

# Nanociencia, la grandeza de lo pequeño

## *Cuerpo Adentro*

Andrés Montori Montolar

Belén Carrera Vilas

Borja Iglesias Urtiaga

Borja Novo Huerta

Coordinadora: Victoria Iriarte Ruiz

Colegio Juan de Lanuza 1º ESO, Zaragoza

Marzo del 2010

## Índice

---

1. Introducción.....	2
2. Metodología.....	3
3. Nanociencia, la grandeza de lo pequeño .....	4
4. Las entrevistas .....	9
4.1 CSIC - Fernando Palacio .....	10
4.2 Instituto de Nanociencia de Aragón - Gerardo Goya .....	13
4.3 Departamento de Toxicología de la UZ - Víctor Sorribas .....	15
5. Aplicaciones para el futuro.....	17
5.1 Aprendizaje instantáneo – Andrés Montori.....	17
5.2 Tratamiento de infartos de corazón – Belén Carrera.....	18
5.3 Prevención de enfermedades hereditarias – Borja Iglesias .....	18
5.4 Nano-robots “barrenderos”: limpieza de órganos vitales – Borja Novo .....	19
6. Conclusiones.....	19
7. Agradecimientos.....	20
8. Bibliografía y referencias .....	20

## 1. Introducción

---

Somos cuatro amigos y alumnos de 1º de ESO del Colegio Juan de Lanuza en Zaragoza: Andrés Montori Montolar, Belén Carrera Vilas, Borja Iglesias Urtiaga y Borja Novo Huerta.



El equipo de *Cuerpo Adentro*

Un día nuestra profesora nos habló de este concurso, Es de Libro. Nos llamó la atención, así que decidimos formar el grupo y buscar un tema que fuese interesante e innovador. Nos gustó también el desafío de realizar un buen proyecto sobre un tema desconocido para nosotros.

Empezamos leyendo las bases, claro. Había que elegir tema. Tras una larga tormenta de ideas quedó claro que esto iba a tratar sobre Ciencias, especialmente sobre cosas de pequeño tamaño. Pensábamos en microorganismos como bacterias, neuronas, plagas y enfermedades que pudieran afectarlos.

Pensando en términos diminutos alguien saltó de los enanos a los "Nanos". Como en la película *Viaje alucinante*, nos imaginamos pequeños robots viajando a través del cuerpo humano para curar cualquier enfermedad desde dentro. Luego descubrimos que los nanoro-

bots que nos imaginamos no tenían nada que ver con los reales, pero el tema nos enganchó. Incluso elegimos nombre para el grupo: **Cuerpo adentro**.

Empezamos a buscar información sobre Nanotecnología. Nos encontramos con los *nanotubos de carbono*, los *respirocitos*, las *video-píldoras* y muchos otros inventos de los que no teníamos ni idea pero sonaban *cool*.

El campo era demasiado grande. Había que concretar. Nos impactó la idea de destruir células cancerígenas a través de nanopartículas, así que decidimos profundizar en esa rama, la **Nanomedicina**.

## 2. Metodología

Queríamos trabajar en equipo y utilizar nuevas formas de colaborar y participar para realizar un proyecto de investigación común, original y creativo.

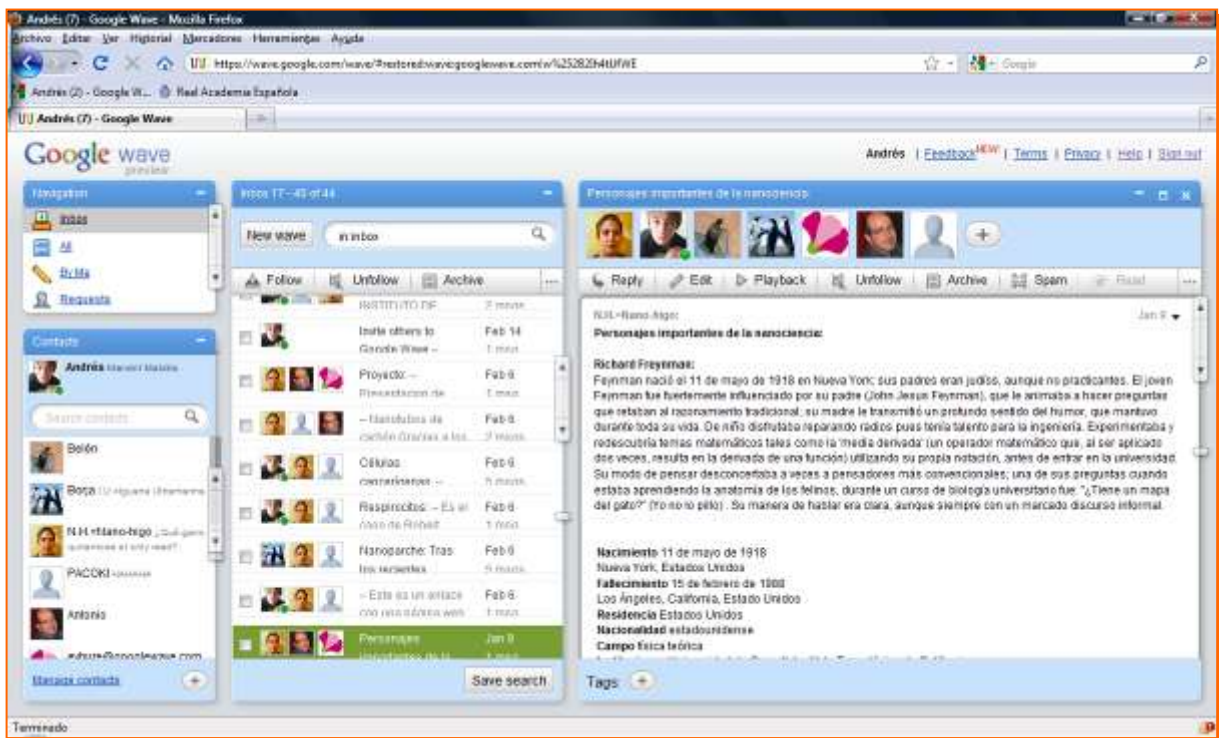
Siguiendo las recomendaciones de la web [www.esdelibro.es](http://www.esdelibro.es), decidimos investigar la nanomedicina a través de libros, revistas e Internet. También decidimos planificar entrevistas a investigadores a nuestro alcance para así saber cómo se utiliza actualmente los conocimientos de esta Ciencia.

Hemos quedado casi todos los fines de semana desde noviembre hasta marzo rotando de casa en casa. Además, nos repartimos trabajos para realizarlos a nivel individual entre semana, compartiéndolos en Google Wave como herramienta de trabajo en común.

