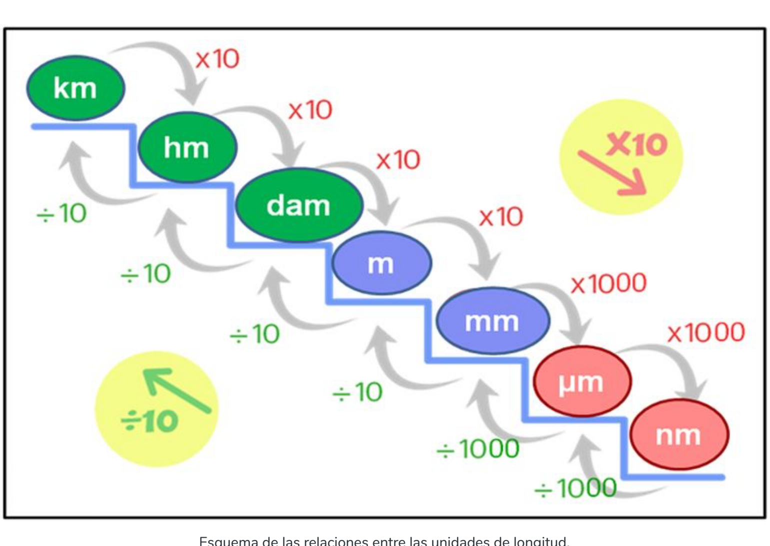
Avances, límites y problemas de la Nanotecnología

Por Colaborador Invitado, el 3 agosto, 2018. Categoría(s): Divulgación • Física • Tecnología

Todos hemos escuchado en algún momento de nuestra vida los términos "**Nanociencia**" y "**Nanotecnología**", y lo hemos asociado con objetos muy pequeños, de tamaño diminuto. No obstante, son pocos los que realmente conocen el auténtico significado de estas palabras y las implicaciones tanto éticas y legales como sociales, económicas y medioambientales que éstas conllevan.

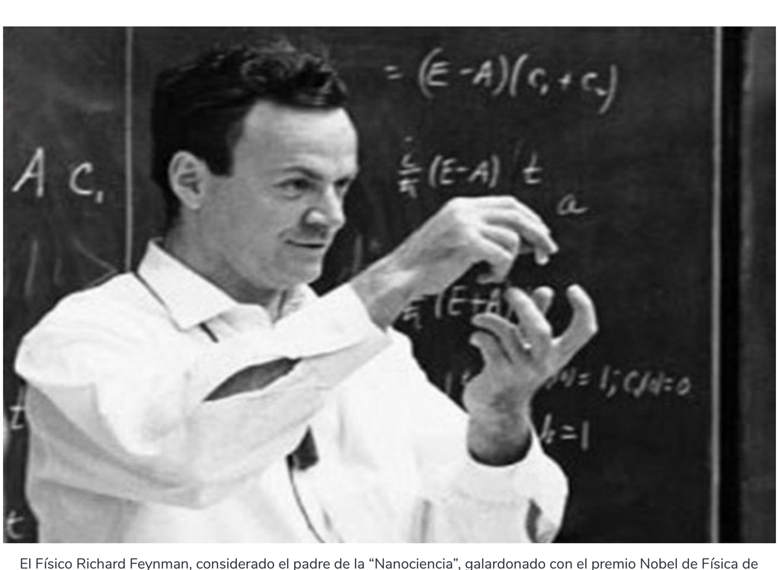
El prefijo "*nano*" procede de la palabra griega "*nanos*" que significa "*enano*". Por consiguiente, "nanotecnología" podría significar meramente una tecnología para hacer con cosas "pequeñas", "enanas". Además, el prefijo "*nano*" ha sido utilizado durante mucho tiempo para indicar una mil millonésima. Así, el término "*nanómetro*" indica una mil millonésima parte de un metro (1 nm = 10^{-9} m). La nanotecnología está relacionada con las tecnologías que trabajan a nivel nanométrico, y este es el sentido general en que se usa actualmente el término.



Esquema de las relaciones entre las unidades de longitud.

