Conozcamos la nanotecnología
Jna'besbatik te Nanotegnologiae

Noboru Takeuchi

Se cree que la Nanociencia y Nanotecnologia van a poder usarse en muchas áreas diferentes y que va a impactar todos los aspectos de nuestras vidas. Por eso se dice que la nanoteconología va a detonar una revolución tecnológica en el siglo XXI.

Ch'uunbil te ma ba jun nax ta banti ya stak' stu'untesik te nanociencia sok te nanotecnologíae melel ya stak' kiltik ta swentail pox, ta swentail naetik, ta swentail luz chikan nax ta banti ay. Jich yu'un albil te tulan nax swentail ya sta' te nanotecnologíae ta siglo XXI.

Traducido por
Blanca Ines Gomez Santiz
Ilustraciones Citlalin Arcos

ISBN 978-607-02-8062-7

Agradecimientos

Las siguientes ilustraciones que aparecen como fondos de páginas son imágenes ganadoras del Concurso Internacional SPMAGE07 organizado por el ICMM del CSIC y de la Universidad Autónoma de Madrid: Páginas 12 y 13 Nanoanillos por Andreas Fuhrer, 22 y 23 Raiz por Konatantin Demidenko y 30 y 31 Algas magnéticas por Alexei Termiryazev.

Imagen de la página 29 cortesía de Saw Hla, página 25 Darthmoth College, y página 33 Manu Barandarián.

Conozcamos la nanotecnología, Jna'besbatik te Nanotegnologiae se terminó de imprimir en los talleres de Impresiones Editoriales F.T. S.A. de C.V. Ubicados en Calle 31 de Julio de 1859 Mz. 102 Lote 1090, Col. Leyes de Reforma, Iztapalapa, México, D. F.

El tiraje constó de 1000 ejemplares en papel Couche Brillante de 150 gs, junio 2016.

Conozcamos la nanotecnología
Jna'besbatik te Nanotegnologiae

Noboru Takeuchi

Traducido por
Blanca Ines Gomez Santiz

Ilustraciones Citlalin Arcos

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Dr. William Lee Alardín
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Oscar Contreras López
Director Centro de Nanociencias y Nanotecnología

Dr. Noboru Takeuchi
Editor Colección Ciencia Pumita

Q.I. Marisol Romo
Asistente Editorial

Primera edición: 23 de junio 2016

ISBN: 978-607-02-8062-7

DR Centro de Nanociencias y Nanotecnología
Universidad Nacional Autónoma de México

Esta publicación fue financiada
por la DGAPA-UNAM, proyecto PAPIME
No. PE100316

Ciencia Pumita es un proyecto y propiedad del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM.

www.diverticiencia.com

DISEÑO: Gabriela Sandoval Rodríguez

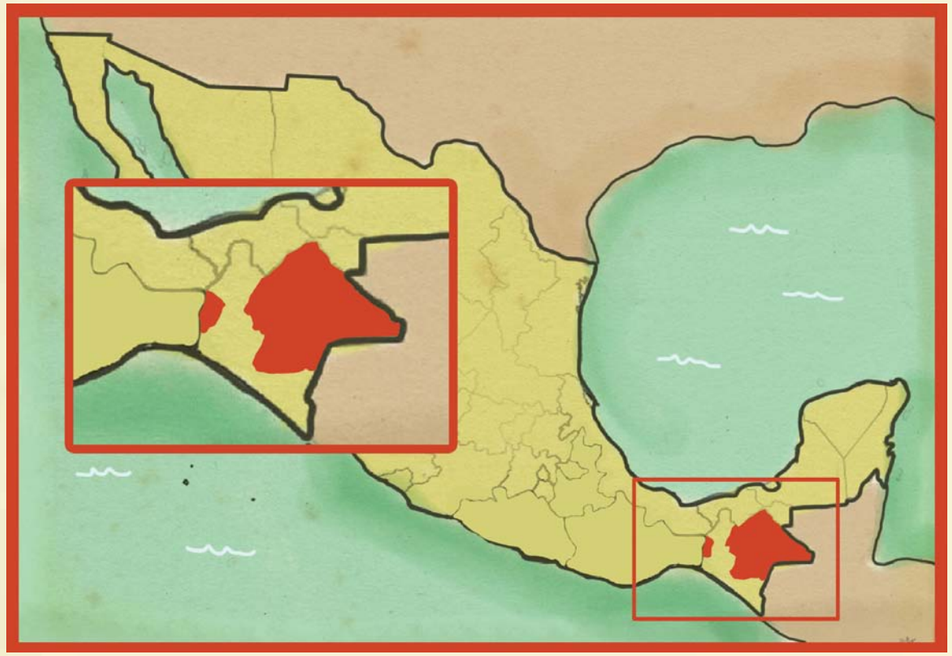
Este libro no puede ser reproducido, total ni parcialmente por ningún medio electrónico o de otro tipo, sin autorización escrita del editor.

This book may not be reproduced, whole or in part, by any means, without written permission from the publisher.

Impreso y hecho en México.
Printed and made in Mexico.

Te bats'il k'ope

Ya xk'opojik ta bats'il k'op ta slumalil Chiapas ja' nix jichuuk ta slumal Tabasco sok ta slumal Quintana Roo. Te bats'il k'ope jun pajal sok te mayae. 350,000 mil ta tulik te mach'atik ya xk'opojik ta bats'il k'ope, ta slumalil Chiapas ya stu'untesik bayal te kaxlan k'ope ja' nix jichuuk ya stu'untesik bayal te bats'il k'op. Ta spamal slumal te Méxicoe te bats'il k'ope ay ta yo'ebal Yajtajul ta stojol te bayal te mach'a ya xk'opojike. Te inali yaloj te ay chaneb variante melel ma ba pajal ya xk'opojik ta jujun lumal, te variante ja'ik: te bats'il k'op yu'un te occidente, te bats'il k'op yu'un te orientee, te bats'il k'op yu'un te nortee sok te bats'il k'op yu'un te sure. Ta at'el-ito ja' me la yich' tu'untesel te bats'il k'op yu'un te occidente (bats'il k'op yu'un te oxchujk'e).



El Tseltal

El tseltal es una lengua de la familia maya que se habla principalmente en Los Altos de Chiapas, aunque también se usa en otros estados como Tabasco y Quintana Roo. Actualmente tiene más de 350,000 hablantes y después del español es la segunda lengua que más se utiliza en el estado de Chiapas y la quinta lengua indígena más hablada en México. Según el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas, hay cuatro variantes del tseltal: el de occidente, el de oriente, el del norte y el del sur. En este libro se usó la variante de occidente que se habla en el municipio de Oxchuc.

