



Real  
Sociedad  
Española de  
Física

Fundación  
**BBVA**

**Premios de Física**  
**REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA-FUNDACIÓN BBVA**  
**2024**



# PRESENTACIÓN

Los Premios de Física Real Sociedad Española de Física-Fundación BBVA reconocen la creatividad, el esfuerzo y el logro en el campo de la física con el fin de servir de estímulo a los profesionales que desarrollan su labor tanto en la investigación —con especial atención a los jóvenes— como en los ámbitos de las enseñanzas media y universitaria, la innovación, la tecnología y la divulgación. La Fundación BBVA colabora con estos premios desde 2007 en el marco de su actividad de promoción de la investigación de excelencia y la difusión del conocimiento científico a la sociedad.

Dotados con 50.000 euros distribuidos entre todas sus categorías, los galardones fueron instaurados por la Real Sociedad Española de Física en 1958 y son ya una tradición en el ámbito de la física española, una comunidad sólidamente vertebrada. Con su apoyo a estos premios, la Fundación BBVA quiere dar impulso y visibilidad a los mejores investigadores de nuestro país en esta disciplina científica tan fundamental para la búsqueda del conocimiento y el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas.

# PREMIADOS

## **MEDALLA DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA** 6

**Licia Verde**

Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona (ICCUB)

## **PREMIO FÍSICA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA** 8

**Román Orús Lacort**

Donostia International Physics Center (DIPC) / Multiverse Computing

## **PREMIO INVESTIGADOR JOVEN EN FÍSICA TEÓRICA** 10

**Martí Perarnau Llobet**

Universitat Autònoma de Barcelona

## **PREMIO INVESTIGADOR JOVEN EN FÍSICA EXPERIMENTAL** 12

**Miguel Anaya Martín**

Instituto de Ciencia de Materiales, Universidad de Sevilla

## **PREMIO ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA (ENSEÑANZAS MEDIAS)** 14

**Patricio Gómez Lesarri**

IES Ramiro de Maeztu en Madrid / Universidad Complutense de Madrid

**PREMIO ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA  
(ENSEÑANZA UNIVERSITARIA) 16**

**Isabel Abril Sánchez**

Universitat d'Alacant

**PREMIO A LA MEJOR CONTRIBUCIÓN DE ENSEÑANZA  
EN LAS PUBLICACIONES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA 18**

**Francisco José Torcal Milla**

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

**PREMIO A LA MEJOR CONTRIBUCIÓN DE DIVULGACIÓN  
EN LAS PUBLICACIONES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA 20**

**Daniel Martín Jiménez**

Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC)

**JURADOS 22**

# LICIA VERDE



## Medalla de la Real Sociedad Española de Física

“ El método científico es tan potente que nos permite aprehender información muy precisa del universo, a pesar de que no podemos verlo ni tocarlo. Nos permite hacer la conexión de lo infinitamente grande con lo infinitamente pequeño ”

«Cuando empecé a leer a los seis o siete años, alguien tuvo la brillante idea de regalarme un libro sobre el cielo», recuerda Licia Verde. «Hablaba de las nubes, del clima, de las aves, de los aviones... y en el último capítulo hablaba del universo. Ahí se me abrió la mente y me pregunté: ¿Cómo puede uno aprender sobre eso sin poderlo tocar, sin poderlo ver? Desde ahí, me interesé por la cosmología». Hoy es directora científica del Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) y recibe la Medalla de la Real Sociedad Española de Física por sus contribuciones al estudio del origen, la composición y la evolución del universo.



«A lo largo de mi carrera he tenido la suerte y el privilegio de lograr hallazgos cosmológicos y verlos en mi ordenador antes que nadie», afirma. Por ejemplo, ha realizado medidas muy precisas de la composición del universo, de su edad y de la historia de su expansión. «Son medidas estadísticas —explica—, porque no hay ninguna teoría que diga que cierta galaxia se va a formar en tal lugar concreto. Por eso, la conexión entre las observaciones a las escalas más grandes con los principios físicos que gobiernan el universo a esa escala se tiene que realizar de manera estadística».

A pesar de los éxitos que ha logrado, reduciendo significativamente la incertidumbre sobre medidas clave del universo, la investigadora galardonada recuerda que al campo de la cosmología le queda un reto decisivo por resolver: comprender qué son la materia oscura y la energía oscura, dos componentes que aún se resisten a la explicación científica pero que son fundamentales en la teoría física que mejor describe el universo.

Verde recuerda que, aunque sus descubrimientos no encuentren aplicación social inmediata, la ciencia básica es fundamental para el avance tecnológico. «No hay ciencia aplicada sin ciencia básica», resume, y añade: «Podría decir también que no hay ciencia básica sin ciencia aplicada, porque para construir grandes telescopios se necesita la ingeniería».

En cualquier caso, considera que la investigación en cosmología «nos enseña que somos una pequeña partícula de polvo en este universo tan grande, y aun así somos privilegiados de poder vivir ahí y también de poder entender y estudiar todo el universo». Es más, apunta, «para estudiarlo necesitamos el pensamiento crítico. Necesitamos el método científico, porque podemos aprehender información muy precisa de algo que no podemos ver ni tocar. El método científico es tan potente que nos permite aprender estas cosas y hacer la conexión de lo infinitamente grande con lo infinitamente pequeño».

