materiales avanzados, proporcionando soluciones a aplicaciones industriales específicas en diferentes mercados. ASAP ofrece una herramienta de software científico integrado para un buen número de aplicaciones: energía limpia, almacenamiento de energía, automoción, electrónica de consumo, alimentos y bebidas, envasado inteligente, y otras. ASAP pone a disposición del usuario herramientas de software con un nivel teórico avanzado, posibilitando el uso de simulaciones a escala atómica a clientes tanto del ámbito académico como industrial. ASAP permite optimizar el diseño antes del desarrollo de prototipos, reduciendo así los costes y el plazo de comercialización de nuevos productos innovadores. ASAP, concebida como un modelo de diseño modular, ofrece un conjunto flexible de módulos personalizados para problemas específicos. La plataforma puede ofrecer diferentes niveles teóricos desde la descripción mecánico-cuántica completa necesaria para los productos más avanzados de muchos sectores industriales tradicionales hasta un nivel simplificado necesario para el modelado a gran escala con resolución atómica. ASAP proporciona un conjunto de herramientas robustas para el diseño de medicamentos, modelización de la administración de fármacos, y su interacción con el ADN y los fluidos corporales que son esenciales para los sectores farmacéutico y biotecnológico. La plataforma facilita una serie

de herramientas de aceleración para optimizar y automatizar el flujo de trabajo en el diseño de nuevos materiales, combinando la inteligencia artificial con una interfaz de usuario inteligente que permitirá que los nuevos usuarios ejecuten simulaciones atomísticas avanzadas en tiempos muy cortos.

Simune es una empresa de rápido crecimiento que goza de prestigio internacional. En particular, se ha establecido una larga y fructífera colaboración con JSOL Corporation (*jsol.co.jp*), en Japón, en el marco de la cual se ofrecen soluciones de software a compañías destacadas a nivel mundial, como DuPont, Panasonic, Toyota, Honda, Daihatsu y el Instituto Nacional Japonés para la Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada (AIST, de sus siglas en inglés). Simune también colabora con la compañía india DHIO (*dhioresearch.com*) de investigación, desarrollo y servicios de ingeniería, con el objetivo de proporcionar software de modelado a escala atómica a los sectores académico e industrial.

Simune participa actualmente en varios proyectos nacionales y europeos, reuniendo así a los sectores industrial y académico en varios proyectos colaborativos en curso como TOCHA, COST, TQ, XCHEM, Bed4Best y QMCC EJD, y ha finalizado con éxito otros proyectos como RETOS, ERANET-Nanogram e ITN-EJD. Se ha recibido financiación de la Unión Europea en el marco del programa H2020 para PYMEs y continuará su rápido crecimiento con nuevos planes ambiciosos.



## Ctech-nano

Innovación con soluciones ALD

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

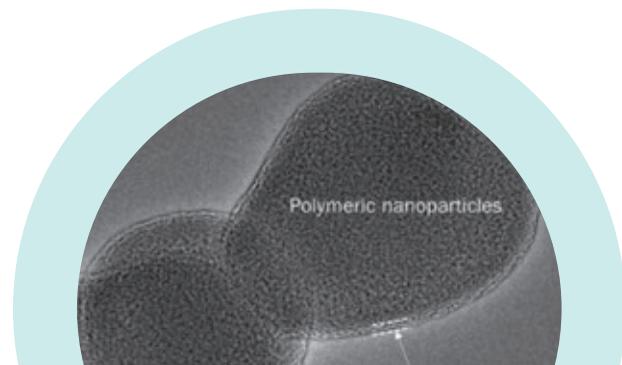


Ctech-nano se creó en julio de 2014 en el marco de una iniciativa conjunta de nanoGUNE con dos empresas vascas, AVS y Cadinox. La empresa ofrece sistemas versátiles y de alta calidad de deposición de capas atómicas (ALD, de sus siglas en inglés) e infiltración en fase de vapor (VPI, de sus siglas en inglés) con una gama diversa de herramientas orientadas a múltiples clientes: desde modelos básicos de alta calidad y bajo coste para actividades de investigación y desarrollo hasta equipos industriales personalizados para líneas de producción. Ctech-nano presta, asimismo, servicios de I+D relacionados con soluciones avanzadas de deposición de capas atómicas.

La tecnología principal de Ctech-nano se basa en la deposición de capas atómicas (ALD), la cual es una técnica de deposición que permite cubrir superficies de morfología compleja con varios reactivos de recubrimiento. La técnica permite producir películas conformadas, adhesivas y sin estrés con un control muy preciso de la composición y el grosor a nivel atómico.

Gracias a la alta precisión del proceso y a su reproducibilidad, la deposición de capas atómicas representa una tecnología de procesamiento bien consolidada en el campo de la nanoelectrónica y la microelectrónica modernas. Ctech-nano ofrece soluciones para óxidos de alta k, dieléctricos de condensadores de memoria, ferroeléctricos, metales y nitruros para electrodos e interconexiones.

Una ventaja específica de la técnica ALD viene dada por su capacidad para revestir con una película uniforme las superficies de materiales nanoporosos. Los materiales nanoporosos están siendo utilizados por la industria biomédica, concretamente en lo que se refiere a la administración de fármacos, los implantes y la ingeniería de tejidos. Ctech-nano ofrece soluciones para el tratamiento de las superficies de dispositivos biomédicos e implantes, así como películas de TiO<sub>2</sub> para sensores ópticos de guía de ondas en herramientas de diagnóstico.