El pantalón que no se ensucia
Te wexil te ma xch'alube

Te sientas a comer y se te derrama el agua de jamaica encima de tu pantalón blanco

Ja' alapo sakil wex, te k'alal ya xnaklat ta we'el ya amalba sok yalel Jamaica.

En lugar de correr a cambiarte, sólo tomas una servilleta y secas el líquido que se resbaló por la tela sin mojarla ni ensuciarla. Parece extraño pero ya es una realidad: telas que repelen los líquidos y además, no se manchan.

Ya akusaba sok jun, te june ya stsob spisil te ja'e jich ma ba k'axeluk te ya ajelbae, jich ya xtakin te awexe, lotil yilel ja' nax te ma ba jich melel ayix: pak'etik te ma sch'uxik sok te ma xch'alubike.

También son realidades mejores tratamientos y medicamentos contra enfermedades como el cáncer; focos de luz que consumen muy poca energía; fibras más resistentes que el acero, las cuales se pueden usar en la fabricación de nuevos materiales. Todo esto y más es el resultado de la investigación que se lleva a cabo en los campos de la nanociencia y la nanotecnología.

Para entender cómo se ha logrado alcanzar estos resultados tan "fantásticos", necesitamos hablar de medidas tan pequeñas como las de unos cuantos nanómetros.

Ja' nix jich ayix spoxil te chamelik te amenaxike jich bit'il te cáncere, ja' nix jich ayix focotik te ma ba slajinik bayal luze; ay pak'etik te lek nax yich'o nawuyel jich tulan naxix xk'otikaa melel k'ax nax yip, ma ba spaj te beluk pasbil sok tak'ine, ya stak' spasik yantik biluketik sok te yach'ikal pak'etike. Spisil-ito pasbil sok te nanociencia ja' nix jichuuk sok te nanotecnologíae.

Te me ya jk'antik xk'ot ta kot'antik spisil te beluk ta'abil sok te at'el-ito ya sk'an kiltik te bin swentail te bisel te ch'in xut' k'ine naxe jich bit'il te cha'ox nanómetrose.

El Tiranosaurio Enano
Te ch'in xut' k'in tiranosaurioe

Antes de hablar del nanómetro, hablemos del significado del prefijo nano.

Ya dijimos que nano es algo muy pequeño, sin embargo, en algunos museos con fósiles encontramos uno al que llaman nanotiranosaurio rex.

Ta sneelal ya x-och jkiltik te bin swentail te nanoe, ta schebal ya jkiltik te bin swentail te nanómetroe.

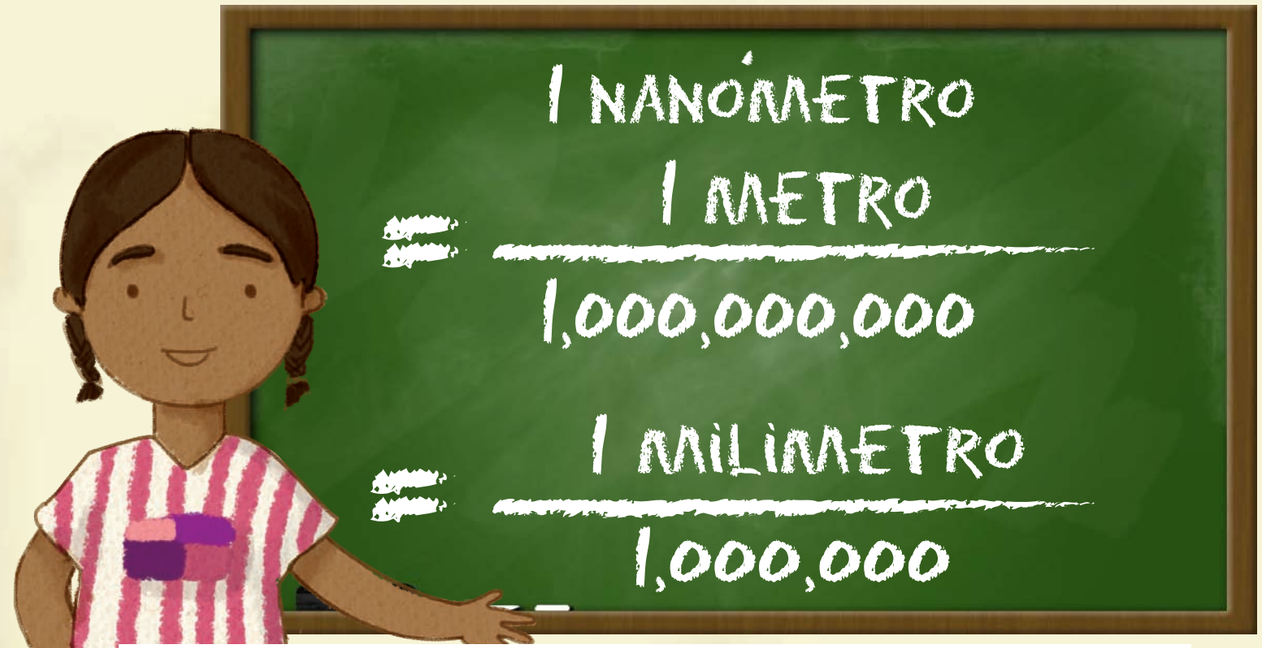
Kalotikix te nanoe ja' te beluk bin xut' k'inaxe ay niwan kilotik ta museo te ay sk'ejoik sbakel chambalam te ja' sbiil nanotiranosaurio rexe.

¿Es un error o una contradicción?
El tiranosaurio rex es un animal muy grande y nano es algo pequeño.

¿Ma ba lek ba o janax ya yak' ya'an kot'antik?
Te chambalam tiranosaurio rexe muk' nax yan stukel te nanoe ch'in xut' k'in nax.

Esto se explica porque nano es un prefijo griego, que significa enano. Entonces un nanotiranosauro rex es un tiranosaurio enano.

Ya me sk'an jna'tik, te nanoe p'al k'op te albil ta griegoe, jich yu'un te nanotiranosaurio rexe kojt' tiranosaurio te ch'in xut' k'in naxe.



El Nanómetro

¿Y que es un nanómetro?, ¿Un metro enano?

Más precisamente, un nanómetro es un metro dividido en mil millones. El símbolo que se usa es nm.

O un milímetro dividido entre un millón.

Te nanómetro

¿Bina te nanómetroe? ¿Junbal metro te ch'in xut' k'in naxe?

Ya jk'antik te ya xk'ot ta awot'anike, jich yu'un ya jkaltik, te nanómetroe jun metro te pukbil ta mil millonese. Te bit'il ya yich' ts'ibuyel ja' jich-ito nm.

Ya stak' kiltikuuk ta jun centrimetro te pukbil ta jun millón.

