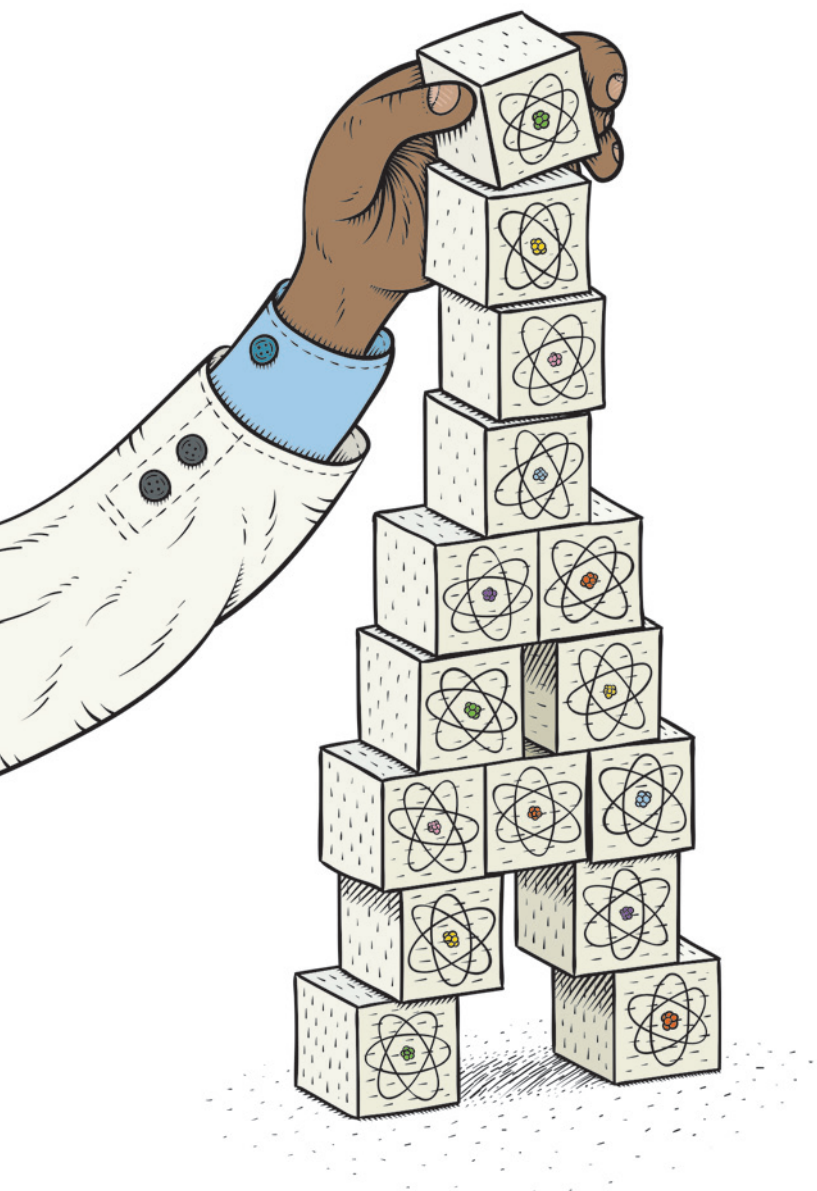


nanotecnología



CUADERNO EXPERIMENTAL

**EDITA**

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

DIRECCIÓN

Marián del Egido

CREACIÓN DE CONTENIDOS Y COORDINACIÓN

Pedro Serena (Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid - Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC)

GESTIÓN

Isabel Tarancón

REVISIÓN DE TEXTOS

Emilio J. Bande

ILUSTRACIÓN

WEARBEARD

MAQUETACIÓN

Advantia Comunicación Gráfica

IMPRESIÓN:

Editorial MIC

Depósito legal: M-31840-2017

Nipo: 057-17-196-X

e-Nipo: 057-17-197-5

Síguenos en:



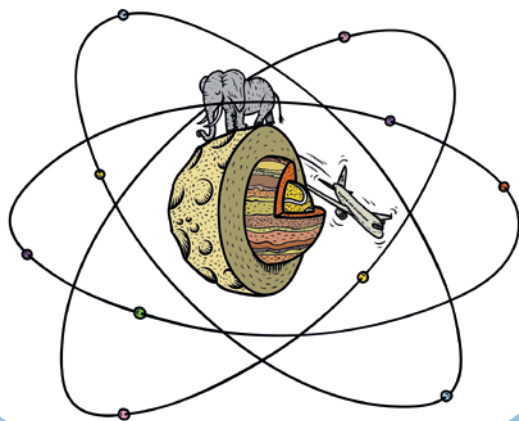
www.facebook.com/muncyt



@muncyt

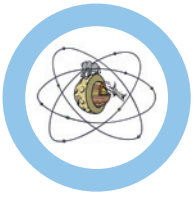


@muncyt_es



nanotecnología

- PREÁMBULO
- INTRODUCCIÓN SOBRE LA NANOTECNOLOGÍA
- DE LO MINÚSCULO A LO GIGANTESCO. UN PASEO POR LAS ESCALAS
- MANEJANDO CANTIDADES GRANDES Y PEQUEÑAS EN CIENCIA
- PREFIJOS EN CIENCIA: MEGA, KILO, CENTI, MILI, NANO, PICO...
- EL TAMAÑO SÍ QUE IMPORTA
- NANOTECNOLOGÍA EN MIS BOLSILLOS
- NANO-CRUCIGRAMA
- LOS PADRES DE LA NANOTECNOLOGÍA
- PARA SABER UN POCO MÁS... (LECTURAS RECOMENDADAS)
- SOLUCIONES DE LAS ACTIVIDADES

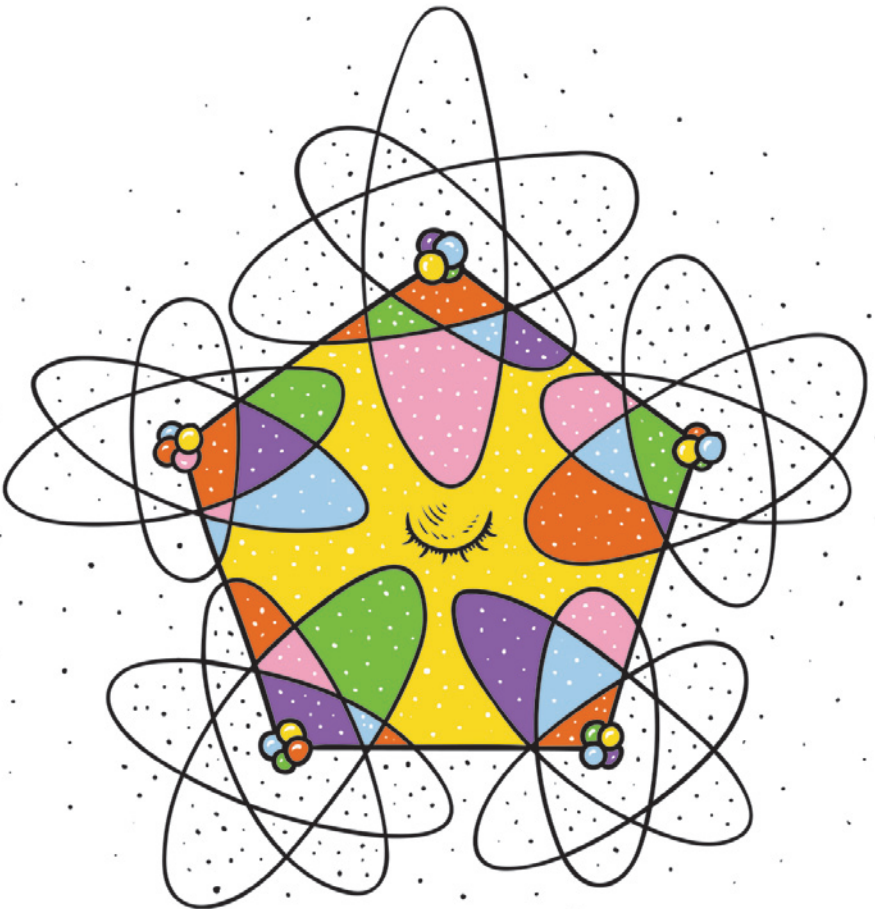


nanotecnología

preámbulo

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) elabora la colección "Cuadernos Experimenta" con el objetivo de abordar contenidos sobre ciencia y tecnología en un formato diferenciado y atractivo desde una perspectiva didáctica y lúdica. La misión del MUNCYT es contribuir al conocimiento y la cultura científica contando con la colaboración de investigadores, profesores y divulgadores. Esta publicación se dirige, por lo tanto, a todos los públicos y contiene retos para resolver en el aula, durante la visita al Museo o para descifrar tranquilamente, por ejemplo, en el autobús.

Esta colección está formada hasta el momento por cuatro publicaciones cuya versión electrónica se encuentra en la web del MUNCYT para su descarga gratuita: "Biotecnología. Calidad de vida", "Luz", "Pasatiempos científicos" y "Relatividad".