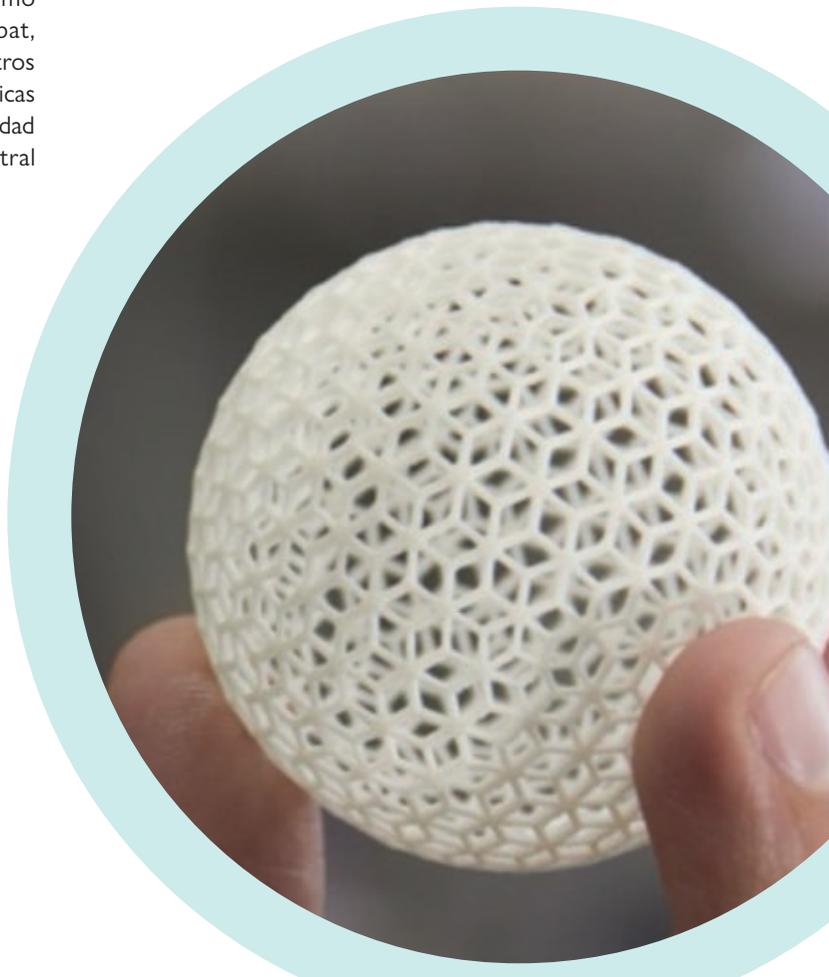
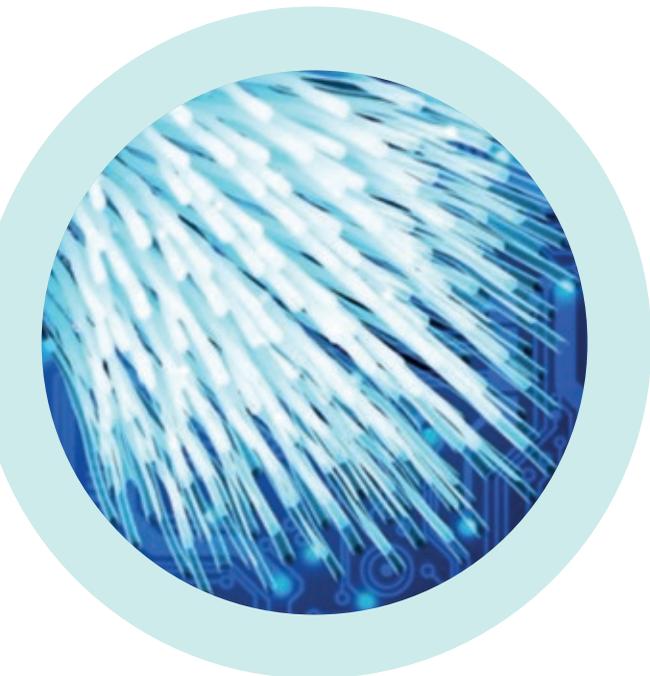
Ctech-nano cuenta con un amplio abanico de materiales para su revestimiento: óxidos, nitruros, carburos, metales, sulfuros, fluoruros y varias moléculas orgánicas, proporcionando soluciones de tecnología avanzada para varias aplicaciones. Normalmente, la técnica ALD se suele emplear en productos de alto valor añadido, ya que el coste medio de un ciclo de funcionamiento es relativamente alto dependiendo de la naturaleza, calidad y pureza de los sustratos, así como del reactivo, la temperatura y el tiempo de funcionamiento de la máquina.

Los clientes de Ctech-nano están orientados hacia la innovación, nuevas funcionalidades de los productos y la mejora de los productos y procesos ya existentes. Ctech-nano ha establecido un buen número de alianzas comerciales fructíferas con empresas nacionales e internacionales como Repsol, Fagor, Angulas Aguinaga, Gaiker, AJL, Danobat, Denka, Cemex, Duglass y FNMT. Por otra parte, nuestros equipos han sido comercializados a instituciones académicas como la Universidad de Paderborn (Alemania), la Universidad Humboldt (Alemania) y la Universidad de Florida Central (EE.UU.)<sup>1</sup>, entre otras.

Ctech-nano se encuentra actualmente optimizando el proceso de ALD y desarrollando nuevos precursores; en particular, se ha diseñado una familia de novedosos precursores anticorrosivos en estrecha colaboración con Air Liquide Inc. También hemos desarrollado nuevos procesos y herramientas, lo cual ha sido protegido con la patente ES2712868B1 (Cámara de deposición de capas atómicas).

Ctech-nano ha participado activamente en un buen número de proyectos de investigación europeos en el marco del programa Horizon 2020.