El resultado es una unidad de medida muy pequeña. Para tener una idea de qué tan pequeño es un nanómetro, vamos a medir en nanómetros objetos muy chicos, por ejemplo, el diámetro del virus de la influenza es de aproximadamente 200 nm, el de un glóbulo rojo es de 7,000 nm y el de un cabello humano promedio es de aproximadamente 75,000 nm. Son muchos nanómetros.

Te me la jpuktike ya xlok' ch'in bis te ch'in xut' k'in naxe, ya jk'antik te ya xk'ot lek ta awot'antike, jich yu'un ya jbistik biluketik te ch'i xut'il naxike, te smuk'ul, te schanul inflienzae ay ta 200 nm, te smuk'ul, te tsajal globuloe ay ta 7,000 nm sok te smuk'ul te tsotsil jolole ay ta 75,000 nm. Bayal nanómetro abi.

Las Nanoestructuras

Se llaman nanoestructuras a objetos cuyo tamaño varía entre uno a cien nanómetros.

Nanociencia es el estudio de los procesos fundamentales que ocurren en las nanoestructuras, mientras que la nanotecnología busca su aplicación práctica.

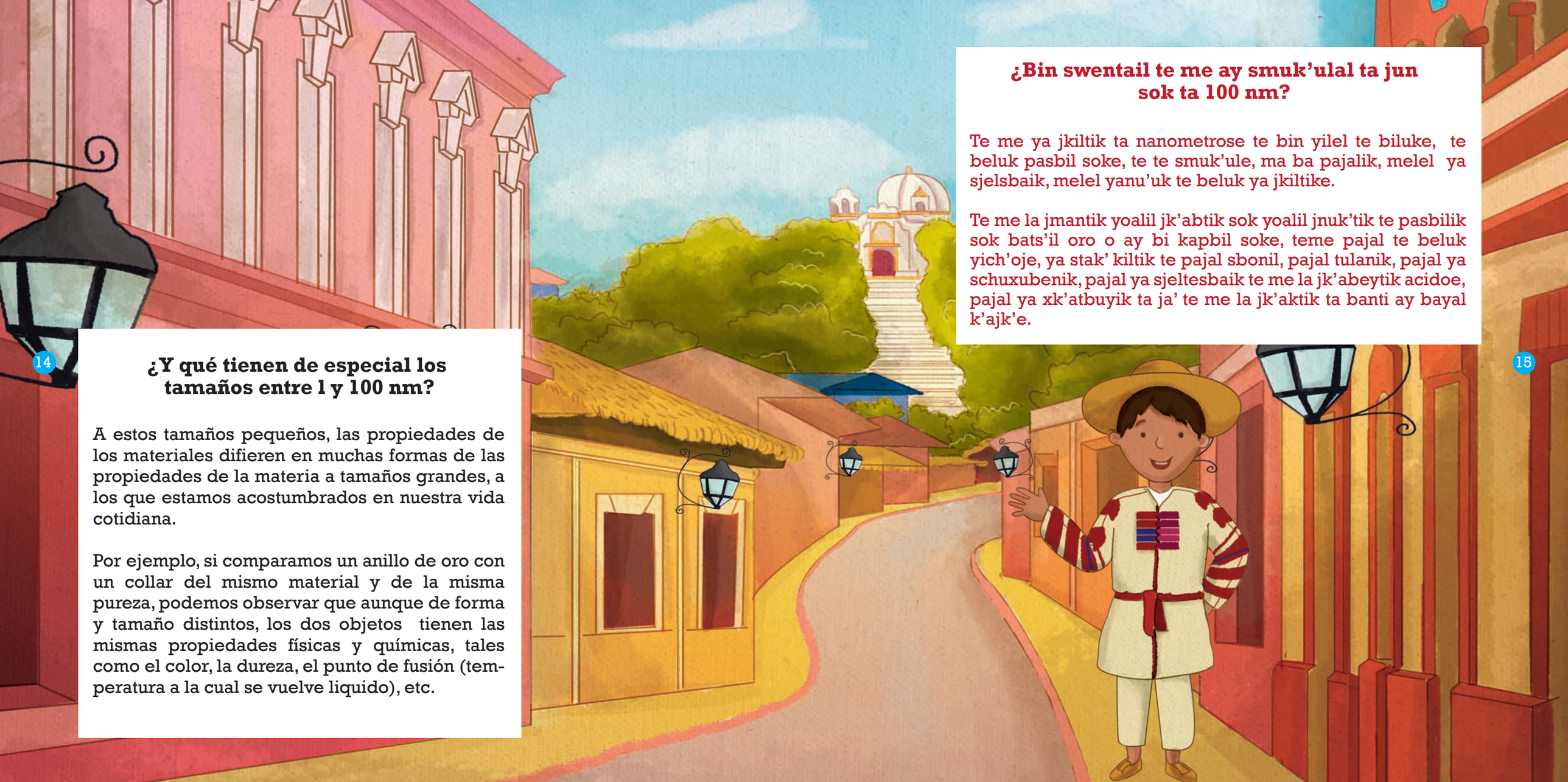
A veces se llama nanotecnología al poder crear cosas moviendo un átomo o una molécula a la vez.

Te nanoestructurase

Te nanoestructurase ja' te biluketik te ay teb o bayal nax nanometrose yich'ojike.

Te nanocienciae ja' ya yil te beluk ya xk'ax ta yutil nanoestructurase, yan stukel te nanotecnologia ya sk'an te ya yich' pasel te at'elile.

Ay ya yalik sok te nanotecnologia ya stak' yich' pasel biluketik te me la yich' tijel jun atomo o jun molécula.



¿Y qué tienen de especial los tamaños entre 1 y 100 nm?

A estos tamaños pequeños, las propiedades de los materiales difieren en muchas formas de las propiedades de la materia a tamaños grandes, a los que estamos acostumbrados en nuestra vida cotidiana.

Por ejemplo, si comparamos un anillo de oro con un collar del mismo material y de la misma pureza, podemos observar que aunque de forma y tamaño distintos, los dos objetos tienen las mismas propiedades físicas y químicas, tales como el color, la dureza, el punto de fusión (temperatura a la cual se vuelve liquido), etc.

¿Bin swentail te me ay smuk'ulal ta jun sok ta 100 nm?

Te me ya jkiltik ta nanometrose te bin yilel te biluke, te beluk pasbil soke, te te smuk'ule, ma ba pajalik, melel ya sjelsbaik, melel yanu'uk te beluk ya jkiltike.

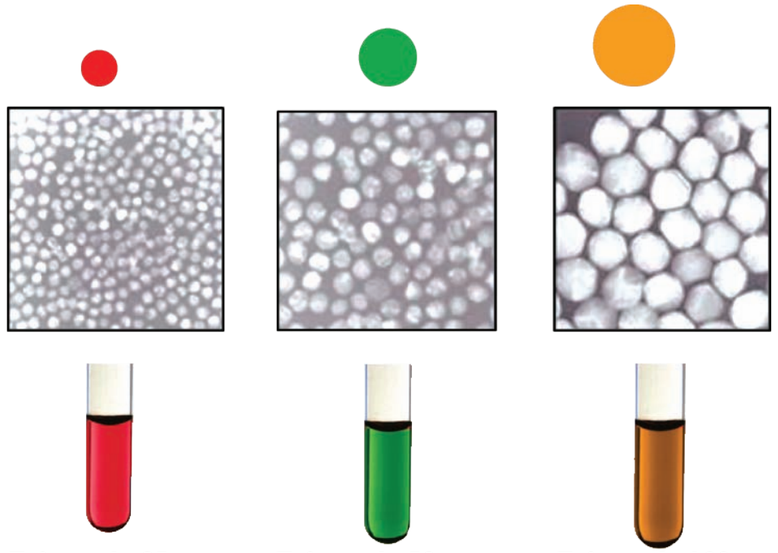
Te me la jmantik yoalil jk'abtik sok yoalil jnuk'tik te pasbilik sok bats'il oro o ay bi kapbil soke, teme pajal te beluk yich'oje, ya stak' kiltik te pajal sbonil, pajal tulanik, pajal ya schuxubenik, pajal ya sjeltesbaik te me la jk'abeytik acidoe, pajal ya xk'atbuyik ta ja' te me la jk'aktik ta banti ay bayal k'ajk'e.

No podemos decir lo mismo de las nanoestructuras de oro ya que sus propiedades son muy distintas a las del oro que conocemos.

Pueden ser rojas, naranjas, púrpuras, o hasta verdosas, dependiendo de su tamaño.

Ma ba stak' kaltik te pajal te bit'il pasbil sok te beluk yich'o te nanoestructuras yu'un te oroe melel ma jich te bit'il kilojtike yan oro te ya jna'besbatike.

Ay oro te tsaje, ay te k'ank'antike, ay ijk'ijk'tik sok ay ta'bil yaxal oro, chikan te smuk'ule.



Esferas de 25 nm | Esferas de 50 nm | Esferas de 100 nm

Cambia también su punto de fusión y sus otras propiedades físicas y químicas. Nuestra nanoestructura de oro deja de comportarse como el oro que nosotros conocemos. La investigación en nanotecnolgía busca entender y aprovechar estas nuevas propiedades para fabricar materiales e instrumentos que funcionen mejor.

Ya sjelsbauk te jayebto k'ajk' ya jk'ak'beytik te me ya jk'antik xk'atbu ta ja', sok te bit'il ya spasba te me ya jkok'anbeytik acidoe. Te oro te ya jna'besbatike ma ba pajal sok te jnanoestructura yu'un te oroe yanu'uk.Ya sk'anik yilik sok ya sk'anik stu'untesik te biluketik ta stojol te beluk ya stak' pasel soke melel ya yilik te bit'il pasbile, bin sbonibal yich'oj sok yantik xan jich ya stak' spasik yach'ikal biluketik spisil-ito ya spasik sok te at'elil ta stojol te nanotecnologíae.

Coloreando con nanoestructuras
Sok te nanoestructurase ya stak' jbontik biluketik.

El uso de nanoestructuras no es nuevo.
Los artesanos de la Edad Media aprendieron que al mezclar pequeñas cantidades de un compuesto que contenía oro o plata con el vidrio se obtenían diferentes colores, ideales para usarlos en los vitrales de las iglesias.

Hoy sabemos que ese color se debe a la formación de nanoestructuras de oro o plata dentro del vidrio.

Ma ba jach'elto yot'antik ta stu'untesel te nanoestructurase. Ta namey te jme' tatike la yilik te k'alal ya skapik nene sok te beluk yich'oj te oro o te platae yanyantik nax bonil ya xlok' sokaa, te ya tu'untesel te k'alal ya spasbeyik te sti' nail yu'un te ch'ul naetike.

Yotik ya jna'tikix te beluk ya yak'bey sbonil te nene ja' te nanoestrurase.

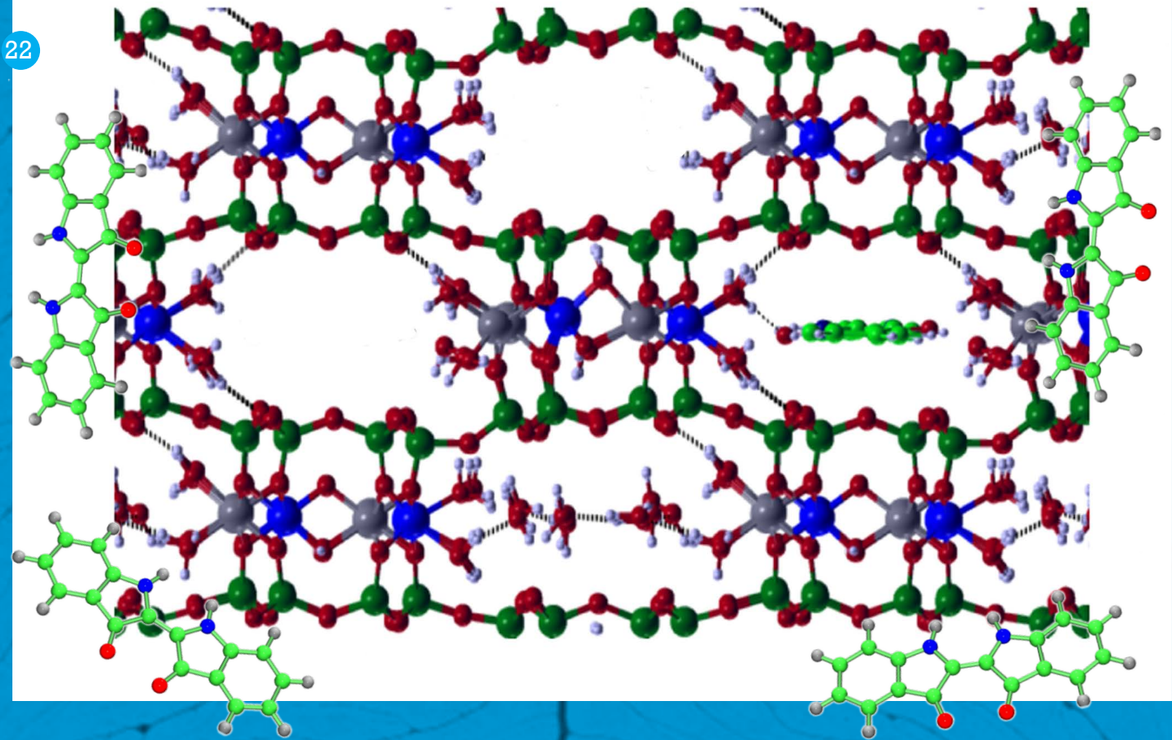
Más cerca de nosotros, nuestros antepasados fabricaron un material que hoy se conoce como el azul maya, el cual fue usado muy frecuentemente en Mesoamérica.

