

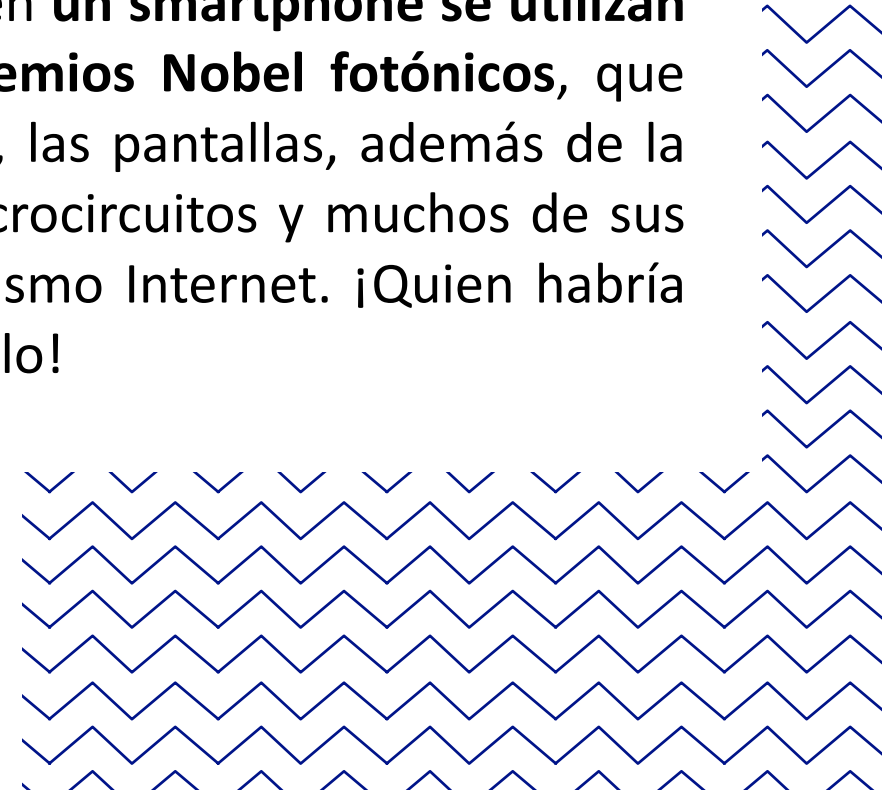


David Díaz

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

Soy contable y **me interesa mucho la ciencia**. Por eso, miro a menudo programas sobre tecnología a la tele. Hace unas semanas, vi el Dr. Lluís Torner, director de ICFO, explicando que en **un smartphone se utilizan cosas que han merecido más de 20 premios Nobel fotónicos**, que hacen posibles las cámaras, los sensores, las pantallas, además de la tecnología que sirve para fabricar los microcircuitos y muchos de sus componentes, y para hacer posible el mismo Internet. ¡Quién habría dicho que tenía tanta fotónica en mi bolsillo!

**STORY  
CARD 1**





## Isidora Isibarne

FOTÓNICA PARA TODO

Trabajo en una empresa que diseña y construye láseres: fabricamos algunos pequeños como los punteros que puedes comprar en la tienda del barrio o también láseres industriales que pueden cortar con precisión todo tipo de material o incluso soldar metales.

Me gusta mucho mi trabajo porque nuestros productos pueden **satisfacer las exigencias muy diferentes** de nuestros clientes: hay algunos que necesitan extrema precisión para poder fabricar los microcircuitos que están dentro de nuestros teléfonos inteligentes y tabletas, y otros que requieren potencia para pueden soldar los componentes de un coche o hacer incisiones en pistones de motores de aviones de una manera precisa y reproducible para aumentar su eficiencia.

**STORY  
CARD 2**





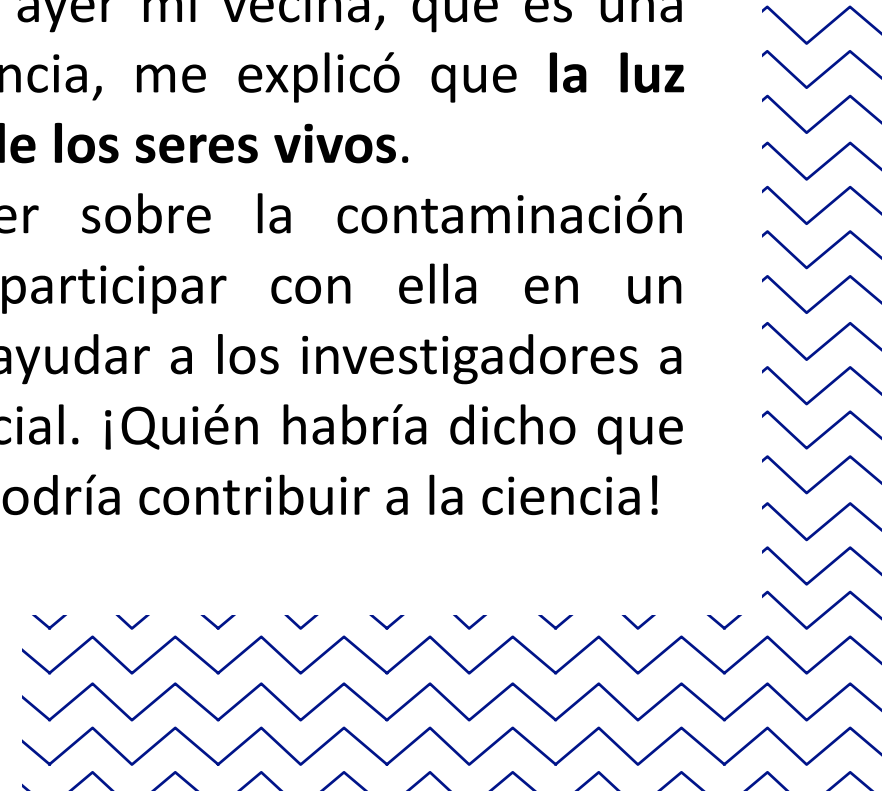
Laura Lorenzo

SALUD

Yo siempre he pensado que la luz artificial sólo podía llevarnos beneficios, ya que nos permite vivir y trabajar independientemente de las horas de luz que haya. Sin embargo, ayer mi vecina, que es una gran aficionada a la tecnología y la ciencia, me explicó que **la luz artificial puede alterar los ciclos de vida de los seres vivos.**

Quedan muchas cosas por comprender sobre la contaminación lumínica: por eso ella me invitó a participar con ella en un **experimento de ciencia ciudadana** para ayudar a los investigadores a estudiar las consecuencias de la luz artificial. ¡Quién habría dicho que paseando y haciendo fotos con mi móvil podría contribuir a la ciencia!

**STORY  
CARD 3**



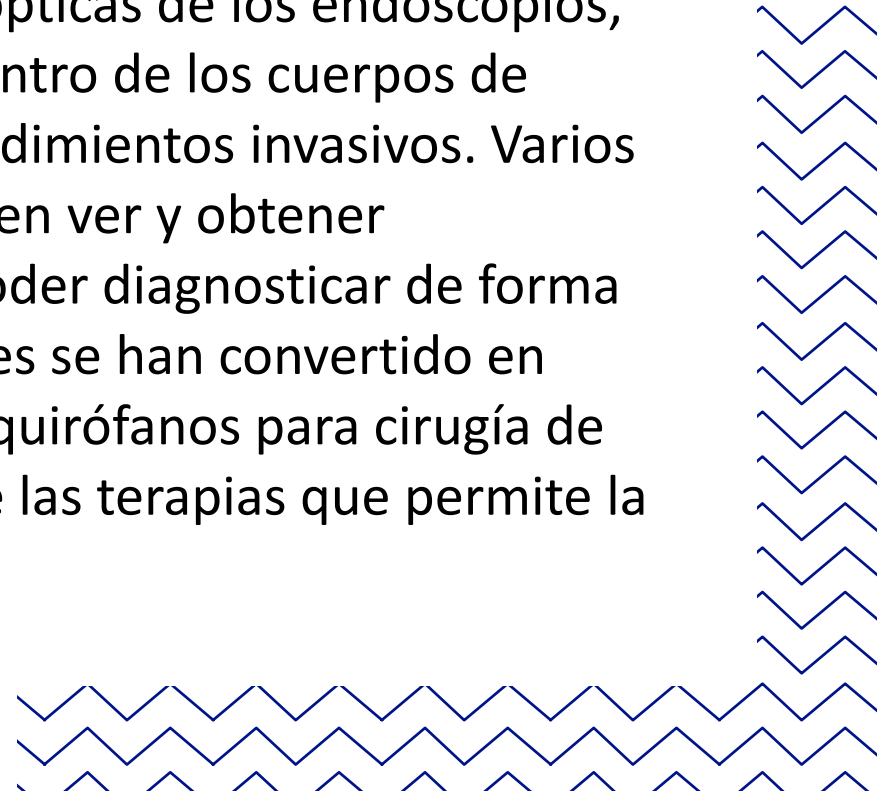


Clara Caballero

SALUD

No podríamos entender la medicina moderna sin los fotones como herramienta para diagnosticar y tratar pacientes. Al hospital donde trabajo como **médica**, gracias a las fibras ópticas de los endoscopios, podemos acceder a lugares escondidos dentro de los cuerpos de nuestros pacientes sin necesidad de procedimientos invasivos. Varios sensores y **técnicas de imagen** nos permiten ver y obtener información dentro de los cuerpos para poder diagnosticar de forma más precisa. En los últimos años, los láseres se han convertido en herramientas imprescindibles en muchos quirófanos para cirugía de extrema precisión. ¡Todo ello sin hablar de las terapias que permite la nanofotónica!

**STORY  
CARD 4**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**







## Francesca Falcó

### INFORMACIÓN Y CIBERSEGUREDAD

No sé cómo lo haría sin internet: toda la música que escucho, las historias que leo, las fotos que comparto con los amigos, los vídeos que miro, ... ¡todo está en la nube!

¿Sabías que la nube no es tan etérea como el nombre nos puede hacer pensar?

Para poder **distribuir información en todo el mundo** de forma ultra rápida es necesaria una **red de fibras ópticas** que conecta físicamente todos los continentes y ciudades pasando incluso por el fondo de los océanos. Así los miles de datos que se envían cada segundo pueden llegar a nuestros dispositivos en nada y menos, sean los datos necesarios para hacer funcionar un hospital o un vídeo de gatitos, ¡y todo transportado por fotones!



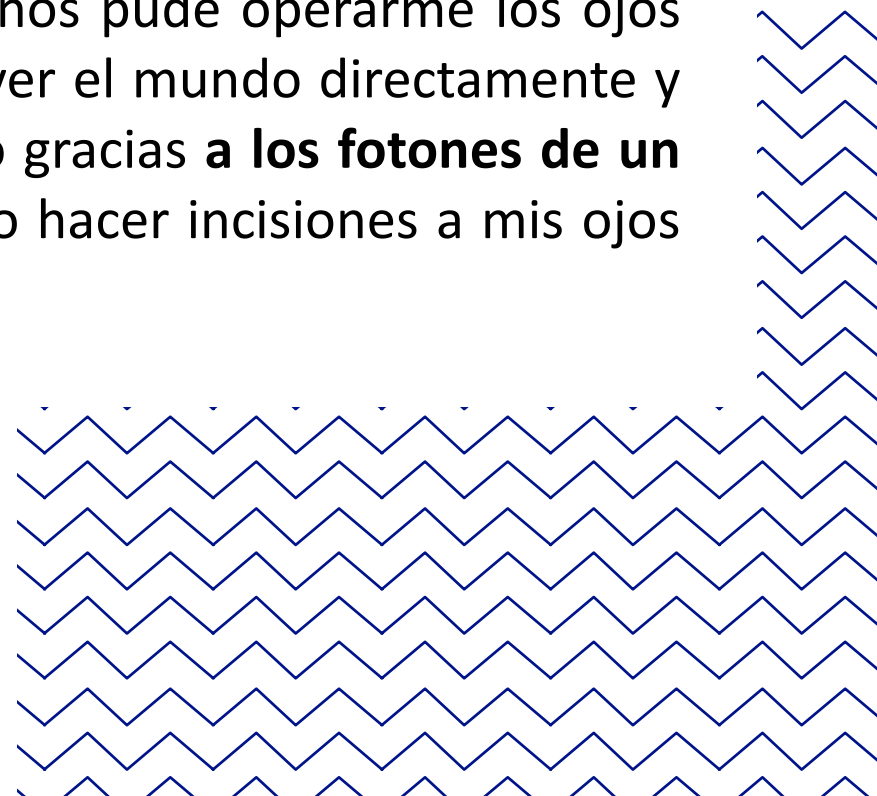


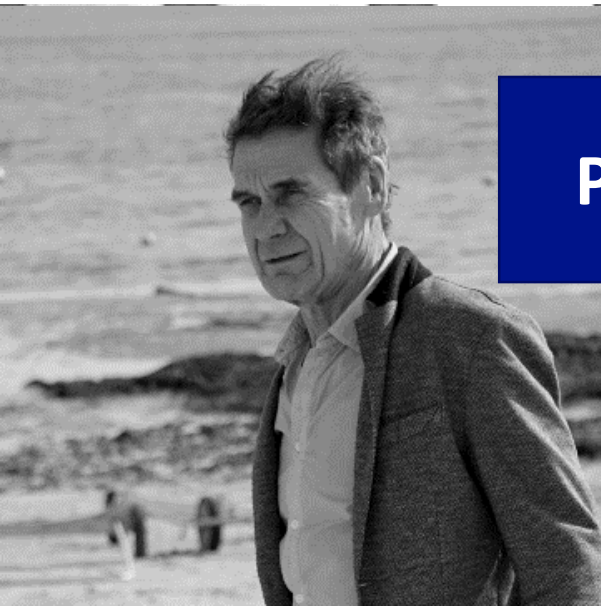
Jun Jiang

SALUD

Empecé a llevar gafas desde cuando era muy pequeño y siempre quería ser como mis amigos que podían hacer deporte e ir a la piscina sin tener problemas de vista. Hace dos años pude operarme los ojos para **reducir mi miopía** y ¡por fin puedo ver el mundo directamente y no a través del cristal de las gafas! Y todo gracias **a los fotones de un láser ultrapreciso** que permitió al cirujano hacer incisiones a mis ojos sin riesgo.

**STORY  
CARD 6**



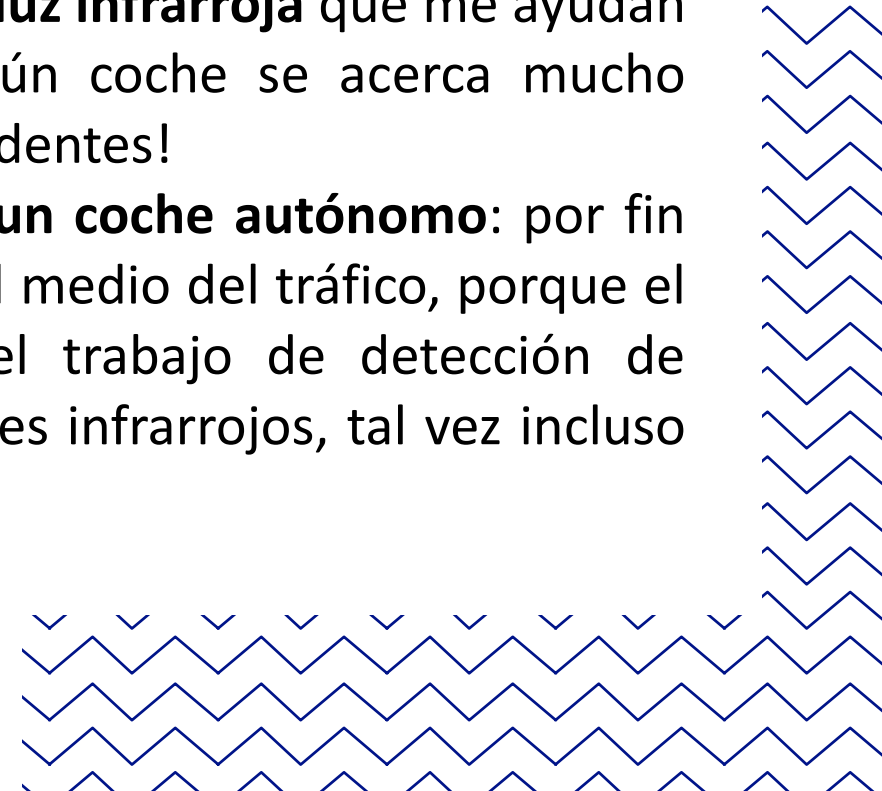


Pere Puig

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

Me gusta sentirme seguro llevando coche, así que cualquier innovación de seguridad me alegra. Por ejemplo, estoy contento de que en mi nuevo coche haya **sensores de luz infrarroja** que me ayudan a aparcar y que me avisan cuando algún coche se acerca mucho evitándome sustos e ¡incluso algunos accidentes!

En algunos años, espero poder comprar **un coche autónomo**: por fin podré estar más tranquilo y relajado en el medio del tráfico, porque el coche hará todo el trabajo. Mucho del trabajo de detección de obstáculos lo harán unos pulsos de fotones infrarrojos, tal vez incluso detectados por cámaras de grafeno!