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



# Evolgene Genomics

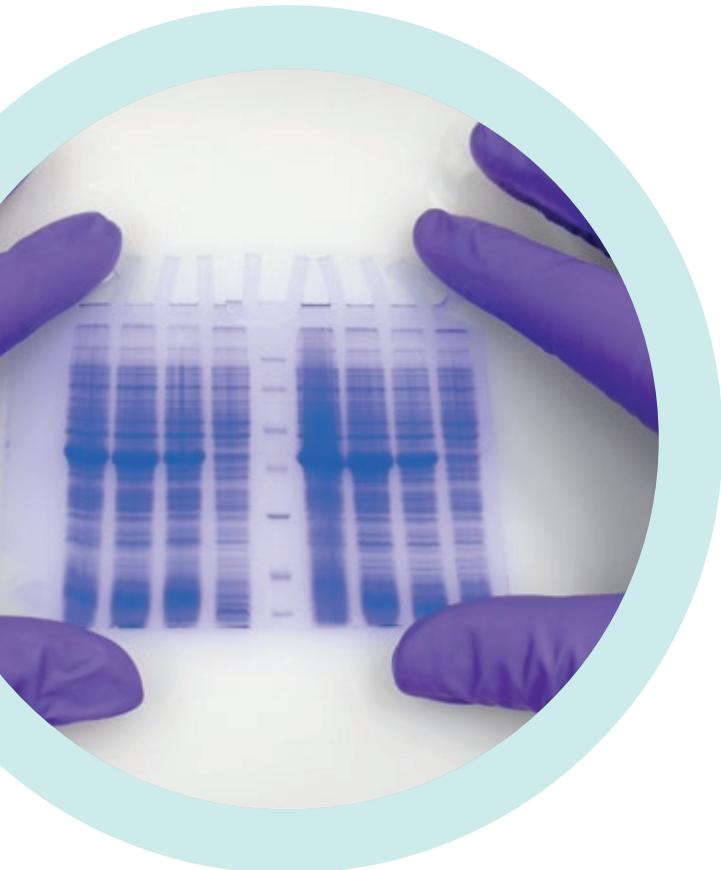
Una nueva frontera en nanobiomateriales

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

**Evolgene Genomics, creada en febrero de 2018, es una empresa dedicada al desarrollo, producción y comercialización de nanocelulosa cristalina de alta calidad utilizando una tecnología biológica patentada. Evolgene combina tres tecnologías facilitadoras esenciales (KETs, de sus siglas en inglés): Nanotecnología, Biotecnología industrial y Materiales avanzados.**

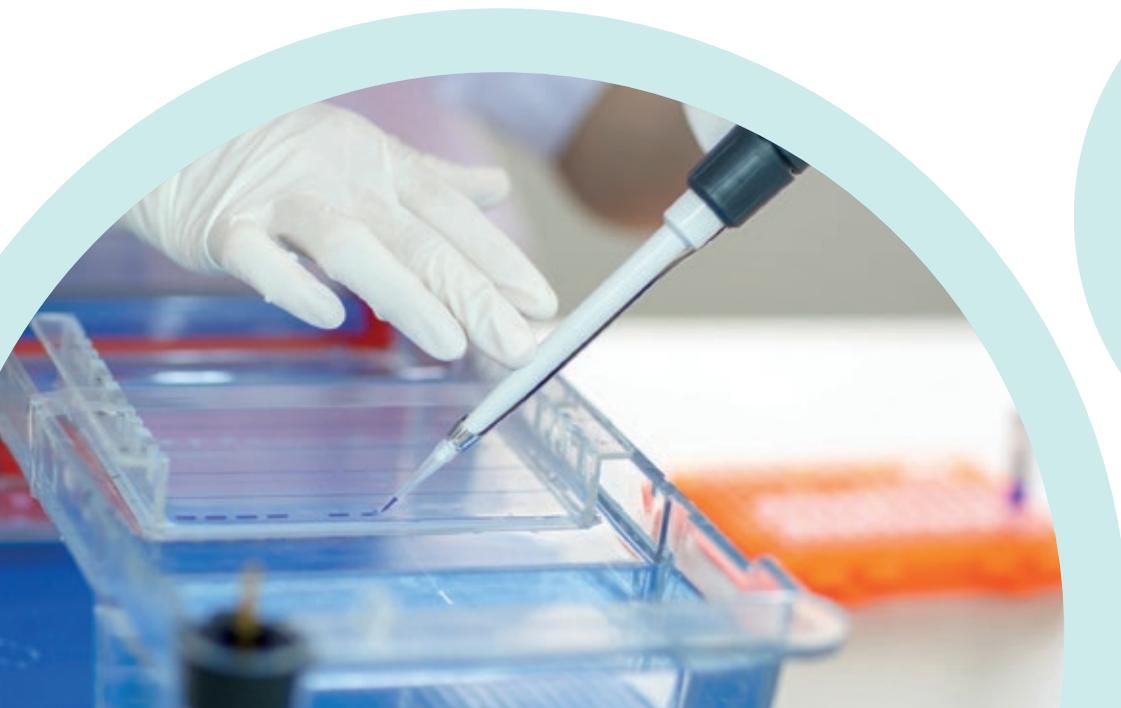


La nanocelulosa se ha constituido durante los últimos años como un material novedoso que cuenta con un sinfín de aplicaciones. Obtenida a partir de celulosa natural y con propiedades superiores a los plásticos sintéticos sustitutivos, su demanda se ha disparado en los sectores industriales más diversos como, por ejemplo, el farmacéutico, el alimentario, la cosmética, la electrónica, las pinturas y el envasado. También hay aplicaciones de alto valor añadido como, por ejemplo, la ingeniería de órganos y tejidos, donde la nanocelulosa está siendo utilizada para (i) la fabricación de andamios para la ingeniería de tejidos tridimensional (3D) de, por ejemplo, vasos sanguíneos, huesos y cartílagos, y (ii) la producción de lentes de contacto y barreras protectoras. Aplicaciones prometedoras también se pueden encontrar en la bioelectrónica. Este nanobiomaterial ofrece importantes ventajas, ya que combina una gran resistencia mecánica, biocompatibilidad y resistencia a la degradación con una elevada capacidad de absorción de agua. Actualmente, varias empresas se encuentran fabricando nanofibras y nanocristales de celulosa utilizando métodos físicos y químicos para cubrir la creciente demanda de aplicaciones industriales. Sin embargo, la producción de nanocristales de celulosa de tamaño controlado para aplicaciones de alto valor añadido en áreas como la biomedicina (bioimpresión 3D) y la bioelectrónica (biosensores ponibles) es limitada, ya que las metodologías industriales existentes no permiten la producción de nanocristales de celulosa de suficiente calidad.