La yich' tu'untesel bonil te ja' sbiil azul maya ta slumalil Mesoamérica. Ja' la spasik te me' tatil ta namey.

Estas son algunas de las pinturas murales en las que se utulizó el azul maya
Le ta lok'ombail-ito ya stak' kiltik te le stu'untesik te azul maye.

Hoy se sabe que dicha pintura está formada por una mezcla de índigo (el tinte de los pantalones de mezclilla) con una arcilla, la cual tiene cavidades de tamaño en los nanómetros. Los átomos que forma el índigo quedan atrapados en dichas cavidades, creando una estructura que le da al material su color y estabilidad característicos.

Na'bilix te bit'il la spasike, melel te me la yich' kapel índigo sok ch'uyuy lum ya xlok' te bonile (te índigoe ja' te beluk ya yak'bey sbonil te wexetike), melel te ch'uyuy lume ay yich'o ch'in yawil te jich' smuk'ulal te bit'il nanómetrose. te atomos yu'un te indigoe ya sch'iksba le ta banti ch'uyuy lume, jich ya spasba te bonile.



Aunque nuestros antepasados usaron nano-estructuras para fabricar sus vitrales o pintar sus paredes, ellos fabricaban estos materiales sin saber lo que sucedía.

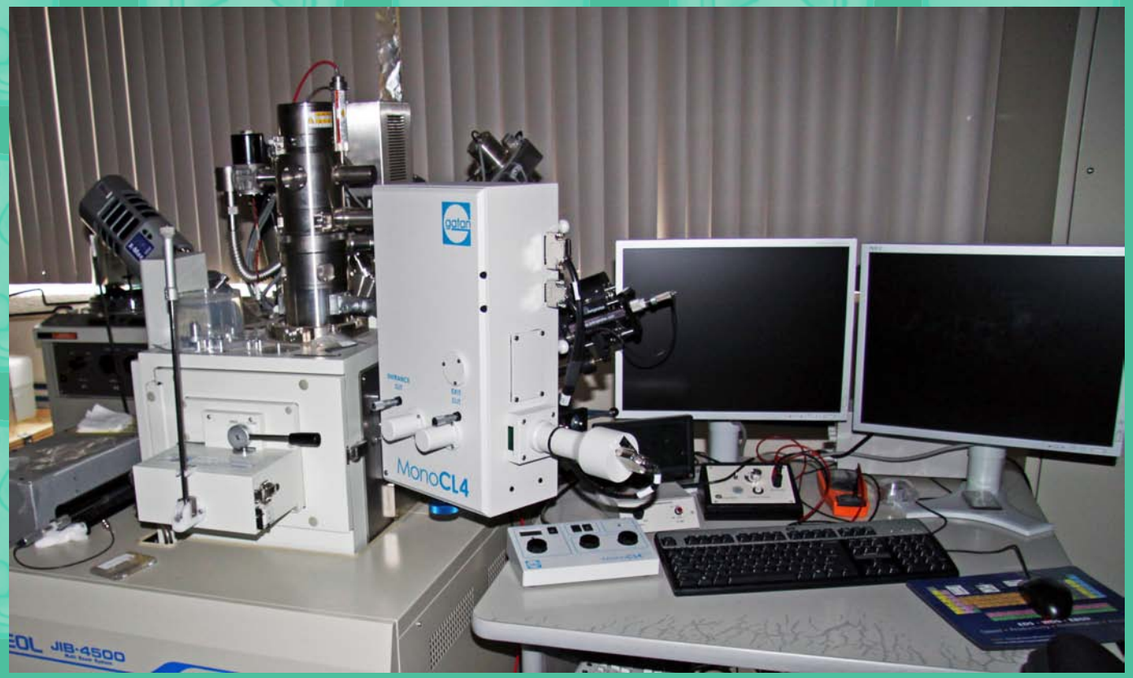
Esta es la diferencia, lo realmente nuevo de la nanotecnología es la habilidad que tenemos hoy para ver y manipular la materia a nivel de átomos y moléculas.

Te jme' tatik te kuxinik nameye ma ba sna'ojik te yakalik ta stu'untesel te nanoestructurase melel la spasik te snenike sok la sbonik lok'ombaeletik ta snaik.

Ma ba chiknajelto te nanotecnologíae melel ay la stu'untesikix namey, te beluk yayik ta spasel sok te nanotecnología yotike yach'il melel ya stak' yilikix sok ya stak' stu'untesbeyik te s-átomo sok te smolecula te biluketike.

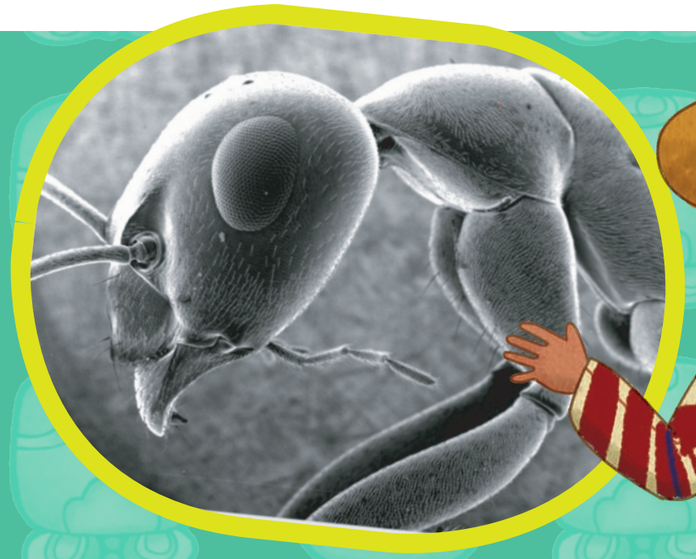
¿Cómo se pueden ver las nanoestructuras?

A finales del siglo XX se comenzaron a perfeccionar instrumentos que ya existían y se inventaron nuevos. Hoy existen unos poderosos microscopios que en lugar de usar la luz como los microscopios que conocemos, usan electrones. Se llaman microscopios electrónicos.



¿Bit'il ya stak' ilel te nanoestructurase?