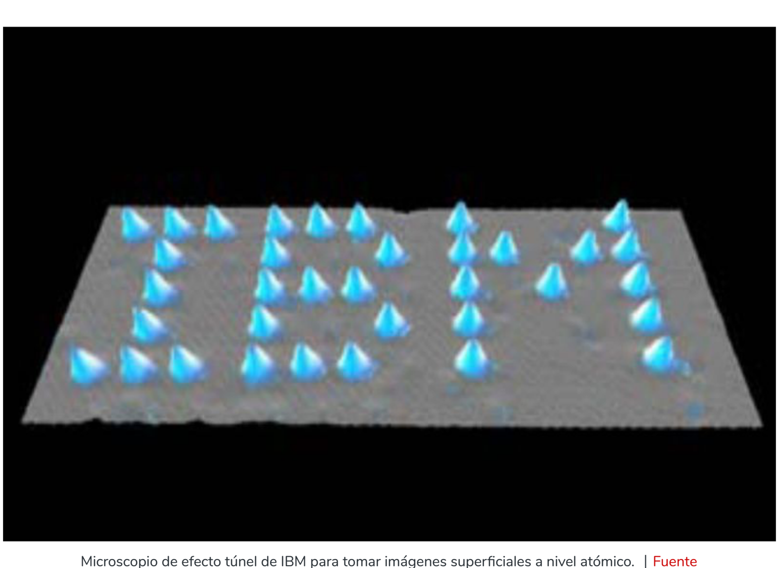
Es fundamental distinguir aquí entre la "*Nanociencia*", que es el estudio de los fenómenos a muy pequeña escala (<100 nm), y la "*Nanotecnología*", que busca manipular y controlar lo que sucede en el mundo a "*nanoescala*". En 1994, la Real Sociedad y La Real Academia de Ingeniería del Reino Unido acordaron las siguientes definiciones: La *nanociencia* es el estudio de los fenómenos y la manipulación de los materiales a escalas atómica, molecular y macromolecular, donde las propiedades difieren significativamente de aquellas a mayor escala. Las *nanotecnología*s son el diseño, la caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas mediante el control de la forma y el tamaño a escala nanométrica.

Las ideas y conceptos detrás de la Nanociencia y la Nanotecnología comenzaron con una conferencia del físico Richard Feynman titulada «Hay mucho espacio en el fondo» en una reunión de la Sociedad Americana de Física en diciembre de 1959, mucho antes de que el término nanotecnología fuese utilizado. En su discurso, Feynman describió un proceso en el que los científicos podrían manipular y controlar átomos y moléculas individuales.



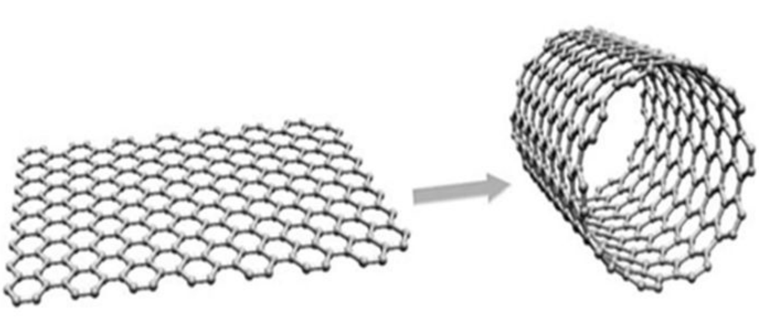
El Físico Richard Feynman, considerado el padre de la "Nanociencia", galardonado con el premio Nobel de Física de 1965 | Fuente

En 1974, el profesor Norio Taniguchi de la universidad de Tokyo pronunció por primera vez el término "Nanotecnología". No obstante, se considera que la era de la nanotecnología nació en 1981 cuando Gerd Binnig y Heinrich Rohrer, desarrollaron el microscopio de efecto túnel en el laboratorio de Investigación de IBM en Zúrich.



Microscopio de efecto túnel de IBM para tomar imágenes superficiales a nivel atómico. | Fuente

La nanotecnología tiene hoy en día infinidad de aplicaciones en muy diversas áreas, entre las que destacan medicina, materiales y electrónica. El campo más avanzado y el que tiene el mayor impacto es el diseño de nuevos materiales con propiedades nuevas o mejoradas. Por ejemplo, han fabricado raquetas de tenis y pértigas de atletismo más flexibles y resistentes, así como una bicicleta muy fuerte y rígida con un marco que pesa menos de un kilo mediante la incorporación de nanotubos de carbono, una forma alotrópica del carbono (como el diamante o grafito) con estructura tubular, y un diámetro muy pequeño, del orden de los nanómetros.



Formación de un nanotubo de carbono a partir de una lámina de grafito | Fuente

También han diseñado palos de golf y cañas de pescar más resistentes y duraderas con nanopartículas de sílice, recubrimientos de resina que incorporan nanotubos de carbono para mejorar la resistencia al desgaste de los *kayaks y* nanorecubrimientos de las embarcaciones de vela imitando la estructura nanométrica de la piel del tiburón. Además, han desarrollado una pintura innovadora que incorpora *nanohilos* de un nanómetro de diámetro de un pigmento orgánico llamado DXP, y ésta se ha utilizado en algunos modelos de Fórmula 1 para mejorar la capacidad de discos duros. Asimismo, utilizaron técnicas de nanotecnología para diseñar la pista azul de atletismo de los Juegos Olímpicos de Río 2016, reforzándola con nanopartículas que mejoran tanto su antideslizamiento como su duración.

La medicina es otra área donde el trabajo con la nanotecnología ya ha comenzado, especialmente para aplicaciones diagnósticas y terapéuticas, pero los resultados finales no se verán por algún tiempo, dado el largo período necesario para probar nuevos productos tanto "*in vivo*" como " *in vitro*". La detección precoz de enfermedades como el cáncer, la diabetes, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson, etc.), su tratamiento temprano personalizado y el seguimiento posterior de su evolución serán posibles en un futuro cercano gracias a las "*nanoherramientas*" que se están desarrollando actualmente, lo que redundaría en una mejor calidad de vida y una esperanza de vida más alta para la población.

Así, en el área del *nanodiagnóstico*, han desarrollado dispositivos que pueden penetrar en el cuerpo humano para identificar la presencia de un determinado patógeno o de células cancerígenas y determinar su cantidad. En relación a la *nanoterapia*, se han diseñado nuevos sistemas de liberación controlada de fármacos. La idea se basa en usar "*nanoestructuras*" que transporten el fármaco hasta la zona dañada y, una vez allí, en lugar vez de liberarlo a granel y de forma "*indiscriminada*" como ocurre con los fármacos convencionales, se libere a un ritmo continuo durante más tiempo y de forma localizada, evitando los picos y sus efectos colaterales tan fuertes. Esta liberación se consigue como respuesta a un determinado estímulo, que puede ser un aumento de temperatura, una luz, etc. La nanotecnología permite que la liberación del fármaco sea mínimamente invasiva, y aumenta la efectividad del mismo mediante el control preciso de la dosis requerida, así como del tamaño y las propiedades del compuesto.

Nanobiochips para el diagnóstico de enfermedades | Fuente

También se ha empleado la nanotecnología para la regeneración o sustitución de tejidos y órganos enfermos o dañados por diferentes causas (e.j. quemaduras) mediante la aplicación de la terapia génica y la ingeniería de tejidos, estimulando los mecanismos reparadores del propio cuerpo humano. Los avances más importantes están relacionados con el diseño de sistemas de soporte y el empleo de células madre tanto embrionarias como adultas. Entre los materiales que se están utilizando cabe resaltar los nanotubos de carbono, las nanopartículas de hidroxiapatita o zirconia y las nanofibras de polímeros biodegradables. Uno de los mayores logros en medicina regenerativa, muy reciente, ha sido el diseño de biomateriales con capacidad de imitar a la matriz extracelular, formando un soporte igual al que aparece de forma natural en las células, sobre el que pueden crecer las células progenitoras para implantarlo después en el paciente y conseguir reparar o remplazar el órgano dañado.

Crecimiento celular sobre un soporte nanoestructurado. | Fuente

En cuanto al mundo de la electrónica, existen muchas investigaciones actuales centradas en el uso del grafeno como sustituto del silicio en dispositivos electrónicos. Este "*nanomaterial*" está formado por una sola capa de átomos de carbono, y se produce a partir del grafito, la mina de los lapiceros. Tiene una dureza extraordinaria, es diez veces más fuerte que el acero y seis veces más ligero. Además, conduce mejor el calor que el diamante y es mejor conductor de la electricidad que la plata. Su combinación de transparencia, ligereza y flexibilidad le hace idóneo para la fabricación de transistores para circuitos eléctricos de alta velocidad y podría substituir al silicio en los microchips, cambiando así el futuro de los ordenadores y otros dispositivos.

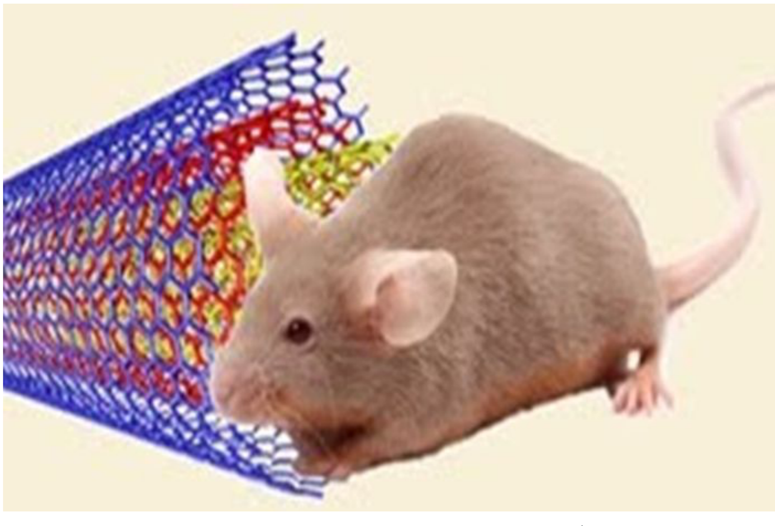
Pantallas táctiles flexibles y transparentes de grafeno | Fuente

Recientemente han desarrollado pantallas táctiles flexibles de 25 pulgadas con grafeno, más rápidas y eficientes que las actuales. Compañías como IBM también están investigando, y han fabricado un transistor de 150 gigahercios (GHz), mucho más veloz que los dispositivos de silicio que tienen alrededor de 40 GHz. El grafeno también podrá usarse en televisores OLED, **que estarán fabricados con materiales orgánicos, más respetuosos con el medio ambiente.**

Actualmente se utilizan elementos químicos como el indio que son caros y tienen un impacto ambiental muy grande. **La industria busca un sustituto más económico y sostenible**, por lo que el grafeno se perfila como una de las alternativas. El gran inconveniente actual del grafeno es su elevado precio. **Una lámina de grafeno cuesta entre 200 y 500 €**, si bien en los últimos años su costo ha descendido paulatinamente y en un futuro próximo se espera que sea más barato que el silicio, que actualmente cuesta unos 50 **€**.

¿Y los aspectos menos espectaculares de la nanotecnología? ¿Los nuevos "nanomateriales" tienen riesgos para la salud? ¿Pueden representar un peligro para la humanidad? Hemos visto en los últimos 100 años cómo materiales con propiedades muy útiles como el asbesto pueden desencadenar grandes problemas. El asbesto fue muy utilizado desde finales del siglo XIX hasta finales del siglo XX debido a sus propiedades aislantes e ignífugas en los motores de alta presión de buques transatlánticos y locomotoras de vapor. Sin embargo, todos sabemos ahora que las fibras de asbesto pueden ser letales si se inhalan en gran cantidad. ¿Podrían los nanomateriales que se están desarrollando en nuestros laboratorios provocar un problema similar en el futuro? Los nanotubos de carbono son similares en forma y dimensiones a las fibras de asbesto, y parece que podrían tener el mismo efecto cancerígeno. No obstante, por el momento se han llevado a cabo pocas investigaciones, y los estudios publicados muestran resultados frecuentemente contradictorios, por lo que no tenemos certeza de la toxicidad de los nanotubos.

Así, los nanotubos inyectados en bruto en ratones de forma intratraqueal resultaron ser tóxicos para las vías respiratorias, mientras que no se encontró toxicidad significativa cuando éstos se manipularon correctamente. Hay que tener en cuenta que en muchas aplicaciones como materiales compuestos o dispositivos electrónicos los nanotubos están fuertemente anclados a una estructura estable, y, por lo tanto, es poco probable que representen una amenaza, aunque podría existir riesgo a la hora de desechar el producto final. ¿Existe la posibilidad de que los nanotubos se liberen al medio ambiente? Otra cuestión primordial es cómo se fabrican los productos y cuál es el riesgo de exposición para los trabajadores. Por tanto, el estudio de todo el ciclo de vida de estos nuevos materiales es de vital importancia.



La toxicidad de los nanotubos de carbono se investiga con ratones | Fuente

¿Qué ocurre con las nanopartículas? ¿Es peligrosa su inhalación o su deposición sobre nuestra piel? Aunque hemos estado expuestos a ciertos tipos de nanopartículas en la atmósfera durante milenios, no deberíamos alarmarnos, ya que las nanopartículas, *per se*, no conllevan peligro a bajos niveles de exposición. Sin embargo, la exposición a nanopartículas procedentes de los tubos de escape de vehículos y de los humos de soldadura se asocia con un mayor riesgo para la salud. También hay evidencia de que las nanopartículas en forma de aerosol pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares, pasar a la zona intersticial y, a través del torrente sanguíneo migrar a otros órganos del cuerpo como hígado, bazo, riñón, corazón, cerebro y ganglios linfáticos. Sin embargo, hay muy pocos estudios hasta la fecha sobre los efectos que puedan tener estas nanopartículas cuando se acumulan en el cuerpo humano.

Principales vías de exposición a las nanopartículas

En el campo específico de los protectores solares, se ha demostrado que el dióxido de titanio y el óxido de zinc en forma de nanopartículas producen radicales libres en las células de la piel, que podrían dañar el ADN. El Comité Científico de Seguridad de los Consumidores (CCSC) confirmó que las nanopartículas utilizadas en concentraciones de hasta un 25% como filtro UV en protectores solares pueden considerarse seguras para los seres humanos. No obstante, la inhalación de estas nanopartículas puede causar inflamación de los pulmones, por lo que se aconseja no utilizarlas como productos en polvo o aerosol.

Por otro lado, el tóxico-patólogo Vyvyan Howard concluyó que el tamaño de las nanopartículas, más que el material que las constituye, es el factor que más afecta a su posible toxicidad. Cuanto menor el tamaño mayor su potencial tóxico ya que el sistema inmunológico no las detecta. Asimismo, la forma de las nanopartículas tiene gran influencia en su toxicidad: las formas de triángulo truncado son más tóxicas que las esféricas y alargadas, ya que contienen más caras y por tanto son más reactivas. Además, las esféricas presentan menor toxicidad ya que circulan peor por el torrente sanguíneo.

Toda la información anterior refleja la falta de regulación de la nanotecnología, y la necesidad de tomar medidas para garantizar espacios de trabajo seguros y productos medioambientalmente sostenibles. Actualmente no existe ninguna legislación específica sobre la nanotecnología y los nanomateriales, y aunque éstos están dentro de la definición de "*sustancia*" incluida en la Regulación Europea de sustancias químicas (REACH), se argumenta que "sin datos no hay regulación", y a pesar de su existencia desde 2006, los nanomateriales siguen en gran medida sin ser regulados. Por tanto, es necesaria mucha más investigación en esta área. Prueba de la gran importancia de este tema son las iniciativas promovidas por los gobiernos de Estados Unidos, Europa y Japón que han destinado muchos recursos a la puesta en marcha de programas de evaluación de riesgos y bioseguridad de los *nanoproductos*. También es imprescindible que las empresas pongan en el dominio público los resultados de investigación sobre productos basados en nanopartículas.

En resumen, las aplicaciones de la nanotecnología se están multiplicando de forma exponencial, y se espera que tengan gran repercusión en los próximos años, invadiendo los sectores de la medicina, robótica, ingeniería, energía, domótica, etc., e iniciando lo que algunos analistas ya han denominado «La revolución industrial del siglo XXI«. No obstante, debemos ser cautos a la hora de valorar los éxitos alcanzados, pues quedan muchos interrogantes por resolver referentes a temas medioambientales, socioeconómicos, bioseguridad y salud humana. Existen numerosas recomendaciones por parte de bioeticistas sobre las directrices que se deben tomar durante las etapas de investigación, fabricación, experimentación, comercialización, etc. de los nanomateriales. Esperamos que difundiendo y compartiendo todas estas reflexiones podamos valorar de forma sensata y prudente el mundo que se nos avecina.

*Este artículo nos lo envía **Ana María Diez Pascual**. Se licenció en Química en el año 2001 en la Universidad Complutense de Madrid, donde realizó su tesis doctoral con una Beca de Formación de Profesorado Universitario. En 2005 trabajó en el "Max Planck Institute of Colloids and Interfaces" (Alemania) sobre la caracterización reológica de polímeros y tensioactivos. Fue investigadora postdoctoral (2006-2008) en el Instituto de Química Física de la Universidad de Aachen (Aquisgrán, Alemania), donde trabajó en el ensamblaje de polielectrólitos sobre microgeles termoresponsivos. En 2008 se trasladó al Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ICTP-CSIC) donde participó en un proyecto de colaboración con el "National Research Council of Canada" para desarrollar nanocompuestos poliméricos reforzados con nanotubos de carbono para aplicación en la industria del transporte. En 2014 se incorporó a la Universidad de Alcalá con un contrato de investigación "Ramón y Cajal" donde actualmente está trabajando en el desarrollo de sistemas polímero/tensioactivo con nanotubos de carbono y grafeno para evaluar su aplicabilidad como sensores ópticos o en dispositivos electrónicos. Ha participado en 24 proyectos de investigación, tanto nacionales como internacionales, y ha publicado más de 90 artículos en revistas internacionales de alto prestigio. Ha sido miembro del comité organizador de diversos congresos nacionales y es miembro del comité editorial de las revistas "Nanomaterials" y "Polymers". En 2012 fue galardonada con el premio TR35 del Massachusetts Technological Institute (MIT) por su trabajo innovador en el campo de la nanotecnología.*

Referencias científicas y más información:

Binnig, G., Rohrer, H. (1986). Scanning tunneling microscopy. IBM Journal of Research and Development, 30 (4), 355.

Gómez-Baquero, F. (2007). Avances en la producción de nanotubos de carbono, en su funcionalización y nuevas perspectivas para su aplicación industrial. Revista Chymeia, 7, 12-17.

Gutiérrez, J. M. (2013). Aplicaciones médicas y efectos tóxicos de nanopartículas de ZnO, TiO_2, Ag y nanotubos de carbono. DOI:10.13140/2.1.1828.0008.

Lechuga, L.M. (2008). La revolución de la nanomedicina. Digital CSIC Revista SEDISA, 10, 38-43.

Menéndez, R., Blanco, C (2014). El grafeno. Colección ¿qué sabemos de? Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Los libros de la Catarata, ISBN: 978-84-00-09886-5

Quesada, M.V. (2014). Impacto de la Nanotecnología en la salud laboral. Jornada técnica, proyectos LIFE. Consejería de Economía, Industria y Turismo de la Generalitat Valenciana.

Ruiz, A., Marín Barba, M., Lozano Velasco, E. (2017). Nanotoxicidad en los tiempos de la nanotecnología. Revista de nanomedicina, 192, 1-9.

Taniguchi, N. (1974). On the basic concept of nanotechnology. Proceedings of the International Conference on Production Engineering, Tokyo Part II. Japan Society of Precision Engineering, 18-23.

Colaborador Invitado
Si tienes un artículo interesante y quieres que lo publiquemos en Naukas como colaborador invitado, puedes ponerte en contacto con nosotros.

Por Colaborador Invitado, publicado el 3 agosto, 2018
Categoría(s): Divulgación • Física • Tecnología

⇦ Charlas Naukas Evolución 2018 – Almudena M. Castro • Hitos en la red #227 ⇨

Blog alojado en dinahosting

BUSCAR

Buscar ... | Buscar

ARTÍCULOS POPULARES

Coronavirus: Tu «distanciamiento social" puede salvar vidas
Artículos en Naukas sobre el coronavirus
El Espacio-Tiempo antes de Einstein
Transporte público y coronavirus
Todas las charlas de Naukas Bilbao (2011-2019)
Las matemáticas son tus amigas – II

ARCHIVOS

Elegir el mes

CONTENIDOS

Elegir la categoría

BLOGS NAUKAS

La «ropa» del Lunojod y otras naves espaciales soviéticas
Eureka - Publicado por Daniel Marín
Ciencia para todos T02E26: Experimentos divertidos para niños
La Ciencia de la Mula Francis - Publicado por Francisco R. Villatoro
Pandemia por el coronavirus: no nos olvidemos de la ética
Gen-Ética - Publicado por Lluis Montoliu
¿Qué es una escala logarítmica?
Fuga de cerebros - Publicado por Pablo Rodríguez
¿Qué recuerdas de clase de ciencias?
El profe de Física - Publicado por Arturo Quirantes

J. M. Mulet – Tomates con genes
Clara Grima – Mati y sus mateaventuras
Eugenio Manuel Fdez. – Ciencia en blanco y negro
Francisco R. Villatoro – La ciencia de la mula Francis
Arturo Quirantes – El profe de física
Paco Bellido – Otros mundos
César Tomé López – Experientia docet
Javier Peláez – La aldea irreductible
Miguel Artime – Maikelnai's Blog
Daniel Marín – Eureka
Joaquín Sevilla y Javier Armentia – Ciencia en el bar
Gemma del Caño – Farmagemma
Juan Ignacio Pérez – Zoo Logik
Pablo Rodríguez – Fuga de cerebros
Lluis Montoliu – Gen-ética
Fernando Frías – La lista de la vergüenza
Ángel R. López Sánchez – Universo Rayado

blogs NAUKAS
Aviso legal y cookies - SafeCreative - RSS

COPYRIGHT © 2020 NAUKAS.