Google Wave <http://wave.google.com> nos permite crear documentos llamados "waves" en los que todos los miembros del grupo podemos escribir o modificar información, texto, fotografías, vídeos, opiniones, referencias y muchas cosas más. Es como una wiki pero mucho más fácil de utilizar y controlar quién accede. Wave tiene muchas más aplicaciones y posibilidades de uso, pero éstas son las que hemos utilizado. Os podemos invitar a una cuenta wave si estáis interesados en acceder a nuestro trabajo.



Visitando la biblioteca de Ciencias de la UZ



*Un volcado de pantalla de una sesión de Andrés en Google Wave*

Hemos puesto especial cuidado en recopilar las referencias de todas las fuentes de información utilizadas. Para buscar información escrita fuimos a las Bibliotecas de las Facultades de Ciencias y Medicina de la Universidad de Zaragoza, donde aprendimos sobre el sistema de fichas que allí utilizan para localizar los libros. Tomamos varias referencias que utilizamos para el desarrollo del trabajo.

Aprovechamos que tenemos en Zaragoza el Instituto de Nanociencia de Aragón y otros centros de investigación para visitar sus instalaciones, donde fuimos muy bien recibidos.

### 3. Nanociencia, la grandeza de lo pequeño

*Ciencia y Tecnología* son dos cosas muy diferentes, como descubrimos nada más empezar este trabajo. Ahora tenemos claro que la Ciencia estudia y hace descubrimientos y la Tecnología aplica lo descubierto por la ciencia.

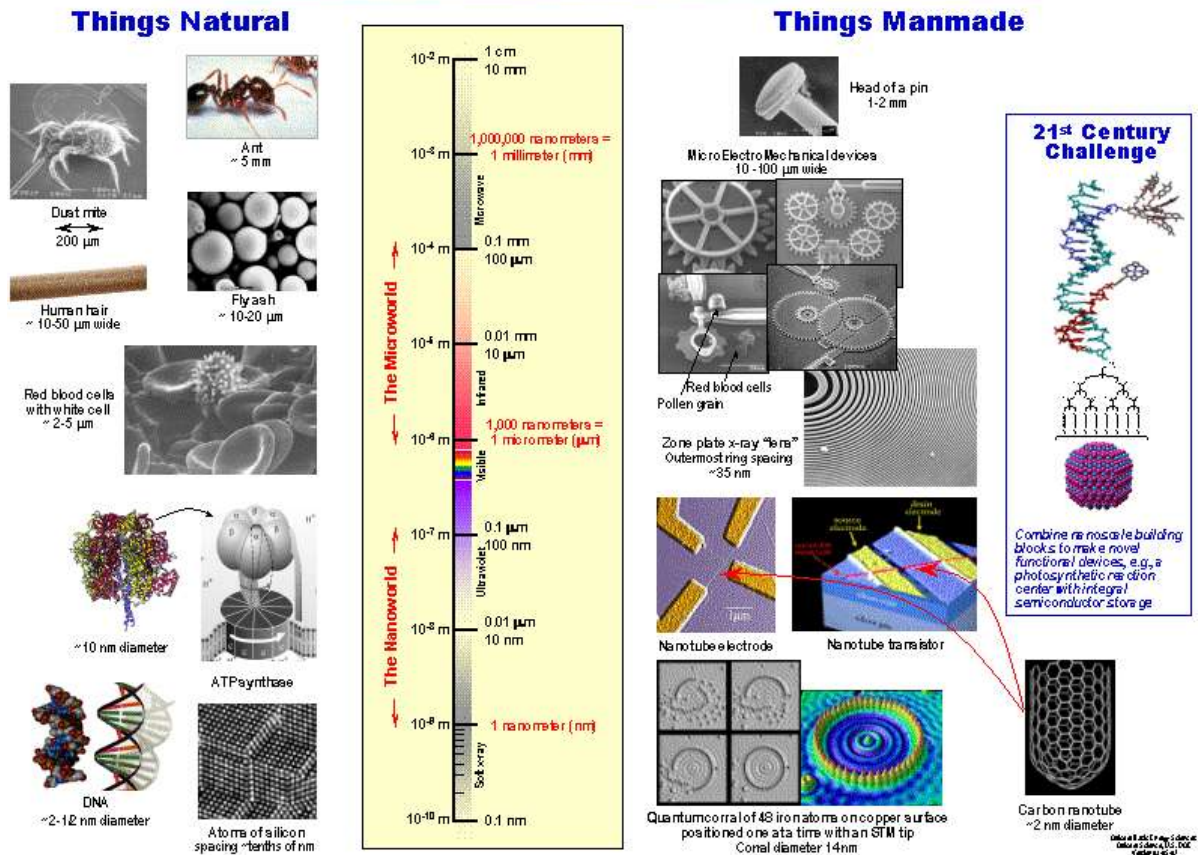
La **Ciencia** investiga de forma objetiva la naturaleza y sus leyes, recurriendo al método científico. Éste permite asegurar mediante pruebas y la crítica de otros científicos que lo descubierto es verdadero, publicando sus estudios para compartir el conocimiento (1)

La **Tecnología** crea aparatos o útiles aplicando la información facilitada por la ciencia.

Para definir la Nanociencia vamos a explicar primero el prefijo "Nano". Nano viene del griego. Su significado es enano, de pequeño tamaño. Se escribe con una "n".

Un **nano** es la mil millonésima parte de una unidad. Lo habitual es hablar de nanómetros, que son  $10^{-9}$  metros, o dicho de otra manera, la millonésima parte de un milímetro.

## The Scale of Things -- Nanometers and More



Fuente: <http://www.energy.gov/> - imagen de dominio público

Si el perímetro de la Tierra fuera un metro, una nanoparte de ese perímetro sería una línea como la que dibujamos a continuación, una línea de 4,407 cm. aproximadamente.

$$\text{Perímetro de la Tierra: } 44.077.000 \text{ metros. } \Rightarrow 4.407.700.000 \text{ cm} * 10^{-9} = 4,407 \text{ cm.}$$

Ahora que sabemos lo que es la medida Nano podemos definir la **Nanociencia**, que es la ciencia que estudia los materiales de escala nano y sus leyes. Los límites del tamaño de los materiales estudiados se han establecido, por acuerdo, entre una décima de nanómetro y 100 nanómetros. Por debajo de ese límite sólo tenemos ya los átomos (1).

La **Nanotecnología** es “la tecnología que utiliza los objetos y materiales de escala nano” (1). Dicho de otra manera, es “el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala” (2).

