



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

LOS “NANORRIESGOS” NO SON TAN DIMINUTOS



REFERENCIA: **3ACH81**

Las nuevas fronteras de la materia y la energía



sociedad

El inmenso censo de la vida marina

Los 'nanorriesgos' no son tan diminutos

La nanotecnología es la nueva revolución tecnológica, pero faltan investigaciones sobre su impacto en la salud ● Las partículas de minúsculo tamaño presentes en cremas o aerosoles, bajo sospecha

MÓNICA LÓPEZ FERRADO

Por su tamaño, pueden mirar frente a frente al ADN para cambiar su comportamiento. Las nanopartículas son capaces de moverse donde reside la maquinaria más íntima de los seres vivos. Entre genes, entre proteínas, entre virus o entre células. Miles de científicos de todo el mundo investigan para construir las átomos a átomo y que algún día modifiquen el curso de enfermedades como el cáncer o el Alzheimer. Pero la medicina no es su único campo de aplicación. La nanotecnología se vislumbra como la gran revolución tecnológica del siglo XXI. También se dedican grandes recursos para crear nanomateriales con nuevas propiedades que cambiarán nuestro día a día. De hecho, ya está entre nosotros. Se calcula que en el mercado ya hay unos 800 productos de consumo que la utilizan. Como las nanopartículas de la ligerísima raqueta de Rafael Nadal, las de superficies de ropa o sartenes que no se ensucian o cremas solares con protección total. De hecho, la cosmética es el sector que más las utiliza.

¿Pero podrían las nanopartículas suponer un peligro para la salud? Existe la duda de si su virtud, su pequeño tamaño y su alta reactividad, podría convertirse en defecto. En el caso de los bienes de consumo, que a diferencia de las aplicaciones para medicina no pasan por ensayos clínicos con seres humanos, no se sabe con certeza si, sin quererlo, en algunos casos podrían atravesar la piel, viajar por el torrente sanguíneo y alcanzar órganos. Tampoco si por su alta reactividad podrían alterar elementos celulares de forma indeseada. En todo caso, la Unión Europea ha impulsado investigaciones y una reforma reglamentaria sobre nanotoxicidad porque reconoce que la posibilidad existe.

Se trata de avanzar a los riesgos. Y, sobre todo, a la percepción social de estos riesgos. Los beneficios sociales y económicos que se esperan de ellas son muchos y la mayoría de expertos en este campo coinciden en la respuesta: no hay riesgo, pese a que algunas organizaciones ecologistas se hayan empeñado en lo contrario. Temen que se las estigmatice. "Ha habido campañas perversas, sin base científica e interesadas", afirma

Fernando Palacio, investigador del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, en referencia a las acciones de Friends of the Earth contra los posibles daños de las nanopartículas en las cremas solares. Ahora bien, se trata de un no en el que hay que leer la letra pequeña.

Lo cierto es que por su tamaño, las nanopartículas adquieren propiedades físicas y químicas diferentes a sus homólogas a escala mayor. ¿Significa eso que toda nanopartícula debe estar bajo sospecha? De nuevo, un rotundo no. "No hay que pensar en ellas de forma indiscriminada", afirma Palacio. Aun así, según un informe sobre nanotecnología del Joint Research Center (organismo de la Unión Europea), emitido el pasado mes de julio, "hay una aceptación común de que esa posibilidad existe y que es necesaria más investigación".

En química, sea en kilos, en micras o en nanómetros, los riesgos de una sustancia dependen de diferentes factores. Y todos suman. El tamaño, por ejemplo, puede ser tanto una ventaja como un defecto, dependiendo del uso y de la sustancia. Un kilo de oro sólido arrojado a la cabeza de alguien puede dañar su salud, por supuesto. Sin embargo, en

La raqueta de Nadal tiene nanopartículas, como 800 productos de consumo

La cosmética es el sector que más utiliza estos compuestos

un futuro las partículas de oro de 35 nanómetros (en un centímetro cuadrado cabrían más de 200.000) podrían servir para tratar el cáncer. Otro ejemplo. Actualmente, el arsénico se utiliza en procesos industriales, en pequeñas dosis (no tan pequeñas como las nano) y en compuestos que permiten beneficiarse de algunas de sus propiedades de forma controlada y segura. Ahora bien, si se ingiere directamente y en concentraciones más elevadas se trata de un clásico de los venenos.