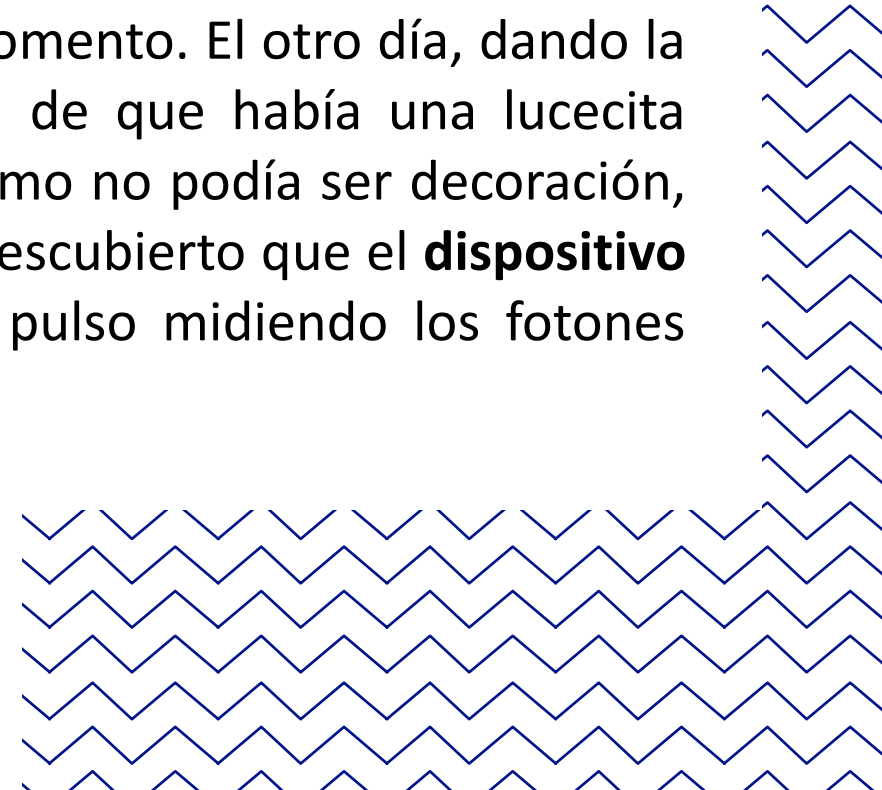
Stephan Schultz

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

SALUD

Me entreno para correr el Maratón de Barcelona. Para mejorar la manera de entrenar, me he comprado una pulsera para **monitorizar las pulsaciones de mi corazón** en cada momento. El otro día, dando la vuelta a la pulsera, me he dado cuenta de que había una lucecita verde en la parte que toca la muñeca: como no podía ser decoración, he investigado un poco en internet y he descubierto que el **dispositivo wearable** obtiene la información de mi pulso midiendo los fotones verdes que interaccionan con mi piel.

**STORY  
CARD 8**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**

play  
decide 

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





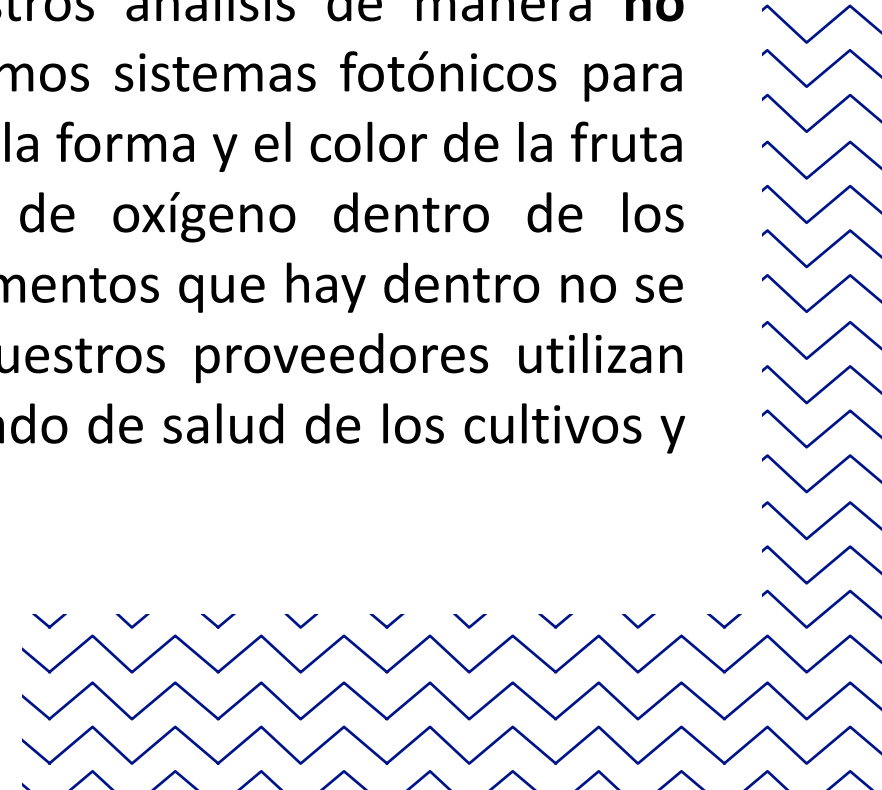


**Teresa Torres**

**FOTÓNICA PARA TODO**

Trabajo en el **departamento de control de calidad de una empresa alimentaria** y la fotónica es una herramienta ideal para nuestro trabajo porque nos permite hacer nuestros análisis de manera **no invasiva**, sin dañar los productos. Utilizamos sistemas fotónicos para procesos muy diferentes, desde controlar la forma y el color de la fruta y la verdura, hasta medir la cantidad de oxígeno dentro de los paquetes para asegurarnos de que los alimentos que hay dentro no se dañen demasiado pronto. Algunos de nuestros proveedores utilizan los fotones también para controlar el estado de salud de los cultivos y optimizar las cosechas.

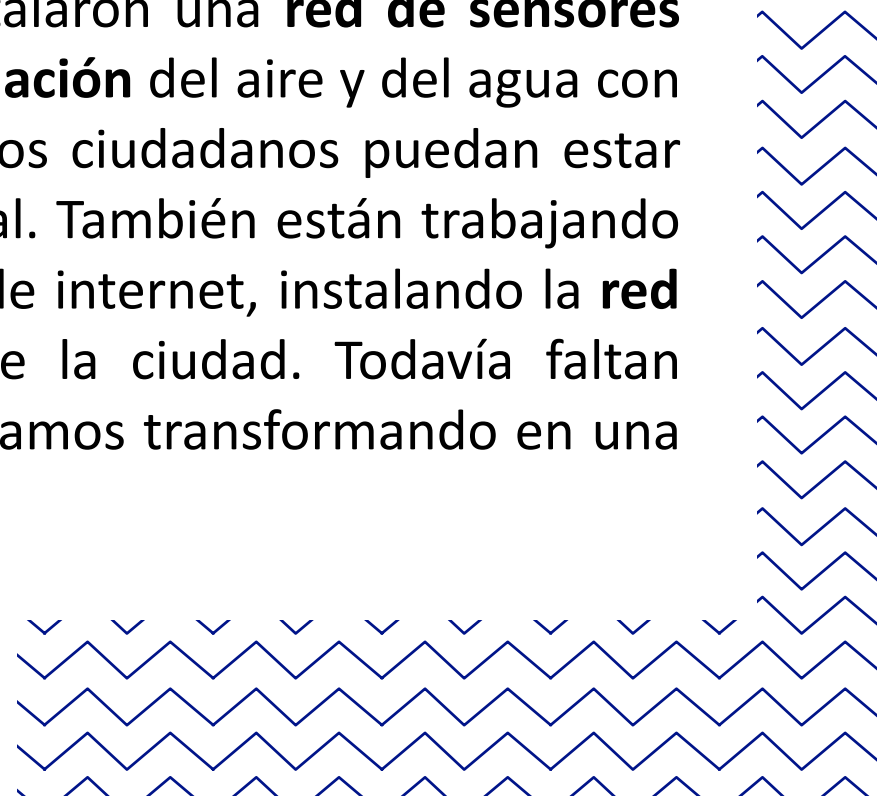
**STORY  
CARD 9**





**Manuel Moreno**

En la pequeña ciudad donde vivo, el Ayuntamiento ha hecho instalar **sensores fotónicos** para poder tomar decisiones informadas basadas en los datos recogidos. Por ejemplo, instalaron una **red de sensores para hacer el seguimiento de la contaminación** del aire y del agua con un sistema de datos abiertos, para que los ciudadanos puedan estar informados sobre la salud medioambiental. También están trabajando para conectar toda la población a la red de internet, instalando la **red de fibra óptica** en todos los barrios de la ciudad. Todavía faltan muchos pasos, pero ¡poco a poco nos estamos transformando en una *smart city*!

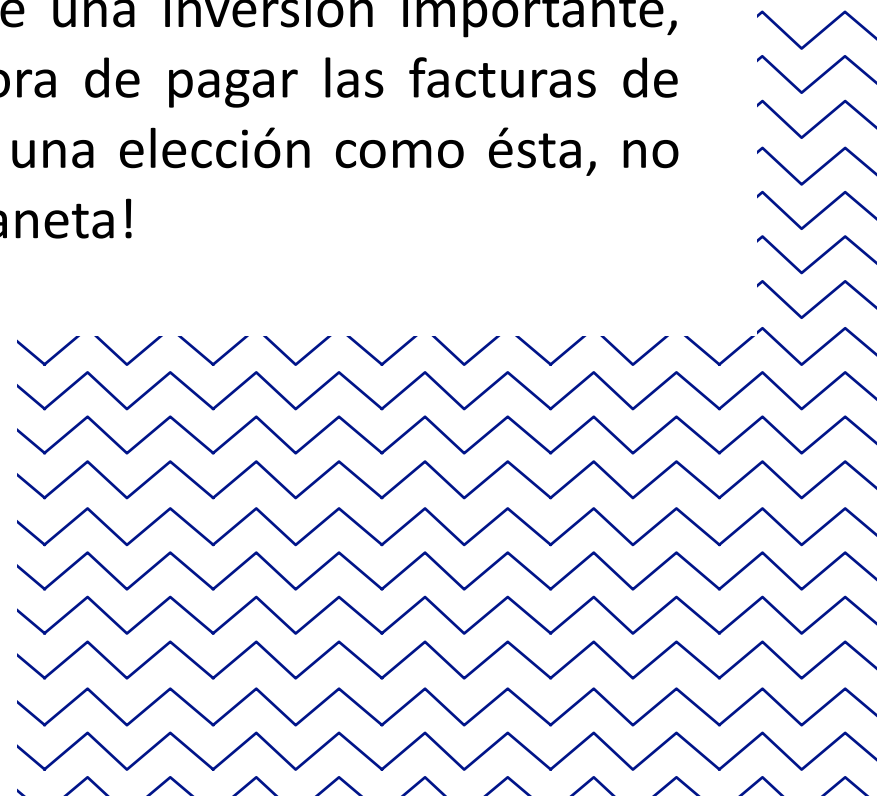




## Simón Salgado

## ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Soy un socio de una pequeña empresa familiar que fabrica muebles. Hace unos años hice instalar **paneles solares** en el tejado de la nave que usamos como fábrica y almacén. Fue una inversión importante, pero ahora ahorro mucho dinero a la hora de pagar las facturas de electricidad de la empresa. Además, con una elección como ésta, no gana sólo la empresa: ¡gana también el planeta!



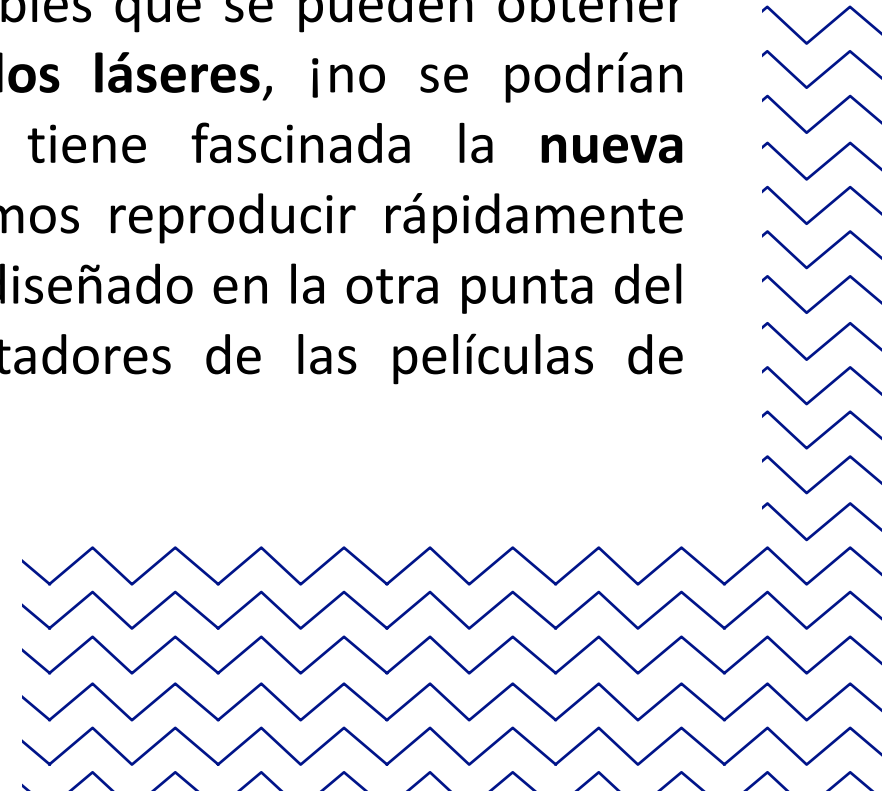


**Alina Anderson**

**FOTÓNICA PARA TODO**

Hace unas semanas he conseguido el trabajo de mis sueños: trabajo en un *maker space*, donde puedo trastear con todas las máquinas que tienen. Me encantan las estructuras flexibles que se pueden obtener cortando madera: sin **la precisión de los láseres**, ¡no se podrían obtener tan fácilmente! También me tiene fascinada la **nueva impresora 3D**: gracias a un láser, podemos reproducir rápidamente piezas de plástico que otros *makers* han diseñado en la otra punta del mundo. ¡Es casi como los teletransportadores de las películas de ciencia ficción!

**STORY  
CARD 12**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





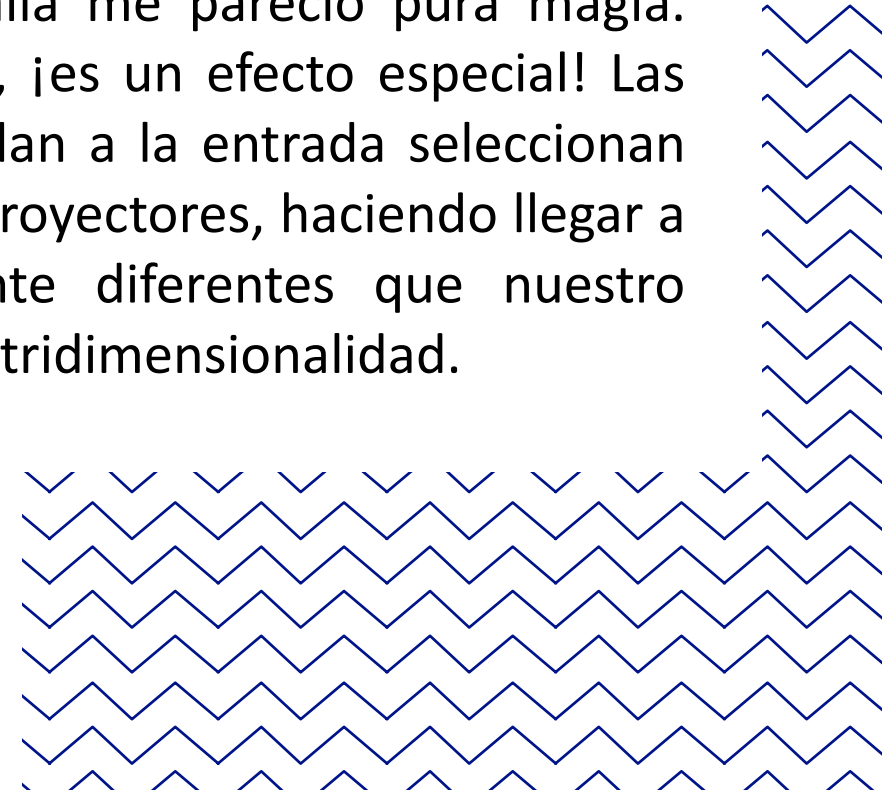


**Blanca Bueno**

**FOTÓNICA PARA TODO**

El cine me gusta desde que era pequeña, pero decidí que aquello sería mi vida cuando vi mi primera **película en 3D**. La posibilidad de ver la profundidad de las escenas en la pantalla me pareció pura magia. Pero, como ocurre a menudo en el cine, ¡es un efecto especial! Las gafas con lentes polarizadoras que nos dan a la entrada seleccionan diferentes fotones que provienen de los proyectores, haciendo llegar a nuestros ojos dos imágenes ligeramente diferentes que nuestro cerebro combina creando la sensación de tridimensionalidad.

**STORY  
CARD 13**



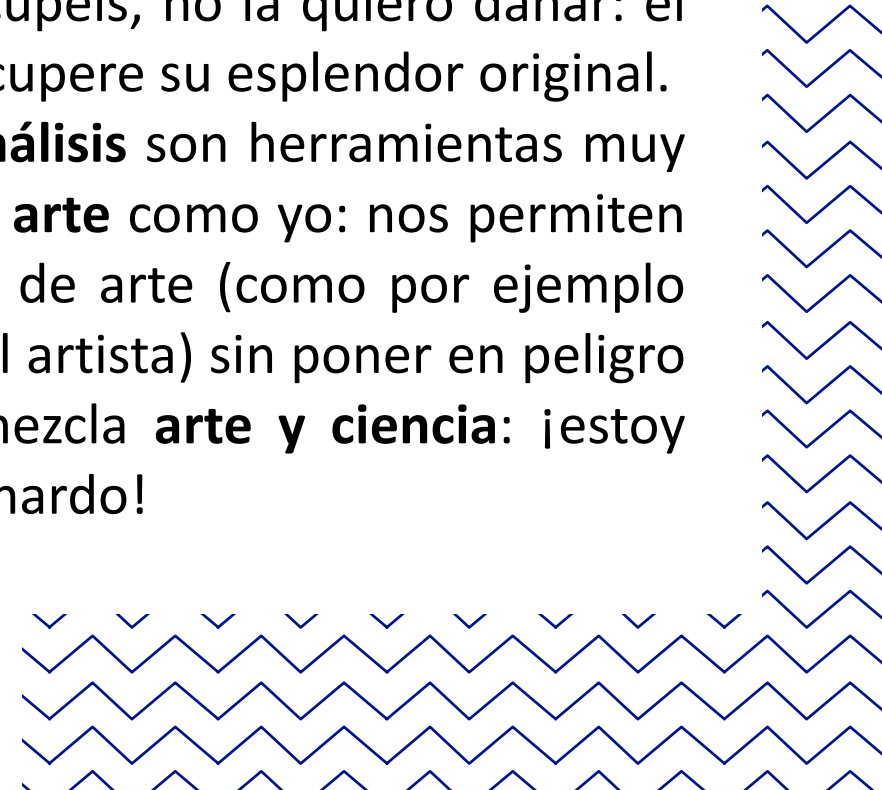


Dr Ernesto Espinosa

FOTÓNICA PARA TODO

Cuando estudiaba en la academia de bellas artes, ¡nunca habría pensado en apuntar una obra de Leonardo da Vinci con un láser a como estoy haciendo ahora! No os preocupéis, no la quiero dañar: el láser me permite limpiarla y hacer que recupere su esplendor original. **Los láseres y las técnicas fotónicas de análisis** son herramientas muy útiles para los **restauradores de obras de arte** como yo: nos permiten analizar diferentes aspectos de las obras de arte (como por ejemplo los pigmentos, o la manera de trabajar del artista) sin poner en peligro la integridad de las obras. Mi trabajo mezcla **arte y ciencia**: ¡estoy seguro de que le encantaría al mismo Leonardo!