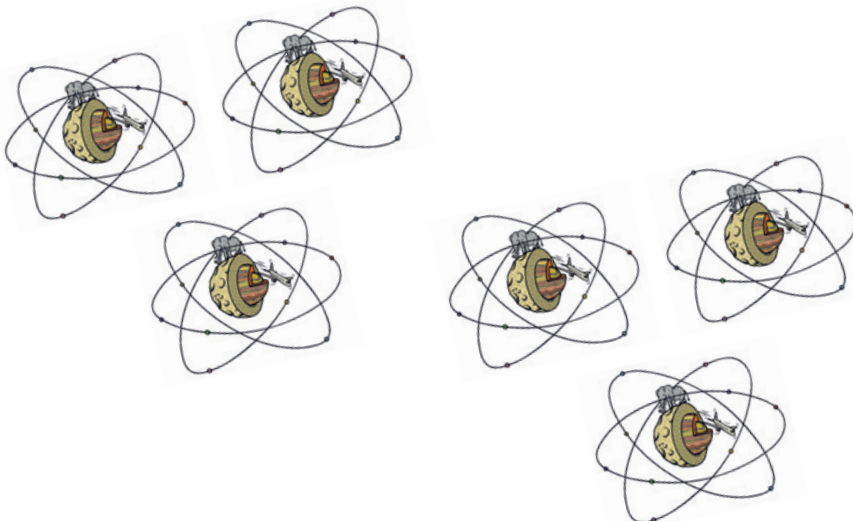


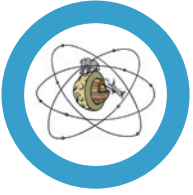
Introducción sobre la nanotecnología

En ciencia, "nano" se asocia a algo pequeño, como "micro" o "pico". Sin embargo el prefijo "nano" hace referencia a la milmillonésima parte de algo (que se puede expresar como 10^{-9} o 0,000000001). Cuando anteponeamos el prefijo "nano" a alguna unidad física podemos hablar de nanosegundos (ns) o nanómetros (nm). Un nanómetro es una longitud muy pequeña, en la que podemos alinear unos pocos átomos (de 3 a 5) dependiendo de la especie química. Un virus tiene un diámetro entre 25 y 400 nm. Un cabello humano tiene un diámetro de unos 80.000 nm. Cuando hablamos de nanociencia estamos hablando del conjunto de conocimientos y técnicas que los seres humanos hemos adquirido y que nos permiten comprender el "nanomundo" o la "nanoescala", refiriéndonos con estos dos términos al conjunto de los materiales, estructuras y las entidades que poseen tamaños, al menos en una de sus tres dimensiones, inferiores a los 100 nanómetros. Por tanto, la nanociencia tiene como finalidad entender los fenómenos que ocurren en la nanoescala, las propiedades de los materiales y las estructuras que tienen tamaños nanométricos y cómo interactúan entre ellas o con entidades de mayor tamaño.

La nanociencia es un campo apasionante porque cuando las partículas, las estructuras y los objetos poseen tamaño nanométrico presentan propiedades notablemente diferentes de las de sus "hermanos mayores". Por ejemplo, cuando el tamaño de los objetos decrece se pueden dar cambios de color o de las propiedades eléctricas o magnéticas. Para trabajar en el nanomundo y entenderlo se necesitan herramientas para observar y medir sus propiedades, y con lo que aprendemos se desarrollan métodos para fabricar nanoestructuras y nanoobjetos con las formas, tamaños y composiciones que deseemos. En el nanomundo nos encontramos con nanopartículas, nanohilos, nanotubos, nanoláminas, etc., que pueden estar formadas por materiales metálicos, cerámicos, orgánicos, semiconductores, etc. Además estas nanoestructuras pueden combinarse entre sí para formar entidades más complejas. Muchos de estos nanoobjetos han saltado a la fama en los últimos años como ocurre con los fullerenos, los nanotubos de carbono, o el grafeno.

La nanociencia es multidisciplinar, con contribuciones de la física, la química, la biología, la ingeniería y la medicina. Cada disciplina aporta sus propios métodos y técnicas, por lo que en ocasiones trabajar en nanociencia es un tanto complicado porque se mezclan ideas, conceptos y vocabularios de diversa procedencia. Cuando se pasa de pensar en entender el nanomundo a dominarlo para obtener aplicaciones novedosas o rupturistas, la nanociencia da paso a la nanotecnología. Hoy sabemos que no hay sector económico en el que la nanotecnología no tenga impacto. ¡El futuro es "nano"!





nanotecnología

de lo minúsculo a lo gigantesco. Un paseo por las escalas

Las plantas, animales y objetos que nos rodean son, en muchos casos, perceptibles a simple vista, pero en otros requerimos de algún sofisticado instrumento para su observación. En unas ocasiones usamos microscopios para ver objetos o seres vivos de tamaño minúsculo y en otros casos necesitamos potentes telescopios para observar planetas o estrellas muy lejanas. Lo que es evidente es que nuestro universo está formado por entidades de tamaños muy diferentes.

El interés de los seres humanos por las cuestiones relacionadas con los tamaños ha sido motivo de reflexión de pensadores y escritores. Todos recordamos el fantástico libro "Los viajes de Gulliver" del escritor irlandés Jonathan Swift que vivió entre los siglos XVII y XVIII en el que su protagonista viajaba, entre otros, a los reinos de Lilibut, poblado de diminutos seres, y de Brobdingnag, poblado de gigantes. Decenas de libros o películas nos hablan de seres enanos y de seres gigantes, de reinos diminutos, de monstruos gigantes, o de personas normales que empequeñecen. Lo muy grande y lo muy pequeño siempre ha causado fascinación. Sin embargo hay cosas que son mucho más grandes o más pequeñas que otras. En la actividad siguiente vamos a pensar un poco sobre este tema.

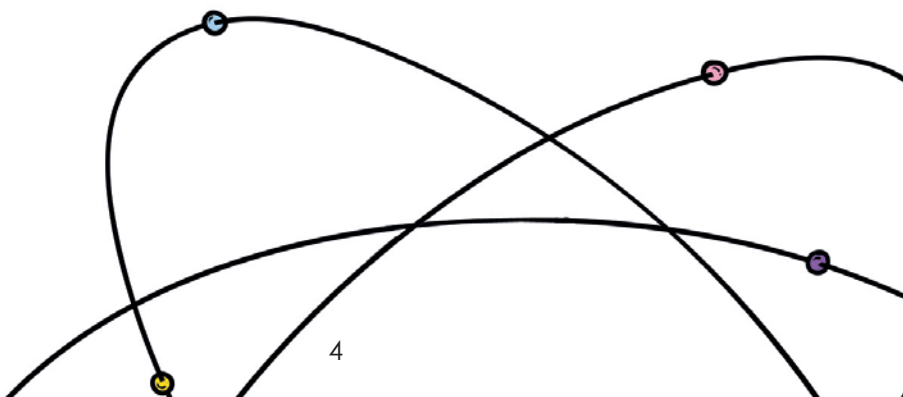
Actividad A1

En este pasatiempo te proponemos que ordenes de menor a mayor los siguientes objetos o entidades añadiendo un número entre los paréntesis. Te recomendamos que leas primero todos antes de escribir la respuesta.

La Luna (), Molécula de agua (), Elefante (), Electrón (), Átomo (), Molécula de ADN (), Virus (), La galaxia de Andrómeda (), Glóbulo rojo (), Júpiter (), Hormiga (), Pelota de tenis (), Avión Airbus 320 (), Huracán (), Gato (), Júpiter (), Mota de polvo ().

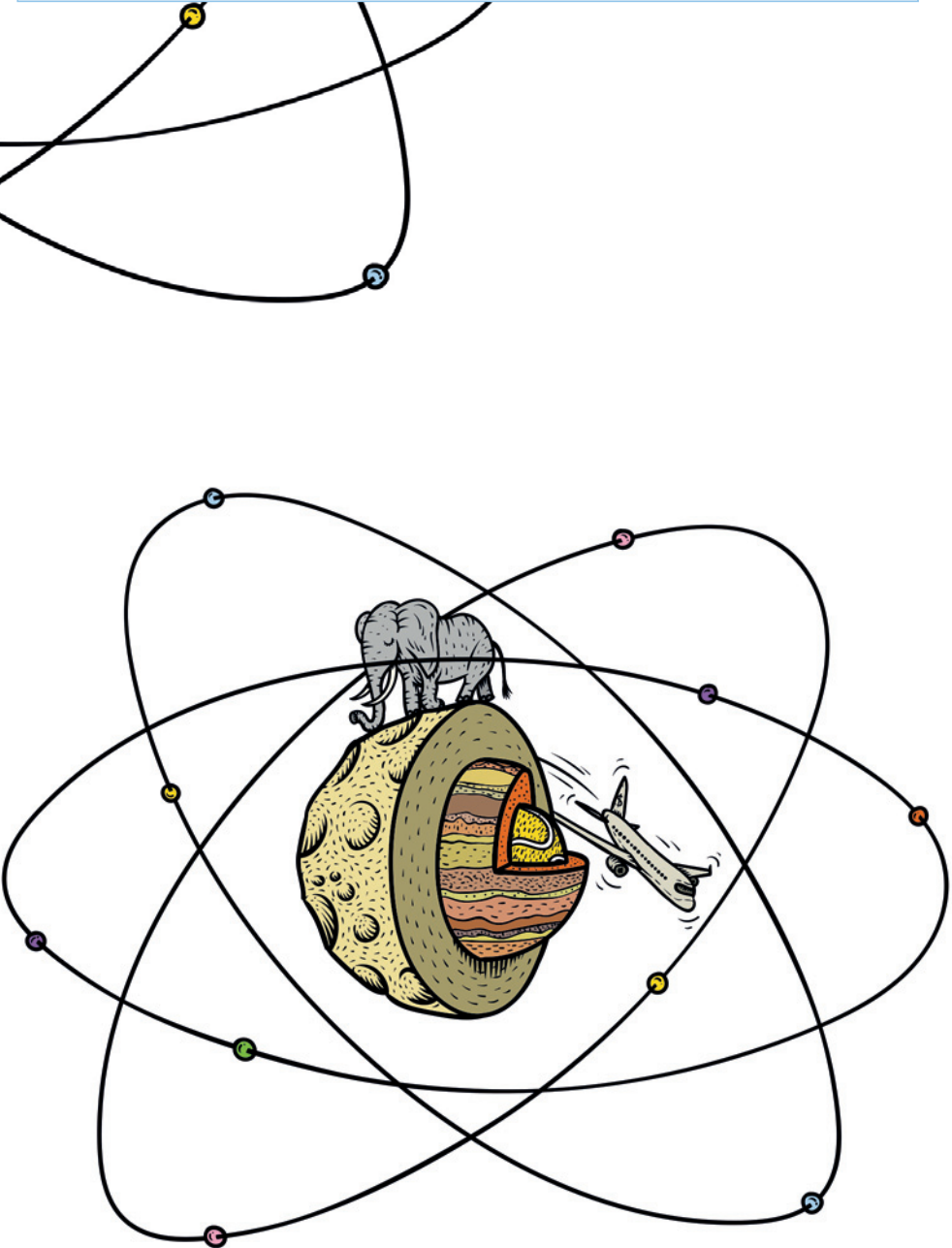
Actividad A2

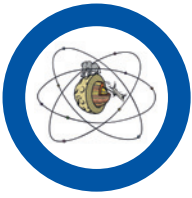
Por cierto, ¿sabrías decir cuáles de estos objetos o entidades se deben ver con los microscopios ópticos?