Evolgene ha desarrollado un nuevo método para la producción de nanocristales ultrapuros de celulosa de tamaño controlado, utilizando para ello enzimas muy activas obtenidas en base a una tecnología de reconstrucción de secuencias ancestrales. La enzima endocelulasa patentada por nanoGUNE puede producir nanocristales de celulosa de manera rápida y fiable. Además, estas enzimas pueden ser reutilizadas, incrementando así la rentabilidad del proceso. Actualmente, Evolgene está produciendo nanocristales de celulosa de alta calidad a escala de multigramos. Estudios comparativos con los nanocristales de celulosa que ofrece la competencia muestran la diferenciación fisicoquímica y las propiedades materiales mejoradas de nuestro producto.

En comparación con los métodos existentes de producción química, la nanocelulosa cristalina de Evolgene proporciona una estructura química de celulosa natural que carece de radicales de sulfato, lo cual ofrece pureza y cristalinidad superiores, mayor termoestabilidad y estabilidad mecánica, y una mayor compatibilidad biológica para aplicaciones biomédicas; además, es respetuosa con el medio ambiente, ya que se produce en condiciones suaves y sin productos químicos peligrosos. En comparación con otros procesos biológicos en los que se emplean enzimas comerciales, las principales ventajas de nuestra tecnología vienen dadas por una mayor eficiencia catalítica y una mayor termoestabilidad de la enzima.



## Prospero Biosciences

Nuevas aplicaciones en la industria de la espectrometría de masas

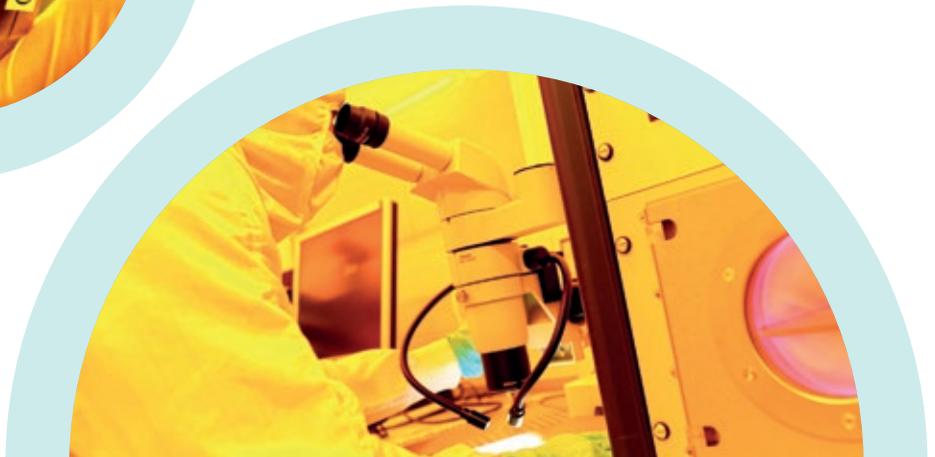
[prospero-biosciences.com](http://prospero-biosciences.com)

Prospero Biosciences, la quinta spin-off de nanoGUNE, fue creada en octubre de 2015 por un grupo de promotores formado, además de nanoGUNE, por Robert Blick (profesor de Física de la Universidad de Hamburgo), dos investigadores de nanoGUNE y Hasten Ventures, una empresa dedicada a la aceleración y promoción de ideas empresariales. Prospero persigue aprovechar el potencial de la nanotecnología para desarrollar y comercializar una tecnología innovadora capaz de crear un nuevo campo de aplicaciones dentro del sector de la espectrometría de masas.



Prospero está actualmente desarrollando y produciendo un detector innovador para la espectrometría de masas que se basa en el uso de una nanomembrana que ofrece mejoras considerables con respecto a las soluciones actuales. No hay en el mercado una tecnología que pueda identificar de forma fiable las moléculas de masa elevada, y esto es precisamente lo que ofrece Prospero. Se espera que la tecnología de Prospero abra las puertas a múltiples aplicaciones como la investigación de marcadores biológicos, la investigación y el diagnóstico médicos o el desarrollo de fármacos biosimilares que requieren la identificación precisa de moléculas de masa elevada.

Prospero está desarrollando varios prototipos de detectores de moléculas de masa elevada que ya están siendo probados con éxito por varios usuarios finales del sector sanitario.



## Lanzamiento de la convocatoria *Global Graphene Call* en 2020

En marzo de 2020, lanzamos por primera vez la convocatoria Global Graphene Call, cuyo objetivo es impulsar ideas empresariales vinculadas al grafeno. CIC nanoGUNE, la acedora guipuzcoana de startups BerriUP, y Graphenea —primera startup de nanoGUNE— fueron las promotoras de esta iniciativa. Tras haberse recibido solicitudes de todo el mundo, la empresa seleccionada para el programa de aceleración fue *Graphene Pioneer*, una empresa holandesa cuya actividad se centra en el uso del grafeno para mejorar las propiedades del cemento.



24.02.2020 - 12.04.2020

# GLOBAL GRAPHENE CALL

## Cultura empresarial en la formación de científicos

En el marco de nuestro Plan Estratégico 2015-2020, se han programado actividades de formación específicas para consolidar la cultura empresarial de nuestros investigadores más jóvenes, facilitando así su incorporación al mundo industrial. Se ha diseñado y puesto en marcha un programa formativo con tres cursos para estudiantes de doctorado y post-docs y, además, profesionales con experiencia investigadora que trabajan actualmente en la industria han impartido seminarios especiales.

### Habilidades de comunicación oral

Este curso, orientado principalmente a estudiantes de primer año de doctorado, se ha impartido en noviembre de 2019 y en noviembre de 2020. En este curso, los participantes desarrollan su capacidad para preparar y realizar presentaciones de alta calidad, así como para comunicarse con diferentes públicos.

En este curso ha habido **12** participantes.