# ROMÁN ORÚS LACORT



## Premio Física, Innovación y Tecnología

“ Una manera de lograr que la inteligencia artificial sea más eficiente energéticamente, de dotarla de mayor velocidad y precisión, es aprovechando la estructura matemática de las correlaciones cuánticas, y esto va a tener un impacto tremendo durante los próximos años ”

Román Orús Lacort estudió física «porque quería entender cómo funcionaba la naturaleza», y atribuye a sus «mentores excepcionales» la vocación que le ha llevado a desarrollar una trayectoria en el campo de las tecnologías cuánticas merecedora del Premio Física, Innovación y Tecnología. El profesor de Investigación Ikerbasque en el Donostia International Physics Center (DIPC) recuerda que fundó la empresa Multiverse Computing por curiosidad: «En la academia tienes una descripción muy teórica de cómo tienen que funcionar las cosas, pero los problemas de la vida real que surgen en la industria son más complicados. Hacer esa transición no



es fácil, pero nosotros vimos enseguida cómo la podíamos realizar y nos lanzamos».

Su investigación se ha enfocado en desarrollar algoritmos para ordenadores cuánticos destinados a resolver problemas muy diversos. Además, ha sido pionero en la aplicación de las llamadas redes de tensores a los sistemas cuánticos, que aprovechan la estructura interna de las correlaciones cuánticas para describirla matemáticamente de manera más eficiente. Gracias a esta estrategia, explica Orús, «conseguimos entender muchas fases de la materia que no se entendían hasta el momento, y también simular muchos sistemas cuánticos complejos que no se podían simular de otra manera. Incluso tienen aplicaciones en gravedad cuántica».

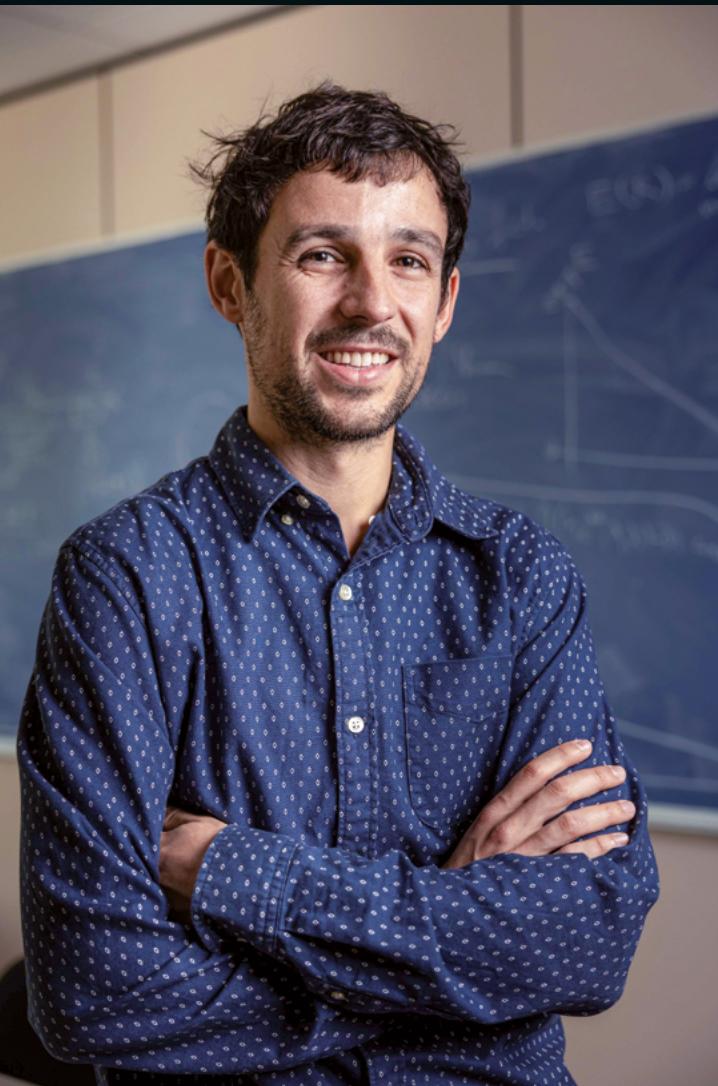
Las redes de tensores se han revelado especialmente útiles para mejorar los algoritmos de inteligencia artificial incluso en los ordenadores convencionales, añade el premiado: «La inteligencia artificial, tal y como está construida de forma tradicional, es muy ineficiente. Una manera de volverla

más eficiente energéticamente, de dotarla de mayor velocidad y precisión, es utilizando algoritmos de redes de tensores, y esto va a tener un impacto tremendo durante los próximos años».

Además, Orús ha desarrollado algoritmos de inteligencia artificial para los propios ordenadores cuánticos que, según detalla, son capaces de detectar más correlaciones que los ordenadores convencionales: «Estamos a la espera de que el *hardware* de computación cuántica mejore. Eso sucederá en el largo plazo, pero sucederá, no hay duda, y supondrá también un punto de inflexión».

El galardonado afirma que «investigar es un placer: el universo, tal y como lo concibo yo, es un puzle que hay que comprender. Cuando consigues entender una pequeña parte de ese rompecabezas, la satisfacción es enorme. Además —concluye—, ver cómo la gente joven percibe lo que tú ya sabías pero con ojos frescos y te hace preguntas que tú nunca te habías planteado es también altamente gratificante».

# MARTÍ PERARNAU LLOBET



## Premio Investigador Joven en Física Teórica

“ La computación cuántica tiene un gran potencial, pero aún tenemos que esperar unos años para darnos cuenta de su verdadero impacto. Esto va a pasar en este siglo XXI y es algo muy excitante ”

«De muy pequeño yo decía que quería ser físico. De hecho, quería ser astrofísico cuando todavía no entendía lo que realmente significaba», relata Martí Perarnau Llobet. «Con el tiempo, tuve buenos profesores y esa idea de infancia se fue convirtiendo en realidad». Hoy, el premiado es investigador Ramón y Cajal en la Universitat Autònoma de Barcelona y trabaja para entender el comportamiento de los sistemas cuánticos abiertos, es decir, aquellos que no están aislados de su entorno.

En un contexto en el que el consumo de energía emerge como un factor muy relevante en la computación, en especial en las aplicaciones de inteligencia artificial, Perarnau investiga cómo



aprovechar las propiedades de los sistemas cuánticos para reducir ese coste. En concreto, estudia cómo optimizar los sistemas cuánticos abiertos y cómo combinarlos con nuevas ideas de computación para encontrar maneras de minimizar el consumo de energía en el procesamiento de la información.

El galardonado también ha investigado sobre cómo emplear los comportamientos característicos de los sistemas cuánticos para fabricar sensores extremadamente precisos. «Ya se están usando sensores cuánticos formados, por ejemplo, por un solo átomo, para medir propiedades de gases que están a temperaturas ultrafrías, y por ello son muy delicados», explica.

Perarnau califica la investigación como una actividad «muy excitante y muy motivadora», ya que consiste en «intentar entender cosas que aún no se comprenden bien. Se aprende continuamente y es muy gratificante, sobre todo cuando salen bien los resultados».

Si existe una clave del éxito en la investigación en física, el premiado apunta hacia la importancia de «estar en un entorno que sea ambicioso y tener la posibilidad de trabajar en proyectos que vayan a tener un impacto grande en la ciencia. Pero también es crucial —añade— que haya un buen ambiente de colaboración que permita trabajar bien con los compañeros y aprender de ellos».

El investigador galardonado celebra el «gran impacto» que están teniendo ya las tecnologías y las ciencias cuánticas: «Ahora estamos en un momento muy especial en el que se están desarrollando muchas ideas científicas y, a nivel tecnológico, algunas ya son una realidad. Por ejemplo, en la comunicación cuántica y en la metrología cuántica ya hay tecnologías que hoy en día existen. En cambio —concluye— hay otras, como la computación cuántica, que tienen un gran potencial, pero aún tenemos que esperar unos años para darnos cuenta de su verdadero impacto. Esto va a pasar en este siglo XXI y es algo muy excitante».

# MIGUEL ANAYA MARTÍN

## Premio Investigador Joven en Física Experimental

“ Hemos desarrollado materiales que absorben la luz de manera optimizada y se pueden emplear en celdas solares. También optimizamos la absorción de rayos X en detectores para radiografías o tomografías computarizadas ”

«La clave del éxito en la investigación en física es hacerse las preguntas adecuadas para los problemas más importantes que uno pueda encontrar», afirma Miguel Anaya Martín. El investigador Ramón y Cajal de Materia Condensada en el Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Sevilla ha sido galardonado por su investigación en el campo de los materiales optoelectrónicos.

Estos materiales se caracterizan por recoger la luz y convertirla en una corriente eléctrica—como ocurre en una celda solar— o realizar el proceso contrario, es decir, generar luz a partir de la corriente eléctrica —como en un dispositivo LED—. La investigación de Anaya se centra en entender





cómo se comportan estos materiales en la nanoescala para optimizar sus propiedades a la hora de integrarlos en dispositivos relacionados con la sostenibilidad y la medicina.

«En el campo de la energía hemos desarrollado materiales que absorben la luz de una manera optimizada para dar lugar a una corriente eléctrica. Podemos utilizar estos materiales, por ejemplo, en celdas solares, para aprovechar la energía renovable del sol», explica. «En medicina, en lugar de la luz del sol, tratamos de optimizar la absorción de rayos X para generar una imagen con ellos. Así es posible desarrollar detectores para radiografías o tomografías computarizadas que permiten mejorar el diagnóstico y la monitorización de enfermedades».

Además, investiga para lograr que estos materiales sean no solo económicos y fáciles de fabricar, sino que también sean flexibles, ligeros y de bajo volumen, de modo que los dispositivos que se fabriquen con ellos sean más versátiles:

«Uno se puede imaginar materiales más ligeros para celdas solares, que por tanto se puedan colocar no solo en los tejados, sino encima de los coches o de los aviones, o que vayan al espacio y den energía a las estaciones espaciales del futuro».

Son precisamente las aplicaciones las que guían el trabajo de Anaya: «Intentamos que todo lo que hacemos en el grupo de investigación que dirijo tenga un impacto en la vida cotidiana de las personas, más bien a medio que a largo plazo». Para lograr este objetivo, sostiene, es fundamental saber encontrar conexiones entre las distintas ramas del conocimiento, desde la física, la química o las matemáticas hasta las humanidades.

«Yo veo esencial el papel que jugamos los físicos en combatir el cambio climático: no solo en la generación y el uso de la energía, sino también en cómo la guardamos. Son cuestiones cruciales hoy en día y van a ser vitales para que podamos evolucionar de manera sostenible», concluye.

# PATRICIO GÓMEZ LESARRI



## Premio Enseñanza y Divulgación de la Física (Enseñanzas Medias)

“ La experiencia de realizar experimentos en el aula brinda a los alumnos la oportunidad de realizar ciencia real, contrastar sus propias hipótesis, representarlas, tomar medidas y llegar a conclusiones coherentes ”

Patricio Gómez Lesarri está convencido de que, ante todo, sus clases de física deben transmitir al alumnado de secundaria el apasionante desafío de la investigación científica. Como profesor de Física y Química —además de coordinador de Tecnologías de la Información y la Comunicación— en el IES Ramiro de Maeztu en Madrid, defiende el valor educativo de los experimentos: «Los alumnos tienen que visitar el laboratorio y observar que al medir hay incertidumbres, que hay que medir varias veces y que, en ocasiones, las medidas no funcionan y se tienen que repetir. Forma parte de su formación como futuros científicos».



De hecho, valora especialmente la experiencia que adquieren sus estudiantes de bachillerato al realizar trabajos de investigación como los que él tutoriza. Estos trabajos —explica— les brindan la oportunidad de «realizar ciencia real, contrastar sus propias hipótesis, representarlas, tomar medidas y llegar a conclusiones coherentes».

Gómez Lesarri también se emplea en preparar al alumnado para las Olimpiadas de Física, que presentan retos de mayor calado que el currículum de bachillerato con el objetivo de fomentar las vocaciones científicas entre los estudiantes. «Siempre hablamos de dar una atención personalizada a los alumnos y muchas veces ayudamos a los que presentan más dificultades. Creo que es equitativo también dar oportunidades a otros alumnos para que afronten retos más ambiciosos —argumenta—, hay muchísimos estudios que muestran que la motivación de los alumnos es el componente central para potenciar su aprendizaje».

El galardonado compagina su labor como docente de secundaria con un puesto de profesor

asociado de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas en la Universidad Complutense de Madrid. Al igual que hace él en el instituto, su objetivo es capacitar al futuro profesorado de primaria para que transmitan los valores del método científico en sus clases, en un contexto en el que, según alega, solo una minoría de alumnos de primaria realiza experimentos en clase habitualmente.

Es más, el premiado constata que actualmente es más fácil que nunca llevar la experimentación al aula, ya que basta un teléfono móvil para realizar una gran diversidad de medidas sobre aspectos físicos de la naturaleza. El funcionamiento de estos dispositivos, por otra parte, depende de la física básica, algo que para el premiado supone un gran aliciente: «Como profesores —concluye— tenemos que transmitir que la física es una ciencia viva, que es interesante aprenderla y poder emplearla para realizar contribuciones que van a mejorar nuestra vida en la sociedad».

# ISABEL ABRIL SÁNCHEZ



## Premio Enseñanza y Divulgación de la Física (Enseñanza Universitaria)

“ Es esencial fomentar la cultura científica. Si la ciudadanía entiende los diferentes retos que tenemos en la sociedad actual y sabe qué dice la ciencia sobre ellos, será más libre y estará más preparada para hacer frente a la desinformación ”

«Tenemos que pensar que la ciencia ha sido uno de los proyectos más importantes que ha desarrollado la humanidad a lo largo del tiempo», asegura Isabel Abril Sánchez. «La física es el motor de nuestra sociedad». La catedrática de Física Aplicada en la Universitat d'Alacant (UA) ha desarrollado iniciativas muy diversas para fomentar la cultura científica orientadas a públicos diferentes, desde talleres para niños y jóvenes hasta cursos dirigidos a público general en los que se abordan retos de relevancia social actual desde una perspectiva científica.

Uno de sus proyectos más destacados es *El pati de la ciència*, que la premiada promueve desde el año 2005 dentro de la escuela de verano que



organiza la Universitat d'Alacant para niños y jóvenes de entre siete y dieciséis años. Consiste en tres espectáculos científicos —de física, química y matemáticas— presentados por ponentes invitados: «Por aquí han pasado los mejores divulgadores de todo el país», resume Abril. Además, el proyecto incluye talleres dirigidos por estudiantes de la Facultad de Ciencias de la universidad, en los que los participantes viven la actividad científica de primera mano a través de experimentos.

«La idea es que los niños se lo pasen bien con la ciencia. Una vez que tienen esa primera experiencia satisfactoria y alegre, cuando vuelven a su colegio o instituto miran las asignaturas de ciencia de una manera diferente», asegura la galardonada.

Desde 2018, además, dirige el curso *Divulgar ciencia en el siglo XXI* en el que, a través de conferencias y debates, se abordan diversos retos sociales. Abierto a cualquier persona interesada, el curso tiene particular acogida entre

estudiantes de la UA y profesores de primaria y secundaria. La investigadora premiada constata la creciente implicación de la comunidad científica en este tipo de actividades: «Con la gran cantidad de *fake news* que circulan por las redes, los científicos nos hemos dado cuenta y estamos dando un paso al frente para, a través de la divulgación, intentar que la sociedad en general esté más formada desde el punto de vista científico».

Además, Abril ha logrado aumentar el interés de los estudiantes universitarios de diversos grados por las asignaturas de física, a través de un enfoque eminentemente práctico, plasmando sus conclusiones en numerosas publicaciones en revistas sobre la enseñanza de la física.

«La ciencia es cultura», concluye Abril, «es esencial fomentar la cultura científica. Si la ciudadanía entiende los diferentes retos que tenemos en la sociedad actual y sabe qué dice la ciencia sobre ellos, será más libre y estará más preparada para hacer frente a la desinformación».

# FRANCISCO JOSÉ TORCAL MILLA

**Premio  
a la Mejor Contribución de  
Enseñanza en las Publicaciones  
de la Real Sociedad Española de Física**

“Cualquier persona debería conocer en qué consiste el método científico, que es la base para la construcción del conocimiento y por tanto es imprescindible”

«Es muy motivador el poder observar en las caras de mis alumnos los gestos que hacen cuando de repente entienden un concepto que yo les he explicado», destaca Francisco José Torcal Milla. Profesor titular y secretario del Departamento de Física Aplicada de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, plantea las clases con el objetivo de que sus estudiantes observen el recorrido completo de una teoría física: desde que se plantean como hipótesis hasta que toman forma y se validan mediante experimentos, llegando incluso a emplearse en aplicaciones de la vida cotidiana.



## Medida del momento magnético de un imán permanente con una bobina y una báscula de precisión

Francisco José Torcal-Milla  
Grupo de Tecnología Óptica Láser, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Departamento de Física Aplicada, Universidad de Zaragoza, Zaragoza



En este trabajo se propone y pone a prueba un experimento con el que poder medir el momento magnético de un imán permanente usando una bobina y una báscula de precisión. El procedimiento se realiza en tres pasos. En el primero de ellos se comprueba que el campo magnético producido en el eje por un solenoide o bobina de perfil cuadrado es proporcional a la corriente que circula por él. Para ello se mide el campo en el centro del solenoide para distintas corrientes

de forma que la fuerza magnética que ejerce el campo creado en el eje del solenoide sobre el imán permanente se pueda correlacionar con la medida proporcionada por la báscula de precisión. De aplicar la tercera ley de Newton, báscula de precisión. De aplicar la tercera ley de Newton, se deduce que la medida proporcionada por la báscula es directamente proporcional al campo magnético, con lo que corroboramos la hipótesis anteriormente aceptada. Una vez obtenida la constante de proporcionalidad, puede deducirse el valor del momento magnético del imán. Finalmente, para corroborar el resultado obtenido, se mide el momento magnético del imán mediante un método alternativo aprovechando que, para distancias relativamente grandes, está linealmente relacionado con el campo magnético que genera en eje. Los valores del momento magnético del imán obtenidos por ambos métodos son muy similares, validando el procedimiento propuesto para la báscula y la bobina.

### Introducción

Las fuerzas gravitatoria y electromagnética, entendida esta última como la unión de las fuerzas eléctrica y magnética, son fuerzas denominadas a distancia, es decir, actúan sin necesidad de contacto. A pesar de ser dos fuerzas que cuentan con manifestaciones macroscópicas en la naturaleza, la fuerza gravitatoria es mejor comprendida por estudiantes de física general que las fuerzas eléctrica y magnética. Esto se debe posiblemente a que todos sentimos la atracción gravitatoria que nos mantiene sobre la superficie de la Tierra y vemos caer al suelo irremediablemente cualquier objeto que se suelta. En cambio, la fuerza eléctrica y magnética son fuerzas que no sentimos directamente. Sin embargo, son fuerzas que forman parte imprescindible de todo libro de física general.

Muchos docentes coinciden con el autor en que la experimentación es una herramienta crucial para la adquisición de conocimientos y más aún, si es uno mismo quien lleva a cabo. En este artículo se plantea un serie de experimentos en los que se combinan conceptos de gravitación, electricidad y magnetismo. En el primer experimento se comprueba que el campo magnético en el eje de una bobina cuadrada que el campo magnético en el eje de una bobina cuadrada

### Notas de clase

tra, así imprescindible para la existencia y persistencia de vida en la Tierra, la electricidad que transportan los ríos y los océanos.

Algunos fenómenos eléctricos y magnéticos se conocen desde la antigüedad. De hecho, el vocablo magnetismo proviene de Magnesia del Menor, antigua ciudad de la península de Anatolia, actual Turquía, donde se creía que se observaban los primeros fenómenos magnéticos, que se observaron los primeros fenómenos magnéticos, que se observaron los primeros fenómenos magnéticos, que se observaron los primeros fenómenos magnéticos.

Los fenómenos eléctricos y magnéticos se creyeron manifestaciones de la misma fenomenología hasta bien entrado el segundo milenio de nuestra era, cuando William Gilbert, a su vez de la reina Isabel I de Inglaterra, llevó a cabo una serie de experimentos con el fin de demostrar al funcionamiento de la brújula y así dotar a la reina de cierta ventaja en sus incursiones por mar. En sus experimentos le llevaron a escribir el que fue el primer tratado sobre magnetismo, titulado De magneti (1), en el que describió, al menos por un tiempo, los fenómenos eléctricos y magnéticos. Hoy en día sabemos que la electricidad y el magnetismo son dos fenómenos físicos íntimamente ligados. Además, su importancia tecnológica hacen que formen parte imprescindible de todo libro de física general.

Muchos docentes coinciden con el autor en que la experimentación es una herramienta crucial para la adquisición de conocimientos y más aún, si es uno mismo quien lleva a cabo. En este artículo se plantea un serie de experimentos en los que se combinan conceptos de gravitación, electricidad y magnetismo. En el primer experimento se comprueba que el campo magnético en el eje de una bobina cuadrada que el campo magnético en el eje de una bobina cuadrada



Fig. 1. Diagrama que muestra un solenoide para llevar a cabo el experimento.

Es importante que el hilo conductor esté aislado eléctricamente de forma que la corriente que se le haya hecho circular no haga realizando todas las vueltas que se le haya hecho circular. Este dispositivo se denomina como bobina de corriente y genera un campo magnético al hacer pasar corriente eléctrica por el hilo conductor (Figura 2). Si el campo magnético en el eje del solenoide es proporcional a la corriente que circula por él, entonces el momento magnético del imán en el eje del solenoide es proporcional a la corriente que circula por él. Para ello se mide el campo en el centro del solenoide para distintas corrientes de forma que la fuerza magnética que ejerce el campo creado en el eje del solenoide sobre el imán permanente se pueda correlacionar con la medida proporcionada por la báscula de precisión.

### 19

comprobar en primer lugar que el campo magnético en el eje del solenoide es proporcional a la corriente que circula por él. Para ello se mide el campo en el centro del solenoide para distintas corrientes de forma que la fuerza magnética que ejerce el campo creado en el eje del solenoide sobre el imán permanente se pueda correlacionar con la medida proporcionada por la báscula de precisión.



Fig. 3. Diagrama que muestra la disposición utilizada para la obtención de la constante c.

donde, como podemos observar, la medida proporcionada por la báscula  $M$  es directamente proporcional a la corriente que circula por la bobina. Una vez determinado el sistema, podemos usar la báscula para medir el momento magnético del imán en el eje del solenoide. Para ello se mide el campo en el centro del solenoide para distintas corrientes de forma que la fuerza magnética que ejerce el campo creado en el eje del solenoide sobre el imán permanente se pueda correlacionar con la medida proporcionada por la báscula de precisión.

En este trabajo se propone y pone a prueba un experimento con el que poder medir el momento magnético de un imán permanente usando una bobina y una báscula de precisión. El procedimiento se realiza en tres pasos. En el primero de ellos se comprueba que el campo magnético producido en el eje por un solenoide o bobina de perfil cuadrado es proporcional a la corriente que circula por él. Para ello se mide el campo en el centro del solenoide para distintas corrientes de forma que la fuerza magnética que ejerce el campo creado en el eje del solenoide sobre el imán permanente se pueda correlacionar con la medida proporcionada por la báscula de precisión.

En su artículo premiado, «Medida del momento magnético de un imán permanente con una bobina y una báscula de precisión» (*Revista Española de Física*, vol. 37, n.º 3, julio-septiembre 2023), expone uno de los experimentos que propone dentro de su programa docente. En él se mide la intensidad del campo magnético que produce un imán permanente sin necesidad de usar un sensor específico de campo magnético.

Además de presentar el contexto histórico y la base teórica en la que se fundamenta esta metodología, el artículo detalla el desarrollo experimental y el análisis de los datos de manera que cualquier docente pueda replicar el experimento. Se plantea también realizar una comparación de la predicción teórica con el resultado experimental, lo que permite validar la metodología propuesta.

El experimento ejemplifica, por tanto, el método científico, que Torcal considera la base para la construcción del conocimiento. «No solamente el alumnado de física—argumenta—, sino cualquier

persona debería conocer al menos en qué consiste el método científico. Es imprescindible».

El investigador llegó a la física por vocación. Aunque de niño quiso ser médico, «siempre me preguntaba cómo funcionaban las cosas, recogía cacharros, los desmontaba...», recuerda. Fue la curiosidad la que le motivó para iniciarse en la física, ya que «aunaba todo aquello que me interesaba y por eso decidí dedicarme a ella».

A pesar de que la docencia no siempre goza de la misma visibilidad ni prestigio que la investigación entre las labores del personal universitario, Torcal defiende su vital importancia. «Mi enfoque pedagógico se centra en fomentar la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes, con el objetivo de inspirar un amor duradero por la ciencia», alega, defendiendo la particular relevancia de la física para la sociedad: «La física es tremendamente importante en el siglo XXI. Sin nueva física no habrá nueva tecnología y no habrá futuro. Nos quedamos estancados en el momento actual».

# DANIEL MARTÍN JIMÉNEZ



## Premio a la Mejor Contribución de Divulgación en las Publicaciones de la Real Sociedad Española de Física

“ Lo importante en divulgación no es enseñar conceptos. Es más importante transmitir al público la curiosidad por el conocimiento. Una vez que tenga esa curiosidad, los conceptos ya los aprenderán por sí solos ”

«Puesto que me gusta escribir literatura, sé que las palabras, además de transmitir conocimiento, son capaces de generar emociones. Concebí el artículo “Cocineros moleculares” con esa doble intención», asegura Daniel Martín Jiménez. Publicado en la *Revista Española de Física* (vol. 37, n.º 2, abril-junio 2023), el artículo galardonado presenta avances recientes en nanotecnología mediante un paralelismo con la cocina molecular.

Martín Jiménez es investigador posdoctoral en el Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), y afirma que su trabajo en el laboratorio es muy similar a la actividad de una cocina. El galardonado se dedica a una rama de la nanotecnología surgida hace solo

# Cocineros moleculares

Daniel Martín Jiménez

Los investigadores en nanotecnología buscan la manera de sintetizar sobre la "sartén" grandes compuestos moleculares a partir de acoplamientos de moléculas orgánicas más pequeñas.

En los últimos veinte años ha surgido una nueva rama en nanotecnología que, valiéndose de procesos físico-químicos muy parecidos a los que hoy en sus cocinas utilizan los cocineros moleculares [2]. Los investigadores en esta nueva rama utilizan "calderas", "sartenes" y hasta "tenedores" para crear con gran precisión grandes moléculas a través de acoplamientos de compuestos orgánicos más pequeños. Se espera que las moléculas sintetizadas tengan propiedades físico-químicas que contribuyan al futuro desarrollo de la electrónica. Al ser una rama de nanotecnología tan joven, el proyecto PriOSS en Alemania pretende crear un libro de recetas donde se describan los principios básicos de la síntesis de compuestos moleculares sobre superficies [1].

Entras en las disoluciones se pueden sintetizar a la vez una gran cantidad de compuestos orgánicos con una alta pureza, el control molecular sobre la forma está de la mano del cocinero molecular. Y claro, hasta finales del siglo XX, como hoy, los cocineros no disponían de "dedos muy limpios" para preparar sus platos. Hoy en día, gracias a la invención del microscopio de sonda (STM) en 1981 [7, 8] que, desde entonces, se ha convertido en uno de los instrumentos más importantes de la física moderna, se ha podido observar directamente la estructura atómica de las superficies. En 1991, el profesor STM, permitió a los científicos visualizar superficies con resolución nanométrica a átomos, moléculas o moléculas [7, 10]. Con poco después el microscopio de fuerzas atómicas (AFM), el cual también utiliza un microscopio de sonda AFM [11]. En 2009, la STM, permitió de esta manera una imagen de AFM se vio incluso que la estructura de la parte del microscopio cuando se acerca a una superficie molecular de un mundo físico. Estas imágenes moleculares y, por consiguiente, imágenes de los equilibrios de compuestos sobre el metal de la sartén y su calentamiento producen la difusión e interacción de los

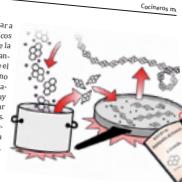
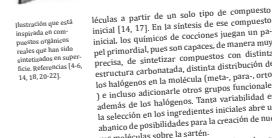


Ilustración que está basada en compuestos orgánicos que han sido sintetizados en superficies. Referencias [4, 6, 14, 16, 20, 22].



Moléculas a partir de un solo tipo de compuesto inicial [14, 17]. En la síntesis de este compuesto inicial, los químicos de cocinas juegan un papel primordial, pues son capaces de mostrar muy pronto, de sintetizar compuestos con distinta estructura carbonatada, distinta distribución de los halógenos en la molécula (meta-, para- y orto-) e incluso adicionales otros grupos funcionales y la selección en los ingredientes iniciales abre un mundo de posibilidades para la creación de nuevas moléculas sobre la sartén.

De esta manera, la síntesis molecular sobre superficies alcanza una producción de moléculas en formas y propiedades que es tan versátil como la producción de pasta en la industria alimentaria. Con la síntesis de superficies, se pueden generar compuestos orgánicos en láminas bidimensionales que son capaces de producir en la sartén la forma de llevar lo que se produce en la sartén a través de los métodos tradicionales.

hustus-Liebig de Gießen, Alemania, y el profesor PriOSS, quien es el autor del libro de recetas donde se describen los principios fundamentales que rigen la síntesis molecular [1]. Además del trabajo de cocina, los investigadores de PriOSS organizaron un simposio internacional donde se reunieron del 8 al 10 de mayo de 2023 expertos en el campo [25]. Por supuesto, no pudo faltar la presencia española en dicho simposio. Como en trabajos en la síntesis molecular sobre superficies, por la brevedad del simposio, la presencia de investigadores españoles quedó limitada nada más que a tres cocineros moleculares. Sin embargo, dicha selección fue más que una buena representación de lo que nosotros, como país, podemos aportar en esta área de investigación. Nuestra presencia en el simposio abarcó desde el que sobre de cociones al final del día hasta el que se presenta al final del plato es lo correcto. Al simposio asistieron el químico Prof. Diego Peña, el físico experimental Prof. Dima G. de Oryeta y el físico teórico Prof. Rubén Pérez. Esperamos que el proyecto PriOSS suponga un nuevo avance en el control de la síntesis molecular sobre superficies. Los procesos de síntesis molecular sobre superficies son relativamente nuevos y, por lo tanto, hay mucho trabajo todavía por hacer en este campo. Además, es de sobre conocido por la comunidad científica que hay falta de enfrentarse a importantes retos como, por ejemplo, encontrar moléculas que se producen en la sartén la forma de llevar lo que se produce en la sartén a través de los métodos tradicionales.

dos décadas y orientada a sintetizar en superficies compuestos moleculares bidimensionales con propiedades potencialmente útiles para el futuro desarrollo de la electrónica.

«Somos capaces de generar cualquier tipo de material y, con pequeños cambios en la composición química o en la estructura, aparecen nuevas propiedades físico-químicas», explica. «Por ejemplo, cambiar un pequeño elemento en una molécula la puede volver magnética».

En el artículo premiado, el autor destaca que «los investigadores en esta nueva rama utilizan 'calderas', 'sartenes' y hasta 'tenedores' para crear con gran precisión grandes moléculas a través de acoplamientos de compuestos orgánicos más pequeños». Es más, un proyecto de investigación en Alemania, liderado por colaboradores de Martín Jiménez y cuyo trabajo ocupa el tema central de su artículo, se ha propuesto escribir un «libro de recetas» en el que expliquen los principios básicos para crear estas moléculas.

El investigador estudió física porque le atraía el reto de una carrera que se le antojaba difícil, pero siempre manifestó un gran interés por la literatura y el ensayo. Por ello celebra el haberse embarcado en la divulgación, ya que le permite unir estas dos facetas: «fue una decisión lógica».

Además de acercar la investigación en nanotecnología a personas que trabajan en otras áreas, el galardón también considera dirigir la divulgación en física a públicos que no cuentan con un gran conocimiento de esta materia: «Me interesa especialmente el público infantil porque creo que es el más receptivo, aunque supone un reto mayor. Pero creo que es en esas edades donde más hay que trabajar su curiosidad por el conocimiento».

«Lo importante en divulgación —concluye— no es enseñar conceptos. Es más importante transmitir al público la curiosidad por el conocimiento. Una vez que tenga esa curiosidad, los conceptos ya los aprenderán por sí solos».

# JURADOS

## CATEGORÍAS:

- ▶ MEDALLA DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA
- ▶ PREMIO INVESTIGADOR JOVEN EN FÍSICA TEÓRICA
- ▶ PREMIO INVESTIGADOR JOVEN EN FÍSICA EXPERIMENTAL

## PRESIDENTE

### MIGUEL Á. F. SANJUÁN

Catedrático de Física  
Universidad Rey Juan Carlos

Editor general de la Real Sociedad Española de Física

Académico de la Real Academia  
de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



*De izda. a dcha. y de arriba a abajo: José Cernicharo Quintanilla, Miguel Á. F. Sanjuán, Montserrat Calleja Gómez, Pablo Artal Soriano, Gloria Platero Coello y María Dolores Cortina Gil.*

## VOCALES

### PABLO ARTAL SORIANO

Catedrático de Óptica  
Director del Laboratorio de Óptica  
Universidad de Murcia

### MONTSERRAT CALLEJA GÓMEZ

Profesora de Investigación  
Instituto de Micro y Nanotecnología (CSIC)

### JOSÉ CERNICHARO QUINTANILLA

Profesor de Investigación en Astrofísica Molecular  
Instituto de Física Fundamental (CSIC)

### MARÍA DOLORES CORTINA GIL

Investigadora científica de Instrumentación  
en Física Nuclear y de Partículas  
Instituto de Física Corpuscular (CSIC-Universitat de València)

### GLORIA PLATERO COELLO

Profesora de Investigación en Física  
de la Materia Condensada  
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)

## CATEGORÍAS:

- ▶ PREMIO FÍSICA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA
- ▶ PREMIO ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA EN ENSEÑANZAS MEDIAS Y ENSEÑANZA UNIVERSITARIA
- ▶ PREMIO A LA MEJOR CONTRIBUCIÓN DE ENSEÑANZA EN LAS PUBLICACIONES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA
- ▶ PREMIO A LA MEJOR CONTRIBUCIÓN DE DIVULGACIÓN EN LAS PUBLICACIONES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA

## PRESIDENTE

### MIGUEL Á. F. SANJUÁN

Catedrático de Física  
Universidad Rey Juan Carlos

Editor general de la Real Sociedad Española de Física

Académico de la Real Academia  
de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



*De izda. a dcha. y de arriba a abajo:* José Manuel Sánchez Ron, Miguel Á. F. Sanjuán, Carlos Dorronsoro Díaz, Neus Sabaté Vizcarra y Chantal Ferrer Roca. Ausente en la imagen al participar por videoconferencia: Eleonora Viezzer.

## VOCALES

### CARLOS DORRONSORO DÍAZ

CEO de 2EyesVision  
Científico titular en excedencia  
Instituto de Óptica Daza de Valdés (CSIC)

### CHANTAL FERRER ROCA

Profesora titular de Física Aplicada y Electromagnetismo  
Universitat de València

### NEUS SABATÉ VIZCARRA

Profesora de Investigación  
Institut de Microelectrònica de Barcelona (CSIC)

### JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON

Catedrático emérito de Historia de la Ciencia  
Universidad Autónoma de Madrid  
Académico de la Real Academia Española

### ELEONORA VIEZZER

Profesora titular de Física Atómica, Molecular y Nuclear  
Universidad de Sevilla



Real  
Sociedad  
Española de  
Física

R.S.E.F.

[www.rsef.es](http://www.rsef.es)

Fundación  
**BBVA**

[www.fbbva.es](http://www.fbbva.es)