Atrévete...

Con nuestros sentidos estamos acostumbrados a percibir el entorno más cercano, que podríamos denominar macroscópico, pero para adentrarnos en el reino de lo diminuto necesitamos potentes microscopios. Con un buen microscopio podemos observar células de tamaño micrométrico, pero para ver átomos y moléculas necesitamos herramientas más potentes. ¿Tienes una lupa a mano en tu casa? Mira sus aumentos. Si la lupa tiene 30 aumentos significa que hace la imagen del objeto 30 veces más grandes. Ahora atrévete a calcular cuántos aumentos necesitamos para poder observar una bacteria. ¿Y para ver una molécula?





nanotecnología

manejando cantidades grandes y pequeñas en ciencia

En ciencia hay ocasiones en las que se trabaja con números muy grandes, como el número de estrellas en una galaxia, el número de transistores en un procesador, el número de átomos en una proteína o el número de hormigas en un hormiguero. Otras veces se opera con cantidades muy pequeñas, como el tamaño de una célula o el tiempo que tarda la luz en recorrer una fibra óptica entre dos ciudades. En cualquier caso, para manejar grandes o pequeños números se ha ideado un sistema de potencias de 10 que facilita la expresión de cantidades pequeñas o grandes. Por ejemplo, la cantidad 1.000.000 (un millón) se expresa como $10^6 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 1.000.000$. Del mismo modo la cantidad 0,000001 (una millonésima) se expresa como $10^{-6} = (1/10) \times (1/10) \times (1/10) \times (1/10) \times (1/10) \times (1/10) = 0,000001$. Por cierto, recuerda que se usan las potencias de 10 porque nuestro sistema se basa en que contamos con 10 dedos de la mano. Las potencias de 10 se usan continuamente en ciencia e ingeniería. Sin embargo el uso de las potencias de 10 no está muy extendido en la vida convencional por lo que cantidades grandes como los presupuestos del Estado o el premio de la lotería se miden en millones de euros. Es posible que poca gente entienda una noticia en la que se mencione que el premio de lotería fuese 10^7 euros.

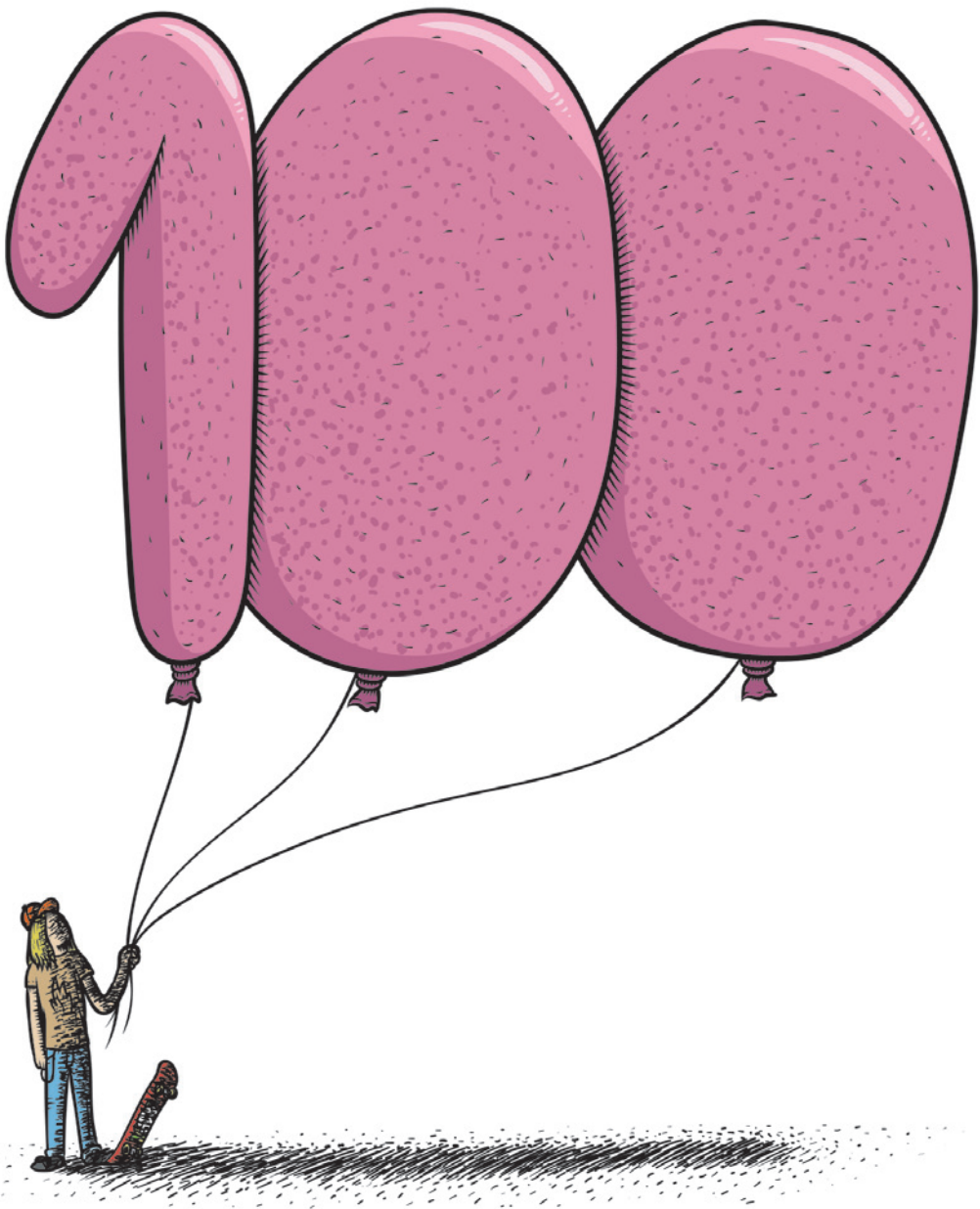
Actividad A3

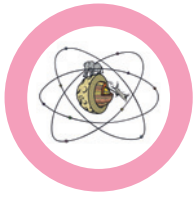
En la siguiente actividad debes encontrar la forma en la que se expresan algunas cantidades, usando potencias de 10.

1.000=	<input type="text"/>
0,001=	<input type="text"/>
1.000.000.000.000=	<input type="text"/>
0,0000000000000001=	<input type="text"/>
100.000.000.000.000.000.000.000=	<input type="text"/>

Atrévete...

Para cada objeto que deseemos medir existe una unidad de medida apropiada. Para medir el tamaño de una persona usamos metros o centímetros, pero no se nos ocurre usar milímetros o kilómetros como unidad de referencia. Cuando vamos a la tienda pedimos cientos de gramos de jamón o kilogramos de patatas, no concebimos utilizar la tonelada. Pero seamos un poco transgresores y cambiemos de unidades para hablar de ciertas cantidades. ¿Qué cara pondrán tus padres cuando les menciones que has comprado 10^{-3} o 0,001 toneladas de patatas o que tu hermano mide 10^9 o 1.000.000.000 nanómetros? ¿Te atreverías a calcular tu edad en segundos? ¿Sí? Pues saca la calculadora o, incluso, lleva a cabo un reto mayor: usa lápiz y papel.





nanotecnología

prefijos en ciencia: mega, kilo, centi, mili, nano, pico...

En muchas ocasiones, cuando un científico realiza una medida que debe expresar siempre en ciertas unidades, emplea otra forma para indicar cantidades grandes y pequeñas: mediante un prefijo. Por ejemplo, una distancia de mil metros se expresaría como 10^3 m o 1 km (un kilómetro) donde el prefijo "kilo" (representado por el símbolo "k") equivale a la cantidad 1000. La tabla siguiente muestra los prefijos habituales del Sistema Internacional de Unidades que se utilizan para nombrar a los múltiplos y submúltiplos de cualquier unidad de dicho Sistema Internacional. Estos prefijos se anteponen al nombre de la unidad para indicar el múltiplo o submúltiplo decimal de la misma; del mismo modo, los símbolos de los prefijos se anteponen a los símbolos de las unidades.

Cantidad	Nombre del prefijo	Símbolo del prefijo
10^{18}	<u>exa</u>	E
10^{15}	<u>peta</u>	P
10^{12}	<u>tera</u>	T
10^9	<u>giga</u>	G
10^6	<u>mega</u>	M
10^3	<u>kilo</u>	k
10^2	<u>hecto</u>	h
10^1	<u>deca</u>	da
10^{-1}	<u>deci</u>	d
10^{-2}	<u>centi</u>	c
10^{-3}	<u>mili</u>	m
10^{-6}	<u>micro</u>	μ
10^{-9}	<u>nano</u>	n
10^{-12}	<u>pico</u>	p
10^{-15}	<u>femto</u>	f
10^{-18}	<u>atto</u>	a

Con esta tabla podemos entender que un nanómetro se puede escribir como 1 nm, y equivale a 0,000000001 metros o a 10^{-9} metros. También se puede decir que 1 nm es la mil millonésima parte de un metro. ¡Un tamaño muy, pero que muy pequeño! El uso de alguno de estos prefijos está muy extendido y es frecuente emplear palabras como kilómetro, hectárea, centímetro, mililitro, megabit, kilocaloría, gigabyte, etc.