Jach' slekubtes te biluketik te la stu'untesik ta at'el sok jach' spasik yach'ikal ta slajilbal yu'un te siglo XX. Te yotike ya stu'untesik electrones te yach'il microscopio electrónico ma ba stu'untesix luz, te yotike lom lek nax te microscopioetike.



Mira como se ve una hormiga usando ese microscopio:

Ila awil te bit'il ya stak' kiltik te xanich' le ta microscopio electrónicoe.

En los años ochenta se inventó el microscopio de efecto túnel STM por sus siglas en inglés (scanning tunneling microscope). El funcionamiento del STM es completamente diferente al de los microscopios ópticos o electrónicos.

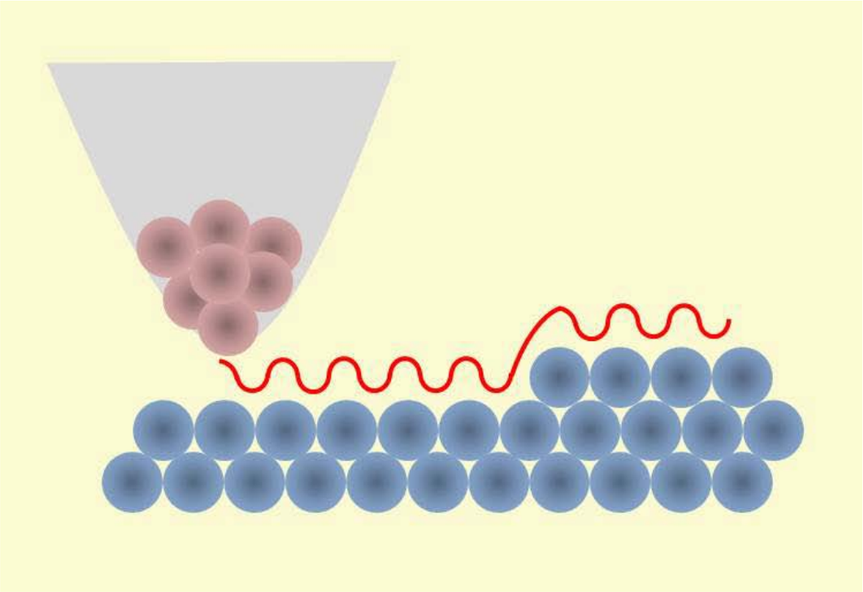
Si tenemos un objeto y queremos saber su forma, podemos 'verlo', tocándolo con la mano, para sentir los diferentes contornos del objeto De esta manera estamos usando nuestra mano para estudiar el objeto.

Ta jawil 80 la pasik te microscopio te ja' sbiil túnel STM te ay ta kaxlan k'op inglés (scanning tunneling microscope). Chikan nax ilel te ma ba pajal te microscopio óptico sok te electrónicoe.

Te jo'otike ya jtu'untestis jk'abtik teme ay biluk te ya jk'antik jna'besbatike, jich ya kaytik te bin yilel, te bin sbonil yich'oje. Yakalotik me stu'untesel k'abtik jich ya jk'eluytik te bilike.

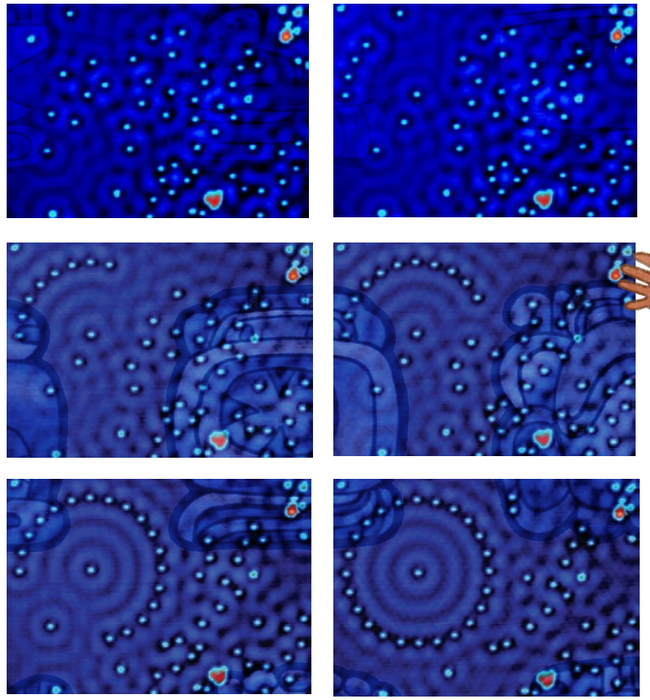
El STM funciona de manera similar: tantea la superficie con algo equivalente a la mano: una punta metálica la cual termina en unos cuantos átomos.

Te micriscopio STM ay sk'abu'uk yilel jich ya yiluuk; melel pajalme ya yil te spikuuk te beluk ay ta site. Pasbil sok tak'in te sni'e, ta banti ay te sin'e ay cha'ox átomos.



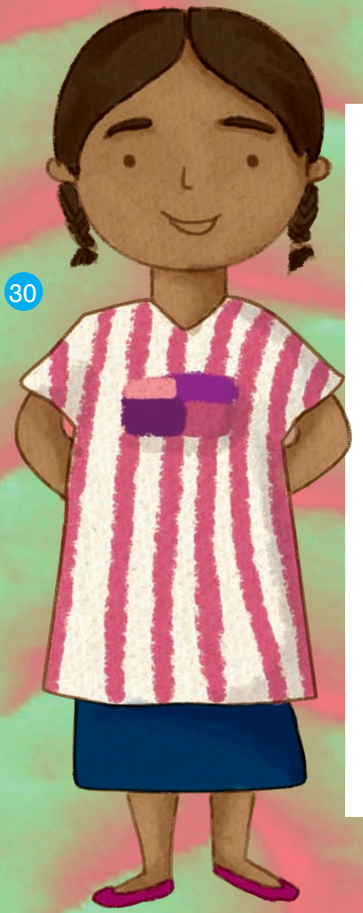
Con este microscopio podemos ver átomos. También con este microscopio podemos mover los átomos como se puede ver en la figura siguiente.

Sok te microscopio-ito ya stak' kiltik átomos. Ja' nix jichuuk ya stak' tijtik te átomose jich bit'il ya awil leto.



¿Cómo se pueden fabricar las nanoestructuras?

¿Bit'il ya stak' yich' pasel te nanoestructurase?



Las nanoestructuras se pueden fabricar usando métodos físicos, químicos y biológicos.

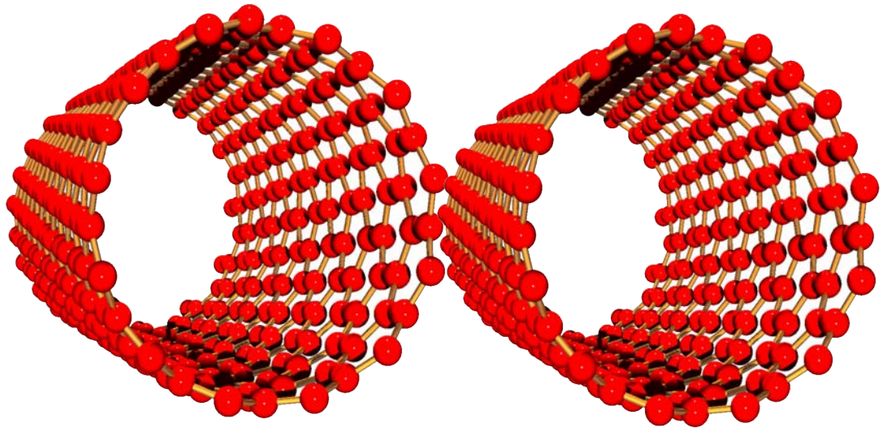
Por medio de métodos físicos se pueden fabricar, por ejemplo, estructuras en forma de capas muy delgadas de algunos nanómetros de grosor, las cuales se pueden utilizar para guardar información en las computadoras, o música en aparatos como el ipod, el mp3 o en un teléfono celular.

Ya stak' jpastik nanoestructuras sok método físico, químico sok bilógicoe.

Te yotike yakotikix ta stu'untesel te chinam tak'in melel le ya jpastik kat'eltikaa, ay pasbil ch'in biluketik ta banti ya stak' jk'ejtik kat'eltik te ja' sbiil USB, jich nix ay biluketik te ja' sbiil ipod, mp3 sok celular ta banti ya stak' jk'ejtik k'ayoketik, spisil-ito la spasik sok método físico te ya stak' pasel estructuras te jayik naxe.

Usando métodos químicos, por medio de algunas reacciones químicas muy controladas, se pueden fabricar muchas clases de nanoestructuras, entre ellas sobresalen los llamados nanotubos de carbono.

Chikan nax nanoestructuras ya stak' pasel teme la yich' tu'untesel te método quimicoe melel ya skapik sok yantik biluketik te bisbil lek, jich me pasbil te nanotubos yu'un carbonoe.



Como su nombre lo indica tienen forma de tubo y están hechos de carbono.

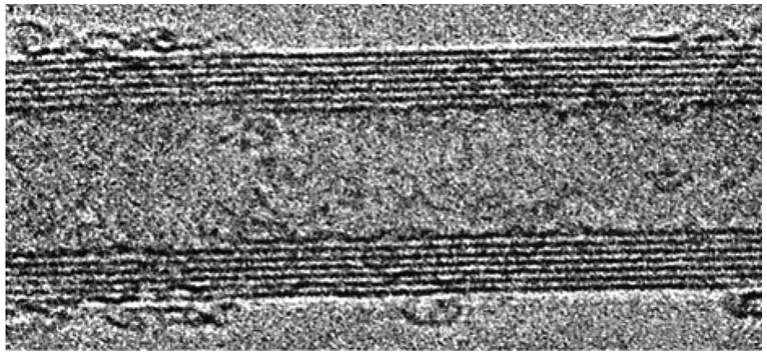
Jich bit'il ya yal te sbiile tubo yilel te pasbil sok carbonoe.

Pueden tener un diámetro de algunos nanómetros, y una longitud de varios centímetros. Los nanotubos de carbono son las fibras más fuertes que se conocen. Es por eso que se piensa que se pueden fabricar cables muy resistentes a partir de ellos.

En la siguiente figura se muestra una imagen de un nanotubo de carbono.

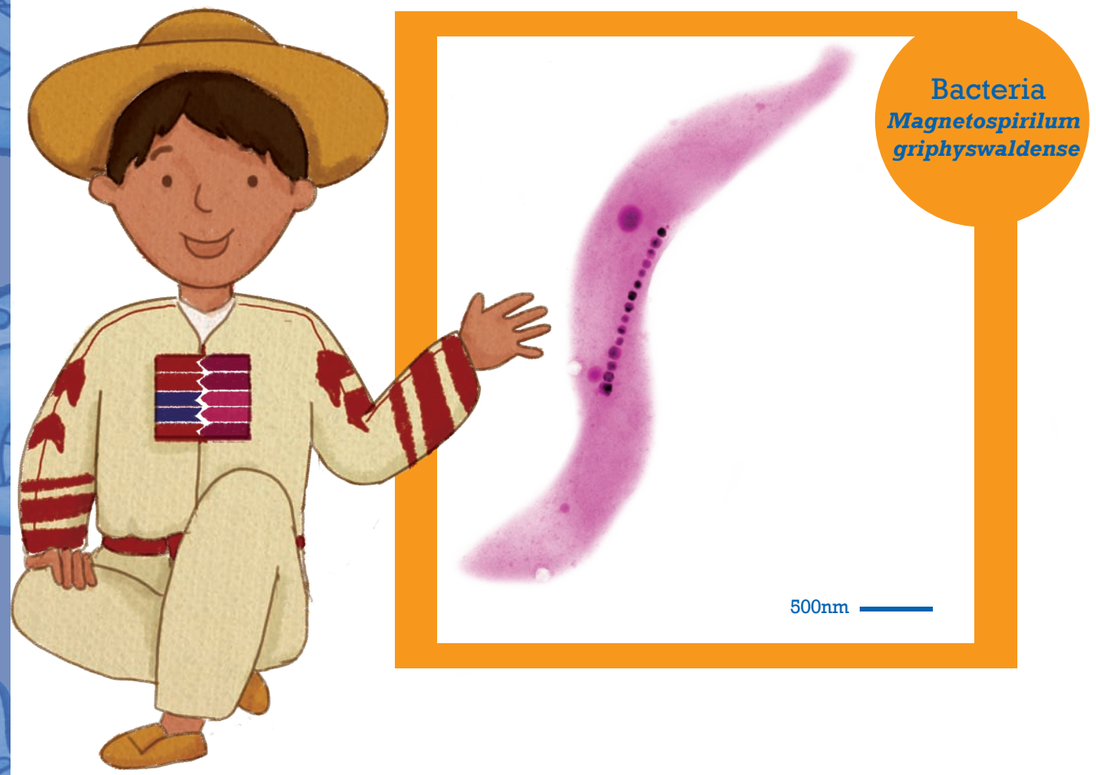
Ay yich'ijok jun diámetro sok nanómetros, sok ay yich'ojik bayal centrimetro ta snajt'il.Te nanotubo yu'un carbono ja' yich'oik te fibras te tulan naxike jich ilbil. Jich yu'un nopbil te ya stak' yich' pasel cabletik te tulan naxike.

Ya stak' awil te nanotubo yu'un carbono ta lok'ombael te ay ta ko'ele.



También se puede fabricar nanoestructuras usando seres vivos como plantas o bacterias. Un ejemplo es el uso de la bacteria Magnetospirilum griphyswaldense para fabricar nanoestructuras magnéticas.

Ja' nix jich ya stak' pasel nanoestructuras sok te'etik, wamaletik sok nix ya stak' paseluuk sok ch'in chanetik te ma chikanik ta ilel. Ya stak' kiltik ta nanoestructuras magnéticas te pasbil sok ch'in chanetik te ja' sbiilik Magnetospirilum griphyswaldense.



Los usos de la Nanotecnología
Bit'il ya yich' tu'untesel te nanotecnologíae

Bueno y todo esto ¿para qué sirve?

Como la nanotecnología no ha llegado a un estado de completo desarrollo, muchos productos están todavía en una fase de investigación, y no es posible saber cuáles llegarán finalmente al consumidor. Entre lo que ya está al alcance de nosotros, se tienen aplicaciones electrónicas, magnéticas, optolectrónicas, biomédicas, farmacéuticas, cosméticas, energéticas, y catalíticas.

La jkilbeytikix sk'opalil te nanotecnologíae ja' nax te ma jkilobeytik te ¿Bin stu'unil ku'untike?

Ma ba stak' na'tik te beluk biluketik ya xk'ot ta sk'abik pajel chawej te tejk' lumetik melel ma' ba tabil lek te stulanil. Te nanotecnologíae ma ba ch'iem lek melel ay biluketik te yakalikto ilel te me lekike, Te beluk ayix ta jk'abtike ja' te aplicaciones electrónicase, magnéticase, optolectrónicase, biomédicase, farmacéuticase, cosméticase, energéticase, y catalíticase.

Por ejemplo, en la fabricación de artículos tan diversos como:
Pelotas de tenis que duran más.
Bicicletas, raquetas de tenis y partes de automóviles más resistentes y livianas.
Pinturas y tratamientos para que los automóviles no se rayen, no se despinten y no se dañen.
Herramientas para cortar los metales.
Bloqueadores de sol y cosméticos.
Ropa y textiles que no se manchan.

Ya stak' kiltik ta biluketik jich' bit'il:
Ya xjalajik xan te ixtabiletik te ya stu'untesik te tajimal te ja' sbiil tenis.
Te Bicicletaetike, te raquetaetik te ya yich' tu'untesel te k'alal ya xtajinik sok te sbilukil te karoetike ya xjalajik xanaa melel tulan nax te beluk pasbil soke ja' nic jichu'uk ma ba k'axel alik .
Boniletik te ya spas te ma ba xbiluub te jnatike sok ma yak' k'axel te ja'ale.
Biluketik sok te beluk ya yich' set'el o bojel te tak'inetike
Te beluk ya jkak'abatik ta jkelawtik yu'un te ma jk'antik chik'batik sok te k'aale ja' nix te bonibaletik te ya stu'untesik te antsetike.
k'u pak'etik te ma xch'alubike.

La nanotecnología también tiene aplicaciones en la obtención de nuevas formas de energía y en la protección del medio ambiente:

En celdas solares más livianas, flexibles y baratas.
En la obtención de luz blanca más eficiente, con diodos emisores de luz (LEDs).
En el almacenamiento de hidrógeno como combustible.
En la fabricación de mejores y más baratos catalizadores para la reducción de la contaminación del medio ambiente.
En el proceso de refinación del petróleo.
Para mejorar la combustión del carbón y reducir su efecto contaminante.

Ma' le xlaj te stu'untesebal te nanotecnologíae melel ay ta'bilix te bit'il ya stak' kich'tik yaktik energíaetik sok ich'bil me ta muk' te balumilale jich ma yich' uts'inel:

Celdas solares te ma ba tuyol stojol, te ma ba alik nax sok ma ba tulanik nax.
Ayix yich'oik diodos emisores yu'un luz (LEDs) te sakil luz melel ja' lek xan.
Ya stak' tu'unsel bit'il combustible te me la yich tsobel te hidrógenoe.
Ay la spasikix catalizadores te lek yich'oj pasel sok ma ba tuyol nax stojol te ya skomtes te contaminación yu'un te balumulale.
Ta stojol te la sta'ikix bit'il ya stak' slok'esik te petróleoe.
Ya sk'anik slekubtesik xan te beluk ya xlok' sok te ak'ale jich ma ba ya xlok' amen ik' te ya sbolobtes te balumilale.

En la computación y la electrónica:
Ta computación sok ta electrónica:

Para fabricar computadoras cada vez más potentes, rápidas, baratas y con mayores capacidades de almacenamiento de información.
En la fabricación de dispositivos electrónicos más pequeños y versátiles.

Ya spasik computadora te ma uts nax stojol, te ya xtil lek, te lek ya spas yat'ele sok te bayal yich'o schinam ta banti ya stak' sk'ejik at'el le'a.
Ay spasik chinam tak'inetik te ch'in xut'ile sok lekik nax.

En las ciencias de la vida:
Ta sk'oplal te kuxinele:

Como transporte de medicamentos; como marcadores médicos, por ejemplo para detectar los tumores.
En el tratamiento de enfermedades como el cáncer, usando nanoparticulas y radiación infrarroja para quemar tumores.
En las prótesis con nuevos materiales.
En el uso de nuevos materiales y aleaciones para tapar las cavidades de los dientes.

Jich bit'il ya stak' na'el te me ay tulan chamele, te bit'il ya yich' pasel xan poxetik te ya sch'abtes te amen chameletik.
Te bit'il ya yich' ch'abel te cáncere, melel ay spasik sok nanoparticulas sok ya yich' chik'el te beluk amen ta jbak'eltatike.
Te protesis te pasbil sok yach'il biluketik.
Yach'ikal biluketik sok aleciones te beluk sok ya yich' makel ta banti k'aix ta sbakel ke'etik.

Se cree que la Nanociencia y Nanotecnologia van a poder usarse en muchas áreas diferentes y que va a impactar todos los aspectos de nuestras vidas. Por eso se dice que la nanoteconología va a detonar una revolución tecnológica en el siglo XXI.

Ch'uunbil te ma ba jun nax ta banti ya stak' stu'untesik te nanociencia sok te nanotecnologíae melel ya stak' kiltik ta swentail pox, ta swentail naetik, ta swentail luz chikan nax ta banti ay. Jich yu'un albil te tulan nax swentail ya sta' te nanotecnologíae ta siglo XXI.