**STORY  
CARD 14**



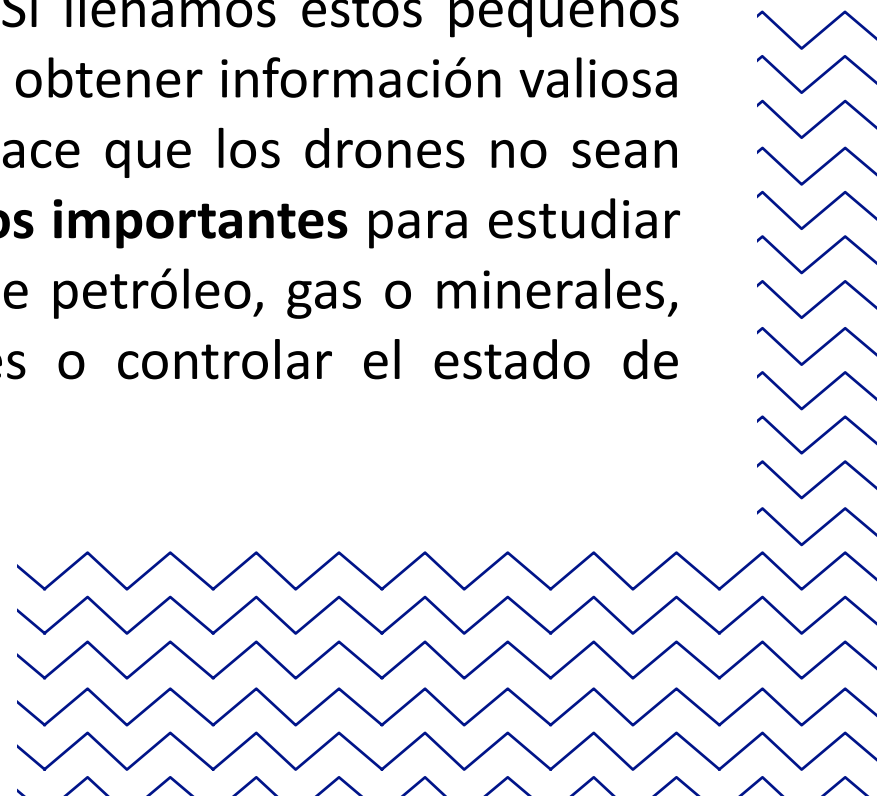


Gerard Grau

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGURIDAD

Este año he empezado a estudiar el máster en Fotónica en Barcelona. En una de las asignaturas, he descubierto que la fotónica tiene mucho que ver con mi otra pasión: los **drones**. Si llenamos estos pequeños aviones **con sensores fotónicos**, podemos obtener información valiosa sobre lugares difíciles de alcanzar. Esto hace que los drones no sean sólo juguetes divertidos, sino **instrumentos importantes** para estudiar el medio ambiente, buscar yacimientos de petróleo, gas o minerales, monitorizar zonas de desastres naturales o controlar el estado de salud de los cultivos.

**STORY  
CARD 15**





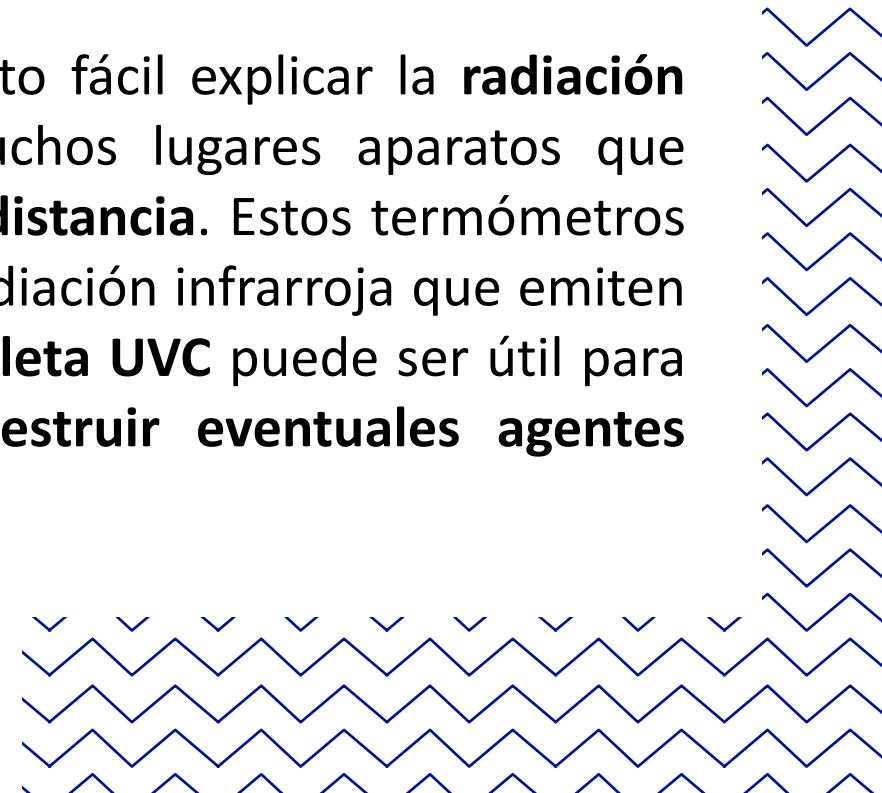
**Olivia Ortiz**

**SALUD**

Soy **profesora de física de bachillerato** y para motivar a mis estudiantes trato siempre de conectar los conceptos que explico con cosas de la vida cotidiana.

La pandemia de Sars-CoV-2 me ha puesto fácil explicar la **radiación infrarroja**, ya que encontramos en muchos lugares aparatos que **miden la temperatura rápidamente y a distancia**. Estos termómetros son sensores de fotones que captan la radiación infrarroja que emiten nuestros cuerpos. También la **luz ultravioleta UVC** puede ser útil para ayudar a desinfectar, porque puede **destruir eventuales agentes patógenos**.

**STORY  
CARD 16**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**



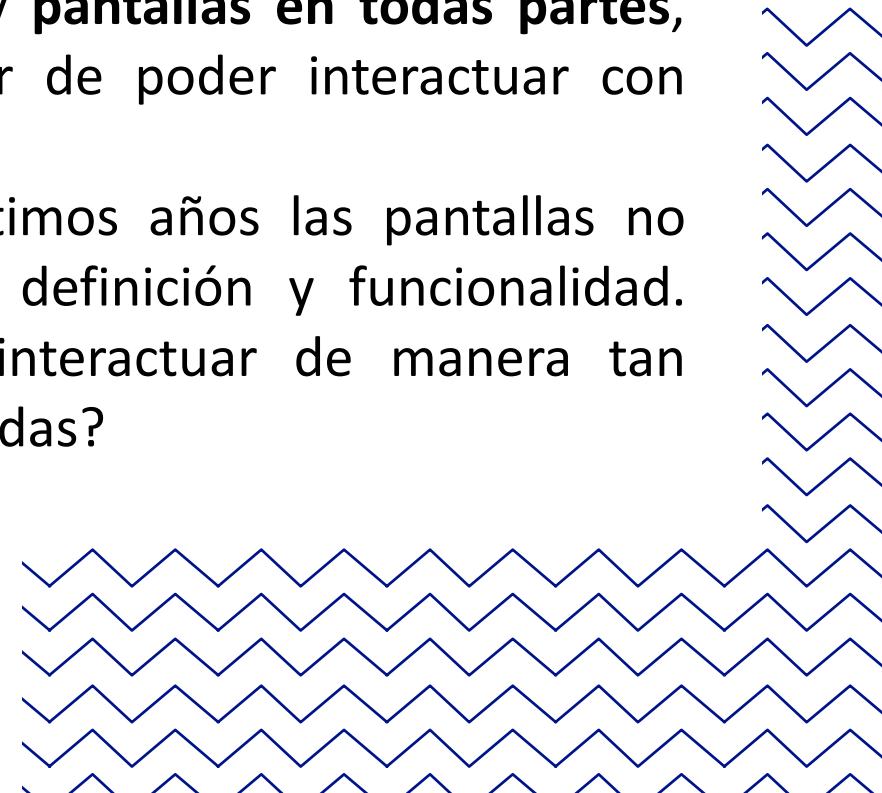




Núria Navas

Hace unos días vi como mi hija de dos años intentaba (sin éxito) hacer deslizar la página de un periódico con su dedo. Para una persona como ella, que nació en un mundo donde hay **pantallas en todas partes**, incluso en la nevera, es natural pensar de poder interactuar con cualquier superficie o palabra escrita.

Esto no sería posible si durante los últimos años las pantallas no hubieran mejorado tanto, ganando en definición y funcionalidad. Quién habría podido imaginar poder interactuar de manera tan intuitiva con una máquina hace unas décadas?

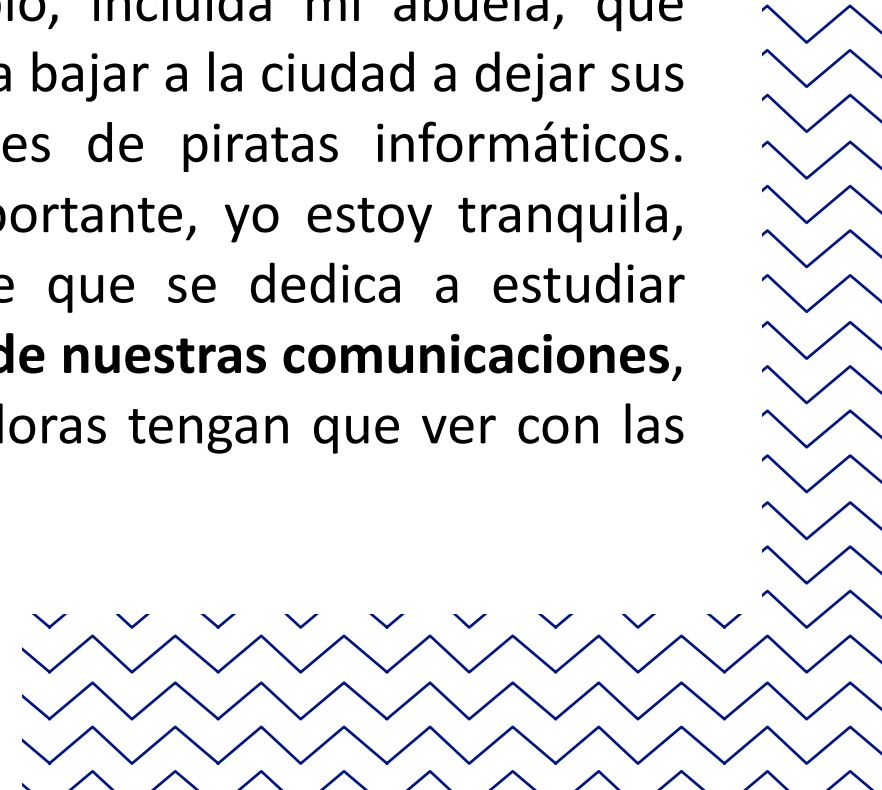




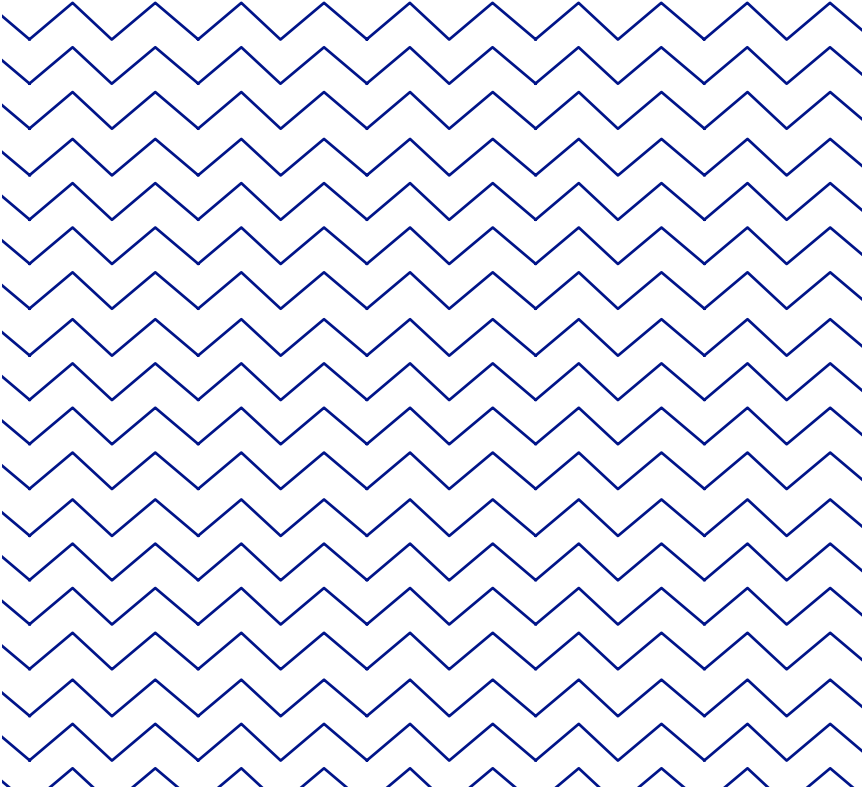
## Zahra Zadeh

### INFORMACIÓN Y CIBERSEGUREDAD

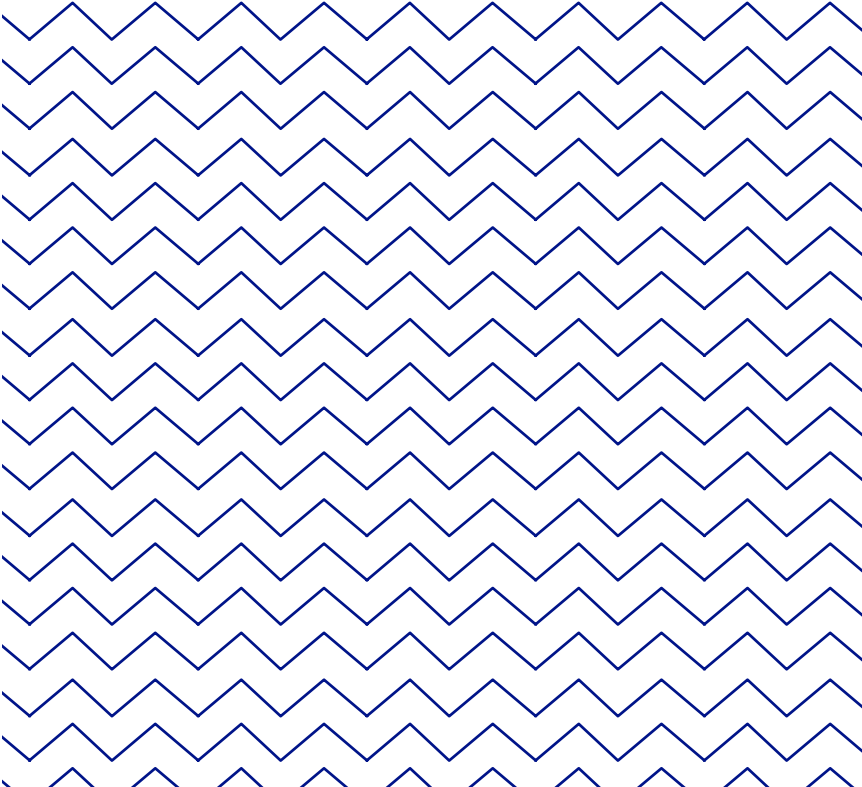
Como vivo en un pueblo de la montaña con pocas tiendas, me he acostumbrado a comprar todo lo que necesite a través de internet. Sin embargo, hay mucha gente en el pueblo, incluida mi abuela, que prefiere pasarse una hora en el coche para bajar a la ciudad a dejar sus datos en internet, porque teme ataques de piratas informáticos. A pesar de que este sea un peligro importante, yo estoy tranquila, pues leí que hay también mucha gente que se dedica a estudiar nuevas maneras de mejorar la **seguridad de nuestras comunicaciones**, y parece que las técnicas más prometedoras tengan que ver con las propiedades exóticas de la física cuántica!



**STORY  
CARD**



**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**





ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**STORY  
CARD**







## ICFO y la investigación

FOTÓNICA PARA TODO

El ICFO es un centro de investigación que nació en 2002 para **hacer avanzar los límites del conocimiento en fotónica, la ciencia y la tecnología de la luz**. Allí, más de 400 personas de todo el mundo trabajan para entender mejor el mundo que nos rodea o para crear nuevas tecnologías que podrían resolver problemas globales en los campos de la salud, de la información y de la ciberseguridad, de la energía y de la protección del medio ambiente.

La ciencia puntera que se desarrolla atrae talento y financiaciones, favorece las colaboraciones con empresas y centros de investigación de todo el mundo y da resultados visibles que se traducen en numerosas patentes y *spin-offs*.

**INFO  
CARD 1**

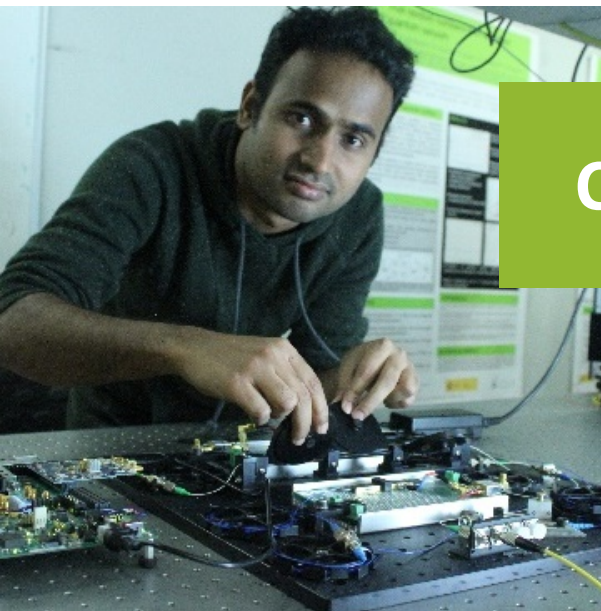


## ICFO, un lugar diferente y diverso

FOTÓNICA PARA TODO

La diversidad es un elemento clave para poder encontrar soluciones creativas y originales a los problemas: por eso es importante que en un centro de investigación científica haya mucha diversidad. En ICFO, **hay gente de más de 60 nacionalidades que tienen formación diversa** (hay personas que estudiaron física, química, ingeniería, biología, neurociencia, matemática, informática, ...): con esta mezcla de culturas, idiomas y experiencias es más fácil crear un ambiente abierto y tolerante donde las nuevas ideas pueden prosperar y crecer.

**INFO  
CARD 2**



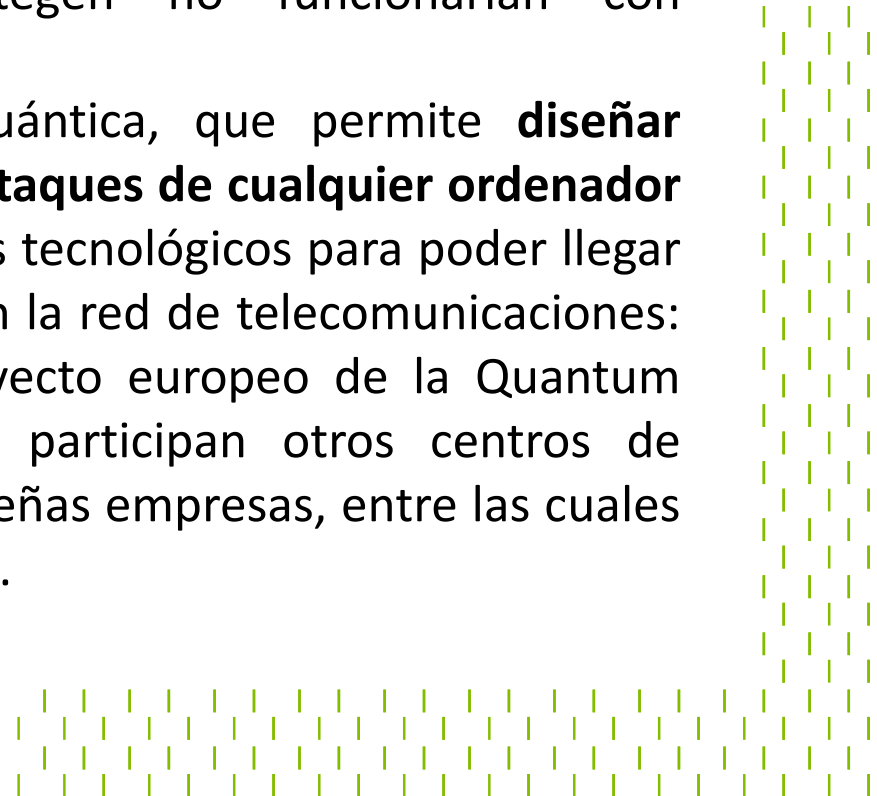
## Criptografía cuántica

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

Cada día compartimos muchísima información privada (datos personales, financieras o sanitarias) que podría ser interceptada: los protocolos criptográficos que actualmente las protegen no funcionarían con ordenadores más potentes de los actuales.

Una solución podría llegar de la física cuántica, que permite **diseñar protocolos criptográficos que resistirían los ataques de cualquier ordenador** (presente o futuro). Hay todavía muchos retos tecnológicos para poder llegar a integrar sistemas de criptografía cuántica en la red de telecomunicaciones: resolverlos es el objetivo de CiViQ, un proyecto europeo de la Quantum Flagship que ICFO coordina y en el que participan otros centros de investigación, universidades y grandes y pequeñas empresas, entre las cuales hay Quside, *spin-off* del ICFO fundada en 2017.

**INFO  
CARD 3**





## Sensores de fotones basados en grafeno

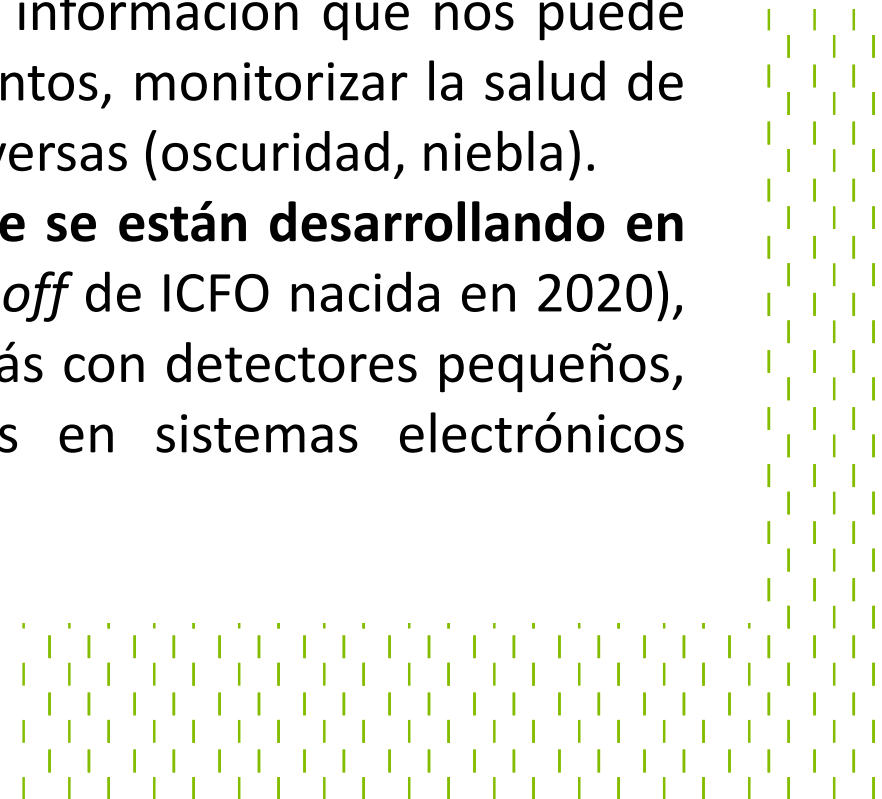
INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

SALUD

Hay cosas que nuestros ojos no pueden ver. Por ejemplo, la radiación infrarroja y ultravioleta (que nuestros ojos y las cámaras convencionales no pueden captar) llevan información que nos puede ayudar a controlar la calidad de los alimentos, monitorizar la salud de nuestro cuerpo o a ver en condiciones adversas (oscuridad, niebla).

Con **los sensores basados en grafeno que se están desarrollando en ICFO** en colaboración con Qurv (una *spin-off* de ICFO nacida en 2020), sería posible hacer todas estas cosas y más con detectores pequeños, de bajo coste y fácilmente integrables en sistemas electrónicos actuales y en tecnologías wearables.

**INFO  
CARD 4**



Prototipo de dispositivo wearable  
basado en grafeno para detectar  
señales vitales

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**





## Un laboratorio en un chip



Prototipo de Droplite

Para hacer un análisis de sangre, normalmente tenemos que ir a algún sitio donde llenan varios tubitos con nuestra sangre y hace falta esperar unos días por los resultados. Gracias a la eficaz interacción entre los fotones y nanopartículas de oro, se puede **meter un laboratorio de análisis de sangre dentro de un chip de pocos centímetros** que permite obtener los resultados en tan solo 10 minutos a partir de una sola gota de sangre.

Esta tecnología desarrollada por **Droplite** (una empresa *spin-off* de ICFO nacida en 2018) está validada por el momento para detectar hormonas ligadas al ciclo reproductivo, alergias, anticuerpos de algunas enfermedades humanas (como por ejemplo la malaria y la COVID-19) o veterinarias, pero tiene muchas otras aplicaciones potenciales.



## Diagnóstico y monitorización no invasivos

SALUD

¿Sabías que los fotones pueden penetrar algunos centímetros dentro de nuestro cuerpo? En ICFO y Hemophotonics (una *spin-off* de ICFO nacida en 2013) utilizan esta propiedad para obtener información sobre lo que ocurre bajo nuestra piel (concentración de oxígeno y flujo de la sangre) en tiempo real y de manera no invasiva.

**Esto puede ayudar a los profesionales médicos a la hora de detectar y monitorizar enfermedades neurológicas**, además de mejorar la diagnosis de algunas patologías, como el cáncer de tiroides. Esta tecnología tiene también aplicaciones en el campo de las neurociencias, de la oncología, de la anestesiología, de la diabetes y de la medicina deportiva.

Sensor no invasivo para la detección precoz de patologías neurológicas para bebés prematuros

**INFO  
CARD 6**



## Detección de microorganismos en el agua

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Estamos acostumbrados a ir a la playa sin preocuparnos de enfermedades porque hay entidades como la Agencia Catalana del Agua (ACA) que controlan el agua de las playas, garantizando la salud de los bañistas. Gracias a la fotónica, pronto será posible el **análisis *in situ*** en pocas horas, reduciendo sensiblemente los tiempos de espera para **detectar la presencia de microorganismos nocivos**.

Por este motivo, la ACA ha acordado con el ICFO desarrollar esta tecnología para hacer el seguimiento del estado de las playas catalanas. Esta misma tecnología podría aplicarse también en el campo de la seguridad alimentaria y otros sectores industriales.

**INFO  
CARD 7**



## Transferencia de conocimiento y tecnología

FOTÓNICA PARA TODO

**ICFO pone el máximo esfuerzo para convertir el conocimiento que genera en un impacto positivo para la sociedad en forma de productos y tecnologías en colaboración con la industria o mediante la creación de *spin-offs*.**

ICFO ha obtenido más de 100\* familias de patentes en el campo de la salud, la información y la energía. Se trata por ejemplo de innovaciones en microscopía y manipulación óptica, dispositivos nanotecnológicos, células solares, sensores de grafeno, sistemas láser, pantallas avanzadas, impresión 3D, dispositivos wearables, tecnologías cuánticas y sensores compactos para uso en entornos hostiles.

ICFO se ha rodeado de un ecosistema de empresas con las que colabora en diferentes proyectos industriales, donde se encuentran también sus 9\* *spin-offs* y las otras que están todavía en fase de incubación.

(\*) datos actualizados en octubre 2020

**INFO  
CARD 8**

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**

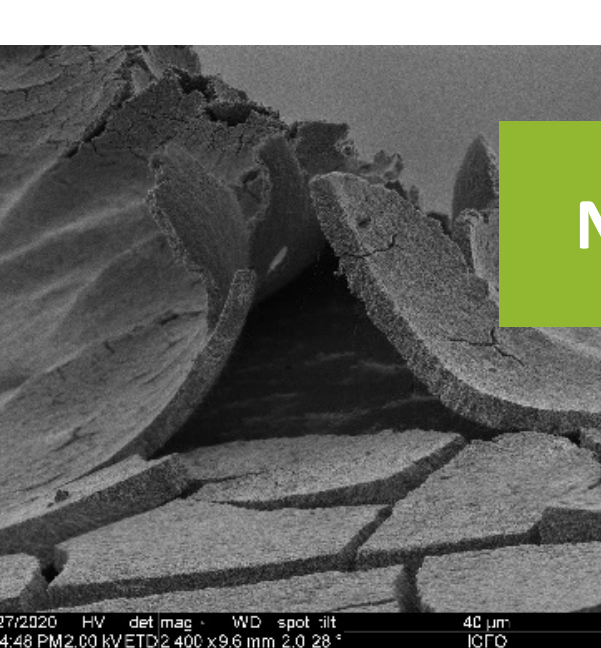


ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**







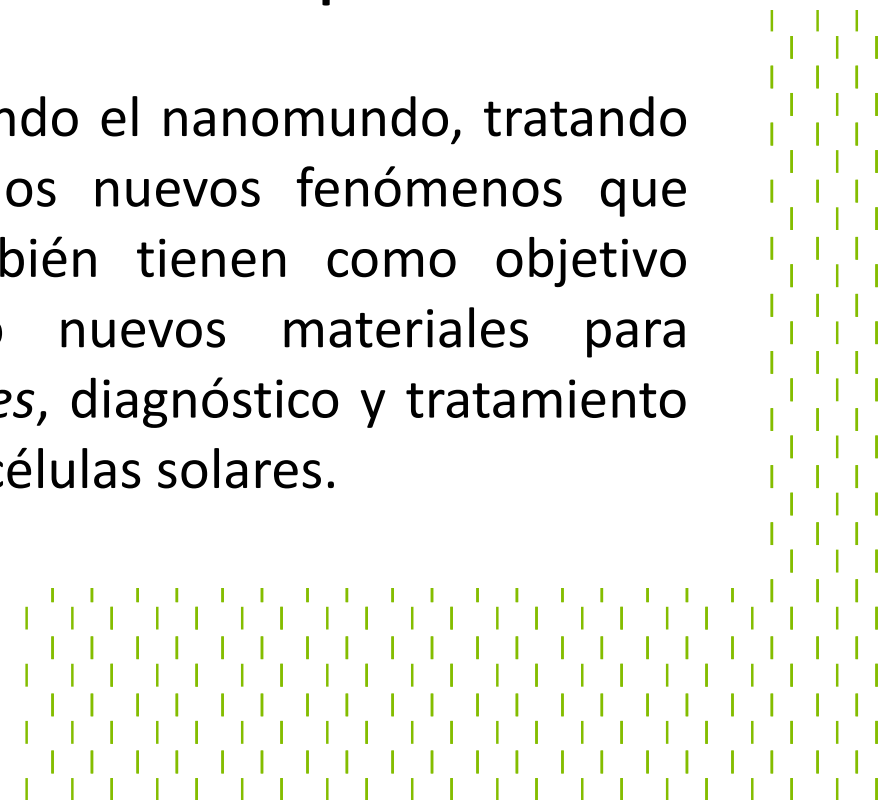
## Nanotecnología

FOTÓNICA PARA TODO

Si dividiéramos en mil partes el diámetro de un cabello, llegaríamos a la escala de algunas de las nanopartículas que se fabrican en ICFO. **A pesar de ser tan pequeñas, estas partículas son útiles para diferentes tecnologías innovadoras.**

En ICFO, muchas personas están explorando el nanomundo, tratando de mejorar nuestro conocimiento de los nuevos fenómenos que emergen a esta escala diminuta. También tienen como objetivo desarrollar nuevas tecnologías, como nuevos materiales para teléfonos móviles y dispositivos *wearables*, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, sensores de fotones y células solares.

**INFO  
CARD 9**





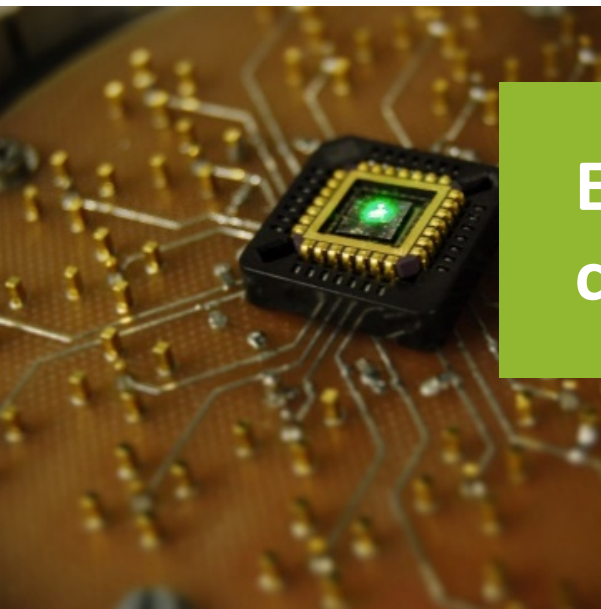
## Tecnologías cuánticas

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

La física cuántica describe el mundo a escala atómica y molecular: en los últimos años, la comunidad científica ha aprendido a **aprovecharse de los fenómenos que aparecen en la escala microscópica para crear nuevas tecnologías.**

Se espera que las tecnologías cuánticas mejoren la manera de estudiar algunos sistemas físicos, la seguridad de nuestras comunicaciones, la rapidez de cálculo de los ordenadores y la sensibilidad de los sensores. Con más de la mitad de sus grupos trabajando en estos campos, ICFO suma sus esfuerzos a los de otros centros de investigación y empresas formado parte activa de redes a nivel local (**QuantumCAT**) e internacional (**European Quantum Flagship**) que tienen como objetivo acelerar la llegada de estas tecnologías al alcance de la sociedad.

**INFO  
CARD 10**



## El grafeno, un material con mucho futuro

FOTÓNICA PARA TODO

El grafeno es el primer material 2D que se fabricó en el mundo. A pesar de tener el grosor de tan sólo un átomo, el grafeno es estable y sorprendentemente resistente. Sus propiedades físicas lo hacen un excelente conductor de calor y electricidad, además de ser flexible, extensible y transparente. Todas estas características hacen del **grafeno un material muy interesante para el desarrollo de nuevas tecnologías.**

Las instituciones son conscientes del potencial de este material y han creado la **Graphene Flagship** (a nivel europeo) y la **GraphCAT** (a nivel local) para acelerar la investigación sobre este material y hacer llegar los beneficios a la sociedad. A ICFO trabajan algunos de los expertos mundiales del campo del grafeno, participando en muchos de los proyectos de estas dos redes.

Cámara de amplia banda basada en grafeno diseñada por un equipo del ICFO

**INFO  
CARD 11**



## Celdas solares transparentes y flexibles

La luz del Sol es una fuente de energía gratuita e inagotable que debemos aprender a aprovechar el máximo posible, sobre todo en el contexto actual de emergencia climática.

En ICFO, varias personas se dedican a **estudiar nuevos materiales para crear células solares transparentes y/o flexibles** que nos permitirían obtener energía desde lugares donde ahora es difícil o imposible hacerlo. Por ejemplo, se podrían integrar en los coches eléctricos para aumentar su autonomía o en ventanas de edificios para maximizar la superficie de captación de luz solar y por lo tanto la producción de energía. También se podrían integrar en la ropa o dispositivos *wearables*: así se reduciría el tamaño de baterías y por tanto del objeto.

El cuadrado de diferente color sobre la O del logotipo del ICFO es una célula solar transparente.

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**







## Impresión 3D multicolor

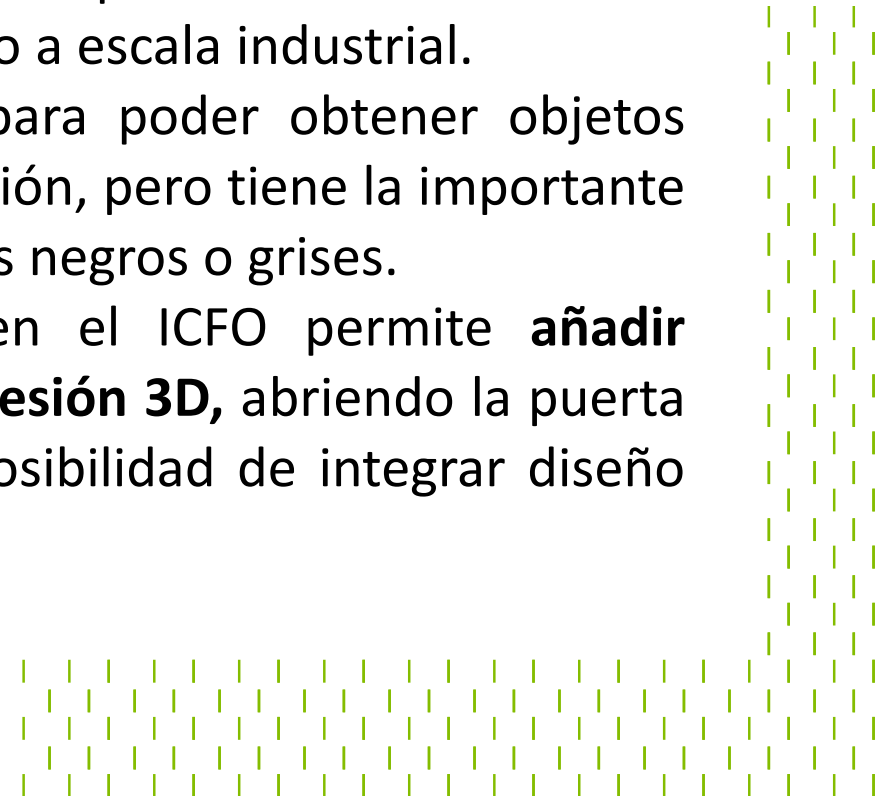
FOTÓNICA PARA TODO

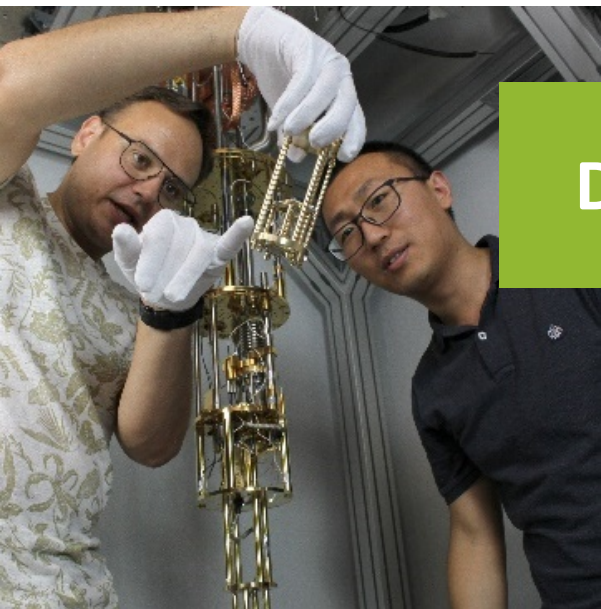
La fabricación digital es una de las innovaciones claves de la cuarta revolución industrial que estamos viviendo. La posibilidad de imprimir objetos en 3D ha abierto incontables nuevas posibilidades tanto en la escala pequeña de *makers* y *startups* como a escala industrial.

Una de las técnicas más interesantes para poder obtener objetos complejos de forma rápida es la sinterización, pero tiene la importante limitación de que sólo puede crear objetos negros o grises.

Una tecnología reciente desarrollada en el ICFO permite **añadir diferentes colores a esta técnica de impresión 3D**, abriendo la puerta a nuevas potenciales aplicaciones y la posibilidad de integrar diseño artístico y estético a la fabricación digital.

**INFO  
CARD 13**





## Dar la vuelta al grafeno

FOTÓNICA PARA TODO

El grafeno es un material de una sola capa de átomos con propiedades increíbles: transparente, resistente, flexible y óptimo conductor de electricidad y calor.

En 2018 se descubrió que **dos capas de grafeno superpuestas con una pequeña rotación** entre ellas podía transformar este material ya tan interesante de por sí en un **superconductor**.

Esta fue una noticia muy importante para la comunidad científica que ¡incluso salió en el New York Times! Da pie a entender mejor los fenómenos que tienen lugar en superconductores y potencialmente a diseñar materiales que conduzcan la electricidad sin pérdidas a temperatura ambiente, reduciendo increíblemente el desperdicio que tiene lugar con los materiales actuales.

En ICFO hay uno de los pocos laboratorios en el mundo donde es posible transformar el grafeno en superconductor.

Parte del equipo del ICFO que trabaja en este proyecto con el dispositivo que permite observar las propiedades del grafeno.

**INFO  
CARD 14**

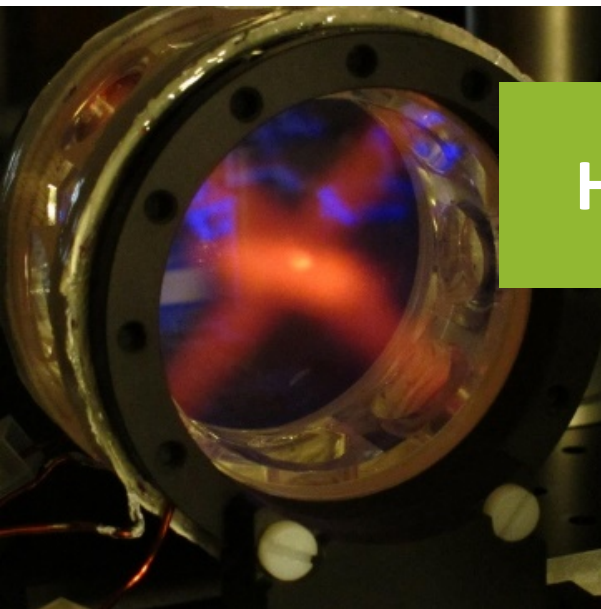
## Luz para entender mejor la COVID-19



Científicos de ICFO probando el equipo antes de enviarlo a los hospitales.

Durante la primera gran ola de la pandemia de COVID-19, un equipo de ICFO trabajó intensamente con un equipo médico del Hospital Parc Tauli para probar una nueva idea: **evaluar las disfunciones microvasculares en pacientes de COVID-19 con dispositivos fotónicos.**

Esta podría ser una opción de bajo coste, no invasiva para los pacientes y sencilla de uso para los profesionales de la salud para ayudar a establecer la mejor terapia durante las diferentes fases de la COVID-19 y ayudar a personalizar los tratamientos. El proyecto se extendió a diferentes países del mundo e incluso fue seleccionado para ser uno de los 23 proyectos científicos que la Unión Europea financió a finales del verano de 2020 para hacer frente a la pandemia.



## Hacia la internet cuántica

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGUREDAD

Están emergiendo **nuevas tecnologías cuánticas** que prometen revolucionar el mundo de la información y de la comunicación: para aprovechar al máximo este potencial, la Unión Europea, está planeando la construcción de una **infraestructura para las comunicaciones cuánticas**, que permitiría conectar dispositivos cuánticos, llegando a formar una internet cuántica. Esta infraestructura aprovechará la red de fibra óptica actual para conexiones de corta y media distancia y combinará satélites para cubrir las distancias más largas. Así, gracias a la física cuántica, se protegerán los datos más sensibles como los personales, financieros, gubernamentales, así como la red eléctrica, el control aéreo, o el sistema sanitario.

Nubes de átomos fríos dentro de uno de los laboratorios de ICFO.

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



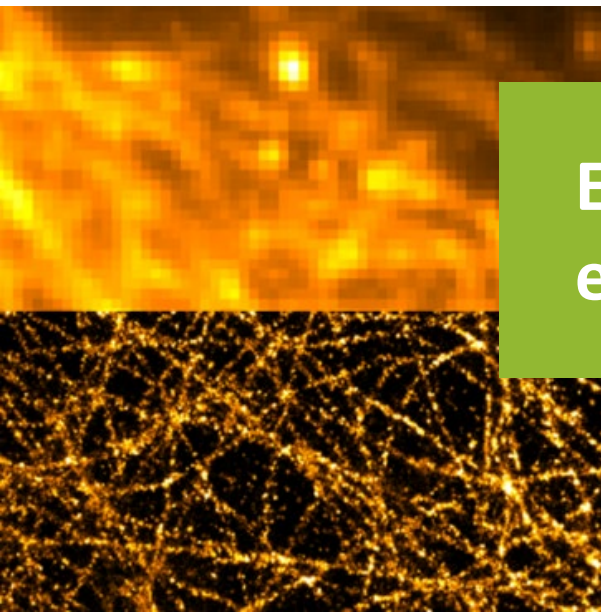
ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**





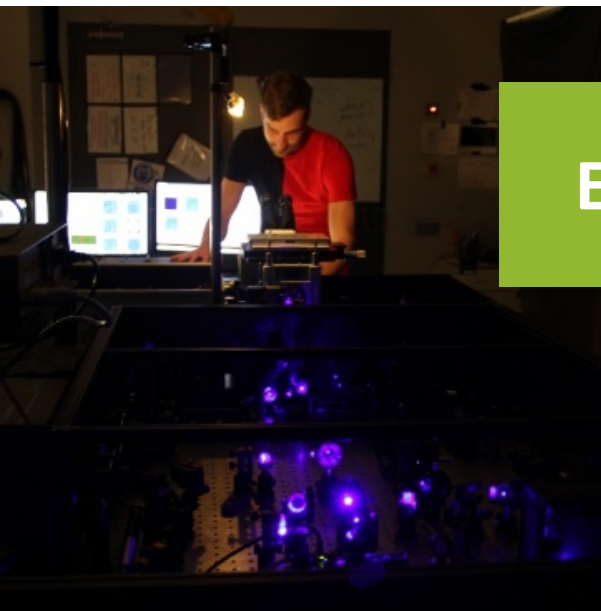
## Enfocarse en los detalles más pequeños



Microtúbulos visualizados con una técnica convencional de microscopía - arriba - y una de super-resolución - bajo.)

Aunque la calidad de las cámaras mejora cada día, siempre hay un detalle en alguna foto que no podemos dilucidar porque no hay suficiente resolución. Este problema es especialmente importante para los biólogos que quieren estudiar las estructuras celulares, ya que **hay un límite físico a la resolución de las imágenes** que se pueden obtener.

En ICFO hay un laboratorio especializado en hacer fotos de super-resolución y otras técnicas avanzadas de microscopía que nos permiten entender mejor el mundo microscópico y revelar los secretos de la vida.



## Entender la fotosíntesis

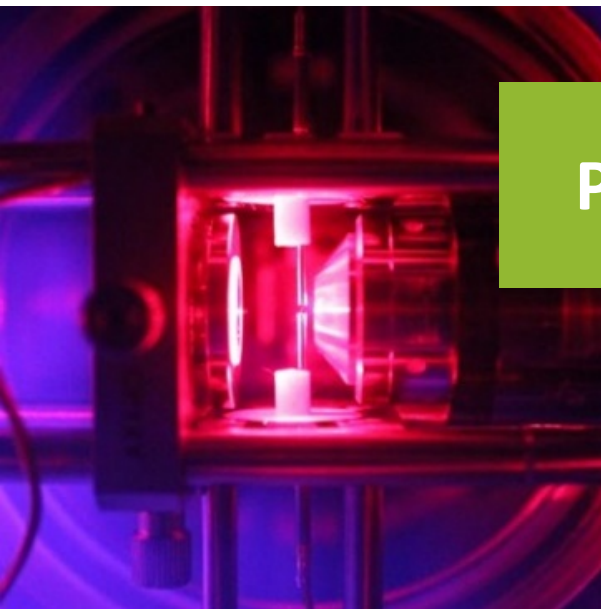
ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Montaje experimental para estudiar algunas de las moléculas relevantes para la fotosíntesis.

Algunos organismos pueden transformar la luz del sol en la energía que necesitan para vivir con la fotosíntesis. Este proceso, resultado de millones de años de evolución, es increíblemente eficiente: pueden llegar a transformar en energía el 95% de la luz que les llega. En cambio, los mejores paneles solares que se comercializan hoy en día llegan a traducir sólo el 20% de energía en electricidad.

En ICFO utilizamos pulsos láser ultrarrápidos para "**fotografiar**" las **moléculas responsables de la captura de la energía luminosa** que se encuentran dentro de los organismos fotosintéticos para entender mejor este proceso y poder mejorar la eficiencia de los paneles solares.

**INFO**  
**CARD 18**

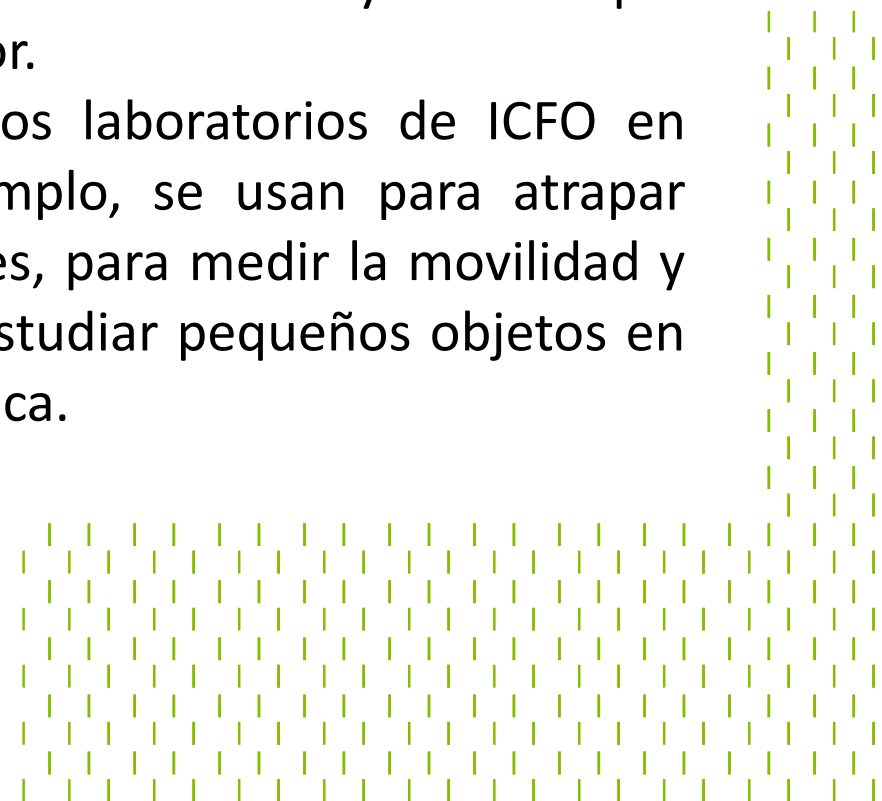


## Pinzas ópticas

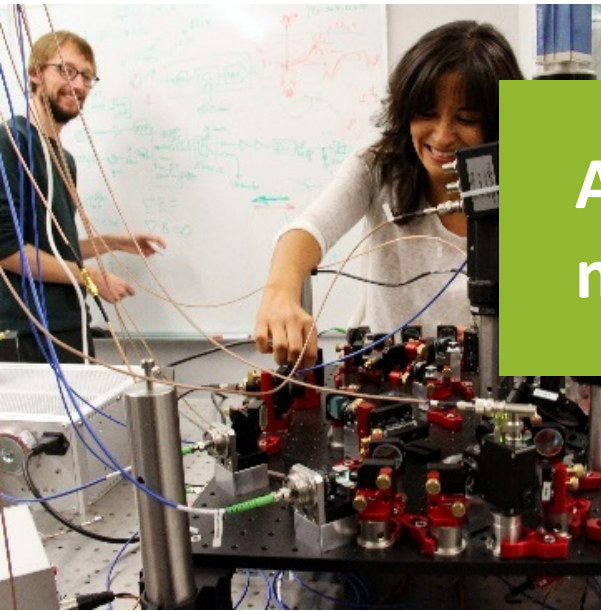
FOTÓNICA PARA TODO

Un haz de fotones bien enfocado puede llegar a **atrapar objetos y desplazarlos de una manera delicada y precisa**: esto no es ciencia ficción, sino una técnica fotónica extremadamente útil y versátil que hizo merecer el premio Nobel a su inventor.

Podéis encontrar pinzas ópticas en varios laboratorios de ICFO en diferentes áreas de aplicación: por ejemplo, se usan para atrapar átomos y entender mejor sus propiedades, para medir la movilidad y la elasticidad de algunas células o para estudiar pequeños objetos en la frontera entre la física cuántica y la clásica.



## Algunos de los rincones más fríos del mundo



Unos de los laboratorios de ICFO donde enfrían átomos cerca del cero absoluto.

En ICFO se encuentran algunos de los rincones más fríos del mundo, pero nadie puede entrar allí. En estos lugares la temperatura es más baja que en el espacio profundo: sólo unas pequeñas fracciones de grado (**cientos de nanokelvins**) por encima del cero absoluto.

Estas condiciones se pueden encontrar sólo en unos pocos laboratorios en el mundo, en pequeñas cámaras de vacío, donde se pueden encontrar desde pocos millones de átomos hasta uno solo (dependiendo del experimento): para poder **estudiar las interesantes propiedades cuánticas que aparecen a estas temperaturas tan bajas**, es fundamental que los átomos estén lo más fríos (y por tanto lo más quietos) posible.

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**







## Fotografiar los movimientos de los electrones

FOTÓNICA PARA TODO

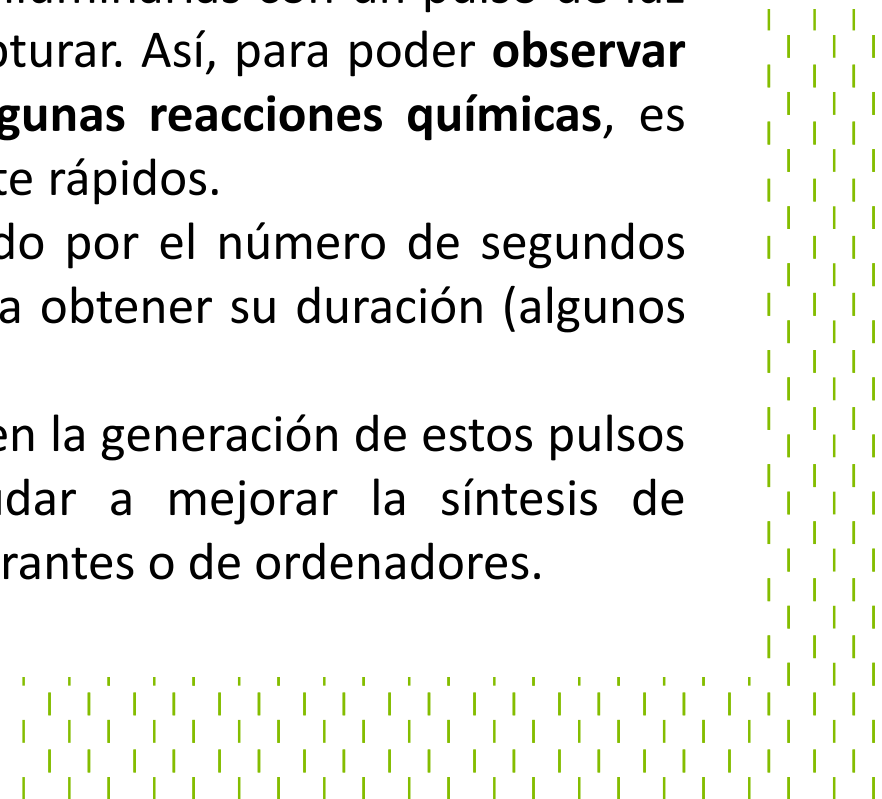
Uno de los láseres del ICFO que permite generar pulsos ultrarrápidos.

Para captar imágenes de algunas cosas muy rápidas (como por ejemplo una bala atravesando una manzana) es necesario iluminarlas con un pulso de luz tan rápido como la escena que queremos capturar. Así, para poder **observar el comportamiento de los electrones en algunas reacciones químicas**, es necesario enviar pulsos de luz extremadamente rápidos.

Tan rápidos que se debería dividir un segundo por el número de segundos transcurridos desde el inicio del universo para obtener su duración (algunos **attosegundos**).

En uno de los laboratorios del ICFO, trabajan en la generación de estos pulsos para estudiar fenómenos que puedan ayudar a mejorar la síntesis de productos químicos o el rendimiento de carburantes o de ordenadores.

**INFO  
CARD 21**





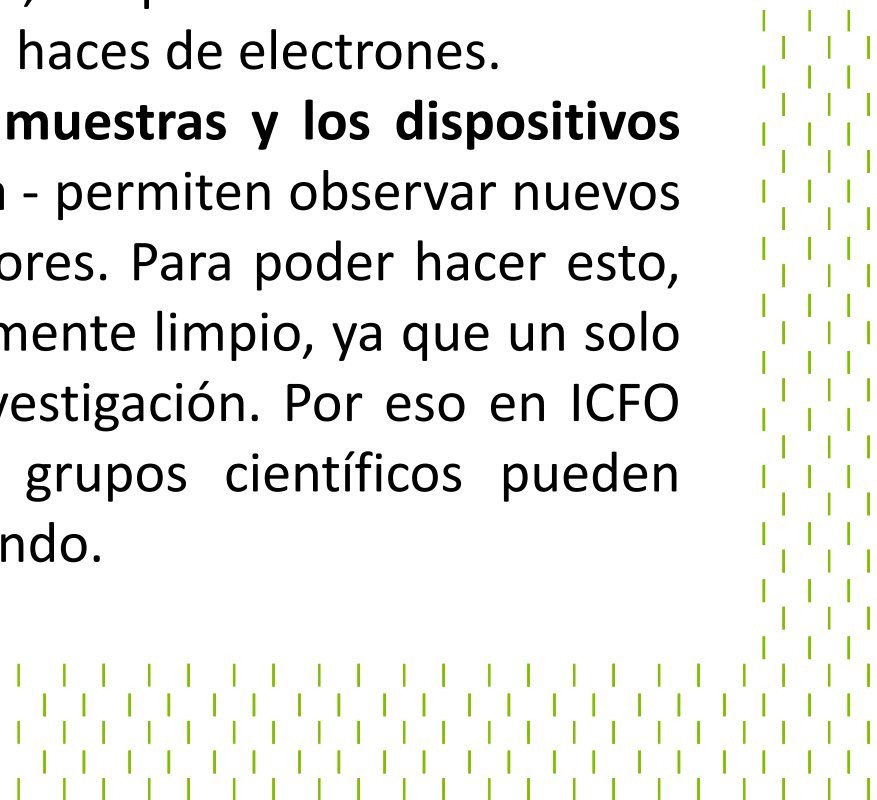
## Sala blanca

FOTÓNICA PARA TODO

Para poder empujar los límites del conocimiento en el campo de la nanotecnología como se da en ICFO, se necesitan unos instrumentos excepcionales, que permiten, por ejemplo, evaporar metales o hacer incisiones extremadamente diminutas con haces de electrones.

Con estos instrumentos, **se fabrican las muestras y los dispositivos** que – gracias a su **estructura nanométrica** - permiten observar nuevos fenómenos u obtener productos innovadores. Para poder hacer esto, es necesario tener un espacio extremadamente limpio, ya que un solo grano de polvo podría desperdiciar la investigación. Por eso en ICFO hay una sala blanca donde diferentes grupos científicos pueden colaborar para entender mejor el nanomundo.

**INFO**  
**CARD 22**





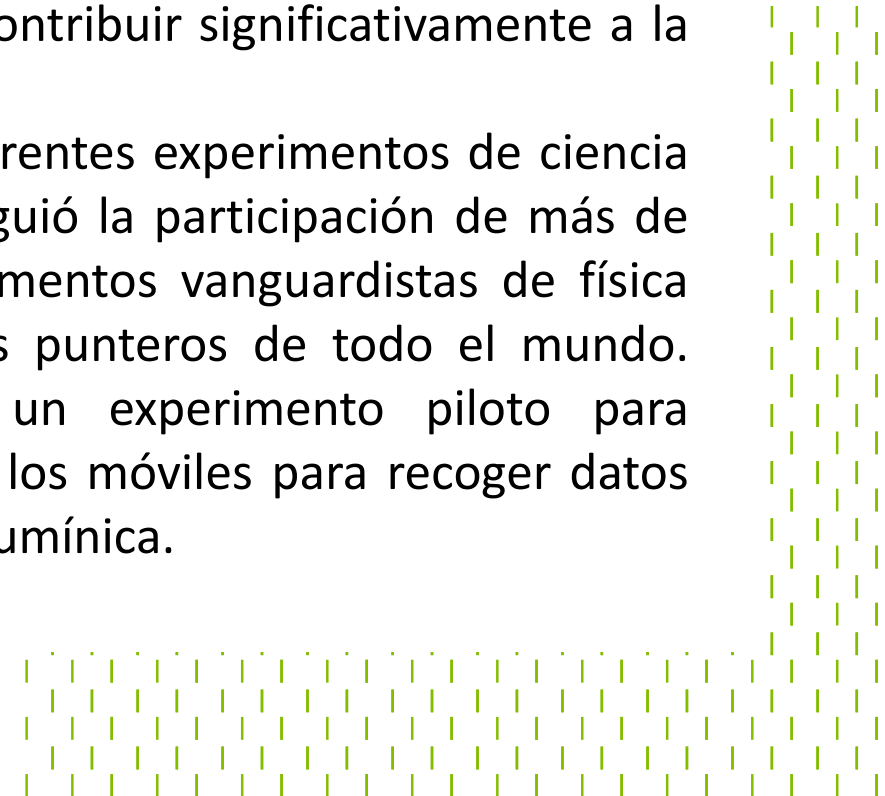
## Ciencia ciudadana

FOTÓNICA PARA TODO

ICFO alienta a la sociedad a formar parte de la comunidad científica a través de **experimentos científicos rigurosos que requieren la participación de los ciudadanos**, concienciando a la sociedad sobre la importancia de la ciencia de manera atractiva y permitiendo a todos contribuir significativamente a la investigación científica.

En los últimos años, ICFO ha coordinado diferentes experimentos de ciencia ciudadana, como el **BIG Bell Test**, que consiguió la participación de más de 100.000 ciudadanos en una serie de experimentos vanguardistas de física cuántica llevados a cabo en 12 laboratorios punteros de todo el mundo. También organizó **NightUp Castelldefels**, un experimento piloto para comprobar si podemos usar los sensores de los móviles para recoger datos útiles para los estudios sobre contaminación lumínica.

**INFO  
CARD 23**



Ciudadanos participando en NightUp Castelldefels.



## Mejorar la percepción del mundo

INFORMACIÓN Y  
CIBERSEGURIDAD

Los pequeños cambios que la luz sufre al atravesar espacios y materiales pueden ayudarnos a **medir con alta precisión** muchas características del mundo que nos rodea, como por ejemplo distancia y temperatura.

En ICFO trabajamos para obtener sensores cada día más resistentes para medir la temperatura y los campos eléctricos en condiciones extremas, como puede ser un incendio.

También investigamos cómo construir sensores ultra sensibles gracias a las propiedades de la física cuántica, como por ejemplo una balanza que puede medir la presencia de tan sólo un átomo con nanotubos de carbono o átomos fríos que podrían medir los pequeños campos magnéticos generados por nuestro cerebro.

(Foto:)

ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



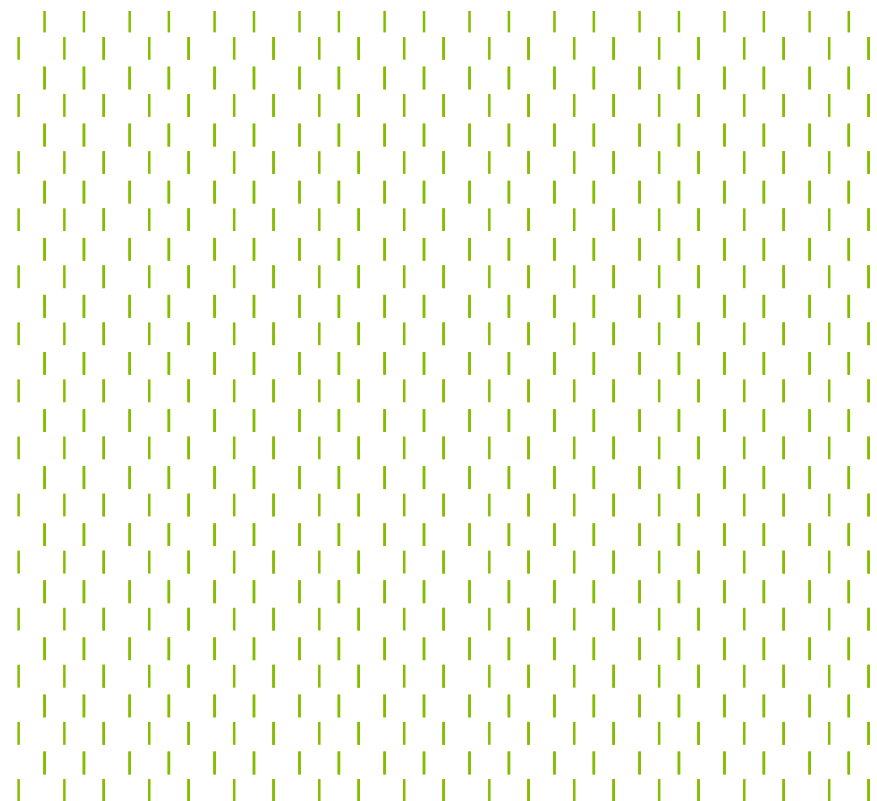


## Inteligencia artificial para hacer avanzar la ciencia

Estamos acostumbrados a que las plataformas de películas o música nos sugieran propuestas interesantes sobre qué ver o escuchar. Esto es posible porque los algoritmos pueden aprender, si les damos una serie de ejemplos iniciales: es una rama de la inteligencia artificial que se llama *machine learning*.

A parte de mejorar los servicios tecnológicos, el *machine learning* es muy útil también para las personas que buscan soluciones a problemas científicos complejos. En ICFO utilizamos inteligencia artificial para encontrar nuevas estrategias para resolver problemas complejos de física cuántica, prever el movimiento de partículas individuales (muy importante para la biología) o aumentar la rapidez de cálculo (optimización) para algunos algoritmos complejos que aplican a problemas importantes para el día a día.

# INFO CARD



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

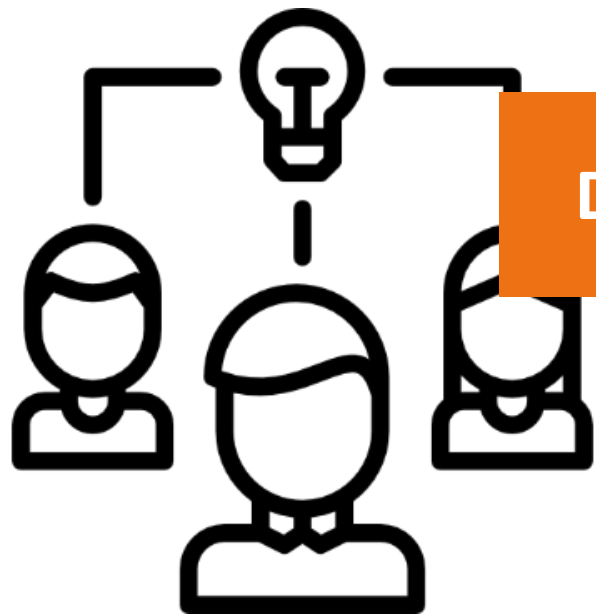
**INFO  
CARD**



ICFO<sup>®</sup>  
**DECIDE GAME**

**INFO  
CARD**

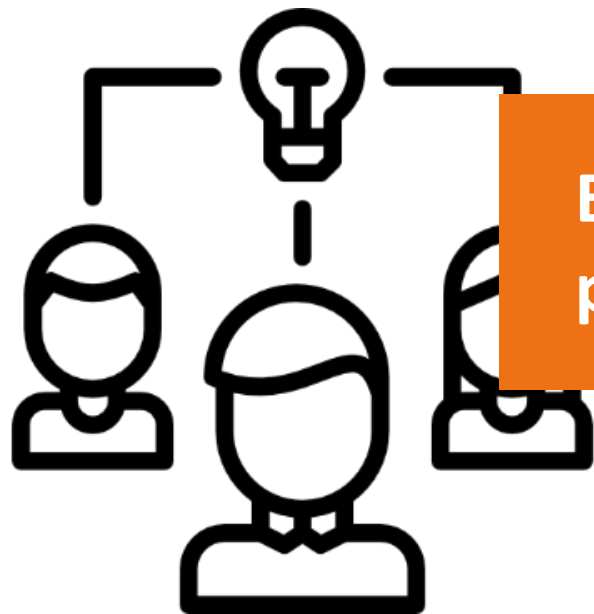




## Diversidad

Si te pidiéramos de dibujar una persona que trabaja en ciencia, ¿cómo la representarías? Este experimento se ha hecho muchas veces y muy a menudo la gente se imagina un señor con piel blanca. Esto es debido a los **estereotipos** difundidos entre la sociedad durante siglos, pero es cierto también que hay un **problema de representación** de minorías en la ciencia (como también en muchos otros sectores de la sociedad). **Esto no es solo un problema de justicia social: la ciencia se beneficiaría enormemente de una mayor diversidad porque es un proceso creativo y de colaboración.** ¿Cómo se podría favorecer con éxito la diversidad en la ciencia?

**THINKING  
CARD 1**



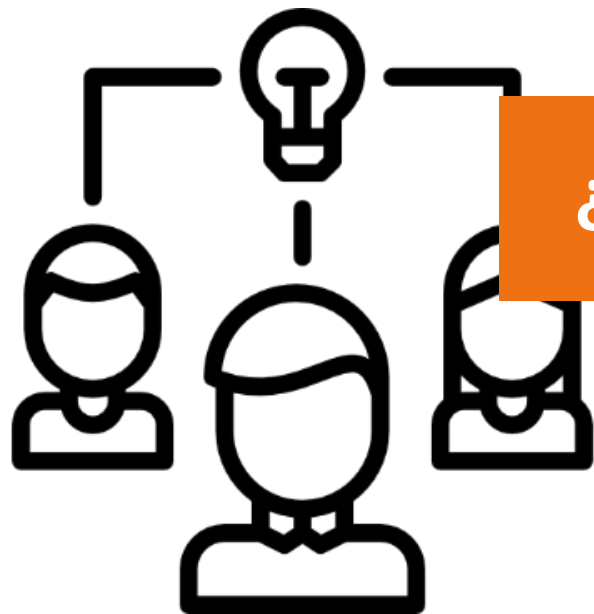
## El valor de la ciencia para la sociedad

Tener un conocimiento básico sobre diferentes campos científicos y saber cómo se crea el conocimiento científico es importante para toda la ciudadanía. La pandemia de COVID-19 es un ejemplo: es más fácil entender y aplicar correctamente las recomendaciones de salud pública (y contribuir a frenar la difusión del virus) si entendemos las razones científicas que hay detrás y cómo se ha llegado a estas conclusiones.

Aunque se enseñe ciencia durante la educación obligatoria, es evidente que **no es suficiente para que la sociedad valore la ciencia y sus resultados: ¿cómo podríamos cambiar eso?**

**THINKING  
CARD 2**



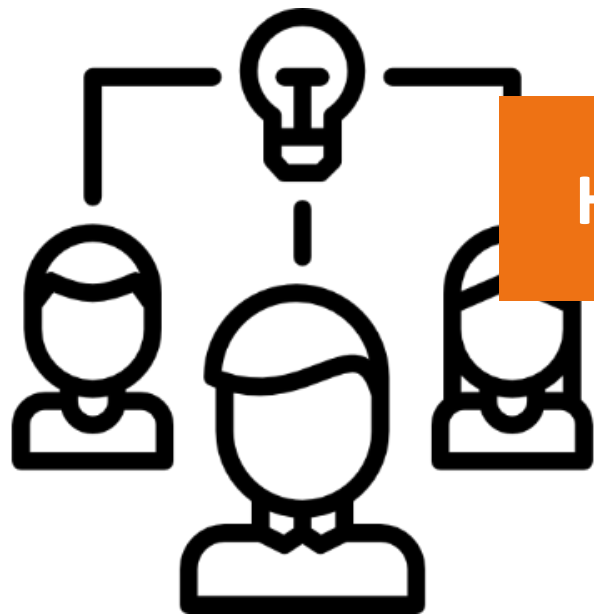


## ¿Podemos confiar en la ciencia?

La tecnología y la ciencia han sido parte de nuestra vida y esta influencia va a más. **¿Es positivo esto?** Hay una parte de la población que no se fía de los resultados de los científicos y rechaza los avances tecnológicos: ¿qué opinas de su posición?

**THINKING  
CARD 3**





## Hay problemas más urgentes

La ciencia y la tecnología han mejorado y mejoran la calidad de nuestra vida. Sin embargo, **quedan muchos problemas urgentes e importantes** que necesitan soluciones rápidas que la investigación no nos puede ofrecer de forma directa y rápida. Quizás deberíamos concentrar nuestros esfuerzos en reducir las desigualdades sociales, el desempleo, el hambre y la pobreza. **O ¿pueden la ciencia y la tecnología ayudar también en estos aspectos?**

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**

The logo for 'play decide' features the words 'play' and 'decide' stacked vertically in a lowercase, sans-serif font. To the right of the text is a stylized graphic of two overlapping cards, one slightly offset from the other, representing a deck or a game.

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

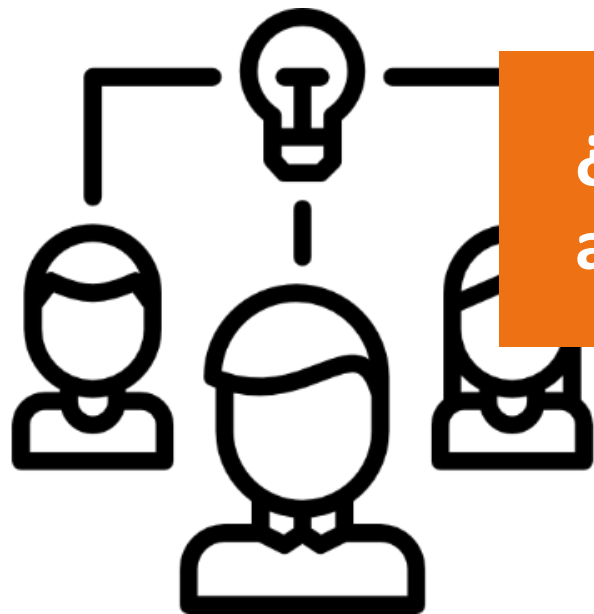
**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

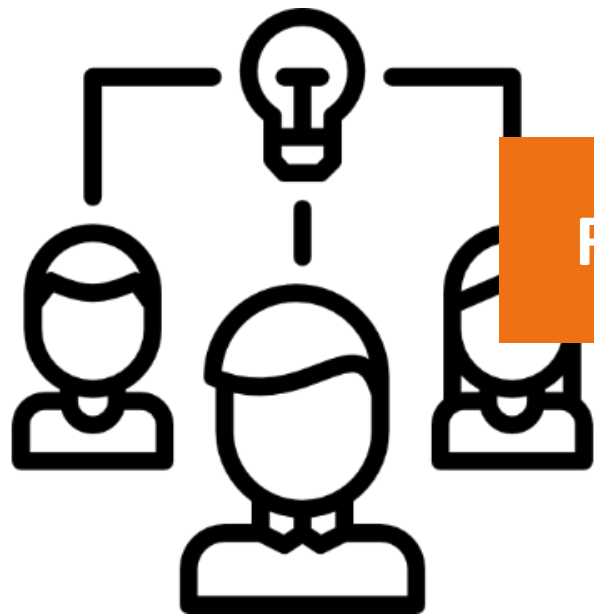
**play  
decide** 



## ¿Investigación fundamental o aplicada?

No es fácil prever cuando una tecnología concreta estará disponible para la sociedad: por ejemplo, hace años que la fusión nuclear parece cerca de resolver el problema de la producción de energía, pero siempre aparecen problemas técnicos imprevistos que alejan su realización. Por otra parte, algunas tecnologías ahora muy difusas, como por ejemplo los láseres, deben su origen a la curiosidad sobre algunas preguntas fundamentales, como la interacción entre fotones y materia, sin una aplicación concreta en mente.

¿Cómo podemos escoger los campos de investigación que nos reportarán más beneficios?



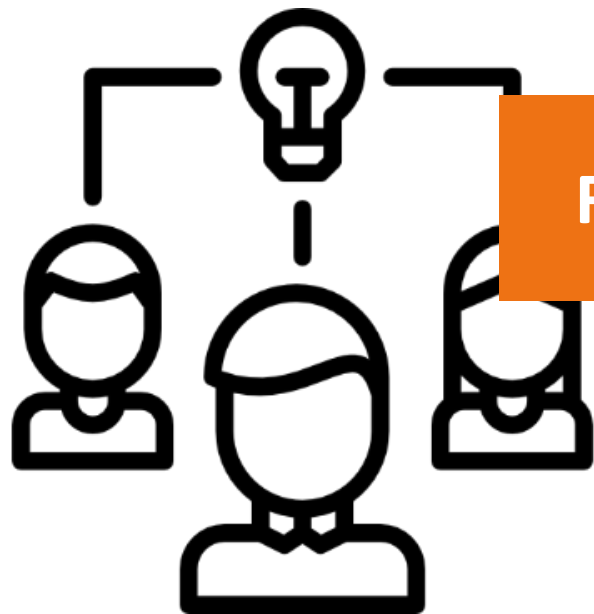
## Revisión por pares

A diferencia de las tertulias de la radio o de la televisión, en ciencia no todas las opiniones tienen el mismo valor. Sólo si puedes **sustentar tu tesis con pruebas experimentales y razonamientos lógicos**, tu descubrimiento será aceptado por la comunidad científica.

Por eso, las revistas que publican los resultados científicos utilizan el principio de la **revisión por pares**: un resultado nuevo puede ser publicado sólo si está aceptado por un grupo de expertos en ese campo que examinan atentamente los métodos y las conclusiones de la investigación.

¿Tiene sentido adoptar este sistema o ralentiza demasiado la circulación de conocimientos nuevos útiles que se deberían compartir rápidamente, como por ejemplo los nuevos descubrimientos sobre el virus SARS-CoV-2?

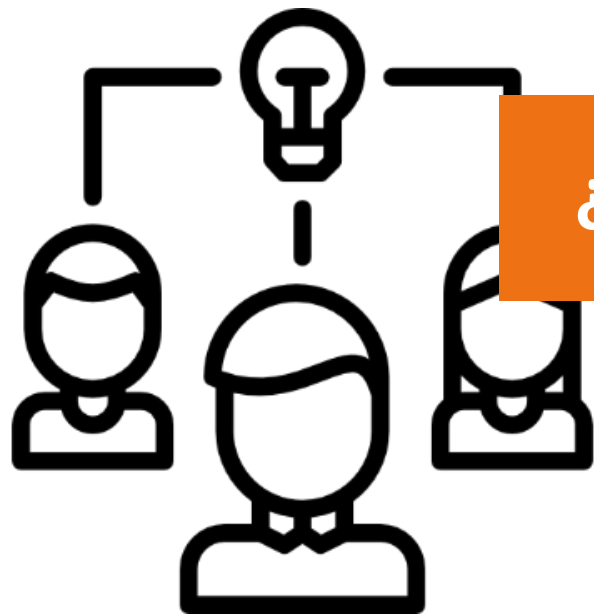




## Fake news

Es importante que la gente esté informada sobre los avances científicos para poder expresar **opiniones críticas sobre las noticias** que nos llegan desde los medios de comunicación, la publicidad, las redes sociales, ... y evitar caer en estafas o malentendidos. A veces, sin embargo, la información viene precisamente de sectores pseudocientíficos de dudosa fiabilidad.

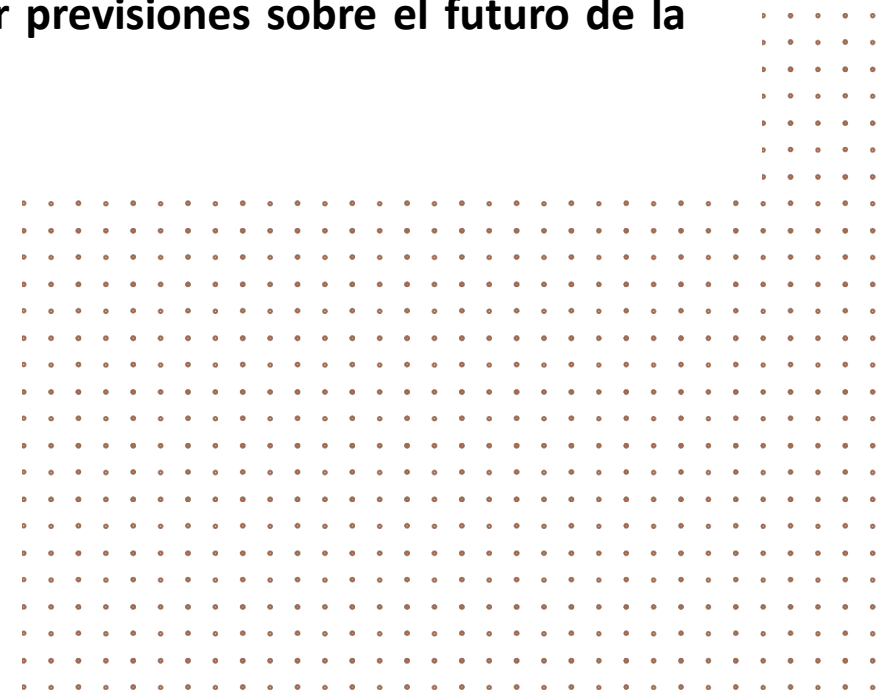
**¿Cómo hemos de gestionar este flujo de información, a menudo dudosa?**



## ¿Podemos prever el futuro?

En los años sesenta, la mayoría de las representaciones futuristas de los años alrededor del 2000 incluía coches voladores. Ahora, más de veinte años después, nuestras expectativas para el futuro han cambiado notablemente.

¿Tiene sentido escuchar a quien nos promete que su campo de estudio nos llevará la tecnología del futuro? **¿Podemos de verdad hacer previsiones sobre el futuro de la ciencia y de la tecnología?**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

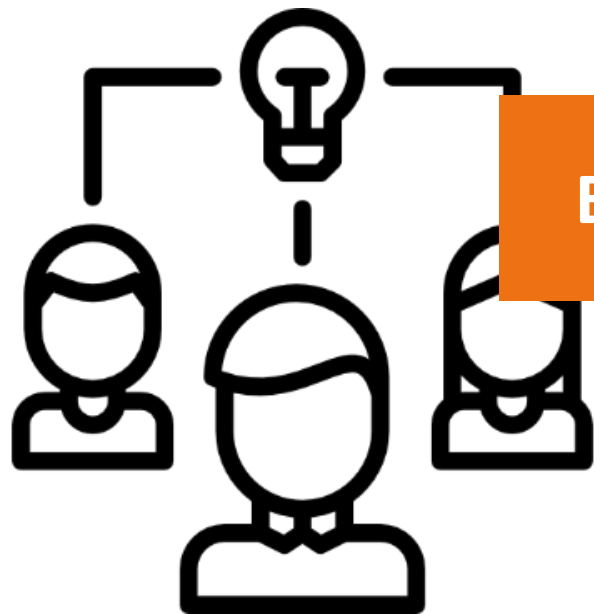
**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**

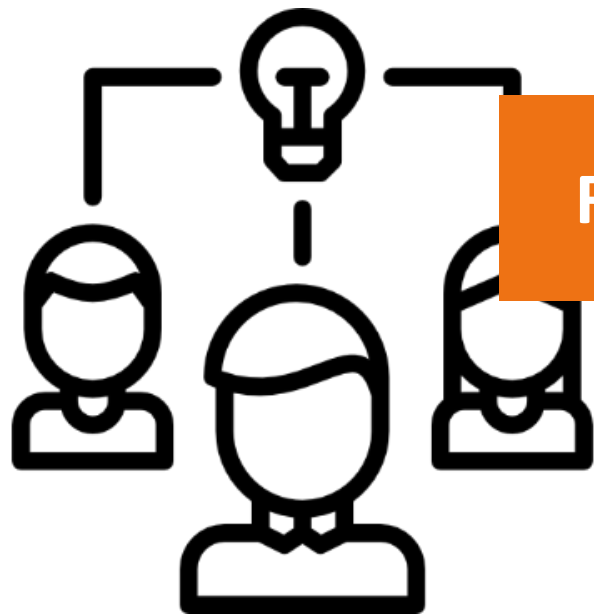




## Efectos colaterales

El conocimiento no es negativo *a priori*: es como las personas lo usan que a veces crea consecuencias negativas. Sabemos que los avances científicos de los últimos años han llevado inmensos beneficios, pero también nuevas maneras de atentar contra la seguridad y la libertad de las personas.

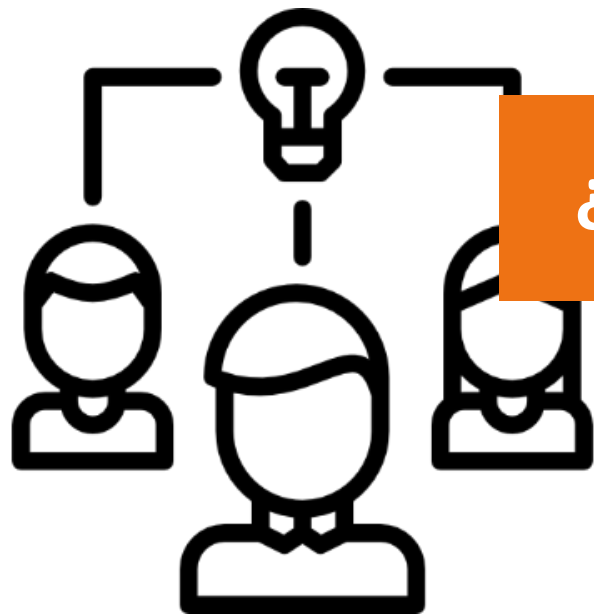
**¿Hay que investigar todo, sabiendo que en algunos casos el conocimiento mal empleado que puede dar lugar a peligros?**



## Recuperar la inversión

La investigación fundamental, como por ejemplo en ciertos campos de la fotónica, necesita recursos económicos, y a menudo no tiene una aplicación directa a nivel comercial o industrial a corto plazo. Por otro lado, si no se invierte en investigación fundamental, es difícil llegar al nivel de desarrollo necesario para poder **generar riqueza económica gracias a la tecnología**, ya que eso requiere un conocimiento profundo de sus fundamentos. ¿Cómo podemos solucionar este "círculo"?

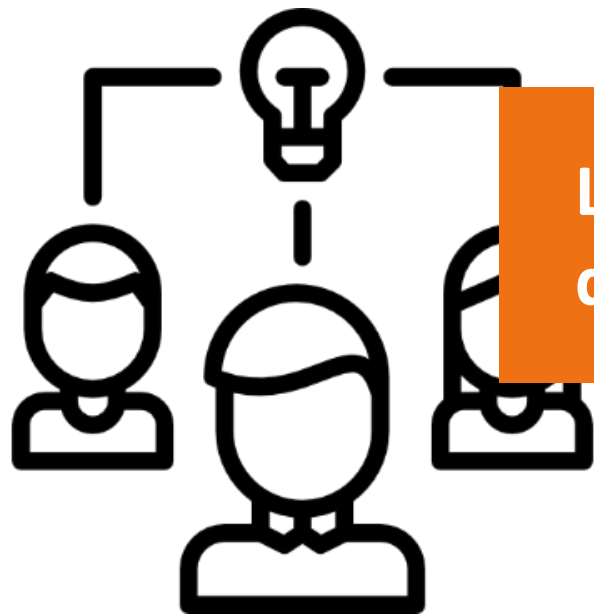




## ¿Investigación pública o privada?

Mucha gente defiende que el conocimiento debería ser **propiedad de toda la humanidad** en su conjunto. Por otro lado, a menudo el desarrollo de las aplicaciones tiene lugar en la industria, que es quien hace las grandes inversiones a cambio de un rendimiento económico, a menudo **privatizando el conocimiento**.

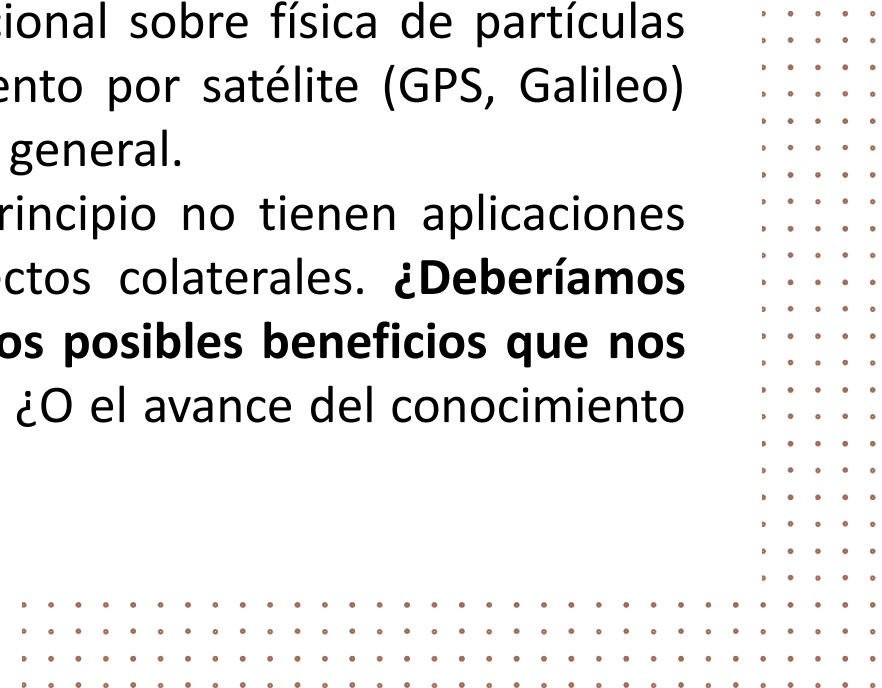
**¿Cómo se pueden combinar los intereses públicos y privados en la investigación científica?**



## Las aplicaciones de la ciencia fundamental

En varias ocasiones, aplicaciones y técnicas que hoy en día tienen un uso e impacto muy extenso fueron desarrolladas como etapa secundaria para alcanzar el objetivo principal de la investigación. Por ejemplo, el internet nació en un centro de investigación internacional sobre física de partículas como el CERN; los sistemas de posicionamiento por satélite (GPS, Galileo) deben su precisión a la teoría de la relatividad general.

A veces, campos de investigación que en principio no tienen aplicaciones obvias generan tecnologías útiles como efectos colaterales. **¿Deberíamos invertir en investigación fundamental para los posibles beneficios que nos traerían eventuales aplicaciones colaterales?** ¿O el avance del conocimiento es razón suficiente para destinarle recursos?



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



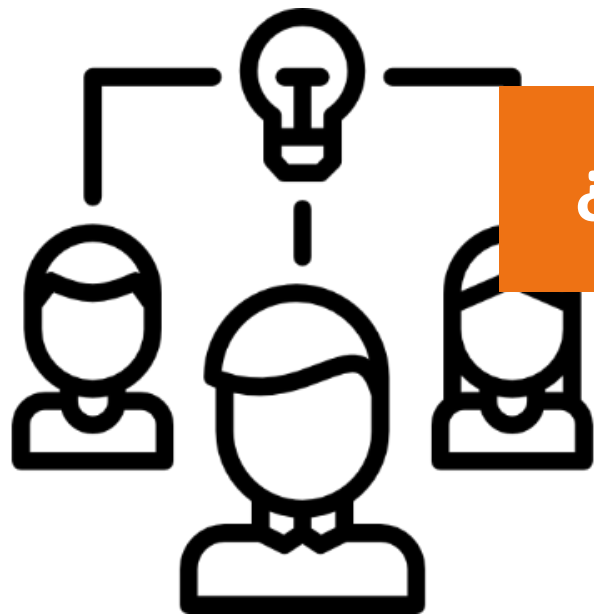
**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



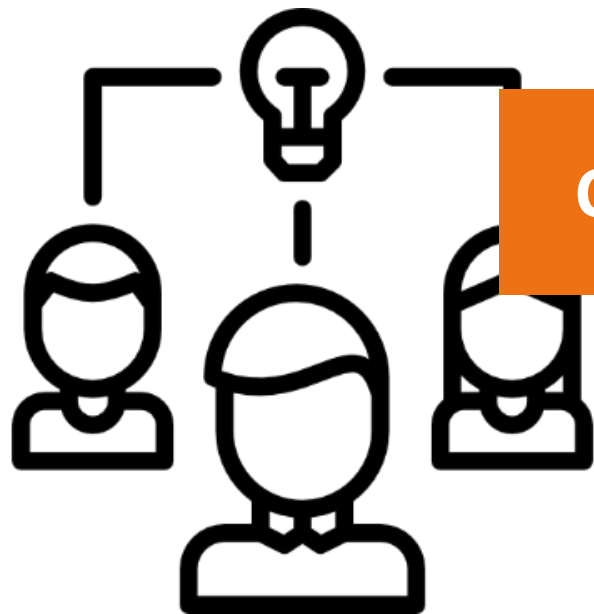


## ¿De ciencias o de letras?

Las fronteras entre ciencias naturales y humanidades nunca han sido bien definidas. Por ejemplo, pensemos en Leonardo da Vinci: ¿era un artista o un ingeniero?

A día de hoy, **muchos artistas hablan de ciencia o tecnología a sus obras**. Por otra parte, los científicos ofrecen **nuevas herramientas y posibilidades** a las personas creativas (el Arduino se inventó para ayudar a los diseñadores a integrar electrónica en sus proyectos).

¿Tiene sentido todavía la distinción entre ciencias y letras?

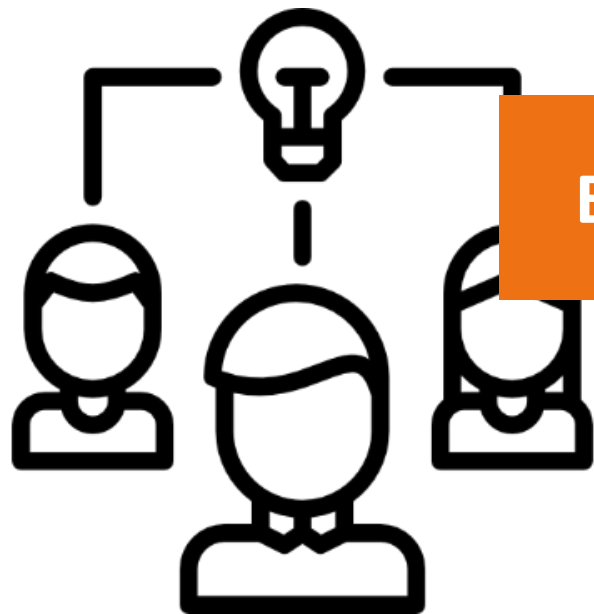


## Ciencia global

La ciencia es una actividad internacional: la gran mayoría de los descubrimientos científicos son hechos por equipos multinacionales y resultan de colaboraciones entre institutos y empresas de diferentes países.

Las personas en el mundo de la ciencia se mueven a menudo para ampliar su experiencia, por lo que es muy usual encontrar personas de diferentes países en un centro de investigación. **La mezcla cultural** crea un **ambiente abierto y tolerante** que ayuda al nacimiento de ideas nuevas y originales que permiten hacer avanzar la investigación. ¿Tiene sentido asociar un descubrimiento científico importante a un país, como a menudo se lee en las noticias?

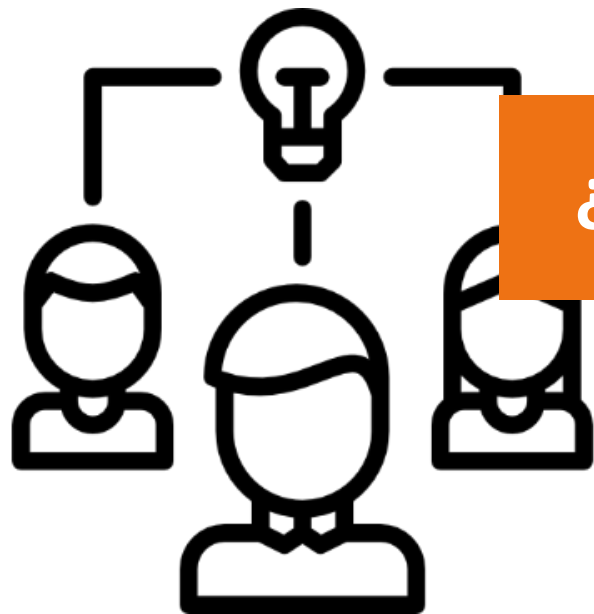




## El inglés como idioma vehicular

Durante los años de la guerra fría, la mayoría de los descubrimientos hechos en el bloque soviético se publicaban en ruso y por ello no eran de fácil acceso en Occidente. Es evidente que una **comunicación clara y eficaz es la base del progreso científico.**

Hoy en día, se utiliza el inglés como lengua vehicular de forma masiva. Los científicos que no dominan bien el inglés pueden ser perjudicados, porque tienen más dificultades a la hora de expresar y difundir sus ideas y resultados que sus colegas de habla inglesa. ¿Cómo podemos asegurar igualdad de oportunidades independientemente de la lengua materna de los científicos, y al mismo tiempo mantener una lengua vehicular común que permita la comunicación rápida y eficaz dentro de la comunidad científica?



## ¿Presencial o virtual?

Las conferencias son las ocasiones perfectas para los científicos para dar a conocer su trabajo a los colegas de todo el mundo, intercambiar ideas y establecer nuevas colaboraciones.

Durante los últimos años, la emergencia climática ha empezado a abrir el debate si se deberían reducir los viajes a favor de los **eventos virtuales**, los cuales **no permiten socializar** y formar lazos de manera natural como en una conferencia presencial.

La pandemia de 2020 no ha hecho más que acelerar este debate: ¿los encuentros entre científicos deberían ser presenciales o virtuales?

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

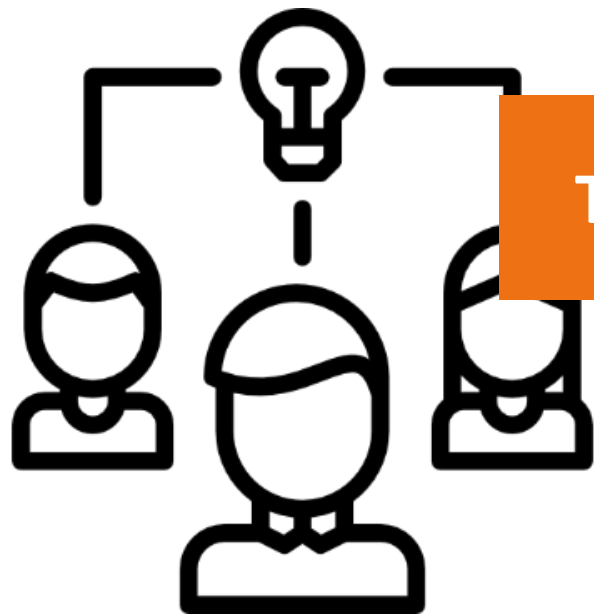
**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**

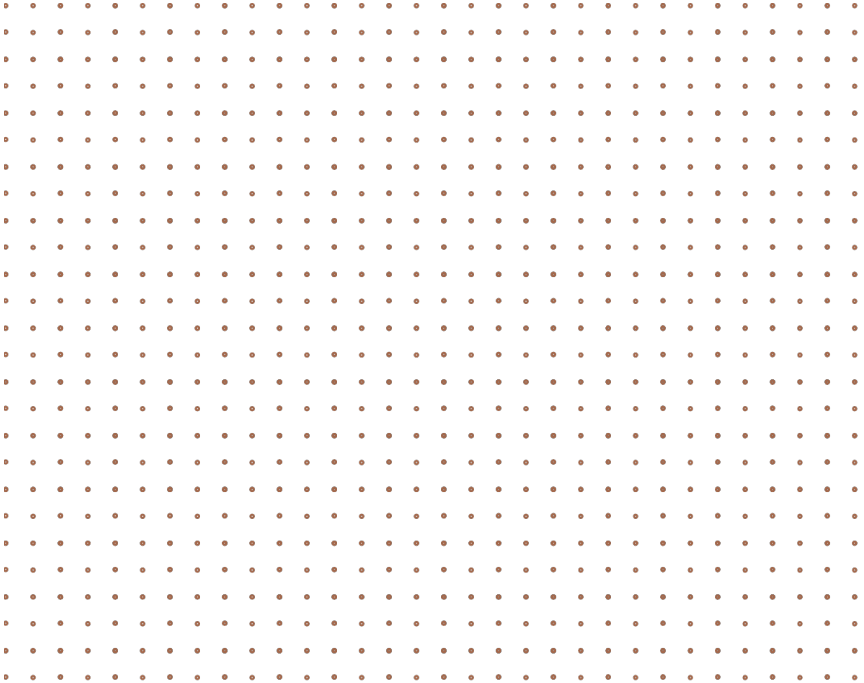


## Trabajo en equipo

Los científicos y las científicas del ICFO colaboran mucho entre ellos y a menudo con colegas de otros institutos de todo el mundo y de otras disciplinas. Muchos avances científicos son el resultado de trabajo en equipo.

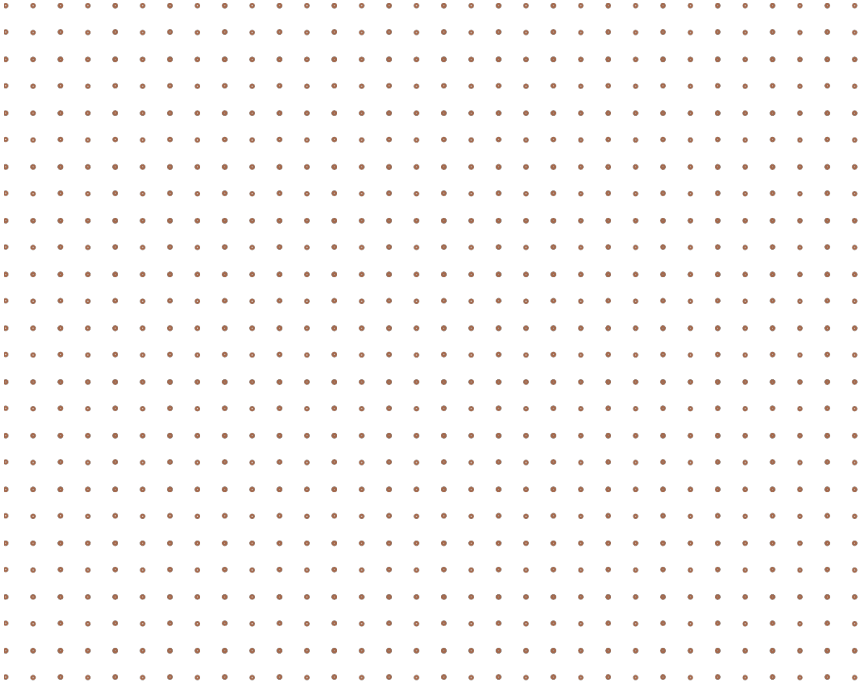
Aún así, se leen a menudo historias de personajes casi heroicos que cambiaron el campo de la ciencia donde trabajaban en solitario. También los premios más prestigiosos de la ciencia, los premios Nobel, otorgan un máximo de 3 personas que a menudo no han ni trabajado juntos, a pesar de que detrás de muchas ideas revolucionarias haya un equipo de personas. **¿Deberíamos valorar más el papel del trabajo en equipo a la ciencia y reconocer más explícitamente que a menudo los resultados vienen de un esfuerzo colectivo?**

**THINKING  
CARD**

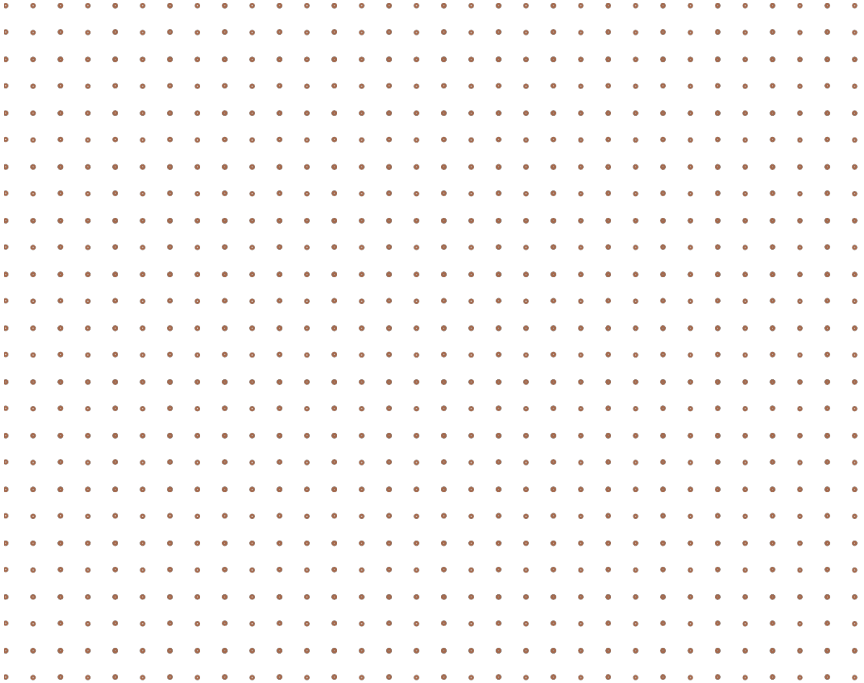




**THINKING  
CARD**



**THINKING  
CARD**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**



**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide** 

**ICFO<sup>R</sup>**

**ICFO<sup>R</sup>**  
**DECIDE GAME**

**THINKING  
CARD**

**play  
decide**