Actividad A4

En la siguiente sopa de letras debes encontrar seis unidades, acompañadas de sus prefijos, que se usan en ciencia y tecnología: centímetro, nanómetro, megapíxel, hectólitro, picograma y gigabyte.

C	R	V	T	I	E	A	U	X	O	M	J	K	O
C	E	N	T	I	M	E	T	R	O	N	Z	N	R
A	Q	Z	Q	O	E	C	M	V	G	B	T	A	Y
S	W	X	A	M	G	K	H	P	I	H	T	N	H
D	E	C	Z	A	A	V	T	Q	G	D	F	O	I
F	R	V	W	R	P	D	D	U	A	R	G	M	O
G	T	B	S	G	I	U	T	E	Y	O	D	E	P
H	Y	M	X	O	X	A	Y	T	B	D	X	T	Ñ
J	U	O	C	C	E	E	E	Y	T	S	F	R	M
K	O	R	T	I	L	O	T	C	E	H	R	O	A
L	I	P	V	P	G	S	W	Q	R	T	W	T	T

Atrévete...

Unos prefijos sirven para expresar múltiplos de unidades y otros prefijos sirven para expresar divisores. El prefijo kilo multiplica por 1000 una unidad. El prefijo mili divide por 1000 una unidad. Son prefijos que hacen lo contrario, se puede decir que son opuestos. ¿Serías capaz de emparejar cada prefijo con su opuesto? Como un juego se podría decir que un "milikilo" (prefijo que no existe) es equivalente a un prefijo que deja la unidad de medida como está. Un "nanogiga" sería equivalente: un prefijo que también deja la unidad de medida como está. ¡No es muy útil pero es divertido! Ojo... Y entonces el prefijo inventado "centikilo"... ¿A qué prefijo real equivaldría?

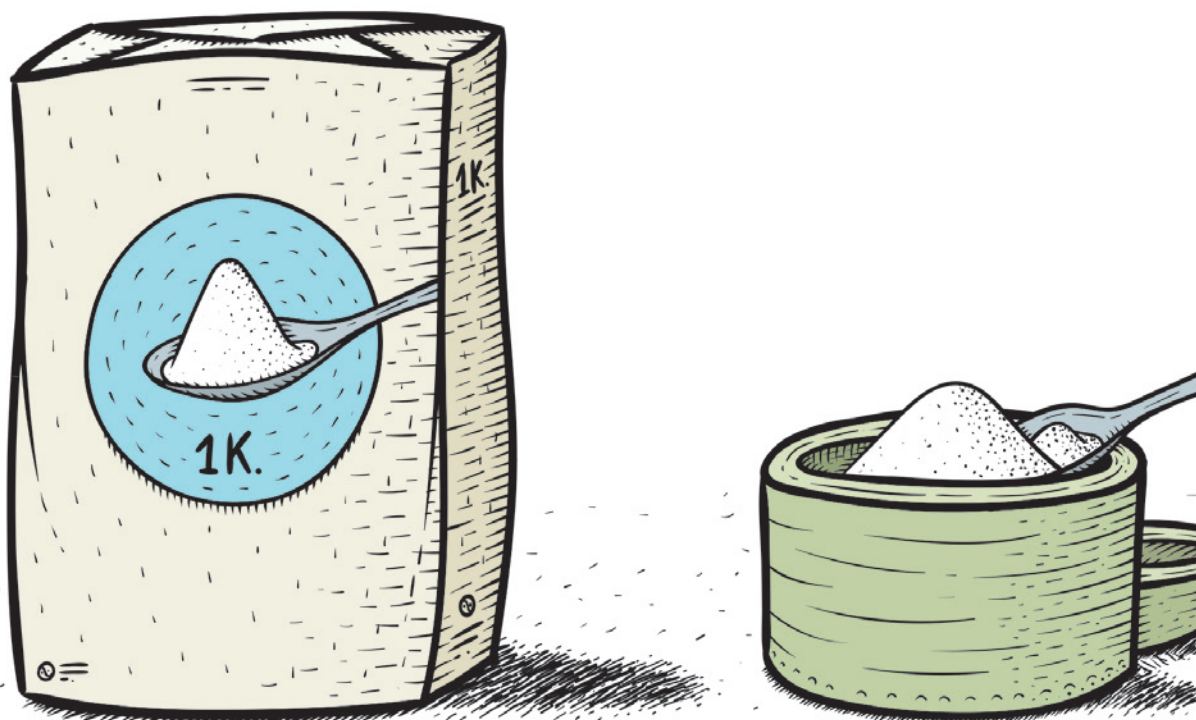




nanotecnología

el tamaño sí que importa

Imaginemos que tenemos partículas de diferente tamaño pero del mismo material (misma composición química). Para cada partícula podemos encontrar átomos en la superficie y átomos en el interior. Los átomos del interior suelen tener propiedades distintas de aquellos que están sobre la superficie (por ejemplo, los de superficie tienen más movilidad al estar menos enlazados, pues les faltan átomos vecinos). Cuando se disminuye el tamaño de las partículas, el número total de átomos disminuye pero el porcentaje de átomos que son de superficie crece. Como las propiedades de superficie son diferentes, se puede decir que, a medida que las partículas decrecen de tamaño, las propiedades de superficie tienen más importancia que las de volumen (interior). Estos efectos se denominan "efectos de tamaño" y pueden observarse en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo... ¿se disuelve más fácilmente un azucarillo o el azúcar en polvo? El azúcar en polvo tiene más superficie de contacto con el agua, la leche o el café, haciendo que las moléculas del azúcar se puedan escapar más rápidamente en el líquido. ¿Qué se descongela antes un trozo de carne congelada o el mismo trozo cortado en dados más pequeños? De nuevo, los trozos pequeños pierden calor más rápidamente. Otro efecto de tamaño lo encontramos en los tubos de un órgano: ¿te has dado cuenta del sonido tan diferente que emite un tubo largo en comparación con un tubo corto? ¿Las notas agudas se obtienen de los tubos largos o de los cortos? Los efectos de tamaño más extraordinarios se obtienen en nanopartículas que cambian de coloración en función de su tamaño. ¿Sabes que algunas de estas nanopartículas se pueden encontrar en los píxeles de una pantalla plana de televisión?



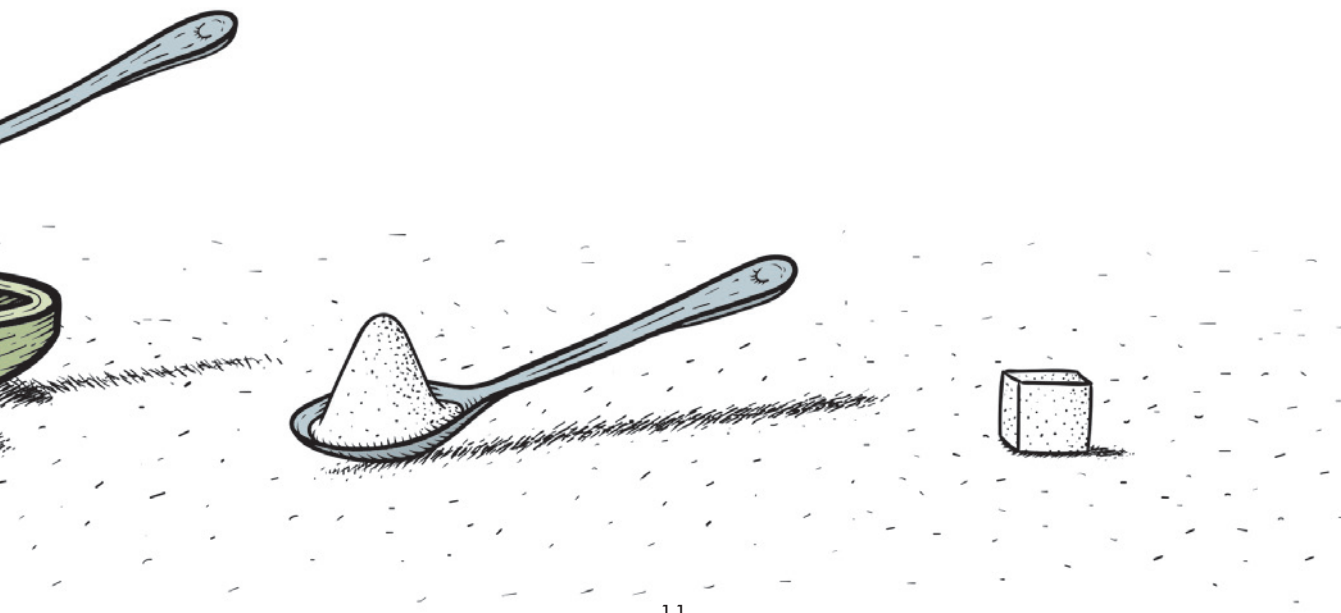
Actividad A5

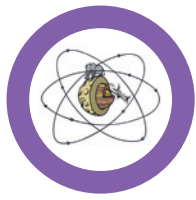
Supongamos una partícula bidimensional (plana) de forma cuadrada, formada por átomos que vamos a representar por cuadrados más pequeños de igual forma. Vamos a llamar L al número de átomos que hay en un lado. Por lo tanto, la cantidad $L \times L$ será el número total de átomos. En la actividad se trata de dibujar diferentes partículas con distinto número de átomos y contar los "átomos" que están en el exterior y en el interior, para calcular el cociente entre estas dos cantidades. De esta forma podremos ver cómo la importancia de la superficie crece a medida que el tamaño de la partícula decrece. Con los datos obtenidos se debe completar la siguiente tabla. Se recomienda hacer un dibujo de la partícula plana y contar los átomos que hay en el exterior y el interior. Para las partículas más pequeñas se puede hacer el cálculo mentalmente. Si piensas que tienes habilidad deductiva puedes obtener la fórmula que predice el cociente entre el número de átomos del perímetro y el número de átomos del interior en función del lado L de la partícula.