Incierta toxicidad

► **Origen.** En 1974, Norio Taniguchi propuso el uso de la palabra nanotecnología. En el año 1991 se pudieron observar por primera vez nanotubos de carbono, que permiten construir estructuras tan duras como el diamante y tan flexibles como una goma.

► **Tamaño.** Miden entre 1 y 100 nanómetros. En un metro caben mil millones de nanómetros. Se cree que además de poder cruzar la membrana de las células, pueden alcanzar la sangre y los órganos. Probablemente, su dosis de toxicidad es diferente que la considerada a otras escalas y sería mayor en dosis menores.

► **Superficie.** Su toxicidad no depende solo de la composición. En proporción, su superficie es mayor que su volumen y, además, están diseñadas para producir ciertas funciones, lo que hace que potencialmente sean más reactivas incluso en otros aspectos. Se cree que existe la posibilidad de que por su alta reactividad puedan alterar mecanismos celulares para los que no han sido diseñadas.

► **Forma.** La forma también podría incidir en su efecto sobre la salud. Aunque no es concluyente, las estructuras en nanotubos —con un diámetro de nanómetros, pero una longitud de micras— podrían ser más tóxicas.

La diferencia a la hora de valorar las nanopartículas está en que a escala nano se rompen muchos de los parámetros con los que se miden sus riesgos y toxicidad, como la masa o la dosis. "A partir de ahora, en toxicología de nanomateriales, controlar la dosis ya no es suficiente, porque también son importantes la forma, el tamaño, la superficie y la pureza", explica Palacio.

La nanomedicina es uno de los subsectores más prometedores. Se prevé que el 80% de los medicamentos y las pruebas

diagnósticas utilicen la nanotecnología. Son productos que, al igual que todo medicamento, pasan por ensayos clínicos largos y exigentes, en los que se comprueba su eficacia y su seguridad, con técnicas in vitro, con animales y con seres humanos. ¿Pero qué mecanismos controlan la seguridad de los químicos que se usan en otros productos de consumo?

En Europa existe el Registro Europeo de Productos Químicos (REACH). Todo producto químico de uso industrial debe estar registrado y para ello debe ir avalado por estudios que aseguren que no supone un peligro. Pero las mediciones físico-químicas que exige REACH no sirven para las nanopartículas, según reconoce en sus informes la UE, ya que se comportan de forma diferente. Por eso, desde Europa se está reformando la normativa para que permita evaluar la seguridad de los productos nano. Según anunció Stavros Dimas, comisario de la Dirección General de Medio Ambiente de la Unión Europea, en los próximos dos años (hasta 2012) la Comisión va a revisar a fondo toda la legislación relacionada con el uso de nanomateriales para productos de consumo.

De forma paralela, se están llevando a cabo diferentes estudios para evaluar la nanotoxicidad, ya que hasta el momento no existen evidencias científicas claras. Por ejemplo, es necesario concretar si los trabajadores y los investigadores expuestos necesitan tomar medidas de seguridad especiales. Por eso, una de las exigencias de REACH será que toda nanopartícula vaya avalada por estudios de trazabilidad, es decir, sobre su impacto desde que se fabrica el producto hasta que acaba siendo un residuo. De hecho, un reciente estudio realizado por un grupo del Instituto de Nanociencias de Aragón, y publicado en *Nature Nanotechnology*, demuestra que muchos de los investigadores que trabajan con nanomateriales no toman medidas de seguridad específicas. Los resultados se basan en 3.000 encuestas enviadas a especialistas de todo el mundo dedicados a sintetizar y manejar nanomateriales. Tres cuartas partes de los entrevistados respondieron no tener normas específicas en cuanto al manejo de nanomateriales.

Un nanorrobot trabaja con una célula sanguínea. Las nanotecnologías son una fuente de futuros tratamientos. / GETTY

Otra de las cuestiones es averiguar si por su pequeño tamaño pueden ir a parar a lugares inesperados, donde moléculas mayores no pueden penetrar, y alterar mecanismos celulares de forma indeseada. De mayor a menor, el cuerpo humano está formado por tejidos, células, moléculas y átomos. Una célula sanguínea mide unos 7.000 nanómetros. Un auténtico gigante si se la compara con la hemoglobina, que mide unos 5 nanómetros. Justo el doble que una molécula de ADN, que en unos 2,5 nanómetros de ancho contiene las instrucciones del libro de la vida.

