Se cree que la Nanociencia y la Nanotecnología van a poder usarse en muchas áreas de trabajo diferentes y que nos van a beneficiar en muchos aspectos de nuestras vidas.

I kja nkämfni gera Nanosiensia ne Nanoteknología da po<u>d</u>e da nhña ha uaho ne hingä mahie<u>g</u>i b'<u>e</u>fi gedä kjakj<u>u</u> ga nants'ih<u>u</u> ma m'<u>u</u>ih<u>u</u>.

ISBN: 978-607-02-4670-8
9 786070 246708

VAMOS A CONOCER LA

Nanotecnología

Maga pädih<u>u</u> te'ä ra b'<u>e</u>di ra Nanoteknología

Noboru Takeuchi

Traducción al Hñähñu:
Adela Calva
Diana Ángeles

Con la colaboración de:
Sandra López

Ilustraciones de Citlalin Arcos

VAMOS A CONOCER LA

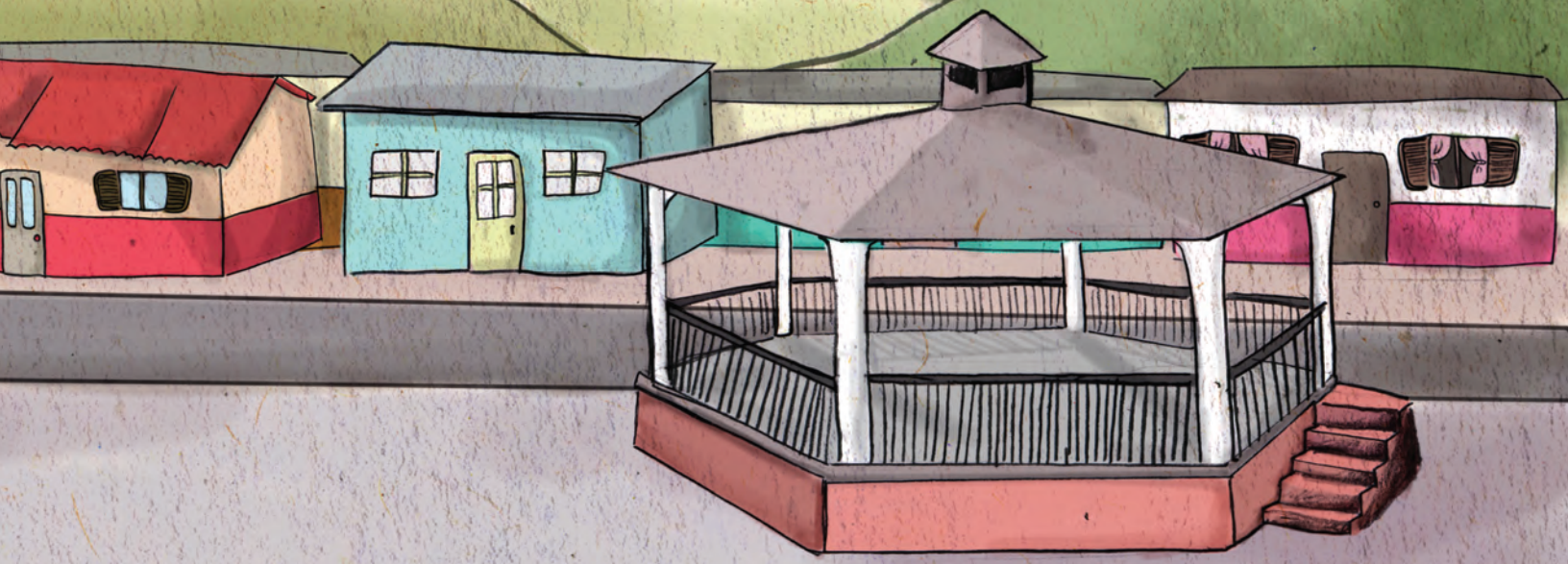
Nanotecnología

Maga pädihu te'ä ra b'edi ra Nanoteknología

Noboru Takeuchi

Traducción al Hñähñu:
Adela Calva
Diana Ángeles

Con la colaboración de:
Sandra López



Ilustraciones de Citlalin Arcos

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr José Narro Robles | Rector
Dr Eduardo Bárzana García | Secretario General
Dr Carlos Arámbulo de la Hoz | Coordinador de la Investigación Científica
Dr Sergio Fuentes Moyado | Director Centro de Nanociencias y Nanotecnología
Dr Noboru Takeuchi | Editor Colección Ciencia Pumita
Marisol Romo | Asistente Editorial

Primera edición Octubre 2013 ISBN 978-607-02-4670-8

DR Centro de Nanociencias y Nanotecnología Universidad Nacional Autónoma de México
Km 107, Carretera Tijuana- Ensenada Ensenada, Baja California, 22860

Este libro se publica con los auspicios del CONACYT proyecto No 190607, de la DGAPA-UNAM proyecto PAPIME No PE100313 y de la Comisión de Asuntos Culturales de la UNAM en Ensenada Y bajo convenio de colaboración con la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji - Universidad Nacional Autónoma de México

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

www diverticiencia com

Diseño: Gabriela Sandoval Rodríguez
Colaboración: Genaro Guerrero Brigido
y Lucero Alejandra Morales Elizarrarás

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.

Printed and made in Mexico.
Impreso y hecho en México

Gobierno del Estado de Hidalgo

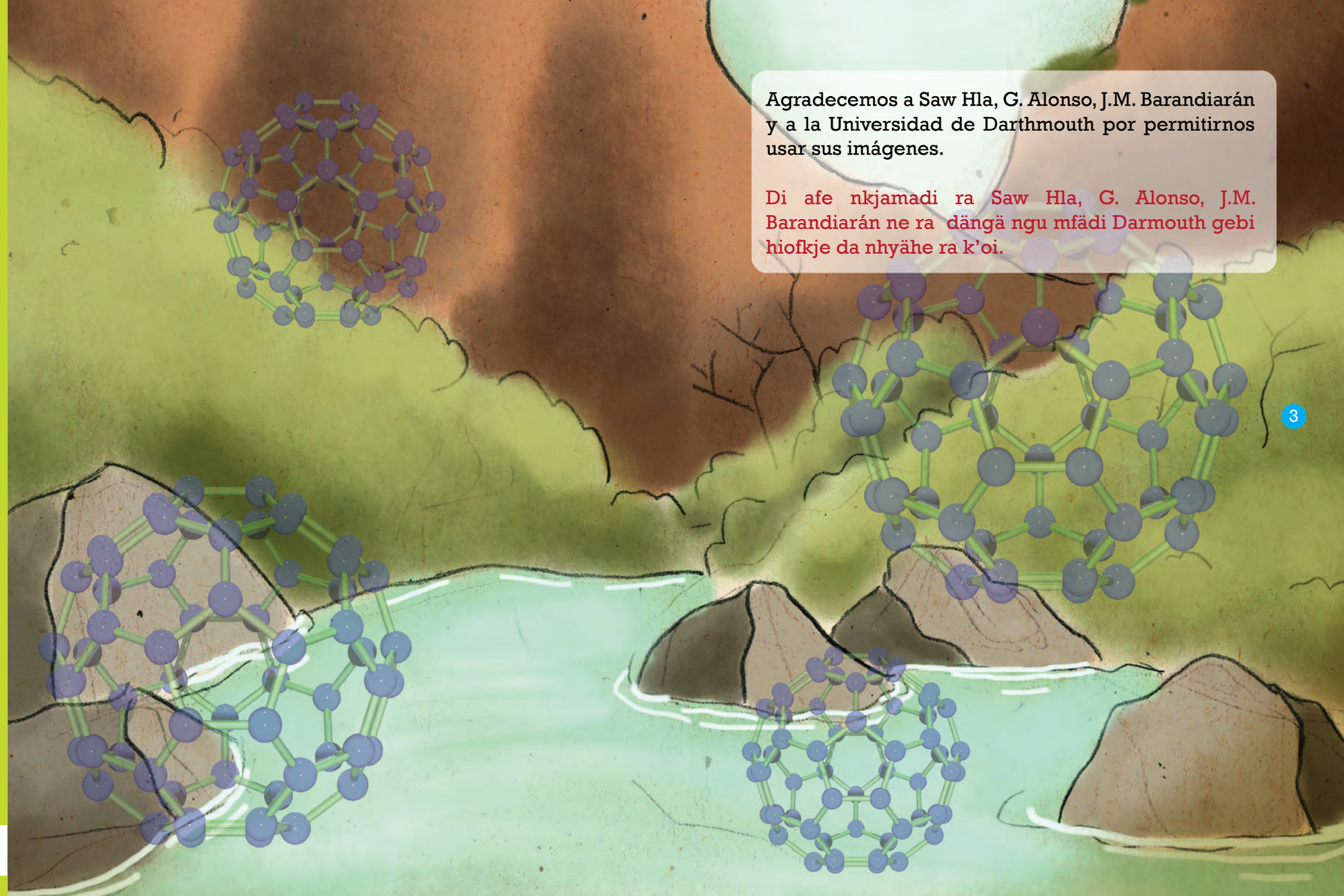
Lic José Francisco Olvera Ruiz | Gobernador Constitucional
Profr Joel Guerrero Juárez | Secretario de Educación Pública
Lic Rolando Durán Rocha | Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

Secretaría de Educación Pública

Lic Emilio Chuayffet Chemor | Secretario de Educación Pública
Dr Fernando Serrano Migallón | Subsecretario de Educación Superior
Ing Héctor Arreola Soria | Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas
Dr Mauricio Reyna Lara | Coordinador Académico y de Desarrollo
de la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

M en C Leodan Portes Vargas | Rector
Mtra Margarita Núñez Zamudio | Secretaría Académica
M S A Amalia Santillán Arias | Secretaría de Vinculación
M en C Sandra López Acosta | Directora del Programa Educativo de Nanotecnología



Agradecemos a Saw Hla, G. Alonso, J.M. Barandiarán y a la Universidad de Darthmouth por permitirnos usar sus imágenes.

Di afe nkjamadi ra Saw Hla, G. Alonso, J.M. Barandiarán ne ra dängä ngu mfädi Darmouth gebi hiofkje da nhyähe ra k'oi.

Ra hñähñu n'a ra hña ge i ña nzeya hnini m'onda. Uaho ya kjäi i nopä nuna hña otomí, pege nuna thuhu xi y'ehe ha Náhuatl, ya mengu to'o bi m'ukua m'et'o bi neé da nopse ra thuhu ngu ra hñase. Pege n'aman'a ra hai ha mengu ra kjäi i ña ngutho pe i nopä ra hña; yuhu ha ya xa'tho Hidalgo, Veracruz ne Puebla; hñähñu ha ra b'atha b'ot'ähi; Hñatho r'a b'at'ä hhnini ha Toluka o Hñuhu ha Ndämxei, pege manke n'ay'o ra thuhu ra hña mahiegi ra ña. Ha nuna ra he'mi, xi t'ot'i ra hñähñu nú i ña ha ra hnini San Ildefonso, municipio de Tepeji del Río, Hidalgo.

Hñähñu

El Hñähñu es un idioma que se habla en varios estados de México. Muchas personas lo conocen más como Otomí, pero al ser ésta una palabra de origen Náhuatl, los pobladores originarios han preferido que se use un término en su propia lengua para referirse a su idioma. Dependiendo del lugar, este nombre puede variar: Yuhu en las sierras de Hidalgo, Veracruz y Puebla; Hñähñu en el Valle del Mezquital; Hñatho en los alrededores de Toluca o Hñuhu en Querétaro. Sin embargo todas son variantes de un mismo idioma. En este libro, se usa el Hñähñu que se habla en la comunidad de San Ildelfonso, el cual pertenece al municipio de Tepeji del Río, Hidalgo.

La comunidad Hñähñu de San Ildefonso se encuentra situada entre su cabecera municipal, Tepeji, y el municipio de Tula, a unos diez kilómetros de cada uno. Es la única comunidad Hñahñu situada en esta región del valle del Mezquital. Tiene un clima templado y, exceptuando en la época de invierno, su tierra es muy árida. Los pobladores han conservado sus tradiciones y casi todos son bilingües, ya que hablan tanto su lengua materna como el español.

Información tomada de la "Monografía de Tepeji del Río, Hgo.", de José Antonio Zambrano. Cuarta edición, Págs. 149-152. Editorial Diálogo 2011.

Ra hnini hnähñu Da Ildefonso i b'ui ha ra ngut'i t'uhni May'e ne Meni, ha ngu r'et'a nyapu de n'aman'a nuya hnini. Honse nuna hnini hnähñu i b'ukua ha May'e ne Meni kja ha ra b'ot'ähi. Petsä ra ndähi ni xi tse ni xi pa, honse kja däbehe tso ntseho, ra hai chï fonthaitho. Ra mengu i petsitho ra hogä m'ui ne gatho ra kjäi i hnähñu ne i ñanfo ña yoho hña ra hñase ne hñamfo.

IXi thäñi kja ra monografía kja ra ngut'i t'uhni May'e de na Hosé Antonio Zambrano ha ra goho thokä hemi kja ra páginas 149-152. Editorial Diálogo 2011.

Diccionario

En la lengua Hñähñu no existen algunas de las palabras que usamos en este libro. Es por eso que las hemos definido de una forma especial como se muestra en el diccionario.

Kjahara hña hnähñu hingä i kja ra hñaki ngu xi ehe ha nuna ra fist'ofo. Ke ko gehna digekua xi ñ'ehe ra hña ne noya ha n'a t'i punts'änoya (diccionario).

Hñähñu	Español
huit'ua	pantalón
nthoni	investigación
b'ẹtsändäxkjua	museo
tantia	controlar
kụhụ	color
xito	vidrio
nk'angi	azul
thoki	fabricar
ndamte	consumidor
nthokä b'ẹfi	fabricación
mfitsi	recubrimiento
y'aa	corrosión
nsa'mi	rayar
ri tsaho	potente
ni hingä mahyẹgi	versátil
punts'änoya	diccionario
M'fädi bụi te bẹ'u	físico
M'fädi te	biológico

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

Gi Hudi gi ñuni da náxä na dehe hamaika ri t'axä huit'ua.

En lugar de correr a cambiarte, sólo tomas una servilleta y secas el líquido que se resbaló por la tela, sin mojarla o ensuciarla.

Ua gi negi nixänhnihi pagi mponi mähä, pege hondä ma gi mihi n'a nthukä he'mi pagi thuki na dehe bi mobó ri zexoo mähä ne hingi xi mobó ni xi haki.

Parece extraño pero ya es una realidad: telas que repelen los líquidos y además, no se manchan.

Ua hingä kjuani pe nuy'a ra mpa n'a kjuäni: zexoo ge hingä i pobó ne hingä i haki.

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.

Ngutho kjuani nehe ri zaho ya y'ethi nixän'a ya hieni ngu ra kanser, ya xito tsibi ge hingi tege nzeya tsibi; santhebokjä man'a xi záki ge ra asero, ke kongehia ri tsa da thoki mar'a r'ay'o nthokä b'efi.

Todo esto y más es el resultado de la investigación que se lleva a cabo en los campos de la nanociencia y la Nanotecnología.

Gatä nuya ne mar'a gehya rä nthoni i thoki ha ya ngumfädi ra nanosiensia ne ra Nanoteknología.

Para entender cómo se ha logrado alcanzar estos resultados tan "fantásticos", necesitamos hablar de medidas muy pequeñas: de nanómetros.

Paga pähu hankja xi s'udi nuya mfädi "suntaho", ot'ä b'edi ga ñahu ra nt'eni t'ukiho ngu hangu ya rä nanómetro.

Pero, ¿qué es un nanómetro?

Pege ¿te'ä ra b'e'ä n'a nanómetro?

El significado del prefijo nano

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

Te'ä i xikju ra t'ofo nano

Ya xi enhu ge ra nano gé'n'a tsot'ukit'uloho, pege kja hara ngu b'etsändäxkjua i kjapu ndäxkjua ndoy'o ne di tinhupu n'a meti i hnopi Nanotiranosaurio rex.

¿Es un error o una contradicción?

¿Ha hingä ngu'a ua n'a xemhñatho?

El tiranosaurio rex es un animal muy grande y nano es algo pequeño.

Ra tiranosaurio rex n'a ra meti dängiho ne nano n'a ra t'ukiho ts'ot'ukit'uloho.

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

Degua i xikju pote'ä nano n'a prefijo griego, ne i enkju ge chichü ó t'uloho, digekua geb'u ra nanotiranosaurio rex n'ara tiranosaurio t'ukiho.

¿Y qué es un nanómetro?, ¿un metro enano?

¿Ne xi te'ä ra be̱'ä n'a nanómetro? ¿N'a t'u̱kä t'e̱ni?

Más precisamente, un nanómetro es un metro dividido en mil millones, o un milímetro dividido un millón de veces.

Manñä ngu'ä, n'a nanómetro n'a ra t'e̱ni xi theki ha n'a m'o ya m'o, ó n'a nt'e̱nim'o da thekä n'a m'o ya m'o dega m'o man'aki.

Para tener una idea de qué tan pequeño es un nanómetro, aquí te mostramos unos ejemplos: en promedio el diámetro de un cabello humano es de 75,000 nm, el diámetro de un glóbulo rojo es de 7,000 nm y el del virus de la influenza de 200 nm.

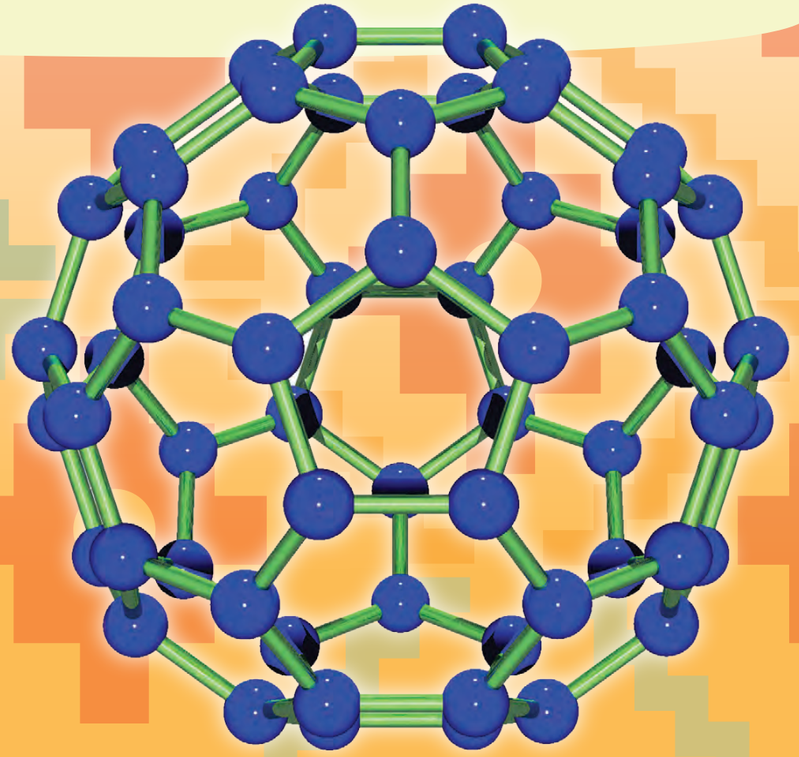
Pagä pe̱ts'u̱ n'a mfeni temangu t'u̱kiho n'a nanómetro degua ga uti'ähe (nt'o'ñu) rä ndä magi n'a xtä kjäi pe̱tsi ngu 75,000 nm, rä ndämagi n'a glóbulo rojo nu 7,000 nm ne rä ndä (magi) na virus influenza pe̱tsi ngu 200 nm.

Se llaman nanoestructuras a objetos cuyo tamaño es de uno a cien nanómetros.

Hnopä nanoestructuras ya kosa ge ngu ra ndängi hingä mahiegi de natho ana nthebe dega nanómetro.

Nanociencia es el estudio de los procesos que ocurren en las nanoestructuras.

Nanosiensia ko ge'ä i fädip'u hankja i thoki ne te be'ä I thogi kja ya nanoestructuras.



Nanotecnologia es el área de investigación que estudia, diseña y fabrica materiales en tamaños de nanómetros y los usa para alguna aplicación práctica.

Nanoteknología kja digekua i thombi ra mfädi, ot'i ne hokise ra b'efi ha ra escala nanoscópica ne i nhña kja ya ra práktica.

A veces se llama Nanotecnología al poder controlar la materia a escalas muy pequeñas (átomos y moléculas).

Kjaora i hnopä Nanoteknología padä tantia ra materia k ora eskala tso t'ukiho ya átomo ó ya molékula.

¿Y qué pasa a tamaños entre uno y cien nm?

¿Ne xi te be̱'ä i thogi hara ndängi de n'atho ne asä n'a nthbe nm?

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

Hákja ra eskala degä nanómetro ya propie̱dad físika, kímika ne biológika deya material uaho hingä mahiegi deya propiedad ha ya materia ra ndängi nguxu̱ di nsänhu̱ ma m'u̱ihu̱.

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, etc.

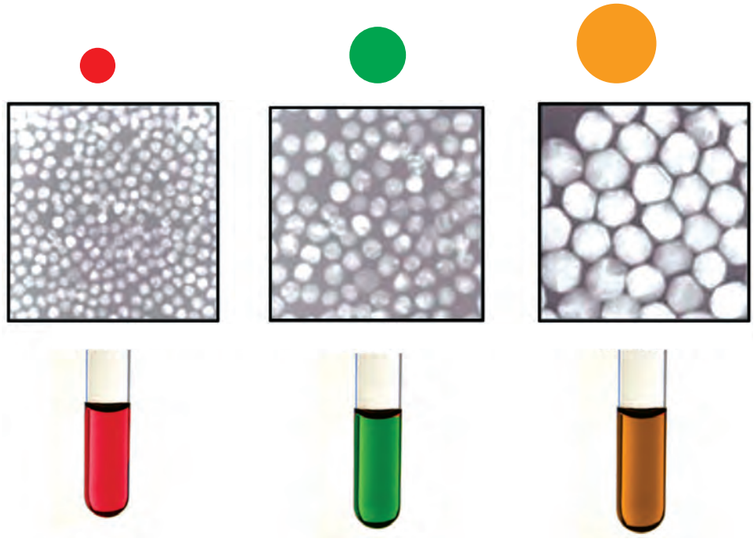
Maskey'aa, nub'u̱ga hé̱'tsu̱ n'a mfoy'e̱ degä k'axt'ä bo̱kjä ko n'a thebe ngudä ra bo̱kjä ne ngudä ra kilate, ga hethu̱ ge manke hingä mahie̱gi temangu xi thoki ni mahie̱gi ra ndängi, núya yoho kosa pe̱tsi mahie̱gi ra propiedad físika ne kímika nguxu̱ ra ku̱hu̱, méegi, etc.

Las propiedades de las nanoestructuras de oro son muy distintas a las del oro que conocemos.

Ra propiedades ra nanoestructura degä k'axt'ä bo̱kjä hingä mahie̱gi ya k'axt'ä bo̱kjä nu di pähu̱.

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

Nu'u̱ po̱de the̱ni u̱, nanxa, púrpura o asä k'angi nguxu̱ ra nt'u̱ki o ra ndängi.



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.

Ponña nehe mar'a ya propiedad físika ne kímika.

La investigación en Nanotecnología busca entender y aprovechar estas nuevas propiedades para fabricar materiales e instrumentos que funcionen mejor.

Ra nthoni hara Nanoteknología honñä da bädi ne da sämi nuya r'ay'o propiedad padä hioki ya material ne mpe̱pi geda mpe̱fi ri s'aho.

El uso de la Nanotecnología no es reciente.

Ra nthoki b'efi dera Nanoteknología hingä kja géy'aa.

Los hombres de la antigüedad aprendieron que si mezclaban oro o plata con el vidrio, obtenían diferentes colores ideales para usarlos en los vitrales de las iglesias.

Ya bädi kjai man'apa bi bädi geda uantsä r'amachü k'axt'ä bokjä ó t'axä bokjä ko xitho bi ponña nzeya ne n'any'o kuhu pada thokä ya vitral ha ya nikjä.

Ahora se sabe que ese color se debe a la formación de nanoestructuras de oro y plata dentro del vidrio.

Nuy'a di pädihu ge nu'u ya kuhu i hoki ra nanoestructura degä k'axt'i ó t'axä bokjä ko ha mbo ra xito.

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

Getpu ha nukju, ma titahu man'arpa bi hioki n'a font'i b'efi ge nuy'a di pahu ngu ra nk'angi maya, ko gehna bi nhña nsäntho kja Mesoamérika.

Hoy se sabe que dicha pintura está formada por una mezcla de índigo con una arcilla, la cual tiene cavidades en las que quedan atrapados los átomos de índigo, creando una estructura que le da al material su color permanente.

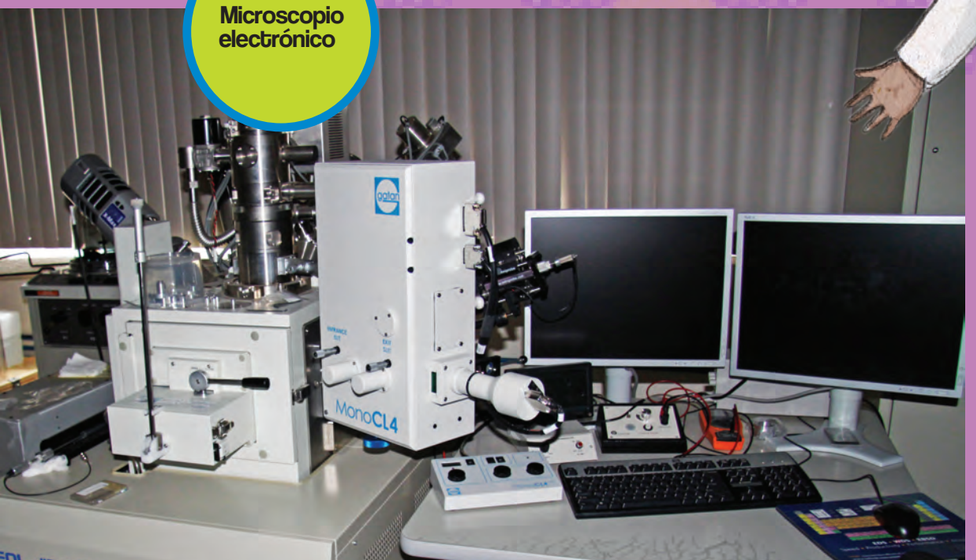
Nuy'a i fädi ge nuna kuhu bi ñ'oui n'a uäntsi dega k'angiho ko n'a t'axä hai, koge nuna petsä ha da ny'oo ra rankohi ra átomo dega kangiho. Ya átomo degä nk'angiho i hokä n'a estruktura ge'i umbi ra kuhu ne hindä meege ra nthokä b'efi.

Lo realmente nuevo de la Nanotecnología es la habilidad que tenemos hoy para ver y manipular la materia en escala muy pequeña.

Nú kjuäni r'ay'o dera Nanoteknología i kja nuy'a ma nxoni nema yatihu paga heti nega hokihu nu di nehu ko nuya ts'ot'ukit'ulo b'efi.

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

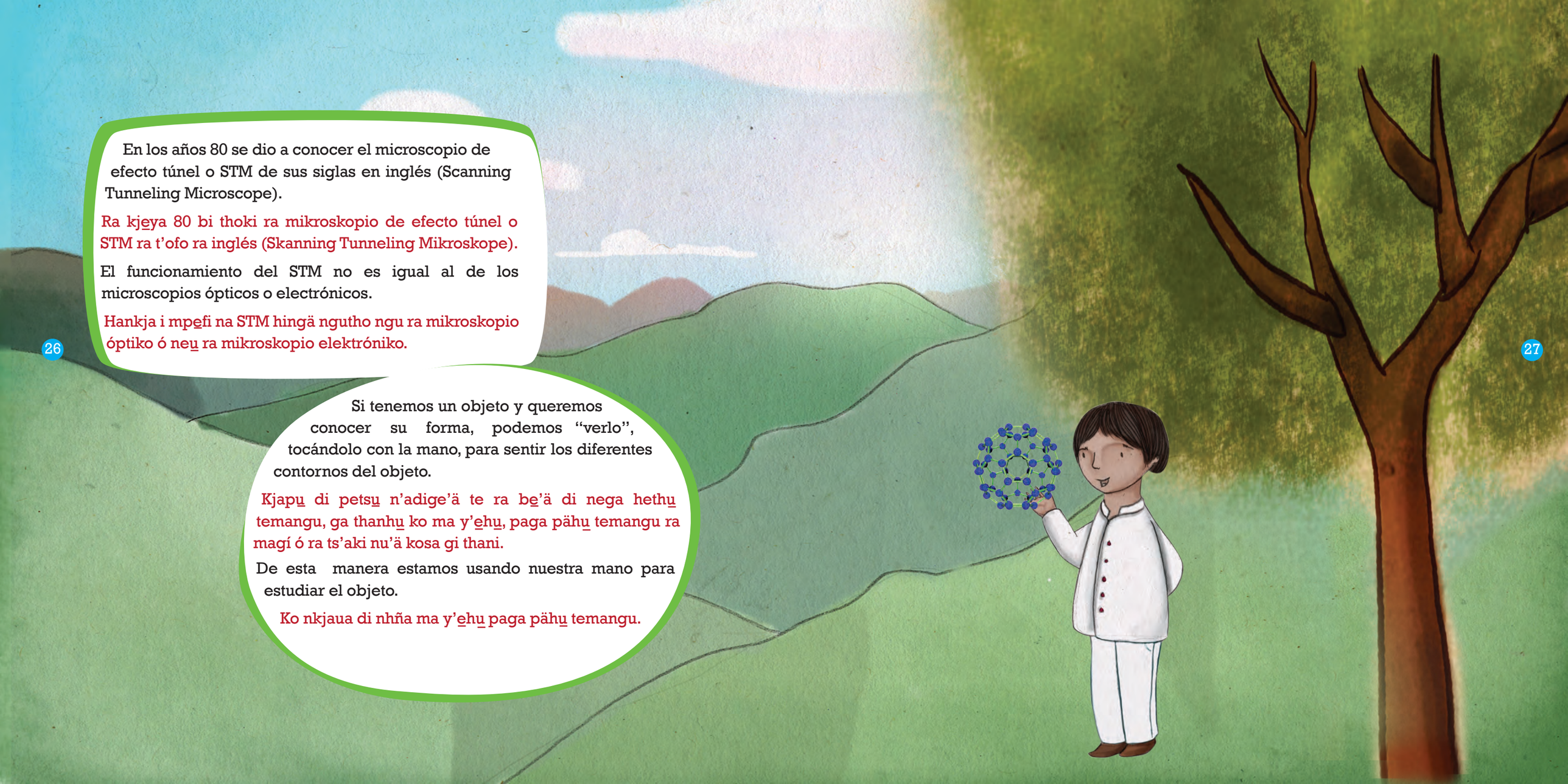
Ha bi b'edi da uadi ra Siglo XX bi mudi da thoki ñ'entho ya bokjä b'efi núbi kja ne bi mudi da thoki mar'a r'ay'o. Núya i kja ra ya dängä mikroskopio ke hingä i nhñä ya sibi ngu ra mikroskopio di pähu nuya r'ay'o i nhña elektrones.



Microscopio electrónico

Y se les llama microscopios electrónicos.
Ne hnopä mikroskopio elektrónicos.

Mira cómo se ve una hormiga usando ese microscopio.
Ri mági heti temangu i nthandi n'a xäkju ko nuna mikroskopio.



En los años 80 se dio a conocer el microscopio de efecto túnel o STM de sus siglas en inglés (Scanning Tunneling Microscope).

Ra kjeya 80 bi thoki ra mikroskopio de efecto túnel o STM ra t'ofo ra inglés (Skanning Tunneling Mikroskope).

El funcionamiento del STM no es igual al de los microscopios ópticos o electrónicos.

Hankja i mpefi na STM hingä ngutho ngu ra mikroskopio óptiko ó neu ra mikroskopio elektróniko.

Si tenemos un objeto y queremos conocer su forma, podemos "verlo", tocándolo con la mano, para sentir los diferentes contornos del objeto.

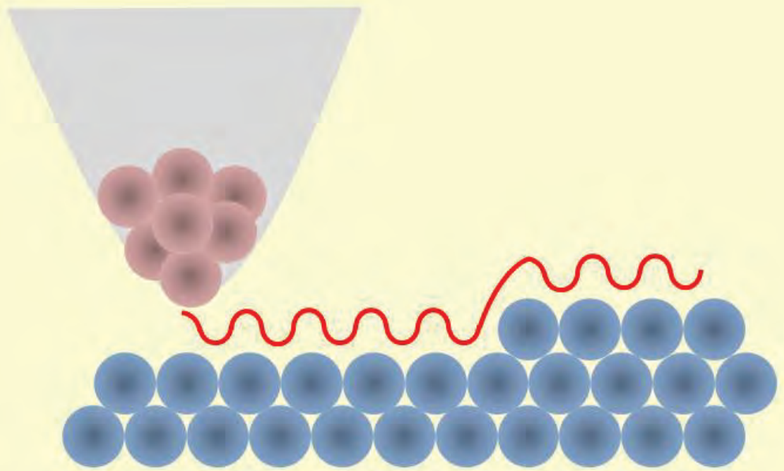
Kjapu di petsu n'adige'ä te ra be'ä di nega hethu temangu, ga thanhu ko ma y'ehu, paga pähu temangu ra magí ó ra ts'aki nu'ä kosa gi thani.

De esta manera estamos usando nuestra mano para estudiar el objeto.

Ko nkjaua di nhña ma y'ehu paga pähu temangu.

El STM trabaja de manera similar: estudia las formas con algo equivalente a la mano, una punta metálica la cual termina en unos pocos átomos.

Ra STM i mpefi ua ngutho: tantía ra magí konte ä mahiegi n'a ra y'e, n'a nts'ä bokjä i kjuadi ya ra átomos.

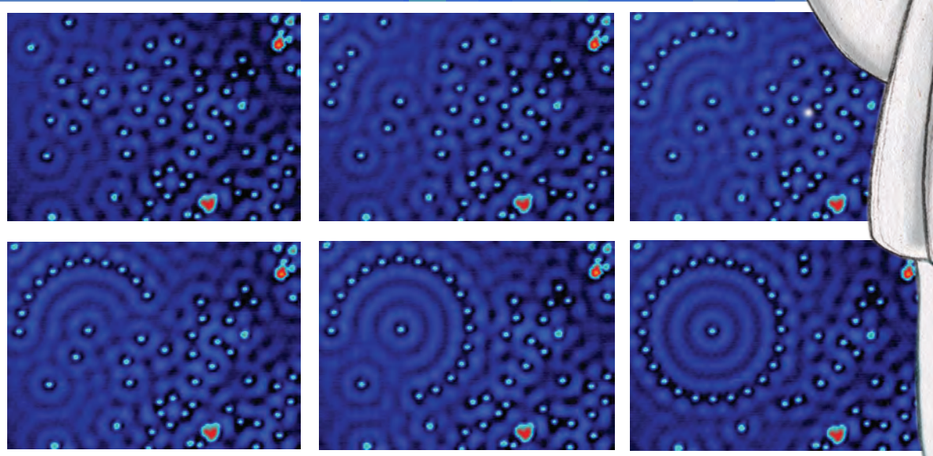


Con este microscopio podemos ver los átomos.

Ko nuna mikroskopio ga hethup'u ya átomos.

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

Nehe ko nuna mikroskopio ga hokju da y'äni ya átomos ngu xu nthandi ha ra k'oi xi ñ'ekua.

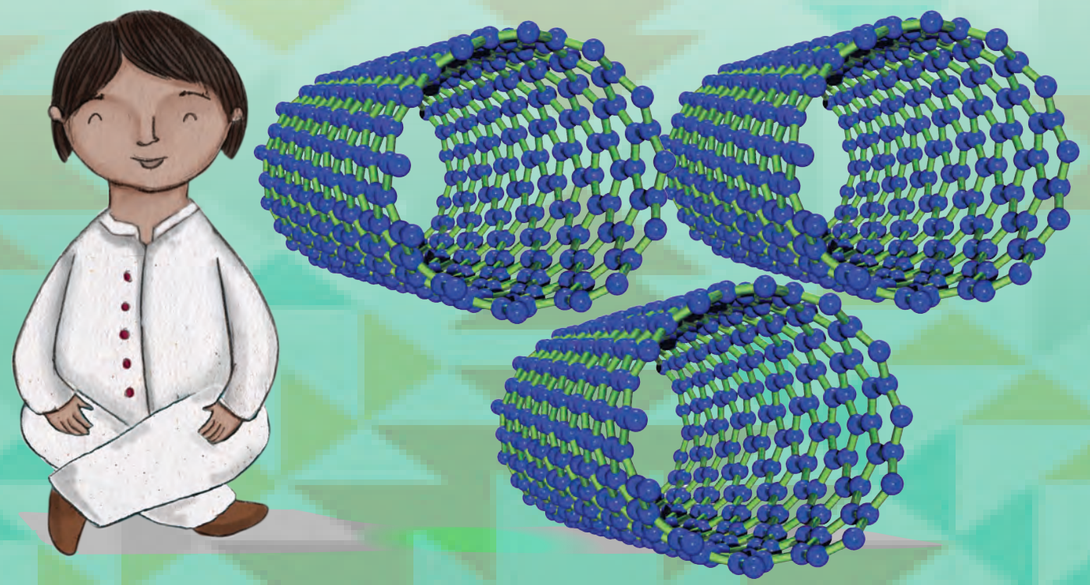


Las nanoestructuras se pueden fabricar usando métodos físicos, químicos y biológicos.

Ya nanoestruktura pode da thoki da nhña ya método m'fädi bui ya te be'u, kímico ne m'fädi te.

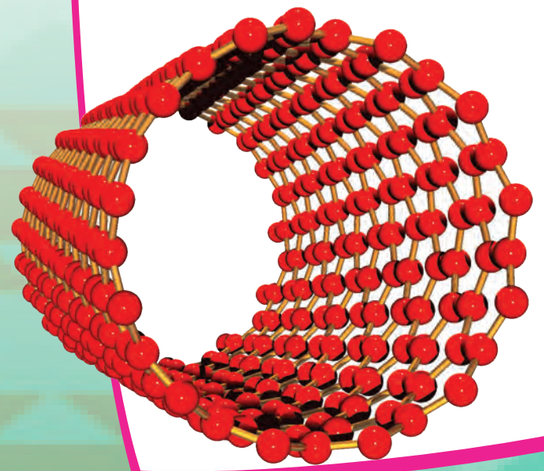
Con los métodos físicos se pueden fabricar algunas estructuras en forma de capas muy delgadas de algunos nanómetros de grosor, las cuales se pueden utilizar para guardar información en las computadoras, o música en aparatos como el ipod o mp3.

Ko nuya método m'fädi bui ya te be'u pode da thokä ngu ya estruktura xi mfixi nzeya ra xifni ntsut'i ya ra nanómetro ra mpidi ko nuya i nepi ne i hopi da metsä hmänbi kja ya komputadora, ó nehe da b'etsä thuxi kja ya bokjä nguxu ra ipod ó ra mp3.



Usando métodos químicos se pueden fabricar muchas clases de nanoestructuras, como los llamados nanotubos de carbono.

Da nhña ra método kímiko pode da thokä mar'a uaho temangu degä nanoestruktura ngu xu i fädi ra thuhu nanotubos degä karbono.



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

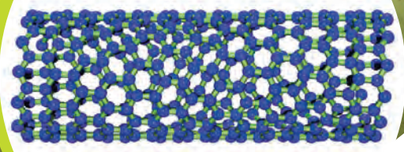
Ngu i xikju ra thuhu ge n'a ra tubo ne xi thoki degä karbono.

Pueden tener un diámetro de algunos nanómetros y una longitud de varios centímetros.

Pode da metsi n'atho diámetro der'a nanómetro n era magí uaho ó nzeya sentímetro.

Los nanotubos de carbono son las fibras más fuertes que se conocen.

Ya nanotubo dega karbono ko gedi ya fibra xi naxi i fädi nuy'a.

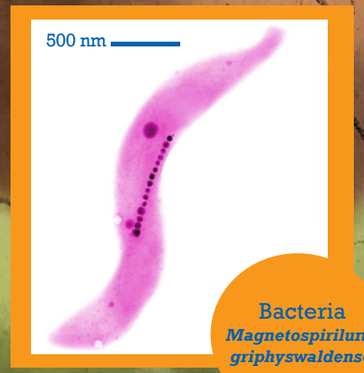


Es por eso que se piensa que se pueden fabricar cables muy resistentes a partir de ellos.

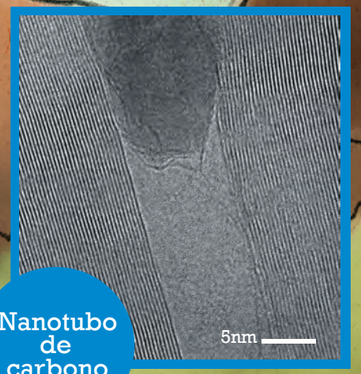
Ge'e nkjapu i feni da thokä ya kable man'a ünaxi kon ngehyu.

En la siguiente figura se muetra una imagen de un nanotubo de carbono usando un microscopio de electrones

Ha man'a k'oi xi ñ'epu i t'uti gahu ra k'oi n'a nanotubo degä karbono ko n'a mikroskopio degä elektrones



Bacteria *Magnetospirilum griphyswaldense*



Nanotubo de carbono

También se pueden fabricar nanoestructuras usando seres vivos como plantas o bacterias.

Nehe pode da thoki nanoestruktura koya ndäpo kjara nzaki ó ya bakteria.

Un ejemplo es el uso de la bacteria *Magnetospirilum griphyswaldense* para fabricar nanoestructuras magnéticas.

Ngu ra nhña ra bakteria *Magnetospirilum griphyswaldense* padä thoki ya nanoestruktura magnétika.

Bueno, y todo esto ¿para qué sirve?

Mmm xi tsa mahä pege ¿pa te'ä ra b'ehya ó te'ä i faxte?

Como la Nanotecnología no ha llegado a su máximo apogeo, muchos productos están todavía en una fase de investigación, y no es posible saber cuáles de ellos llegarán finalmente al consumidor.

Ko xú ra Nanoteknología hingä tsot'atho ra nkjuati b'efi'ä, nzeya ya producto i thokuä ra mfädi ra mfäditho ne hingä fäditho tige'ä da tsot'e k ora ndamte.

De estos productos elaborados llegan a nosotros y los utilizamos en electrónica, en biología, en medicina, en cosméticos, en materiales y en nuevas formas de energía.

Denuya mfädi b'efi i tsodi kongekju ne di nñahu ra kja elektronika, ra biología, kjaya ñ'ethi, kjaya kosmétiko, ne ha ya r'ay'o energía.

Por ejemplo, en la fabricación de:

Ngu xu ra nthokä b'efi ngu:

Pelotas de tenis que duran más.

Mbola pa nt'eni tenis ge zeti man'a.

Raquetas de tenis y partes de automóviles más resistentes y livianas.

Ra raketa nt'eni tenis n era ñante ya karro ke man'a xi naxi ne hinxi huu.

Pinturas y recubrimientos contra la corrosión, rayado o radiación.

Ya kuhu mfitsi pa hina da y'aa ni da nthandi nsa'mi ni da t'taxki ko hyadi.

Herramientas para cortar los metales; blanqueadores de sol y cosméticos; ropa y textiles.

Erramienta padä theki ya bokjä; nthexä ts'ibi hyadi paga nkonthu ne kosmetiko; xexoo ne thähi ke hingi nyudi

La Nanotecnología se utiliza también para obtener nuevas fuentes de energía y en la protección del medio ambiente:

Ra Nanoteknología i nhña nehe padä thäñi mar'a r'ay'o b'efi degä energía ne padä tsu'u ra medio ambiente:

En celdas solares más livianas, flexibles y baratas.

Ha ra selda solares hinxi hu, ntot'itho ne hinxi hmädi.

En la obtención de luz blanca más eficiente con LEDS

Ha da thäñi ra t'axä ts'ibi man'a tihi, ko diodos emisores degä ts'ibi (LEDS).

En el almacenamiento de hidrógeno como combustible.

Ha da b'etsi ra idrógeno padä tsät'i.

En la fabricación de mejores y más baratos catalizadores para reducir la contaminación del medio ambiente.

Ha da thoki r'ay'o b'efi man'a hina xi hmädi ya katalizadores padä hyäkä ménu kontaminación ha ra medio ambiente.

En el proceso de refinación del petróleo.

Ha i thoki ra refinación ya petróleo.

En la computación y la electrónica.

Ha ra komputación n era elektrónika.

Para fabricar computadoras cada vez más potentes, rápidas, baratas y con mayores capacidades de almacenamiento de informacion.

Padä thoki ya komputadora man'a r'ay'o ne man'a ri tsaho, ntsedi, hinxi hmädi ne da metsi ntseya ra información.

En la fabricación de dispositivos electrónicos más pequeños y versátiles.

Ha dä thoki ya dispositivo elektróniko t'uki t'uloho ni hingä mahyegi.

En la ciencia de la medicina:
Ha ra siensia ra ñ'ethi:

Para que la medicina fluya en nuestro cuerpo; para curar, para detectar e identificar enfermedades. Ayuda al tratamiento de la enfermedad del cáncer, usando nanoestructuras y radiación infrarroja para quemar tumores.

Pa da ny'o ya y'ethi; hama y'u kji hu̱ ngu ya markador médiko; nguya nthimbi thi ha ra nfaxte nhyeni kánser, ra nanoestruktura n era tsibi infrarroja pada ts'at'i ya thi.

En la fabricación de prótesis con nuevos materiales.

Ko ya r'ayo n'thoki b'e̱fi ha ya protesis.

En el uso de nuevos materiales y aleaciones para tapar las cavidades de los dientes.

Ha ra r'ay'o material ne xi n'uäntsi padä kjoti ra ots'i ya tsi.

Se cree que la Nanociencia y la Nanotecnología van a poder usarse en muchas áreas diferentes y que nos van a beneficiar en muchos aspectos de nuestras vidas. Por eso se dice que la Nanotecnología va a detonar un cambio tecnológico en el siglo XXI.

I kja nkämfni gera Nanosiensia ne Nanoteknología da po̱de da nhña ha uaho ne hingä mahie̱gi b'e̱fi gedä kjakju̱ ga nants'ihu̱ ma m'u̱ihu̱.

Ke koge'ä i manña gera Nanoteknología madä hiokä n'a mponi ha ra t'o̱t'ä m'fädi kja ra siglo XXI.

VAMOS A CONOCER LA

Nanotecnología

Maga pädihu te'ä ra b'edi ra Nanoteknología

se terminó de imprimir en los talleres de Exima,
ubicados en Calle del Panteón, número 209,
Los Reyes Coyoacán, México, D. F.

El tiraje constó de 2 000 ejemplares
en papel Couche Brillante de 150 grs.

Octubre 2013