Número de átomos en el lado	Número total de átomos	Átomos en el exterior	Átomos en el interior	Cociente entre átomos del exterior y del interior
20				
15				
10				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				

Atrévete...

¿Te atreverías a repetir algo parecido a lo que acabas de hacer pero con partículas tridimensionales con forma de cubo? ¡Ánimo valiente!





nanotecnología

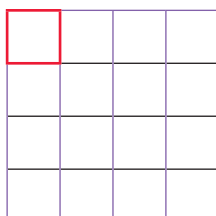
nanotecnología en mis bolsillos

Ya existen cientos de productos, muy variados, que contienen algunos tipos de nanopartículas o nanomateriales: recipientes, empastes dentales, parachoques de vehículos, bañadores, raquetas de tenis, cremas protectoras de la radiación solar, pinturas de uñas, pantalones que repelen el agua, cementos capaces de eliminar contaminantes, etc. Poco a poco los nanoproductos están llegando a nuestras vidas. Vamos a buscar algún objeto que solamos llevar muy a mano, que en su fabricación sea necesario emplear nanotecnología y contenga, por lo tanto, objetos de tamaño nanométrico. Nos referimos al teléfono móvil. En todos los teléfonos móviles se encuentra una tarjeta de almacenamiento de 16, 32, 64 o más GBytes (gigabytes) donde guardamos fotos y películas que nos descargamos desde páginas web o nos envían nuestras amistades a través de las redes sociales. Por otro lado sabemos que en informática la unidad básica de información es el bit, donde se almacena físicamente información que puede tener valor 0 o 1. Por lo general se trabaja con unidades de 8 bits que equivalen a un byte. Usando grupos de ceros y unos podemos guardar la información de forma binaria.



Actividad A6

En esta actividad se pide que uses la aplicación de calculadora de tu teléfono móvil para estimar las dimensiones que tiene un bit de los que se encuentran en la tarjeta de memoria del propio teléfono móvil. ¿Alguna vez se te había ocurrido hacer este cálculo? Vamos a asumir algunas hipótesis que permiten simplificar las operaciones a realizar. Por un lado, se puede decir que la tarjeta tiene una capacidad de 32 GBytes y ocupa una superficie aproximada de 1 cm^2 (como si fuese un cuadrado de 1 cm de lado). Si alguien piensa que esto es poco preciso puede extraer la tarjeta del teléfono y realizar la medida mejor con ayuda de un calibre (teniendo cuidado en no incluir como zona de almacenamiento los electrodos conectores). Por otro lado podemos pensar que la tarjeta de memoria está formada por pequeños bits de forma cuadrada que se sitúan unos al lado de los otros como si fueran baldosas cuadradas que forman un suelo, rellenando completamente la superficie. Por ejemplo, la figura siguiente ilustra una tarjeta formada por 16 bits, equivalente a 2 bytes. El cuadrado rojo equivaldría a un bit.

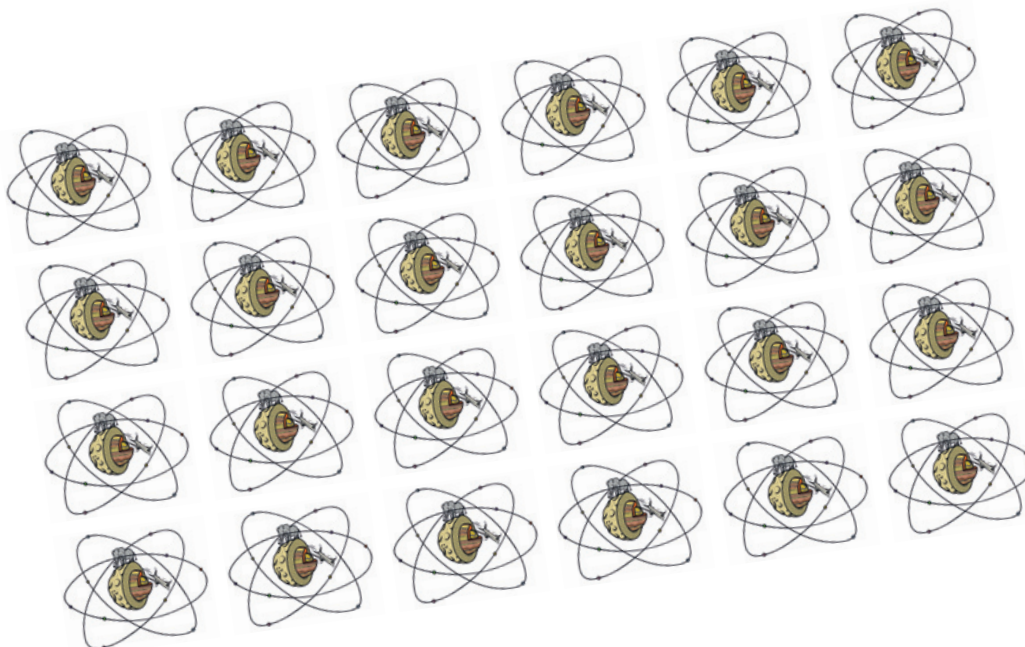


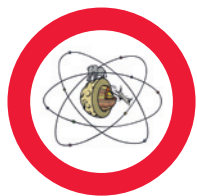
Atrévete...

¿Te atreverías a repetir todo el cálculo anterior para diferentes tarjetas de 16 GBytes, 64 GBytes, 128 GBytes, etc? Más difícil todavía. ¿Serías capaz de calcular el tamaño de un bit en un CD? ¿Y en un DVD? ¡Ánimo valientes!

Atrévete...

Los cálculos que acabas de hacer permiten determinar el tamaño aproximado de un bit. Sin embargo podemos ser más audaces e intentar calcular el tamaño medio de un transistor de los que se hallan en los procesadores. Para ello hay que conocer el tamaño de un procesador y el número de transistores que posee. Esta información se puede obtener en internet, en las páginas web de las empresas fabricantes de procesadores. Otra forma de conocer el tamaño del procesador podría consistir en abrir un viejo equipo, desmontar sus componentes, llegar a la placa madre, extraer el procesador y medirlo. Esta forma es mucho más divertida.





nanotecnología

nano-crucigrama

El siguiente crucigrama contiene algunas palabras relacionadas con la nanotecnología en particular y la ciencia en general. Algunos de los términos que aparecen se corresponden con materiales que poseen unas sorprendentes propiedades mecánicas y eléctricas y que han comenzado a utilizarse en diferentes sectores industriales como la construcción, la automoción, la aeronáutica, etc.

Actividad A7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						■				■
2					■			■		
3	■					■			■	
4		■			■		■			
5					■					
6		■			■				■	
7	■					■				
8			■				■			
9				■						■
10									■	

HORIZONTALES

1. Unidad fundamental de la materia. Estrella alrededor de la que orbitamos. 2. Prefijo estrella en la nanotecnología. Al revés, una unidad de energía. Siglas en inglés para la corriente alterna. 3. Apellido de un escritor español, Premio Nobel de Literatura. Símbolo químico del manganeso. Símbolo químico del oxígeno. 4. Símbolo del prefijo Giga. Símbolo químico del hierro. Símbolo químico del azufre. Siglas en inglés del Microscopio de Fuerzas Atómicas. 5. Al revés, pelo blanco. Buceo libre. 6. Consonante. Símbolo químico del rutenio. Confusión, enredo. Consonante. 7. Adverbio que equivale a un poco. Al revés, prueba un alimento. 8. Siglas de sociedad limitada. Tostó, abrasó. Artículo indeterminado. 9. Siglas en inglés del Microscopio Electrónico de Transmisión. Termina. 10. Molécula de bajo peso molecular que puede unirse a otras moléculas pequeñas para formar polímeros. Vocal.