### Emprendimiento

Este curso, orientado principalmente a estudiantes de segundo año de doctorado, se ha impartido en octubre de 2019 y en octubre de 2020. El curso tiene como finalidad principal formar a nuestros investigadores para que sepan cómo transformar una idea en un proyecto empresarial, enseñándoles conceptos básicos sobre qué es un emprendedor, diferentes modelos empresariales y cómo elaborar y redactar un plan de negocio.

En este curso ha habido **18** participantes.

### Da el paso. Del ámbito académico a la industria

Este curso, orientado principalmente a estudiantes de tercer año de doctorado, fue impartido en noviembre de 2019 y en octubre de 2020. El objetivo principal del curso es formar a investigadores sobre cómo mostrar su capacidad, aptitudes y actitud cuando buscan un empleo en el entorno industrial, así como invitarles a pensar en su futuro próximo y ayudarles a definir sus objetivos y expectativas profesionales.

En este curso ha habido **17** participantes



## Servicio de transferencia de talento investigador a la industria

Hemos emprendido un servicio de transferencia de talento investigador a la industria en colaboración con **ieTeam Consulting**, con el fin de apoyar a aquellas personas investigadoras que quieran seguir su carrera profesional en la industria local.



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



Nuestro departamento de Servicios Externos persigue un doble objetivo: (i) contribuir con nuestro conocimiento a los procesos de innovación de las empresas industriales y tecnológicas, y (ii) abrir nuestras instalaciones a usuarios externos para que puedan beneficiarse de nuestra singular infraestructura.

La experiencia que ofrecemos es especialmente relevante en tres áreas de especialización:

**Microscopía electrónica.** Comprender el comportamiento de los materiales, su estructura cristalina, el estrés, la tomografía y la morfología.

**Nanofabricación** de membranas y multicapas para sensores químicos y biosensores, patrones para microfluídica, dispositivos electrónicos y fabricación de estándares (microscopía)

**Caracterización química** en la nanoescala, con el uso de Microscopía Óptica de Campo Cercano de Barrido (SNOM, de sus siglas en inglés), de polímeros, biomateriales, ingredientes activos y productos cosméticos, así como análisis químico de precipitaciones en aleaciones y materiales avanzados.

# Novaspider

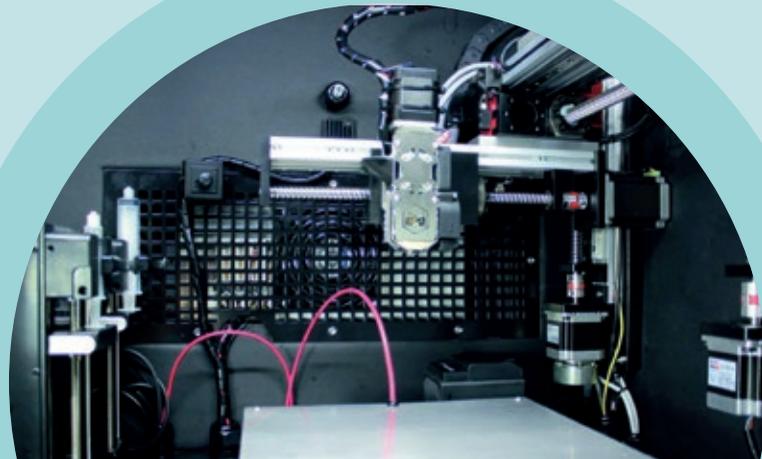
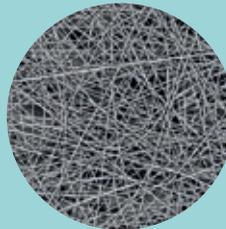
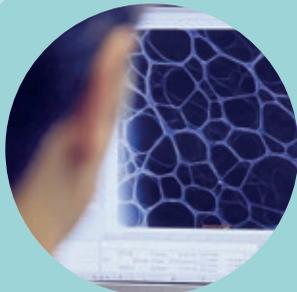
Una nueva gama de herramientas para revolucionar la forma de producir nanofibras

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



Novaspider es una herramienta de fabricación de materiales avanzados para producir estructuras tridimensionales (3D) con nanofibras en el laboratorio. Al combinar técnicas de electrohilado y de impresión 3D, esta herramienta permite crear estructuras compuestas híbridas de microfibras y nanofibras. Esta herramienta, desarrollada en nanoGUNE, es el resultado de una estrecha cooperación entre personal científico de primer nivel, ingenieros experimentados y expertos del sector de la impresión 3D.

Como los materiales pueden ser funcionalizados añadiendo aditivos, esta herramienta abre un inmenso horizonte de posibilidades. NanoGUNE ofrece herramientas de electrohilado y presta servicios de desarrollo de procesos para la producción de nanofibras con el fin de acercar esta innovadora tecnología a una gran variedad de campos. Un equipo formado por ingenieros y científicos de materiales está a disposición de los interesados con el fin de fabricar nanofibras basadas en cualquier material.