No hay datos en humanos sobre si una nanopartícula que toque la piel puede alcanzar otros órganos. La sospecha se deriva de estudios indirectos. Son investigaciones en las que se ha medido el impacto de nanopartículas presentes en el aire contaminado, resultantes de la combustión en los coches. Se ha visto que si se respiran alcanzan el fluido sanguíneo. Incluso se sospecha que pueden llegar al cerebro o al





sociedad

Nobel para el ‘padre’ de cuatro millones de niños



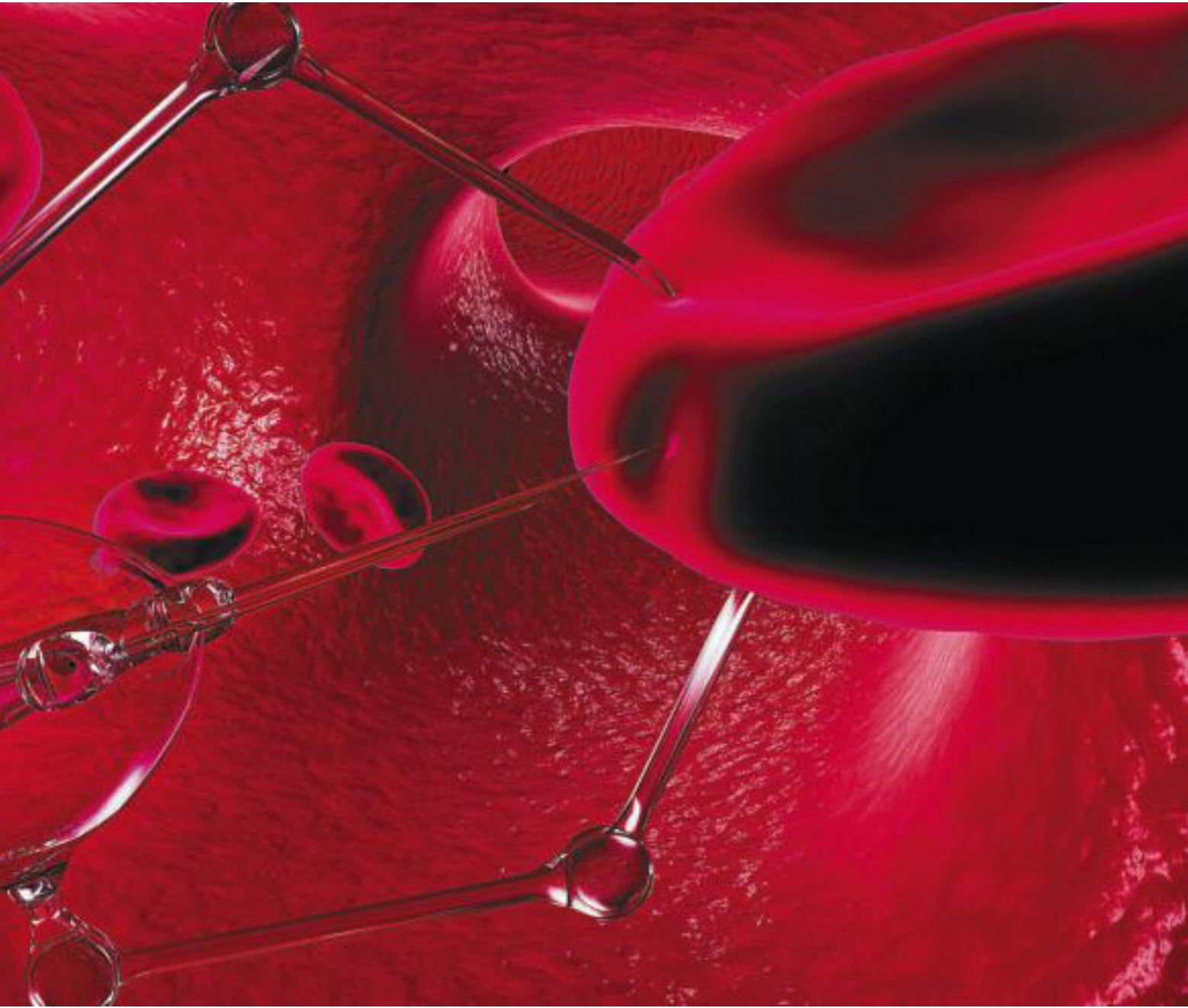
deportes

Xabi Alonso se adueña del Madrid



deportes

Europa recupera la Copa Ryder ante Estados Unidos



feto en mujeres embarazadas y provocar alteraciones.

Otro estudio con ratones, en este caso expuestos a nanotubos de carbono, publicado en el 2008 en *Nature Nanotechnology*, demostró que su inhalación puede llegar a provocar inflamación e incluso lesiones pulmonares similares a las del asbestos. En el trabajo, los autores recomien-

dan “precaución antes de introducir en el mercado estos productos”.

Cuando se habla de productos con nanopartículas, significa que pueden medir de 1 a 100 nanómetros. Y otra de las lagunas consiste en que aún no hay suficientes datos para definir a partir de qué tamaños provocan cambios y si coincidiría en dife-

rentes materiales. Un reciente estudio del Centro de Implicaciones Ambientales de la nanotecnología, de la Universidad de Duke, en Estados Unidos, también publicado en *Nature Nanotechnology*, muestra que las nanopartículas mayores de 30 nanómetros no traspasan barreras biológicas.

Pero el tamaño no es lo único

que importa. Ahí radica buena parte de la dificultad para dar con la regulación adecuada. La superficie de las nanopartículas también se diseña a la carta para que provoque los resultados deseados. “Así se puede dar lugar a reacciones químicas concretas, pero que también pueden llegar a participar en el metabolismo de la célula. Por ejemplo, pue-

den catalizar y hacer que su superficie absorba una proteína, pero también podría ocurrir que al mismo tiempo interaccionen con el ADN y aceleren o cambien una reacción a nivel celular, y acabar produciendo reacciones indeseadas”, reconoce Enrique Moya, científico del CIC Biomagune en San Sebastián, que investiga con ratones la posible toxicidad de nanopartículas de óxidos de metales, entre ellas el zinc y el titanio, utilizadas en cremas solares de protección total ya que, a diferencia de otras, se consigue que su textura sea más transparente. Precisamente, se trata de las más cuestionadas por los ecologistas, en concreto por Friends of the Earth. De momento, el trabajo de Moya se limita a exponer ratones a diferentes concentraciones de estos compuestos. Aunque de momento no ha obtenido resultado sobre su potencial citotóxico, “hay sospecha”, apunta.

Kenneth Dawson, investigador de la Universidad de Dublín, que lidera el proyecto europeo

“Las campañas en contra han sido interesadas”, dice un científico

La UE impulsa normas y estudios para adelantarse a eventuales riesgos

sobre nanotoxicidad Q-Nano, observa que las evidencias científicas sobre nanotoxicidad son muy limitadas. En el caso de las cremas solares, llega a sugerir sin reparos que el daño sobre la piel que se ha observado en algunas personas podría deberse a que las nanopartículas producen un mayor roce sobre la piel “y no a la toxicidad”.

Otro análisis realizado por el centro de investigación CSIRO de Australia, el país con mayores índices de cáncer de piel y, por tanto, grandes interesados en este tipo de cremas, establece que las cremas con nanopartículas menores a 13 nanómetros son las más eficaces. Los autores advierten que no han examinado a fondo los posibles efectos. Es decir, que una vez más sus conclusiones vuelve a arrojar más preguntas.

Aun así, la nueva legislación europea sobre cosméticos va un paso por delante. Desde el año pasado establece que en el listado de ingredientes de todo producto debe indicarse claramente que contiene nanopartículas insertando la palabra “nano” después del nombre del ingrediente concreto. El documento incide en la misma incertidumbre: reconoce que “en la actualidad, la información sobre los riesgos asociados a los nanomateriales es inadecuada”.

Cuestión de límites

ANÁLISIS
Josep Samitier

La nanotecnología generará el año 2010 unos ingresos de 380.000 millones de dólares y se espera que para 2015 alcance casi 2,5 billones de dólares. Toda tecnología que introducimos en nuestra vida cotidiana o en nuestro proceso productivo conlleva riesgos que pueden afectar al medio ambiente o a nuestra propia salud. Riesgos que hay que conocer y valorar para determinar las medidas de seguridad necesarias que nos den un compromiso razonable entre los beneficios que se obtienen y los riesgos que asumimos. Uno de los avances que ha permitido la nanotecnología es la de poder fabricar nanopartículas o nanofilamentos (nanotubos) de múltiples materiales. Hay que considerar que nuestro propio organismo produce nanopartículas con las que convivimos todos los días

y que ayudan a nuestras células a realizar sus funciones.

El año 2004 un primer informe alertó sobre los posibles riesgos de las nanopartículas para la salud o el medio ambiente. Desde entonces se han realizado múltiples estudios con conclusiones diferentes sobre el grado de riesgo que algunas de ellas conllevan. La European Chemicals Agency encargada de la implementación del registro REACH para sustancias químicas, ha publicado varios documentos sobre cómo considerar los nanomateriales en REACH. Se prevé para el año próximo la aprobación de una guía específica para su registro.

El riesgo que pueda tener la utilización de una determinada nanopartícula depende de la toxicidad que presenta multiplicado por el tiempo de exposición al que nos encontramos. En muchas de las aplicaciones estas nanopartículas o nanofilamentos se introducen en otros materiales macroscópicos formando

materiales mixtos (*composites*), por tanto, minimizando su posible interacción con el exterior, pero en otras aplicaciones se utilizan en suspensión en emulsiones o líquidos, por tanto, con una mayor capacidad de exposición.

Hasta ahora, muchos de los resultados sobre el riesgo de partículas pequeñas se basan en los conocimientos adquiridos con partículas de tamaños mayores producidas en procesos de combustión de vehículos o calefacciones y que son la causa de la contaminación atmosférica.

Es razonable y adecuado que desde las Administraciones se establezcan a partir de los estudios científicos medidas de seguridad que permitan establecer para cada tipo de sustancia y aplicación, límites a la concentración y al tiempo de exposición. Una información pública con un conocimiento de las ventajas y riesgos es la forma más idónea para asegurar un desarrollo tecnológico sostenible. El apoyo a la investigación como clave para aumentar nuestro conocimiento es un factor decisivo para nuestra propia seguridad.

Josep Samitier es coordinador de la Plataforma Española de Nanomedicina.



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	Los “nanorriesgos” no son tan diminutos
Autor:	Mónica López Ferrado
Fuente:	<i>El País</i> (España)
Resumen:	En el futuro el tamaño sí importa. Lo muy pequeño generará riqueza, pero quizá también algunos riesgos. Las nanotecnologías permiten generar productos útiles en muchos ámbitos, entre ellos los relacionados con la medicina y la salud. Pero precisamente por la escala microscópica a la que operan las nanopartículas es posible que den lugar a también a interacciones con la materia viva que no estén previstas y que quizá no sean deseables. Analizar los riesgos del desarrollo de las nanotecnologías es muy importante. Y no sólo para minimizarlos sino también para evitar que las valoraciones sociales sobre la nanotecnologías se radicalicen sin fundamento.
Fecha de publicación:	05/10/10
Formato	☐ Noticia
	☒ Reportaje
	☐ Entrevista
	☐ Artículo de opinión
Contenedor:	☐ 1. Los retos de la salud y la alimentación
	☐ 2. Los desafíos ambientales
	☒ 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	☐ 4. La conquista del espacio
	☐ 5. El hábitat humano
	☐ 6. La sociedad digital
	☐ 7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	3ACH81



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica

Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre los riesgos de las nanotecnologías:

1. Todavía no hay productos de consumo que incorporen nanotecnologías pero llegarán dentro de pocos años.	V	F
2. La cosmética es el sector que más utiliza las nanotecnologías.	V	F
3. Todos los desarrollos de las nanotecnologías pasan por controles clínicos que permiten evaluar los posibles efectos secundarios para la salud humana.	V	F
4. Las propiedades físicas y químicas de las nanopartículas son idénticas a las de los materiales de escala mayor.	V	F
5. La palabra nanotecnología se utiliza desde 1974.	V	F
6. Las nanopartículas miden entre 1.000.000.000 y 10.000.000 metros.	V	F
7. En Europa se está reformando la normativa que permitirá evaluar la seguridad de los productos nano.	V	F
8. Los estudios de trazabilidad permiten evaluar el impacto de un producto desde que se fabrica hasta que acaba siendo un residuo.	V	F
9. Una célula sanguínea es entre 70 y 7.000 veces mayor que una nanopartícula.	V	F
10. Se ha demostrado que ningún nanotubo tiene efecto nocivo para la salud.	V	F

2. Busca información sobre los siguientes conceptos: nanotecnologías, nanopartículas, nanotubos y nanotoxicidad.

3. Haz un resumen del texto para que alguien que no lo haya leído pueda saber tres cosas:

- a) El campo de desarrollo tecnológico sobre el que trata.
- b) Los problemas o dilemas que plantea el desarrollo de ese campo.
- c) El papel de la investigación en la evaluación de los riesgos de las nanotecnologías.

4. ¿Qué aplicaciones tienen las nanotecnologías? Busca ejemplos que muestren sus potenciales beneficios para los seres humanos.

5. ¿A qué niveles puede producirse interacción entre las nanopartículas y la materia viva? ¿Qué relevancia para esa interacción tiene su tamaño, superficie y forma?

6. Antes de ser aprobados, los fármacos debe pasar por diversas fases de ensayos que demuestren su efectividad y evalúen sus riesgos potenciales. Averigua cuáles son esas fases. ¿Deberían también aplicarse estos procedimientos en relación con las nanotecnologías? ¿Plantea dificultades especiales esa evaluación en el caso de las nanopartículas?

7. Señala los aspectos que te parezcan más significativos del contenido del artículo titulado “Cuestión de límites” que se incluye en ese reportaje.

8. Busca información sobre los conceptos de riesgo y de peligro y señala las diferencias que cabe establecer entre ellos. ¿Qué diferencias hay, en relación con el riesgo, entre la vida de los seres humanos actuales y la de quienes vivían hace mil o diez mil años?

9. Sobre cada frase de la siguiente quiniela señala tu postura de acuerdo, desacuerdo o duda. Selecciona dos o tres frases de la quiniela que te parezcan destacables (estés o no de acuerdo con lo que dicen) y redacta un comentario sobre ellas.

Quiniela sobre los riesgos de las nanotecnologías			
1. Es más peligroso lo muy grande que lo muy pequeño.	1	X	2
2. Para algunos, lo que no se ve es como si no existiera.	1	X	2
3. No debería producirse ningún material de un tamaño inferior al de una célula. Es peligroso.	1	X	2
4. Las nanotecnologías pueden ser muy beneficiosas para el tratamiento de algunas enfermedades.	1	X	2
5. Las nanotecnologías pueden ser muy perjudiciales para la salud.	1	X	2
6. Con las nanotecnologías se podrá llegar a hacer que algunos cuerpos sean transparentes.	1	X	2
7. Es peligroso no considerar los riesgos.	1	X	2
8. Los riesgos que plantea el desarrollo tecnológico en el caso de las nanotecnologías los compensa el desarrollo de otras tecnologías para su control y minimización.	1	X	2
9. Las nanotecnologías son como los productos transgénicos, algo que puede afectar de forma imprevisible y quizá muy negativa a la estructura más básica de la materia viva.	1	X	2
10. En el futuro se considerará que los recelos que algunos tienen hoy frente a las nanotecnologías son muestra de ignorancia y oposición al progreso.	1	X	2

1: De acuerdo; **X:** En duda; **2:** En desacuerdo



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. La actividad 2 sugiere buscar información sobre algunos de los términos más significativos que se incluyen en el reportaje. La actividad 3 propone sintetizar el reportaje incluyendo tres aspectos especialmente relevantes. La actividad 4 sugiere buscar ejemplos de las aplicaciones potencialmente beneficiosas que pueden derivarse del desarrollo de las nanotecnologías. La actividad 5 se centra en la cuestión de la interacción entre las nanopartículas y la materia viva, mientras que la 6 aborda la de los sistemas de evaluación y control que se utilizan en medicina y la eventual conveniencia de transferirlos también al campo de las nanotecnologías y las posibles dificultades de su aplicación en ellas. La actividad 7 pone el acento en el contenido del artículo de opinión que se incluye al final del reportaje. En la actividad 8 se sugiere analizar los conceptos de riesgo y peligro y comparar el modo en que afectaban a los seres humanos en las culturas tradicionales con la forma en que les afectan con el desarrollo tecnocientífico actual. La actividad 8 plantea cuestiones valorativas que pueden generar cierta controversia en relación con el tema de las nanotecnologías y sus riesgos.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 4, 5 y 6.
- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 8 y 9. Tales apreciaciones pueden ser útiles para entender las percepciones que los jóvenes tienen acerca de los riesgos de las nanotecnologías.