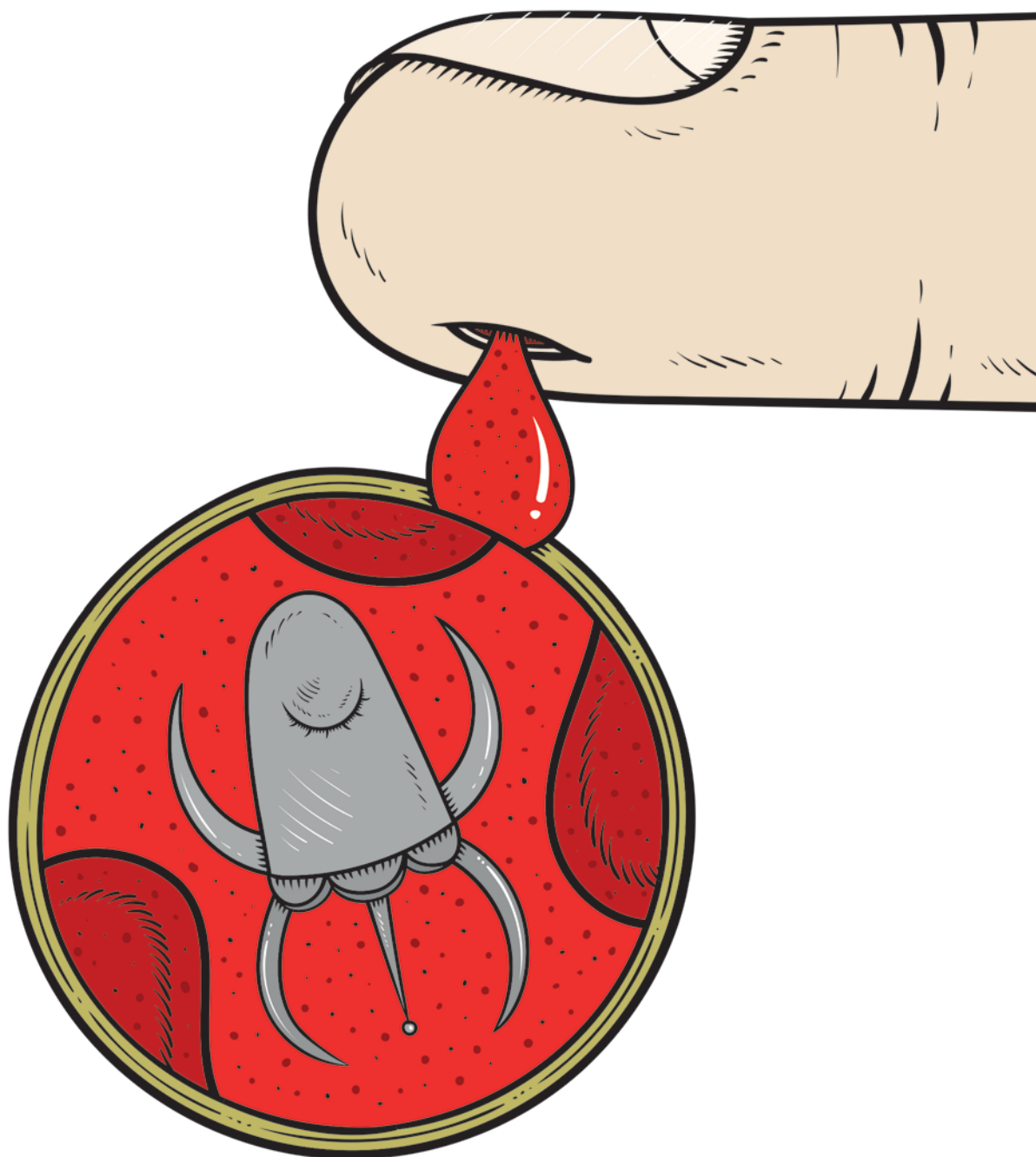
VERTICALES

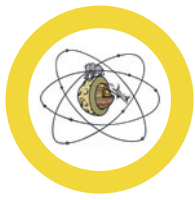
1. Al revés, símbolo químico del sodio. Fluido que tiende a expandirse y que se caracteriza por su baja densidad. Siglas en inglés del Microscopio de Efecto Túnel. 2. Siglas de Tomografía Axial Computerizada, método de exploración radiológica. Símbolo del nitrógeno. Pintura que contiene colorantes disueltos en aceites. 3. Al revés, material bidimensional basado en el carbono. Símbolo químico del manganeso. 4. Agrupación de átomos. Conjunción disyuntiva. 5. Cuarta vocal. Preposición. Al revés, cantidad de materia que forma un cuerpo. 6. Número romano que equivale a 5. Sustancia química que se forma a partir de la reacción de un ácido y una base. Al revés, fenómeno acústico. 7. Al revés, periodo de tiempo. Píadosa. Al revés, deidad egipcia. 8. Vocal. Tubo de carbono de tamaño nanométrico. 9. Artículo determinado. Símbolo químico del hierro. Nombre de mujer. 10. Territorio que se identifica por determinadas características físicas o culturales. Primera vocal.

Atrévete...

Para ver las aplicaciones de la nanotecnología te invitamos a que acudas a la página web <http://product.statnano.com/>

Descubrirás que ya hay miles de productos que contienen diferentes cantidades de nanomateriales o que incluyen nanodispositivos. Podrás conocer qué sectores tecnológicos se están viendo más afectados por la llegada de la nanotecnología a nuestras tiendas. De cara al futuro, las promesas de la nanotecnología son casi infinitas, y las aplicaciones que podremos disfrutar serán muchas, especialmente en electrónica, medicina, construcción, cosmética, transporte, etc. Más adelante, puede que se inventen sofisticados dispositivos nanométricos, que podríamos llamar nano-robots, capaces de hacer funciones de gran complejidad. ¿Cómo te los imaginas? ¿Qué tipo de cosas podrían hacer?





nanotecnología

Los padres de la nanotecnología

La nanociencia y la nanotecnología se han desarrollado desde mediados del siglo XX gracias a las contribuciones de muchos investigadores, quienes en algunos casos han recibido el Premio Nobel. En la actualidad hay miles de grupos de investigación de universidades, organismos públicos y empresas dedicados a desentrañar los secretos del nanomundo y determinar la mejor forma en la que podemos aprovecharnos de todos estos descubrimientos.

Actividad A8

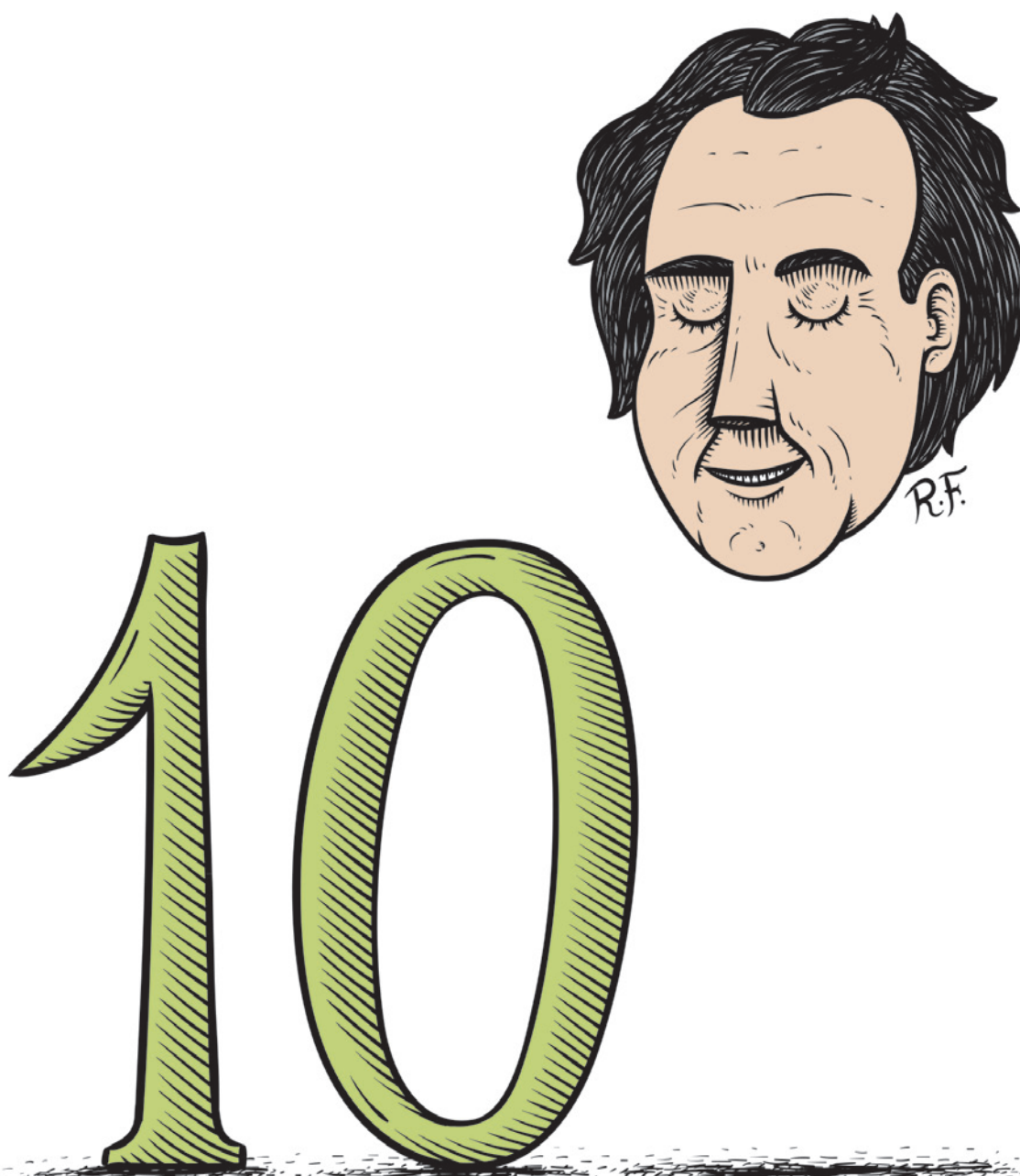
En esta actividad debes relacionar cada grupo de científicos con sus descubrimientos, buscando información en diferentes páginas web.

Científicos	Descubrimiento
Gerd Binnig y Heinrich Rohrer	Descubrimiento del Microscopio Electrónico
Ernst Ruska	Invención del diodo laser (LED) de color azul
Sumio Iijima	Descubrimiento y desarrollo del Microscopio de Efecto Túnel
Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura	Descubrimiento del grafeno
Jean-Pierre Sauvage, J. Fraser Stoddart y Bernard L. Feringa	Descubrimiento del autoensamblado molecular
Richard Feynman	Descubrimiento de los nanotubos de carbono
Norio Taniguchi	Descubrimiento de los fullerenos
Kim Eric Drexler	Popularización de la nanotecnología y proponer la fabricación basada en ensambladores atómicos
Robert F. Curl, Harold W. Kroto y Richard E. Smalley	Asentar las bases de la nanotecnología
Andre Geim y Konstantin Novoselov	Acuñar el término "nanotecnología"
George Whitesides	Diseño y síntesis de las primeras máquinas moleculares

¿Podrías señalar cuantas de estas contribuciones han recibido el Premio Nobel?

Atrévete...