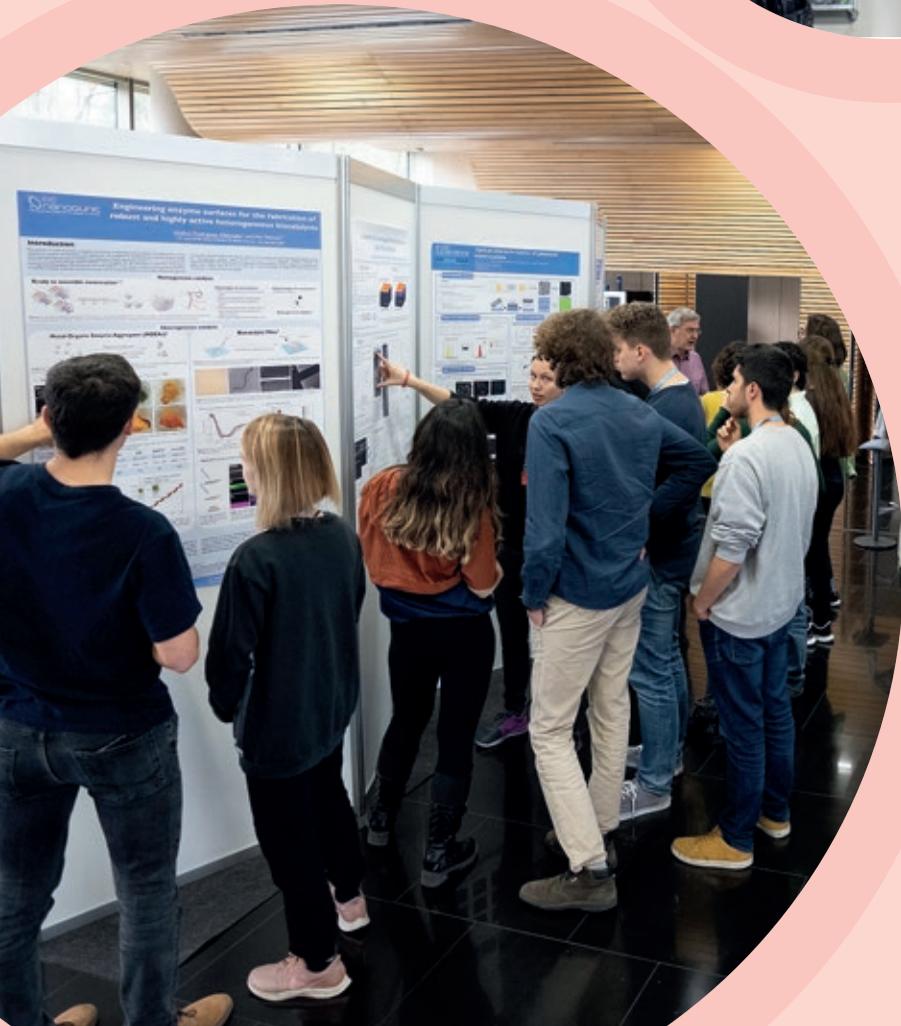


# 6

---

## Conectando con la sociedad

Conectando con la sociedad	69
Eventos	70
Divulgación	72



# Conectando con la sociedad

El papel que desempeñan la ciencia y la tecnología en la sociedad nunca ha sido tan relevante como lo es hoy en día. La ciencia y la tecnología están directamente relacionadas con el desarrollo económico y social. Por ello es tan importante que todas las personas puedan entender y valorar el papel clave que el desarrollo científico juega en nuestra sociedad.

La nanotecnología no es solamente el futuro; también es el presente. No obstante, una gran mayoría de nuestra sociedad no entiende aún realmente lo que es. El objetivo de nanoGUNE es difundir una cultura científica que inspire a una sociedad crítica y capaz de construir un futuro de manera sostenible e inteligente.

En nanoGUNE sabemos que no basta con lograr grandes avances científicos y tecnológicos, por lo que nos comprometemos a difundir información veraz de manera responsable y comprensible. Para conseguirlo, organizamos visitas de centros educativos y ofrecemos la posibilidad de observar de cerca nuestra investigación en nanociencia y nanotecnología. También ofrecemos prácticas de verano a estudiantes de grado y la supervisión de trabajos de fin de grado y trabajos de fin de máster.

La difusión de la cultura científica favorece la construcción de una sociedad más crítica e instruida. De hecho, una sociedad científicamente culta siempre será una sociedad más rica. Esta es la razón por la que participamos de forma muy activa en el fomento y la promoción de la divulgación de una cultura científica.



---

## Zientzia Azoka

NanoGUNE ha participado de forma activa en la llamada *Zientzia Azoka* (Feria de la Ciencia) organizada por Elhuyar. La finalidad de esta feria es despertar vocaciones científico-tecnológicas, divulgar la ciencia y la tecnología, y fomentar la cultura científica de nuestra sociedad. Se ha firmado un acuerdo de colaboración con Elhuyar.

---

## Semana de la Ciencia

NanoGUNE, junto con el Donostia International Physics Center (DIPC) y el Centro de Física de Materiales (CFM), lleva un tiempo colaborando en la Semana de la Ciencia, organizada todos los años en noviembre por la Universidad del País Vasco, con su presencia en un espacio expositivo sobre nanociencia y ciencia de materiales.

---

## Donostia Week INN

NanoGUNE participa en la Semana de la Innovación, Donostia Week INN, organizada por Fomento de San Sebastián. Este evento ofrece un completo programa de actividades en torno a la estrategia de innovación de la ciudad.



## Las Mujeres en la Ciencia

Con el fin de conseguir el acceso pleno e igualitario de las mujeres a la ciencia, la Asamblea de las Naciones Unidas decidió en 2016 declarar el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

En el periodo 2019-2020, hemos celebrado este día con otros centros de San Sebastián para dar visibilidad a la actividad de las mujeres que están llevando a cabo investigación científica, rompiendo así los roles masculinos arquetípicos que suelen atribuirse a la ciencia y la tecnología y fomentando las carreras científicas entre las niñas y las adolescentes.

En el marco de una colaboración sin precedentes, en 2020 nueve centros (nanoGUNE, el Centro de Física de Materiales, biomaGUNE, el Donostia International Physics Center, Biodonostia, Tecnum, Ceit, Polymat y Elhuyar) se unieron para presentar de forma conjunta un programa de una semana de duración destinado a adolescentes, escolares, mujeres mayores de 55 años, la comunidad científica y la ciudadanía en general.

Nuestra iniciativa «Emakumeak Zientzian» fue reconocida con el Sello STEAM Euskadi del Gobierno Vasco por fomentar la educación STEAM en el País Vasco. El Comité estuvo compuesto por representantes del Departamento de Educación del Gobierno Vasco, el Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática (CRECIM) de la Universidad Autónoma de Barcelona e Innobasque, la Agencia Vasca de Innovación.



---

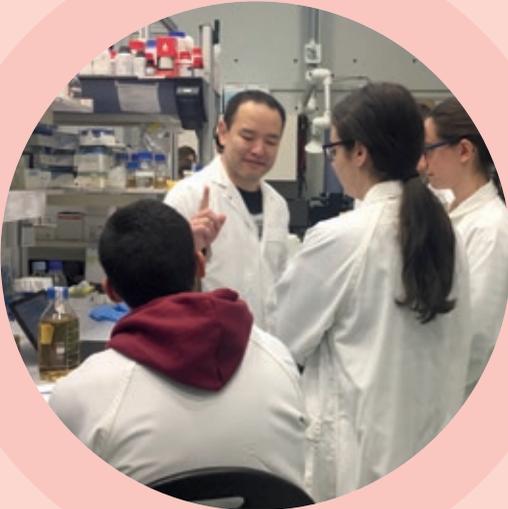
## Estudiantes de grado: prácticas de verano y trabajos de fin de grado

En el periodo 2019-2020, 30 estudiantes de grado han participado en el programa de prácticas de verano de nanoGUNE y/o han realizado su trabajo de fin de grado bajo la supervisión de nuestro personal investigador.

---

## Escuela de Invierno

En el periodo 2019-2020, 59 estudiantes de grado y de máster han asistido a la Escuela de Invierno organizada por nanoGUNE. Este evento va destinado principalmente a estudiantes de grado y de máster de física, química, biología e ingeniería. La Escuela combina clases teóricas, sesiones formativas sobre competencias sociales y prácticas de laboratorio.



## Máster

NanoGUNE colabora con el Máster en *Nanociencia* y el Máster en *Nuevos Materiales*, ambos de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), brindando al alumnado la oportunidad de unirse a nuestros grupos de investigación para realizar su tesis de máster bajo la supervisión de uno de nuestros investigadores principales.

## Doctorado

Se ofrecen proyectos de tesis doctoral a graduados en física, química, biología, ingeniería y ciencia de materiales. En particular, colaboramos estrechamente con el programa de doctorado «Física de Nanoestructuras y Materiales Avanzados (PNAM, de sus siglas en inglés)» ofrecido por la Universidad del País Vasco. Actualmente, tenemos 36 tesis doctorales en curso en nanoGUNE y estamos cosupervisando la tesis de otros 5 estudiantes de doctorado de otros centros de investigación y universidades del País Vasco.

## Visitas para centros educativos

Siguiendo con nuestra política de puertas abiertas, ofrecemos un programa de visitas para alumnado de enseñanza secundaria y estudiantes universitarios a nuestras instalaciones para que puedan conocer de cerca lo que es la investigación en nanociencia. En 2019-2020 más de 90 estudiantes han visitado nuestro Centro.





# 7

## Organización y financiación

Organización	76
Financiación	77
Junta Directiva	78
Proyectos vigentes 2019/2020	79
Comité Asesor Internacional	80
Organismos financiadores	81

NanoGUNE es una asociación sin ánimo de lucro promovida por el Gobierno Vasco en 2006 e inaugurada oficialmente en 2009. La Junta Directiva, compuesta actualmente por todos los socios, es la responsable final de toda la gestión del Centro. También contamos con un Comité Asesor Internacional, compuesto por profesionales e investigadores de prestigio internacional, el cual asesora sobre la orientación que debe seguir el Centro.

En lo que se refiere a la gestión del Centro, el periodo 2019-2020 ha sido especialmente fructífero. Gracias al trabajo realizado por el equipo de administración y servicios, se han alcanzado los siguientes logros:

- Nuestro Sistema de Gestión de la Innovación, certificado en 2017 conforme a la norma UNE 166002:2014, se sometió a auditorías externas en 2019 y en 2020, ambas superadas con éxito. Esta norma tiene como finalidad guiar a las organizaciones en el desarrollo, ejecución y mantenimiento de un marco para una práctica sistemática de la gestión de la innovación. La persona responsable del Sistema de Gestión de la Innovación es el director financiero.
- En 2019, la Comisión Europea concede a nanoGUNE el reconocimiento 'Excelencia en gestión de recursos humanos en el ámbito de la investigación', el cual representa un reconocimiento público a instituciones de investigación que hayan avanzado en la adaptación de sus políticas de recursos humanos a los principios de la Carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la Contratación de Investigadores. Un equipo compuesto por varios representantes del Centro se encarga del seguimiento y supervisión de la ejecución, hasta noviembre de 2021, de un plan de actuación que será revisado por la Comisión Europea.
- En 2019, la junta directiva de nanoGUNE aprueba un Programa de Prevención de Riesgos Penales. El principal objetivo de este Programa es impulsar una cultura corporativa de cumplimiento (*Corporate Compliance*), con el fin de lograr una gestión responsable en el desarrollo de la actividad del Centro, así como una cultura de integridad, honestidad, transparencia y respeto a las normas y estándares éticos. NanoGUNE muestra su absoluto rechazo

a todo comportamiento irregular en el desarrollo de sus actividades, principalmente a aquellas conductas que por su naturaleza puedan constituir un potencial delito, cuya prevención constituye el objetivo principal del programa. El director financiero es el responsable de este programa, cuyo cumplimiento es supervisado por un equipo compuesto por varios representantes del Centro.

- En 2019, se aprueba un Plan de Igualdad de Género. El Plan está estructurado en cinco áreas principales y 10 objetivos estratégicos e incluye un plan de actuación con un total de 39 actuaciones a ser ejecutadas durante el periodo 2019-2022. La implantación del Plan está dirigida por la Responsable de Comunicación y el Director del Centro, en estrecha colaboración con el Comité de Igualdad de Género.

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud determina que el brote epidémico de la COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia. Para gestionar la crisis sanitaria causada por esta pandemia, el 14 de marzo de 2020 el gobierno español declara un estado de alarma que se prolonga hasta el 20 de junio de 2020. En nanoGUNE, se adopta un plan de emergencia para ofrecer asesoramiento y apoyo en las actuaciones que había que llevar a cabo para eliminar, reducir y controlar el riesgo de exposición a la COVID-19. Durante el estado de alarma y las posteriores fases de desconfinamiento, se adoptan las siguientes medidas:

- Se toman medidas preventivas de higiene como el uso de dispensadores de gel hidroalcohólico, mascarillas y termómetros de control de la temperatura corporal.
- Se anuncian medidas organizativas relacionadas con la distancia física y la reunión de personas. Se instalan, asimismo, pantallas de distanciamiento social entre mesas contiguas.
- Se recomienda el teletrabajo.
- Los seminarios y clases de idiomas se desarrollan en línea.
- Se fijan límites de aforo en los laboratorios.

El trabajo de investigación experimental *in situ* solamente se interrumpió entre el 30 de marzo y el 9 de abril en el que toda actividad no esencial fue interrumpida por el Gobierno de España. La gran mayoría de proyectos de investigación han sido ejecutados según lo que se había previsto inicialmente.

En el periodo 2019-2020, hemos podido atraer una cantidad considerable de financiación pública de la Diputación Foral de Gipuzkoa, el Gobierno Vasco, el Gobierno Español y la Comisión Europea, y la financiación privada ha crecido de forma sustancial. También hemos contado con el apoyo de la Fundación Vasca para la Ciencia (Ikerbasque), en el marco de su programa para atraer talento investigador de todo el mundo. La financiación (tanto pública como privada) recibida nos ha permitido cumplir con la misión de llevar a cabo investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología con el objetivo de incrementar la competitividad empresarial y el crecimiento económico del País Vasco.

	2019	2020
Personal (a 31 de diciembre)	109	118
Equivalente a dedicación plena	106	106
Ingresos de explotación de I+D (en miles de euros)	7 389	7 292
% de financiación pública no competitiva del Gobierno Vasco	38	29
% de financiación pública competitiva de la Diputación Foral de Gipuzkoa	2	2
% de financiación pública competitiva del Gobierno Vasco	19	21
% de financiación pública competitiva del Gobierno Español	15	16
% de financiación pública competitiva de la Comisión Europea	15	19
% de financiación privada	11	13



<b>Presidente</b>	<b>Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A. (CAF)</b> Javier Martínez-Ojinaga (desde 13/02/2019)	
<b>Vicepresidente</b>	<b>Diputación Foral de Gipuzkoa (DFG)</b> Jabier Larrañaga (desde 01/12/2020)	
<b>Secretario - Tesorero</b>	<b>Donostia International Physics Center (DIPC)</b> Ricardo Díez-Muiño (desde 13/02/2019)	
<b>Vocales</b>	<b>Universidad del País Vasco (UPV/EHU)</b> Fernando Tapia (desde 03/09/2019)	
	<b>Ikor Sistemas Electrónicos, S.L. (Ikor)</b> Aitor Larruskain (desde 03/06/2020)	
	<b>Petróleos del Norte, S.A. (Petronor)</b> Elías Unzueta	
<b>Miembros invitados, en representación del Gobierno Vasco</b>	<b>Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente</b> Alberto Fernández (desde 02/10/2019)	
	<b>Departamento de Educación</b> Adolfo Morais	
<b>Exmiembros del periodo 2019-2020</b>	<b>Pedro Miguel Echenique</b> (hasta 12/02/2019), Presidente, DIPC <b>Josu Imaz</b> (hasta 12/02/2019), Vocal, CAF <b>Arturo Muga</b> (hasta 02/09/2019), Vocal, UPV/EHU <b>Ainhoa Aizpuru</b> (hasta 10/09/2019), Vocal, Diputación Foral de Gipuzkoa <b>Jon Sierra</b> (hasta 29/11/2019), Vocal, Ikor <b>Jose Miguel Erdozain</b> (hasta 31/12/2019), Secretario - Tesorero, Alianza IK4 <b>Mikel Álava</b> (desde 30/11/2019 hasta 06/04/2020), Vocal, Ikor <b>Carmen Urizar</b> (desde 07/04/2020 hasta 02/06/2020), Vocal, Ikor <b>Joseba Iñaki San Sebastián</b> (hasta 16/07/2020), Vicepresidente, Corporación Tecnalia <b>Imanol Lasa</b> (desde 11/09/2019 hasta 30/11/2020), Vocal, Diputación Foral de Gipuzkoa <b>Iosu Madariaga</b> (hasta 01/10/2019), Miembro invitado, en nombre del Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras del Gobierno Vasco	

# Proyectos vigentes 2019/2020

## Comisión Europea

Graphene Flagship	2
H2020 - Acciones de coordinación y apoyo	3
H2020 FET Open	3
H2020 - Acción de investigación y desarrollo	1
Acciones Marie Skłodowska-Curie (CIG, ITN, intraeuropeas y extraeuropeas)	14
M-ERA.NET	1

## Gobierno Vasco

Elkartek	4
Emaitek	2
Ikerbasque Fellows	2
Infraestructura	1
Becas predoctorales	4

## Gobierno Español

Europa Excelencia	1
Excelencia	1
Explora	1
Becas predoctorales FPI	14
Beca predoctoral FPU	1
Infraestructura	1
Juan de la Cierva Incorporación	3
María de Maeztu	1
Red de investigación	1
Retos	17
Retos Colaboración	1

## Diputación Foral de Gipuzkoa

Fellows Gipuzkoa	5
Infraestructura	2
Proyectos de investigación	2



## El Comité Asesor Internacional asesora sobre la orientación científica y tecnológica del Centro

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

Presidente

Imperial College, Londres (Reino Unido)

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

Imperial College, Londres (Reino Unido)

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

Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos)

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

Premio Nobel de Química, 1987

Universidad de Estrasburgo (Francia)

### ***Dr. José A. Maiz***

Intel Fellow, Oregón (EE.UU.)

### ***Prof. Emilio Méndez***

Brookhaven National Laboratory, Nueva York (EE.UU.)

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

CRANN, Dublin (Irlanda)

Universidad de Oxford (Reino Unido)



## Distinciones



HR EXCELLENCE IN RESEARCH







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

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