Nuestra primera reacción fue imaginar objetos a nivel nano como robots con piezas muy pequeñas. Pero no, no es así, ya que los materiales a nivel nano no se comportan con las mismas leyes que los materiales macro o normales.

Estamos tocando las “fronteras del conocimiento”. Víctor Sorribas, uno de los investigadores que entrevistamos, nos habló de ello.

### **Los materiales a nivel nano se comportan de manera distinta que a nivel macro.**

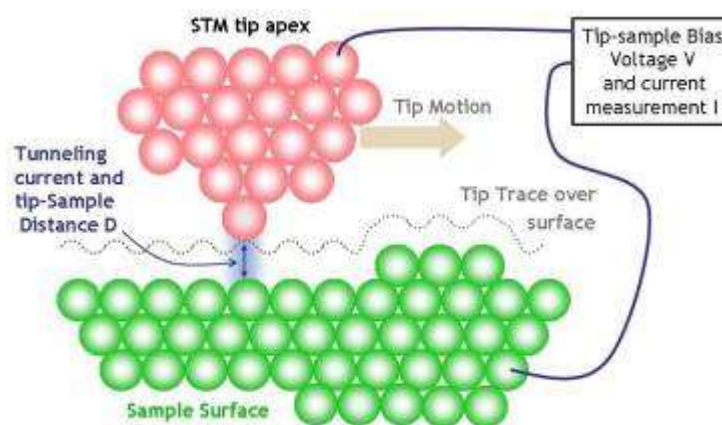
“A medida que los objetos se hacen más pequeños, se van convirtiendo más “en superficies”, donde los átomos tienen menos vecinos, tienen la posibilidad de escapar antes del material, pueden “sentir” mejor la presencia de otros átomos externos y reaccionar con ellos. Estas modificaciones en las propiedades se conocen como **efectos de tamaño finito**” (1)

Por ejemplo, el oro en nanopartículas es líquido en lugar de sólido y de color negro en lugar de dorado, por lo que hay que volver a estudiar sus propiedades y comportamientos.

Para Víctor Sorribas, en la escala nano encontramos nuevos problemas como son la dificultad para extraer u obtener nanopartículas y además, su manipulación. Debemos tener en cuenta que los átomos a temperatura normal están en constante movimiento y los instrumentos para manipularlos deben ser tan finos en sus extremos como los materiales estudiados.

Se han utilizado **microscopios** electrónicos para ver las nanopartículas, pero no sólo eso. Los investigadores crearon microscopios de campo cercano, que consisten en una punta extremadamente fina que se aproxima mucho a la superficie de su objetivo, de forma que se mantiene siempre a la misma distancia mientras se mueve sobre él. Al moverse, el microscopio crea una imagen de la superficie del objeto.

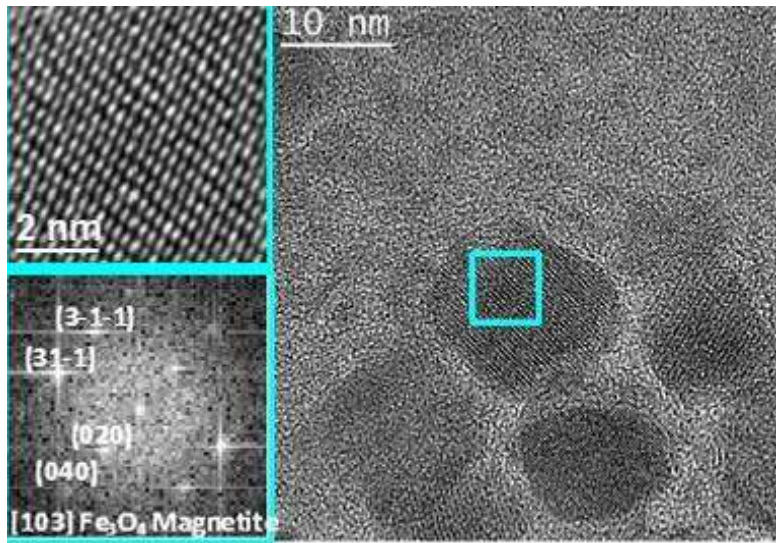
Estos microscopios también pueden manipular las nanopartículas. Acercando la punta al material puede deformarlo o bien moverlo de un lugar a otro.



Fuente: [Opensource Handbook of Nanoscience and Nanotechnology](#)

Las nuevas propiedades de la materia nano abren todo un mundo de aplicaciones a la ciencia en muchos campos, entre los que podemos citar: nanoquímica, nanobiotecnología, nanoelectrónica y nanobiomedicina.

Pero no penséis que por ejemplo a la nanoquímica sólo se dedican los químicos, sino que cualquiera de las ramas necesita un **trabajo multidisciplinar**, y según hemos aprendido, muchas veces con equipos que colaboran desde una gran variedad de países en proyectos internacionales.



*Nanopartículas de Magnetita · fuente: I.N.A.*

Así, Víctor Sorribas nos contó que su departamento participa en un grupo de trabajo internacional llamado Magma-net (con 10 países y más de 20 centros de investigación). En este proyecto se estudia todo lo referente a las nanopartículas de hierro, toxicidad, magnetismo,

interacción con la sangre, posibilidades técnicas, etc. Allí se reúne un grupo multidisciplinar formado por ingenieros, físicos, médicos, veterinarios, farmacéuticos, químicos y otros especialistas que trabajan juntos en nanociencia.

Dentro de nanotecnología nos hemos centrado en la **nanomedicina** por dos razones principales: en primer lugar, nos pareció especialmente interesante por su posible capacidad para curar el cáncer y muchas otras enfermedades. Además, supimos que teníamos cerca un centro de investigación dedicado en parte a ello.

Os dejamos aquí una definición de nanomedicina:

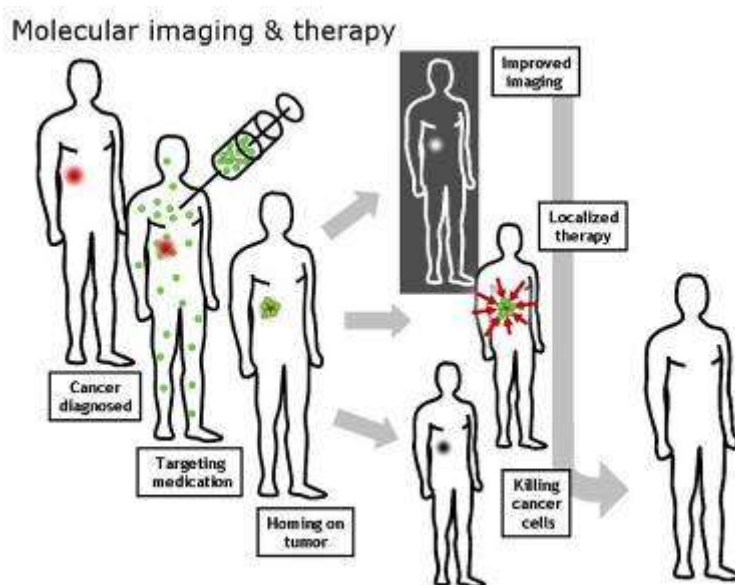
“La nanomedicina consiste básicamente en utilizar el conocimiento molecular de los seres vivos y la posibilidad de fabricar dispositivos de dimensiones nanométricas para mejorar la salud humana, tanto en el ámbito de la terapia (diseño y liberación de fármacos, construcción de nanomateriales biocompatibles, medicina regenerativa, mejora de técnicas terapéuticas) como en el del diagnóstico (incremento de sensibilidad y especificidad de técnicas convencionales, fabricación de nanobiosensores)” (1).

En medicina podemos distinguir dos áreas hasta ahora bien distintas, diagnóstico y tratamiento. La RAE define el **diagnóstico** como el “arte o acto de conocer la naturaleza de una enfermedad mediante la observación de sus síntomas y signos” (3). El **tratamiento** se dedica fundamentalmente a la curación de las enfermedades, o al menos a reducir sus síntomas y efectos negativos.

Un ejemplo de los posibles usos de los nanomateriales en el **diagnóstico** lo están desarrollando científicos de la Universidad de California, que investigan un nuevo método para detectar la metástasis, principal causa de muerte en enfermos de cáncer. Estos investigadores han desarrollado un novedoso dispositivo de tamaño nanométrico que atrapa células cancerígenas siguiendo un método similar al del papel pegajoso que se utiliza para capturar moscas. Se trata de un chip que está recubierto por un metamaterial llamado “nanopillar”, con el que se ha conseguido reducir el tiempo y aumentar la eficiencia de los diagnósticos. La importancia del invento radica en que ayudaría a detectar a tiempo posibles cánceres (4).

Hablando ya de **tratamiento**, se ha logrado identificar muchos de los genes relacionados con algunas enfermedades y, actualmente, muchas investigaciones utilizan estos nuevos conocimientos para desarrollar nuevos tratamientos para dichas enfermedades.

Se cree que se podrían reemplazar genes ausentes o que trabajan mal, a través de la implantación en células humanas desde el exterior del mismo tipo de gen, pero correcto genéticamente.



Fuente: [OpenSource Handbook of Nanoscience and Nanotechnology](#)

Este proceso no resulta sencillo porque, como el ADN no puede traspasar las células, se requiere la ayuda de un transportador (lo que podría hacer un nano-robot). Un equipo europeo de investigadores ha desarrollado un nuevo método para introducir el ADN en células de mamíferos a través de **nanotubos de carbón** modificados. Los nanotubos de carbón son estructuras nano con forma de aguja y fabricados con átomos de carbón (5).

Otra línea de investigación busca el desarrollo de **respirocitos**. Es el caso de Robert Freitas, investigador del Instituto de Fabricación Molecular de California, que ha creado una especie de glóbulo rojo artificial bautizado como “respirocito”. Con una sola micra ( $10^{-6}$ m) de diámetro, este robot esférico imita la acción de la hemoglobina natural, que se encuentra en el interior de los hematíes, aunque con la capacidad de liberar hasta 236 veces más oxígeno por unidad de volumen que un glóbulo rojo natural. Los respirocitos incorporarán sensores quími-



cos, así como sensores de presión. De esta forma estarán preparados para recibir señales acústicas del médico, que utilizará un aparato transmisor de ultrasonidos para darles órdenes con el fin de que modifiquen su comportamiento mientras están en el interior del cuerpo del paciente (6).

También citaremos la **nanocirugía**. Mediante la ionización de la materia por luz, la nanocirugía láser permite efectuar intervenciones externas tales como el corte de microtúbulos o de fibras sin dañar las estructuras de alrededor o comprometer la viabilidad celular. Así, el uso de nuevos tipos de láser, más precisos y potentes, ofrece un mejor acercamiento al estudio de la estructura celular. Ello explica el reciente éxito de la cirugía con láser porque permite un mejor control del efecto deseado y de su extensión espacial. La nanocirugía consiste en la modificación de las células en una forma sencilla y segura. De esta forma, podemos cambiar la forma de cualquier parte del cuerpo o eliminar tejido no necesitado (7).

## 4. Las entrevistas

---

Nos pareció interesante la idea de realizar entrevistas en las que pudiéramos hablar con científicos y conocer sus laboratorios.

El primer paso para decidir a quién visitar fue buscar en Internet información sobre investigaciones y científicos que tuvieran relación con Zaragoza. Pronto encontramos artículos sobre el trabajo del INA –Instituto de Nanociencia de Aragón- en busca de curas y fármacos contra el cáncer.

El segundo paso fue buscar las personas a las que entrevistar. Descubrimos que el padre de una compañera de clase trabajaba en esa rama: era Víctor Sorribas, catedrático de toxicología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Víctor nos aconsejó otros posibles contactos a los que poder entrevistar.

Vamos a presentaros las entrevistas en un orden específico, el que va de lo básico a lo aplicado, de las leyes generales a su uso, en nuestro caso, para aplicaciones médicas.

Primero os contaremos la entrevista a Fernando Palacio del CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que nos habló sobre las propiedades básicas de los nanomateriales y el magnetismo. A continuación, os contaremos nuestra visita al INA, Instituto de Nanociencia de Aragón, donde Gerardo Goya nos habló sobre las aplicaciones de la nanociencia a la medicina. En tercer lugar, os hablaremos del trabajo de Víctor Sorribas en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, que estudia la posible toxicidad de las nanopartículas.

## 4.1 CSIC - Fernando Palacio

Fernando Palacio es profesor de investigación en el CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y trabaja también como coordinador del grupo de Materiales Magnéticos del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón.



*Escuchando a Fernando Palacio*

Fernando nos contó que las leyes clásicas de la física y la química no se cumplen a tamaño nano e inferior, sino que se utilizan las leyes de la **mecánica cuántica**. Si todo funcionara con las leyes de la mecánica cuántica, sería muy diferente de lo que conocemos.

Pongamos un ejemplo del **cambio de propiedades por efecto de la reducción de tamaño**: si una pieza de 5 nanómetros de oro se sumerge en un líquido, es fosforescente. A un tamaño de 4 nanómetros el oro cambia de color, pasando de ser dorado a negro.

Fernando nos habló de la película *Viaje alucinante* (8), basada en una novela de Isaac Asimov, en la que un científico, que posee un secreto de estado muy importante, está en coma como consecuencia de un trombo en el cerebro y es de vital importancia que se recupere. Un grupo de científicos ha descubierto la técnica de reducir objetos y deciden miniaturizar un submarino y a varios científicos para llegar hasta el cerebro del enfermo para solucionar su problema. No os contaremos el final pero ¡merece la pena verla!

Esto es ciencia ficción pero hay que quedarse con el mensaje.

Ya se puede hacer un “mini submarino” e introducirlo en el cuerpo, pero no reduciendo los que conocemos sino **fabricándolo desde lo pequeño**, desde lo nano. Este nano submarino tiene que tener una serie de características y funcionalidades: algo que funcione como motor, llevar medicinas, un elemento de anclaje, localizador, etc.

Para moverse al lugar preciso estos submarinos llevan un anticuerpo de la célula infectada, así la localizará y se anclará a ella, soltando después el fármaco. Los modelos actuales constan de un núcleo que es un imán (nanopartícula de óxido de hierro) recubierto de una sustancia que no le resulta extraña al cuerpo para que éste no la rechace o la destruya.

Pero ¿qué es un imán?

Un **imán** es un material formado por átomos magnéticos, pero además, esos átomos tienen que estar organizados, orientados en la misma dirección. Si miramos la estructura de un imán vemos que sus átomos están ordenados, que tiene una estructura



*Fernando Palacio nos habló mucho sobre magnetismo*

que se repite en 3D, tiene “periodicidad espacial”, de forma que cada una de sus celdas-unitarias se repiten en las tres direcciones. Es cristalino.

Para alinear convenientemente los átomos es necesaria una interacción y ésta se produce aplicando un campo magnético exterior. Por otro lado sabemos que los electrones son una carga en movimiento y crean lo que se denominan “momentos magnéticos”. El hierro (Fe) tiene electrones no apareados, tienen momento magnético. Por eso, y porque es estable, los investigadores toman el hierro como material base para muchos de sus trabajos en nanotecnología.

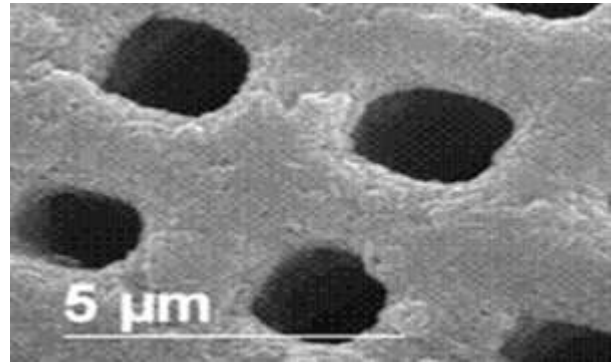
Para que un imán sea nano debe tener un tamaño que sólo contenga un dominio magnético, y ese tamaño es de 30 nanómetros o menor, tamaño en el que la partícula se convierte en súper paramagnética, una propiedad que no tiene cuando es mayor del mencionado tamaño.

Las **partículas nano magnéticas** se utilizan para varias cosas: tanto para mover las cápsulas nano que las utilizan como para facilitar las técnicas diagnósticas por su alto contraste. También se utilizan para la terapia en sí, pues se las puede hacer vibrar a alta velocidad de forma que calienten la zona inmediatamente cercana a ellas mismas, matando así las células malignas.

Pero ¿cómo se obtiene una nano-partícula? Hay que montar una **estructura química** para lograr lo que queremos. Se van montando pieza a pieza por procedimientos químicos y/o físicos. Si mezclamos sal de hierro y un polímero, se hace una pasta líquida. Si a eso le añadimos hidróxido sódico, hace que se conviertan en las moléculas de óxido de hierro, dentro de una especie de cajas que tienen los polímeros.

Por último, Fernando nos contó que las nuevas propiedades de la materia nano han abierto líneas de investigación en muchos campos científicos:

- **Nuevos materiales:** creación de materiales con nuevas propiedades. Es una revolución tecnológica de la que muchos todavía no somos conscientes, pero tendrá múltiples utilidades.
- **Salud:** en cuestiones de seguridad y medio ambiente, se pueden obtener sensores basados en las propiedades “nano” con mínimas partes de material. Un ejemplo son las “narices artificiales”, que son sensores que detectan los olores sin cometer errores.

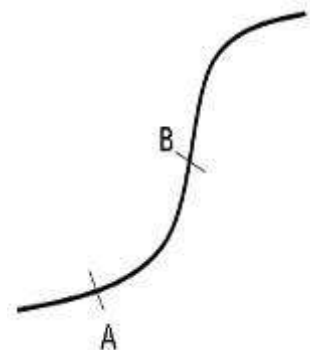


*Membrana de nanoporos. Fuente: I.N.A.*

- **Energía:** nuevas tecnologías basadas en placas solares y otros materiales.
- **Agricultura y Alimentación:** cuando el alimento haya caducado o se ha estropeado, las nanopartículas podrían detectarlo y cambiar el color de la etiqueta a uno de alarma.
- **Transporte y Espacio:** ya existen nanotubos de carbono con propiedades conductoras muy superiores a las que actualmente usamos. Se están desarrollando materiales de alta resistencia y estructuras nano con propiedades mecánicas o eléctricas especiales.
- **Información y Comunicación:** las memorias cada vez contendrán más datos en espacios más reducidos y las baterías serán de mayor duración.
- **Química:** los nuevos materiales requerirán y facilitarán nuevos procedimientos.

Según Fernando, todo en esta vida se puede representar como una **gráfica en forma de “S”**. Si la nanociencia fuera una S, estaríamos en el punto “A”. Pero en el futuro, cuando seamos mayores, habrá avanzado considerablemente y se podría encontrar en el punto “B”.

Al principio de la “S” hay que dedicar mucho esfuerzo y los resultados son muy pequeños, pero conforme se va subiendo el desarrollo y los resultados son muchísimo mayores. En la parte alta de la S, los avances son más pequeños porque se está agotando el campo de investigación.



*La “S” de Fernando Palacio dibujada por Belén*

## 4.2 Instituto de Nanociencia de Aragón - Gerardo Goya

Como ya dijimos, la nanociencia reúne investigadores de muchas especialidades. Los científicos de distintas facultades se reúnen para trabajar en común en un Instituto, en este caso el Instituto de Nanociencia de Aragón, donde colaboran más de 100 investigadores de todo el mundo. El INA está dentro de los centros de referencia en Europa en el campo de la Nanociencia y Nanotecnología.

Las 3 áreas principales de investigación del INA son la Nanobiomedicina, la Física de Nanosistemas y los Nanomateriales.

Por ejemplo, en el campo de la Nanobiomedicina, colaboran allí los físicos, que fabrican las nanopartículas, los químicos, que las sintetizan, los bioquímicos, que añaden marcadores y señalizadores, y los médicos y biólogos, que las prueban.



*Gerardo Goya nos enseñó el microscopio Titán*

Allí nos entrevistamos con Gerardo Goya, físico e investigador, y también conocimos a Ricardo Ibarra, director del INA.

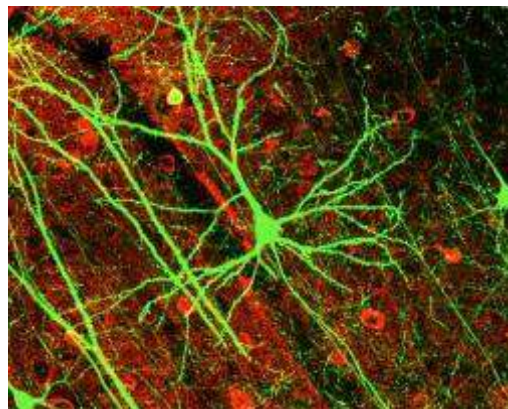
Gerardo nos habló de la Nanobiomedicina y sus nuevas técnicas de diagnóstico y terapia.

En **diagnóstico** se utilizan biosensores y agentes de contraste nano para mejorar **la Imagen por Resonancia Magnética (MRI)**. Se usa este material por sus buenas propiedades magnéticas y su estabilidad, es decir, son partículas que cambian muy poco, puesto que se introducen en el cuerpo ya oxidadas.

En **terapia** experimentan con nanopartículas para el **suministro controlado de fármacos**. Las nanopartículas pueden liberar fármacos que matan células dañinas, por ejemplo, en el caso del cáncer. El proceso es complejo porque el sistema inmune rechaza las nanopartículas. Lo que se hace es dirigir las partículas hacia las células que se quiere eliminar. Para ello se aprovechan las propiedades magnéticas de las nanopartículas de óxido de hierro. Se utilizan marcadores y señalizadores para dirigir las partículas y saber dónde están. Si las células dañinas no llegan a morir por efecto del fármaco, se puede intentar eliminarlas por el calentamiento llamado

"**hipertermia inducida**". Esta técnica consiste en hacer vibrar los nanomateriales, gracias a las ondas electromagnéticas, hasta que se calientan. Cuando llegan a 46° mueren las células dañadas.

El tratamiento es diferente para otras enfermedades como las de tipo degenerativo, para las que se podría utilizar la **regeneración neuronal**. Como nos lo explicó Gerardo:



Neurona. Fuente: [wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Neurona)

“La regeneración neuronal es la regeneración de un nervio dañado o quemado. ¿Sabéis que los tejidos nerviosos no vuelven a crecer una vez dañados? Pues esta aplicación consiste en guiar a las células nerviosas cargándolas primero con nanopartículas y luego, con imanes muy potentes, forzarlas a que crezcan en una dirección. Hay unas células llamadas las células de Schwann, que son las que “dicen” al nervio en que dirección crecer. La idea es colocar las células de Schwann en fila con las nanopartículas para forzarlas a crecer en una dirección y regenerar el nervio.”

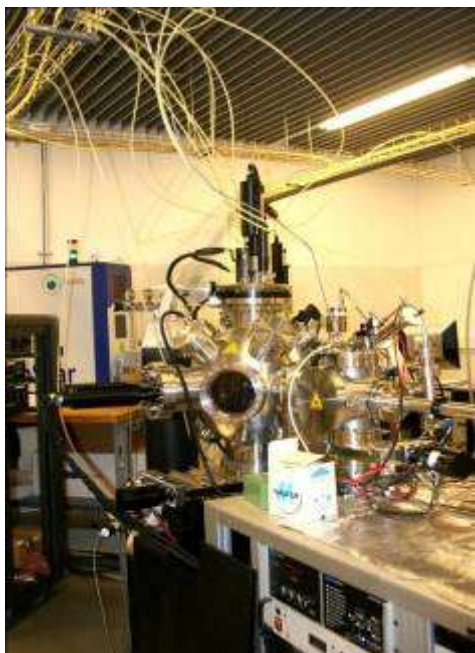
Otras enfermedades que podría tratar la nanomedicina serían las llamadas **parasitosis**. En el INA estudian dos tipos de parásitos. Una es la “leishmanía”, que existe aquí en Aragón y es endémica. Es una enfermedad que ataca a los perros. Produce inflamación del hígado pero también ataca a otros órganos. A veces, en casos raros, puede pasar a los humanos. Otra enfermedad que tratan es el “mal de Chagas”. Se produce por un parásito llamado "tripanosoma". Se mete dentro del músculo y del hígado y se va multiplicando. Al multiplicarse, el volumen de los órganos aumenta. Por ejemplo: si te entra en el corazón, tienes problemas cardiacos. No tiene cura y los síntomas son realmente serios. Una de sus variantes, el *Tripanosoma Brucei*, ataca el sistema nervioso. Se llama la enfermedad del sueño porque altera el sistema nervioso, y los síntomas son falta de concentración, falta de movilidad y sueño.

Preguntamos a Gerardo si tenía riesgo su trabajo. Nos respondió:

“Sí, porque nuestro trabajo consiste en manipular nanopartículas que si las respiras es como respirar un humo o polvo que es muy malo para la salud. Por seguridad, debemos tomar medidas preventivas, como por ejemplo llevar máscara y guantes y sobre todo trabajar detrás de la cámara de extracción.”

Según nos contó, **no es rápido ni sencillo el crear un nuevo fármaco**, ni que llegue a venderse en las tiendas. Primero se investiga si el nuevo fármaco cumple de las leyes de la química y la física. Después, si es útil para lo que se necesita. Una vez que has encontrado que puede servir, tiene que pasar muchísimos exámenes para salir al mercado. Las primeras pruebas se realizan con células de sangre, de hígado o de riñón. A continuación se utiliza el fármaco con animales. Y, finalmente, se aplica en humanos de forma experimental. Después de

superar todas esas etapas, las Autoridades Sanitarias tienen que aprobarlo. Este proceso es muy caro y puede durar unos diez años.



*Laboratorio en el INA*

Estuvimos en el laboratorio donde se crean las nanopartículas de óxido de hierro. Primero parten de polvo de hierro. Este polvo se mezcla con otros productos químicos según lo que interese y así dan forma a las distintas nanopartículas de óxido de hierro que usan.

Luego estuvimos en el laboratorio de bioquímica, donde se añaden proteínas y moléculas a las nanopartículas, para que así las nuevas partículas nano vayan a un tipo de célula determinada atraídas por esa proteína especial. Allí las nanopartículas se juntarían a la célula utilizando esas u otras proteínas y realizarían su trabajo.

Gerardo nos enseñó un microscopio invertido y un microscopio de fuerza atómica, que como ya hemos dicho antes consiste en una puntita que va moviéndose muy cerca sobre la muestra.

Después fuimos a la sala blanca. Se llama así porque solo tiene 100 motas de polvo por cada metro cúbico. La sala necesita estar limpia para evitar depositar impurezas sobre las muestras. Usan nanomanipuladores, que consisten en unas pinzas que se pueden mover en distancias muy pequeñas, de cientos de nanómetros. Con eso puedes coger un objeto muy pequeño, girarlo y cortarlo. Esto sirve, por ejemplo, para crear una lámina magnética que actúa como detector de partículas que cuando pasan por un antibiótico lo detecta.

También vimos el Titán, hoy posiblemente el modelo de microscopio electrónico más avanzado del mundo, capaz de ampliar hasta ver átomo por átomo. Las fotografías que nos ha cedido el INA para este artículo, por ejemplo la de la portada, son del Titán.

### **4.3 Departamento de Toxicología de la UZ - Víctor Sorribas**

Visitamos a Víctor Sorribas, Catedrático de Toxicología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, la tarde del 18 de enero del 2010. Nos esperaba a la entrada de su Facultad, donde primero nos enseñó alguno de los laboratorios que había en el Departamento, mostrándonos los aparatos y máquinas que utilizaba: centrifugadores, batidoras, aparatos frigoríficos, ordenadores, etc.

Miramos por un microscopio de revolver de ópticas invertido y nos mostró como podían verse unas células dentro de una cajita de cultivo, tanto en el propio microscopio como en la pantalla de uno de los ordenadores conectados.

Víctor nos explicó que su departamento se especializa en el estudio de la **biocinética** (el comportamiento de las nanopartículas en contacto con las células y sus efectos sobre ellas) y su posible toxicidad.

Por ejemplo, ahora están estudiando la toxicología de las **nanopartículas de hierro**, las que ya sabemos que son, a tamaño nano, paramagnéticas. Esa propiedad no se da a nivel macro.

El paramagnetismo hace que las nanopartículas de hierro estén magnetizadas y que todas giren por igual, lo que le da unas propiedades muy interesantes.

El equipo de Víctor debe estudiar si esas nanopartículas, que pueden ser de 6, 10, 15, 60... nanómetros, afectan a nuestro cuerpo, en qué cantidad pueden llegar a ser tóxicas, cómo reaccionan las células, etc.

Nos explicó también que actualmente **ya hay productos en el mercado de tecnología nano**, como por ejemplo algunas cremas solares que llevan nanopartículas de titanio. Gracias a ellas podemos darnos una vez la crema y aguantar sin quemarnos unas cinco o seis horas. Otros productos que aprovechan nanomateriales son los leds para los faros de los automóviles y semáforos, donde se utilizan los nanotubos de carbono que transportan la electricidad mejor que los cables comunes. También se están haciendo envases de alimentos hechos de nanopartículas para que la fecha de caducidad se prolongue. Otro de los objetivos es el de crear baterías para aparatos electrónicos como teléfonos móviles o cámaras de fotos, de mayor duración gracias a las nanopartículas. En un futuro cercano las placas solares serán más eficientes que en el presente, actualmente aprovechan un 30% de las radiaciones solares mientras que en el futuro con las nanopartículas podrán llegar a aprovechar un 90%.

En cuanto a Nanomedicina, Víctor nos habló de toda una revolución frente al diagnóstico y tratamiento habitual. Se está desarrollando el **teragnóstico**, palabra compuesta por dos acciones: **diagnóstico y terapia en la misma intervención**.



*Víctor Sorribas nos mostró sus instalaciones*



En cuanto al *diagnóstico*, están trabajando con nanopartículas de hierro para poder introducir las en el cuerpo, que no dañen a las células y que tampoco sean destruidas por los anticuerpos, para lo cual, habitualmente, recubren las nanopartículas de hierro con proteínas u otras materias.

Gracias al paramagnetismo pueden dirigir las nanopartículas y, al mismo tiempo, podemos localizarlas para situarlas donde necesitemos. Aprovechando sus posibilidades podrán realizar resonancias magnéticas que darán imágenes más claras de la zona a la que han llevado las nanopartículas. Esta información le permite al especialista saber lo que le pasa al paciente y preparar la terapia adecuada.

En cuanto a la *terapia*, se vuelven a aprovechar las propiedades de las nanopartículas de hierro para curar al paciente. Se ha descubierto que las nanopartículas de hierro, al estar sometidas a un campo magnético, vibran y, esa vibración produce una reacción hipertérmica lo que permitiría quemar la célula que deseemos. Por otra parte, también se podría hacer que las nanopartículas transportaran un fármaco para soltarlo en la célula infectada.

Todo esto todavía está en proceso de investigación y tardará un tiempo en salir al mercado. Esto es debido a que hay que hacer muchas pruebas que nos aseguren que no hay problemas ni para las personas ni para el medio ambiente.

## 5. Aplicaciones para el futuro

### 5.1 Aprendizaje instantáneo – Andrés Montori

Llegará el día en el que, cuando necesitemos saber algo lo podremos aprender rápidamente gracias a la nanociencia.

Mi propuesta como aplicación de la nanociencia para el futuro es crear unas nanopartículas, que contengan información para poder transmitirla al cerebro.



Dibujo realizado por Andrés Montori

Al ritmo que actualmente llevan los desarrollos de aplicaciones informáticas, en un futuro no muy lejano, se podrán condensar muchos datos en espacios muy pequeños (nanopartículas). También se irá avanzando en el entendimiento del cerebro y de las nanopartículas, para que este órgano pensador comprenda su lenguaje.

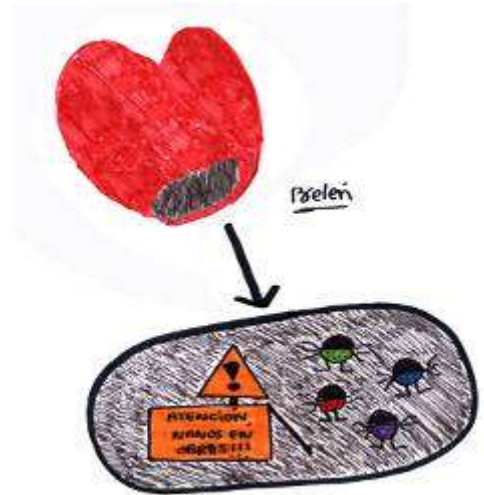
Cuando queramos aprender a hablar en otro idioma, introduciremos en nuestro cuerpo unas nanopartículas que se conectarán con el cerebro y descargarán la información almacenada. El cerebro será capaz de decodificar esta información e integrarla en la memoria.

## 5.2 Tratamiento de infartos de corazón – Belén Carrera

Mi aplicación para el futuro consiste en tratar los casos graves del infarto de corazón.

Si el infarto ha sido grave, se puede morir parte del tejido del corazón, que no se puede regenerar, y puede producir la muerte o una limitación al enfermo.

En el futuro se podrían introducir en el cuerpo unas nanopartículas que llevarán células madre y dirigirlas a la parte dañada del corazón. De esta manera se podría regenerar el tejido y que el corazón volviera a funcionar sin dificultades.



*Dibujo realizado por Belén Carrera*

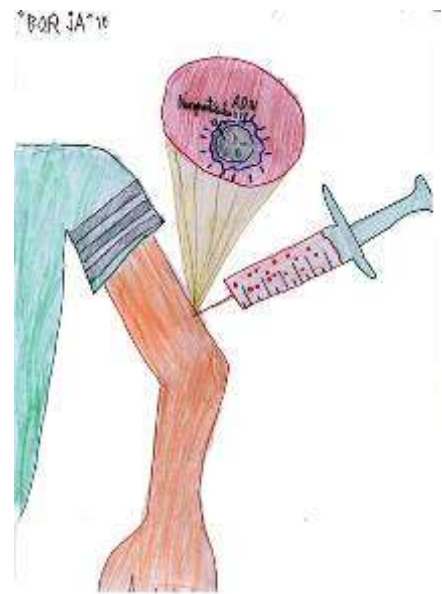
## 5.3 Prevención de enfermedades hereditarias – Borja Iglesias

Propongo modificar el ADN de los genes de una persona para que las enfermedades hereditarias no aparezcan.

He pensado que las nanopartículas de óxido de hierro podrían transportar un ADN e insertarlo en células concretas, en las que pueden aparecer enfermedades hereditarias.

El ADN tendría que ser una copia corregida del que tiene el paciente, para que sus funciones sean iguales pero que no produzcan enfermedades hereditarias.

Esta técnica sería útil para sanar muchas enfermedades, sobre todo de jóvenes.



*Dibujo realizado por Borja Iglesias*

## 5.4 Nano-robots “barrenderos”: limpieza de órganos vitales – Borja Novo

Yo crearía unos nano-robots que se inyectarían por las venas e irían directos a los órganos vitales. En cuanto llegan al órgano, se hace una copia en su memoria de una célula en buen estado del órgano y se dirigen a las células que no están en buen estado. Las calientan hasta incinerarlas y hacen una copia de la célula que habían guardado en su memoria. En cambio, con los órganos que están enfermos, en vez de incinerarlos hacen un diagnóstico de la enfermedad y le extraen el virus o la bacteria. Una vez han terminado de curar el órgano vital, van magnéticamente al corazón para que mientras todos los demás órganos del cuerpo están bien los nano-robots estén eliminando el colesterol.



*Dibujo realizado por Borja Novo*

## 6. Conclusiones

Hemos disfrutado mucho trabajando en equipo en un proyecto como éste, largo e intenso. Acudir a los diferentes centros de investigación ha sido una experiencia muy interesante. Los científicos que nos han recibido nos han atendido con simpatía y entusiasmo. Eso nos ha hecho sentir halagados, bien recibidos. También pensamos que confían en nosotros porque somos el futuro.

La nanociencia es una disciplina relativamente reciente y bastante desconocida entre la población, pero sus posibilidades en numerosos campos de la ciencia son enormes. La nanociencia ha abierto las puertas a un nuevo mundo.

La nanociencia requiere un trabajo multidisciplinar en el que colaboran científicos de muchas ramas y países.

Los materiales a nivel nano cambian sus propiedades: queda mucho por investigar y descubrir sobre ellos, así como sobre sus nuevas aplicaciones.

En el futuro la nanobiomedicina nos ayudará a diagnosticar y tratar enfermedades que hoy en día no tienen cura, de forma menos agresiva y con menos efectos secundarios.

## 7. Agradecimientos

---

Agradecemos de forma muy especial la ayuda recibida de Víctor Sorribas, no sólo a la hora de recibirnos, sino también por su colaboración para que nos atendieran otros investigadores.

También queremos agradecer mucho la atención y simpatía con que nos recibieron Fernando Palacio y Gerardo Goya, dedicando su tiempo a nosotros para facilitarnos este trabajo.

Al INA, además de agradecerle que nos recibiera tan bien, le damos las gracias en especial por las estupendas imágenes que nos ha cedido para este trabajo.

Nos queremos acordar también aquí de nuestros padres, madres, hermanos y hermanas que nos han motivado y animado a realizar este proyecto de investigación.

Y, por último, agradecemos a nuestra profesora Victoria Iriarte y al Colegio Juan de Lanuza su apoyo a nuestro grupo a la hora de presentar este trabajo.

## 8. Bibliografía y referencias

---

Imagen de portada cedida por el INA – Instituto de Nanociencia de Aragón.

Las imágenes sin referencia a autor son originales de los autores de este trabajo.

- (1) Martín Gago, José Ángel, Elena Casero, Carlos Brimes y Pedro A. Serena. 2009. *Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro*. Fecyt – Nanociencia y Nanotecnología
- (2) [http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia\\_que\\_es.htm](http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_que_es.htm)
- (3) [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=diagn%C3%B3stico](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=diagn%C3%B3stico)
- (4) <http://www.faq-mac.com/noticias/37934/nuevo-dispositivo-atrapa-celulas-cancerigenas-si-fueran-moscas>
- (5) [http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances\\_tecnologicos/2004/10/los-nanotubos-de-carbn-ofrecen-nuevas.htm](http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances_tecnologicos/2004/10/los-nanotubos-de-carbn-ofrecen-nuevas.htm)
- (6) <http://www.portalciencia.net/nanotecno/nanomedicina.html>
- (7) <http://blogs.creamoselfuturo.com/nano-tecnologia/2007/10/11/nanocirujia/>
- (8) <http://www.imdb.com/title/tt0060397/>

González J. M. López M. y Ruiz G. 2006. *Nanomedicina: Informe de Vigilancia Tecnológica*. Madrid: Fundación para el Conocimiento

Ten Wolde, Arthur, Ed. 1998. *Nanotechnology: Towards a Molecular Construction Kit*. The Hague: The Netherlands Study Centre for Technology Trends (STT).