En la anterior lista de los padres de la nanotecnología no aparecen mujeres. Esta situación se ha producido en numerosas disciplinas científicas a lo largo de la historia, pero en los últimos años ha comenzado a corregirse, aunque para lograr una completa igualdad aún nos quedan años de esfuerzo. Vamos a hacer una especial referencia a dos investigadoras, por sus contribuciones. Por un lado Mildred Dresselhaus, física estadounidense conocida como la «reina de la ciencia del carbono», fue la primera catedrática del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Las aportaciones de Mildred Dresselhaus fueron muy importantes para la utilización de los nanotubos de carbono. La segunda investigadora es Angela M. Belcher, también investigadora del MIT, quien desarrolló una tecnología para fabricar nanohilos metálicos a partir de virus que se usan como plantilla para generarlos. Estos nanohilos tienen utilidad para fabricar baterías más potentes. Te recomendamos que busques en Internet más datos sobre estas investigadoras... Por otro lado puedes encontrar más mujeres que están desarrollando nanomateriales, nanofármacos, etc. Por lo tanto, la nanotecnología, como toda la ciencia y el desarrollo tecnológico, es un asunto tanto de hombres como de mujeres. ¡No puede ser de otra manera!





nanotecnología

para saber un poco más... (lecturas recomendadas)

“Unidad Didáctica Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro”

J.A. Martín-Gago, Elena Casero, Carlos Briones, Pedro A. Serena,
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2008) ISBN: 978-84-691-7266-7

“Guía Didáctica para la Educación de la Nanotecnología en Educación Secundaria”

Pedro A. Serena, J.K. Giraldo, N. Takeuchi, J.D. Tutor (coord),
CYTED y Red NANODYF (2014). Edición en CD. ISBN: 13 978-84-15413-33-2



“La Nanotecnología”

Pedro A. Serena
CSIC-La Catarata (2010), ISBN: 978-84-00-09169-9

“El nanomundo en tus manos: Las claves de la Nanociencia y la Nanotecnología”

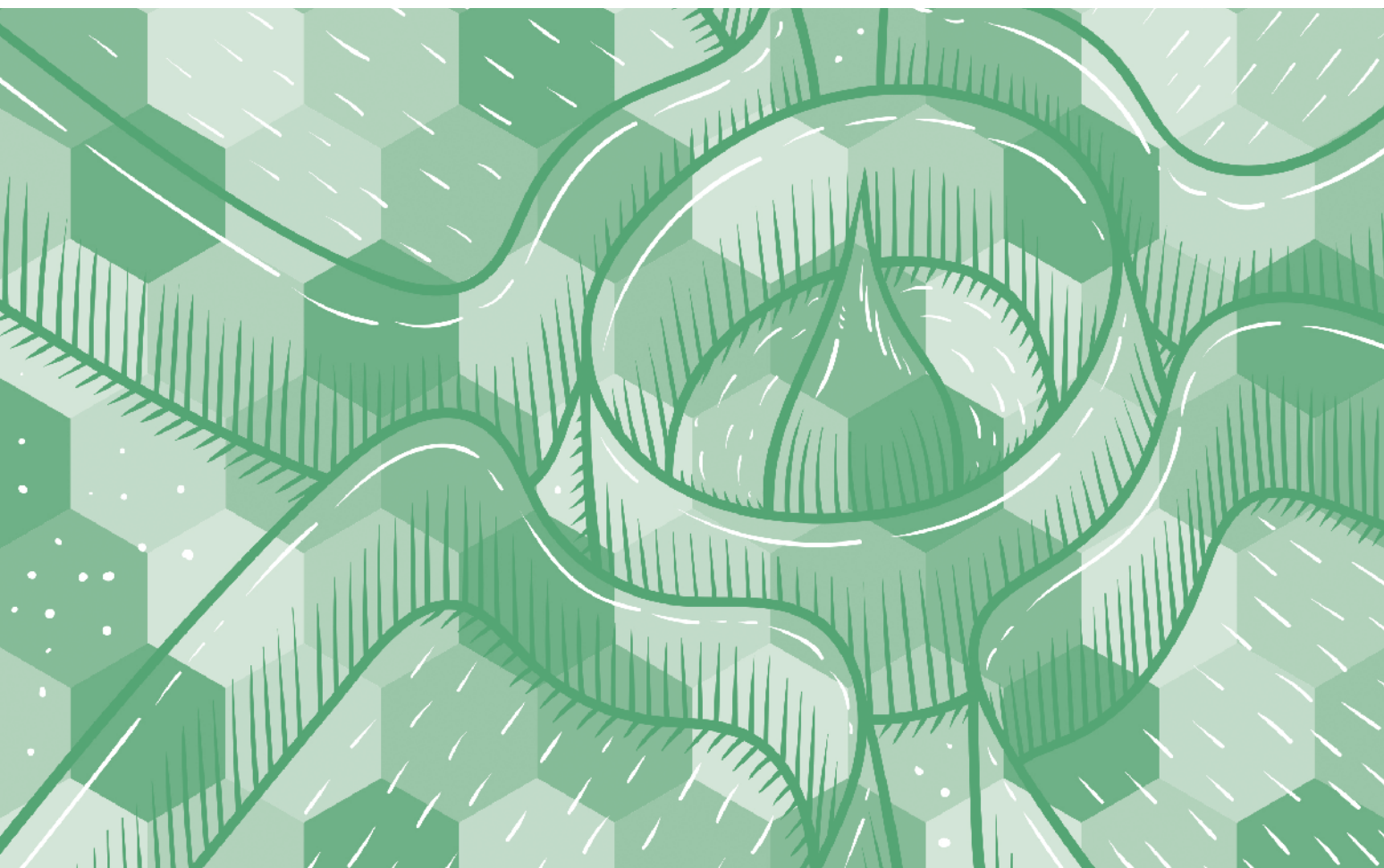
José Ángel Martín-Gago; Pedro Serena Domingo; Carlos Briones Llorente; Elena Casero Junquera
Colección Drakontos, Editorial Crítica (2014). ISBN: 8498927196

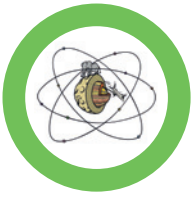
“Los riesgos de la Nanotecnología”

Marta Bermejo y Pedro A. Serena
CSIC-La Catarata (2017). ISBN: 978-84-00-10185-5

Serie ¿Qué sabemos de... Nanotecnología?

Canal UNED
<https://canal.uned.es/serial/index/id/875>





soluciones de las actividades

Actividad A1. Solución

Electrón (1), Átomo (2), Molécula de agua (3), Molécula de ADN (4), Virus (5), Glóbulo rojo (6), Mota de polvo (7), Hormiga (8), Pelota de tenis (9), Gato (10), Elefante (11), Avión Airbus 320 (12), Huracán (13), La Luna (14), Júpiter (15), La galaxia de Andrómeda (16).

Actividad A2. Solución

Los microscopios ópticos se utilizarían para ver virus y glóbulos rojos. Los átomos y moléculas se pueden observar con otro tipo de microscopías muy sofisticadas.

Actividad A3. Solución

$1.000 = 10^3$ // $0,001 = 10^{-3}$ // $1.000.000.000.000 = 10^{12}$

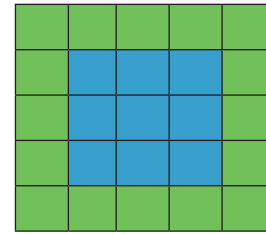
$0,0000000000000001 = 10^{-15}$ // $100.000.000.000.000.000.000 = 10^{23}$

Actividad A4. Solución

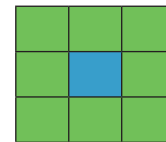
C	R	V	T	I	E	A	U	X	O	M	J	K	O
C	E	N	T	I	M	E	T	R	O	N	Z	N	R
A	Q	Z	Q	O	E	C	M	V	G	B	T	A	Y
S	W	X	A	M	G	K	H	P	I	H	T	N	H
D	E	C	Z	A	A	V	T	Q	G	D	F	O	I
F	R	V	W	R	P	D	D	U	A	R	G	M	O
G	T	B	S	G	I	U	T	E	Y	O	D	E	P
H	Y	M	X	O	X	A	Y	T	B	D	X	T	Ñ
J	U	O	C	C	E	E	E	Y	T	S	F	R	M
K	O	R	T	I	L	O	T	C	E	H	R	O	A
L	I	P	V	P	G	S	W	Q	R	T	W	T	T

Actividad A5. Solución

Por ejemplo, para la partícula de lado 5 (L=5) se dibuja la nanopartícula plana de la forma siguiente, y se marcan los átomos exteriores de un color y los interiores de otro. En este caso la partícula cuenta con 25 átomos, de los cuales 9 son de interior y los restantes (16) son de exterior. En este caso el cociente entre el número de átomos de exterior e interior sería $16/9=1,78$. Esto quiere decir que la superficie (región verde) tiene un 78% más de importancia que la región interior (región azul).



Otro ejemplo es el caso de la partícula con lado L=3. Aquí ya solo tenemos un átomo en el interior.



La tabla final quedaría como sigue:

Número de átomos en el lado	Número total de átomos	Átomos en el exterior	Átomos en el interior	Cociente entre átomos del exterior y del interior
20	400	76	324	0,23
15	225	56	169	0,33
10	100	36	64	0,56
8	64	28	36	0,78
7	49	24	25	0,96
6	36	20	16	1,25
5	25	16	9	1,78
4	16	12	4	3,00
3	9	8	1	8,00
2	4	4	0	infinito

Actividad A6. Solución

Con las hipótesis que hemos planteado anteriormente ahora podemos realizar una serie de operaciones muy fáciles de entender.

Para empezar vamos a calcular el número de bits que hay en la tarjeta de nuestro teléfono móvil. Supongamos que tenemos una tarjeta con 32 GBytes. Entonces eso significa que tenemos $32 \times 1.000.000.000 \text{ bytes} = 32.000.000.000 \text{ bytes}$ (treinta y dos mil millones de bytes). Como sabemos que 1 byte equivale a 8 bits, nuestra tarjeta tendrá $8 \times 32.000.000.000 \text{ bits} = 256.000.000.000$ (doscientos cincuenta y seis mil millones de bits ¡una cantidad alucinante!). Por comodidad esta cantidad se escribe como $2,56 \times 10^{11}$, usando notación científica. Ya tenemos la mitad del problema resuelto.

Ahora sabemos que esa cantidad enorme de bits ocupa aproximadamente 1 cm^2 por lo que nos resulta muy fácil saber lo que ocupa un bit, dividiendo esta superficie entre el número de bits. Mediante un cambio de unidades se tiene que 1 cm^2 equivale a 10^{14} nm^2 .

Por tanto, un bit ocupa una superficie que se obtiene al dividir la superficie de la tarjeta entre el número de bits de la tarjeta:

$$\frac{10^{14} \text{ nm}^2}{2,56 \times 10^{11} \text{ bits}}$$

Tras hacer la operación nos encontramos que el bit ocupa una superficie de 390.625 nm^2 .

Para obtener las dimensiones del bit, podemos pensar que es como una pequeña baldosa cuadrada. Si conocemos el área, podremos obtener el lado de la baldosa a partir de la raíz cuadrada de la superficie (recordando que la superficie de un cuadrado es igual a su lado al cuadrado). Por lo tanto el bit de nuestro teléfono móvil tiene la forma de un pequeño cuadrado con $19,76 \text{ nm}$ (unos 20 nm).

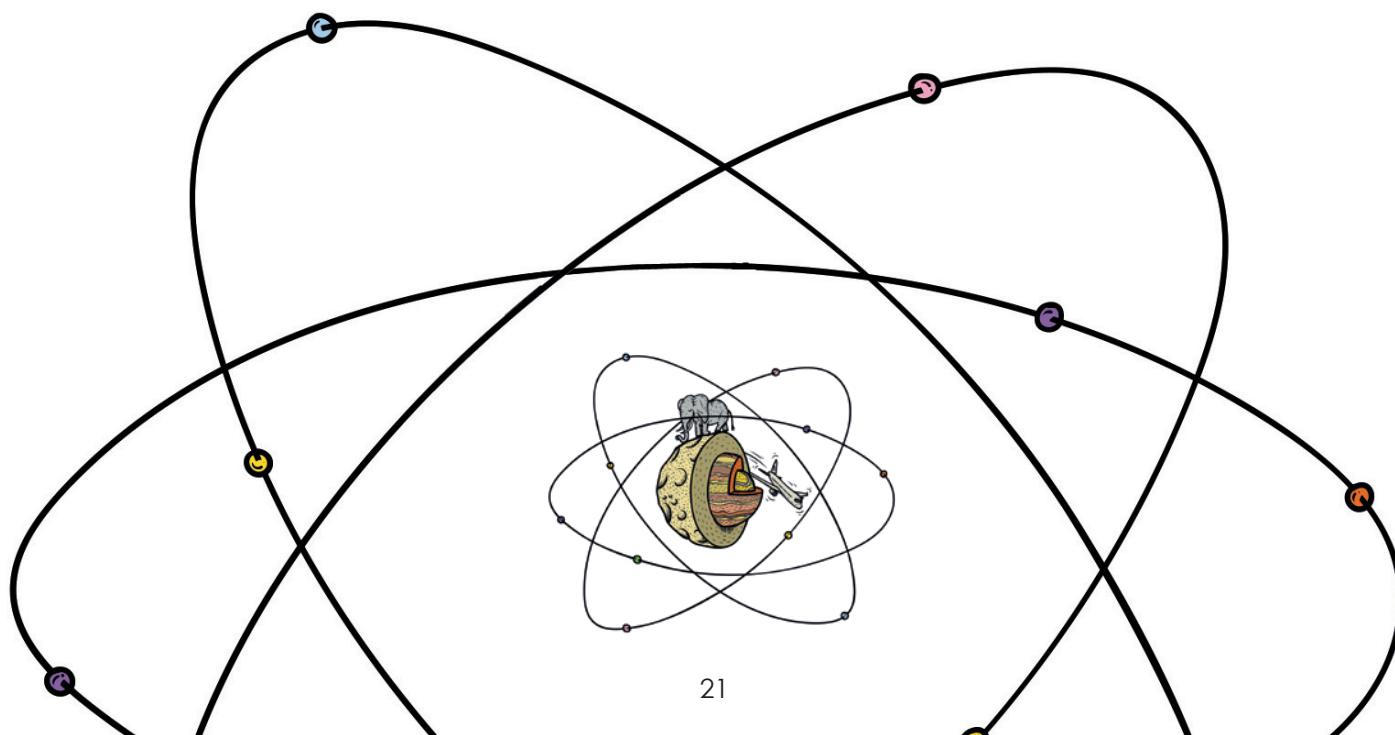
Se suele decir que cuando las dimensiones de los objetos son inferiores a los 100 nm , es cuando nos encontramos en el reino de la nanotecnología. Está claro que las unidades de memoria de nuestros teléfonos móviles están hechas mediante la aplicación de la nanotecnología... ¿Quién nos lo iba a decir?

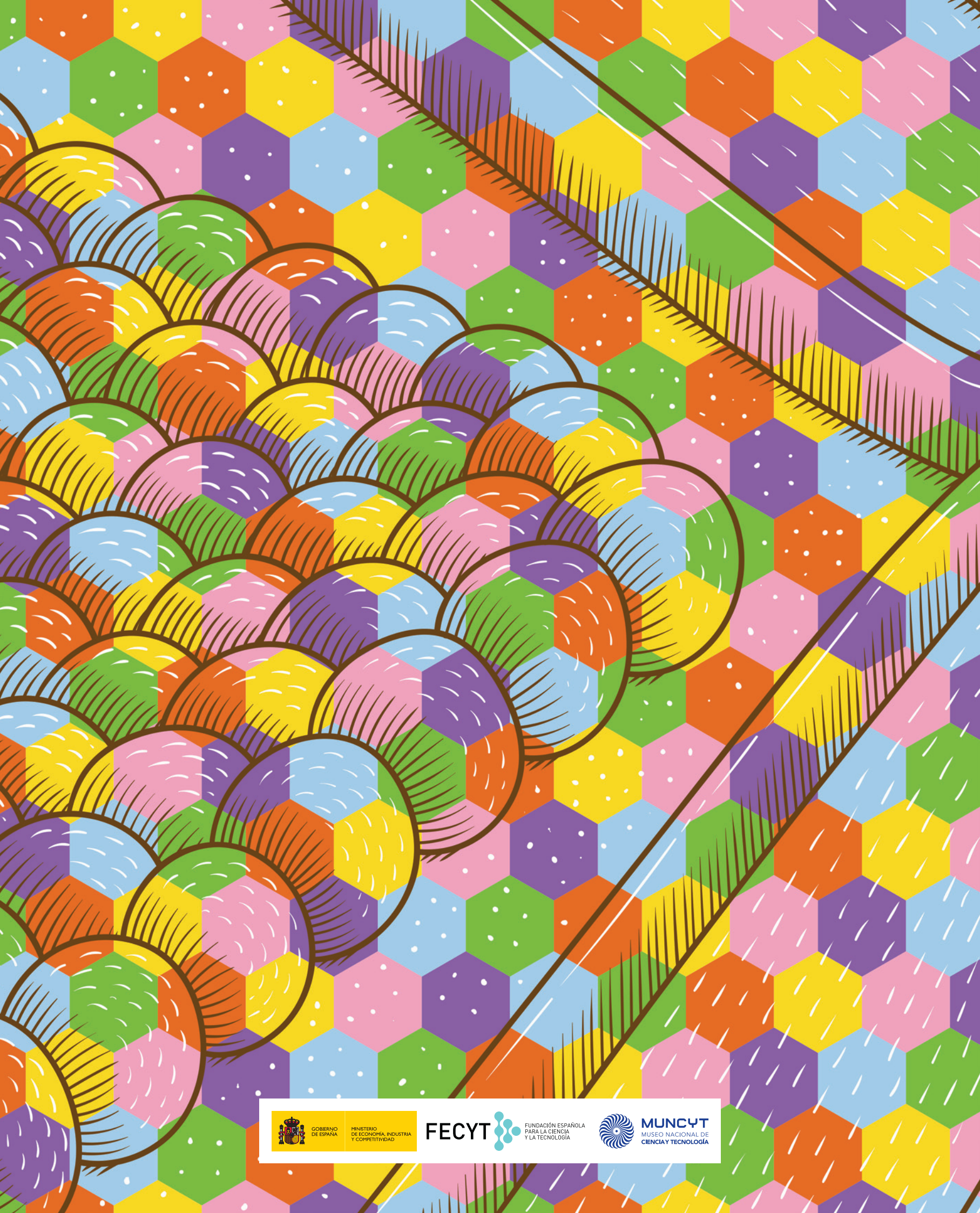
Actividad A7. Solución

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	T	O	M	O		S	O	L	
2	N	A	N	O		V	E		A	C
3		C	E	L	A		M	N		O
4	G		F	E		S		A	F	M
5	A	N	A	C		A	P	N	E	A
6	S		R	U		L	I	O		R
7		O	G	L	A		A	T	A	C
8	S	L		A	S	O		U	N	A
9	T	E	M		A	C	A	B	A	
10	M	O	N	O	M	E	R	O		A

Actividad A8. Solución

Científicos	Descubrimiento
Gerd Binnig y Heinrich Rohrer	Descubrimiento del Microscopio Electrónico
Ernst Ruska	Inventó el diodo laser (LED) de color azul
Sumio Iijima	Descubrimiento y desarrollo del Microscopio de Efecto Túnel
Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura	Descubrimiento del grafeno
Jean-Pierre Sauvage, J. Fraser Stoddart y Bernard L. Feringa	Descubrimiento del autoensamblado molecular
Richard Feynman	Descubrimiento de los nanotubos de carbono
Norio Taniguchi	Descubrimiento de los fullerenos
Kim Eric Drexler	Popularización de la nanotecnología y proponer la fabricación basada en ensambladores atómicos
Robert F. Curl, Harold W. Kroto y Richard E. Smalley	Asentar las bases de la nanotecnología
Andre Geim y Konstantin Novoselov	Acuñar el término "nanotecnología"
George Whitesides	Diseño y síntesis de las primeras máquinas moleculares





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

FECYT



FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



MUNCYT
MUSEO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA