Conozcamos la Nanotecnología

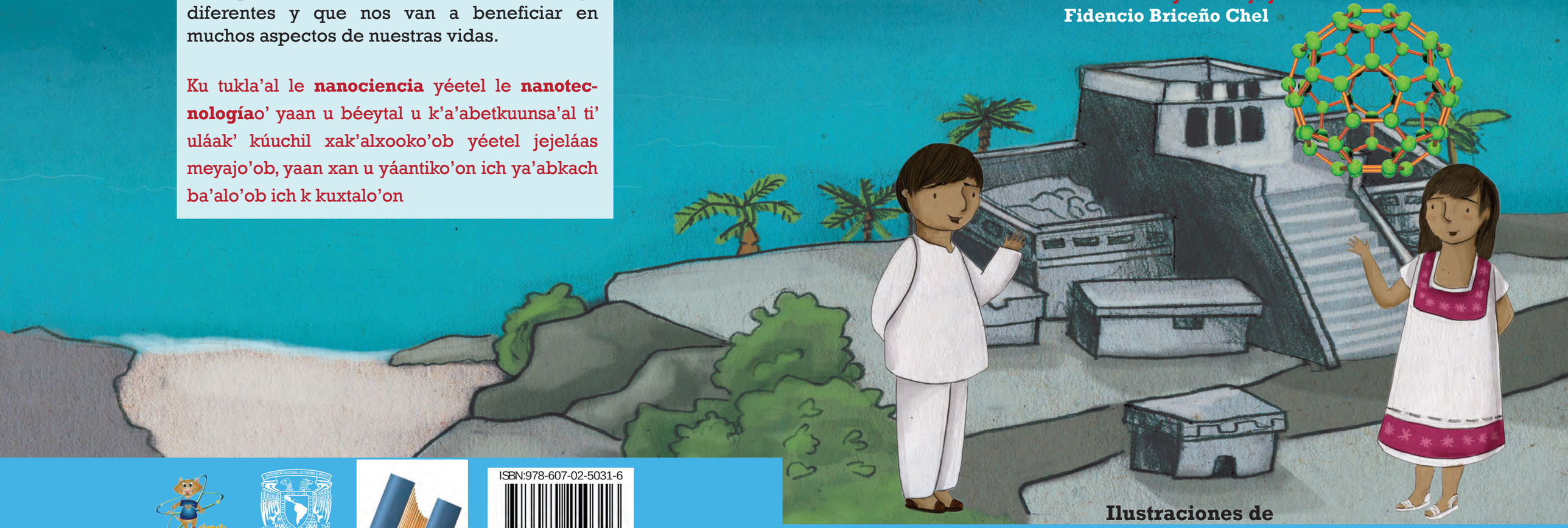
Ko'ox k'ajóoltik le nanotecnologíao'

Noboru Takeuchi

Traducción al maya / JK'ext'aanil ich maayáaj
Edber Enrique Dzidz Yam
Revisor / JXokmeyaj
Fidencio Briceño Chel

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.

Ku tukla'al le **nanociencia** yéetel le **nanotecnología**o' yaan u béeytal u k'a'abetkuunsa'al ti' uláak' kúuchil xak'alxooko'ob yéetel jejeláas meyajo'ob, yaan xan u yáantiko'on ich ya'abkach ba'alo'ob ich k kuxtalo'on



Ilustraciones de
Citlalin Arcos

ISBN:978-607-02-5031-6
9 786070 250316

Conozcamos la Nanotecnología

Ko'ox k'ajóoltik le nanotecnologíao'

Noboru Takeuchi

Traducción al maya JK'ext'aanil ich maayáaj
Edber Enrique Dzidz Yam

Revisor JXokmeyaj
Fidencio Briceño Chel

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:
Enero 2014

ISBN 978-607-02-5031-6

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 Fomix Baja California proyecto No 117258, 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.

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.

Agradecemos a Saw Hla, G. Alonso, J.M. Barandiarán y a la Universidad de Darthmouth por permitirnos usar sus imágenes y a Deira Jiménez, Suemy Yareli Yam Noh por su apoyo.

K nib óolal ti' Saw Hla, G. Alonso, J.M. Barandiarán yéetel ti' u noj najil xook Universidad ti' Darthmouth tumen u cha'iko'ob k e'esik u meyaj oochelo'ob. Bey xan ti' Deira Jiménez, Suemy Yareli Yam Noh yóok'sal u noj áantajo'ob.

En la lengua maya no existen algunas de las palabras que usamos en este libro, las hemos definido de la siguiente manera.

Ich maaya t'aane' mina'an wa jayp'éel t'aano'ob suuk u ya'ala'al ichil k t'aan, ba'ale' ichil le áanalte'a' k a'alik beya'.

Diccionario
Túumben t'aano'ob

Chowak eex Pantalón

Ik'el Bacteria

Kanan ts'a'akal Tratamientos

Láak'in nook' ti' janal Servilleta

Miaatsil Cultura

Nu'ukulo'ob tu'ux ku p'áatal u muuk' u jul k'iin
Celdas solares

Pixwíinkilal uti'al ma' u tóoka'al oot'el tumen k'iin
Bloqueadores de sol

Táan xóot'il t'aan Prefijo

Táats'che'il Raquetas

Tsolmeyajil Métodos

Wóolis sáasil Focos

Xak'alxook Investigación

Xéexet' wíinkilal kisbuuts' Partes de automóviles

Yáalalo'ob Capas

Maayáaj t'aane' jump'éel máasewal t'aan ku jach t'a'anal ti' u lu'umil América. Te'el k'iino'oba', le máaxo'ob ku t'aniko'oba' ku kajtalo'ob ti' u nojol lak'inil México, ti' u xóot' lu'umilo'ob Tabasco, Campeche, Quintana Roo yéetel Yucatán tu'ux jach ya'ab u t'a'anal. Bey xan, jump'éel na'atsil t'aan ti' jejeláas kajnáalilo'ob ich uláak' noj lu'umilo'ob ti' Centroamérica je'ex Belice yéetel Guatemala. Chéen ba'ale', ku bin u jelpajal bey jo'op' u bin u k'éexel u kaajilo'ob tu'ux ku t'a'anal le maayáao'. Le maayáaj t'aan ken a xoke'ex te'el áanalte'a' leti' le ku t'a'anal ti' u péetenil Yucatán, k'ajóolta'an bey u maayáail Yucatán.

El maya

El maya es una de las lenguas nativas que más se habla en el continente americano. Actualmente, sus hablantes se encuentran distribuidos en el sureste mexicano en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas y Tabasco principalmente. También es lengua materna de una gran cantidad de habitantes de otros países de Centroamérica como Belice y Guatemala. Dependiendo de la región, el maya tiene algunas diferencias. La variante usada en este libro corresponde a la de la península de Yucatán, la cual generalmente se conoce como maya de Yucatán.

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

Ka kutal janale', ku wéekeltech u ja'il **jamaika** yóok'ol a sak chowak eex..

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

Ma' paak'i' u bin a wáalkab a k'ex a nook'e', chéen a ch'a'ik junwáal láak'in nook' ti' janal uti'al a cho'ik le ja' wéektecho', ma' paak'i' a ch'ulike', ma'atech xan u éek'tal.

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

K'as jela'an, chéen ba'ale' jach jaaj: yaan nook'o'ob ma'atech u chu'uch'iko'ob ja', bey xan ma'atech u bóonol.

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.

Bey xan, jach jaaj yaan asáab ma'alob ts'aako'ob uti'al u kanan ts'a'akal k'oja'anilo'ob je'ex **cáncer**. Wóolis sáasilo'ob ma'atech u xupiko'ob ya'abkach **energía**. Beyxan **fibras** ma' kotsk'alaktaki', ku meyaj uti'al u beeta'al túumben ba'alo'ob.

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

Tuláakal le ba'alo'ob beya', yéetel ya'abkach uláak' u jeelo'obe', leti' le kaxanta'an ichil le u xak'alxookil le meyaj ku beeta'al ich **nanociencia** yéetel **nanotecnología**o'.

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

Uti'al u na'ata'al bix ts'o'ok u kaxanta'al le noj meyajo'oba', k'a'abet k t'aan yóok'sal p'iiso'ob seten mejentak: **nanómetro**'ob.

Pero, ¿qué es un nanómetro?

Ba'ale' ¿Ba'ax u k'áat u ya'al **nanómetro**?

El significado del prefijo nano

U táan xóot'il t'aan "**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.

Ts'o'ok k a'alik **nano**e' jump'éel p'iis seten chichan, ba'ale', ichil **museos** tu'ux yaan u baakel **dinosaurio**'obe' je'el u béeytal k ilik jump'éel u k'aaba'e' **Nanotiranosaurio Rex.**

¿Es verdad o es un chisme?

¿Jach wáaj jaajil wa chéen líik'saj t'aanil?

El tiranosaurio rex es un animal muy grande que existió hace mucho tiempo y nano es algo pequeño.

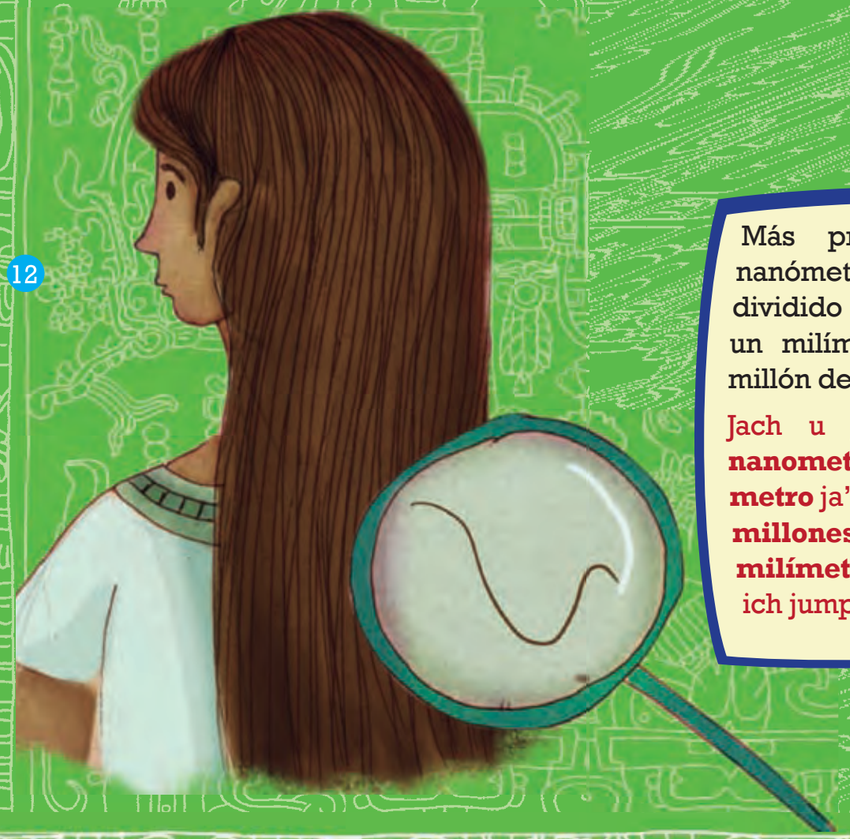
Le **tiranosaurio rex**o' juntúul ba'alche' jach nojoch yaanchaja'an úuchilak, ba'ale' **nano**e' jump'éel ba'al seten chichan.

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

Lela' yaan u tsolt'aanil, tumen **nano**e' jump'éel táan xóot'il t'aan yaanchaja'an ka'ach ich Griego, u k'áat u ya'ale' jach seten chichan, juntúul **tirano-saurio** jach máan kaabal u baakel.

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

Ba'ax túun jump'éel **nanómetro**? jump'éel metro jach máanja'an u kaabalil?



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

Jach u jaajile', jump'éel **nanometroe'**, jump'éel **metro** ja'atspaja'an ich **mil millones**, wa jump'éel **milímetro** ja'atspaja'an ich jump'éel **millón**.

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

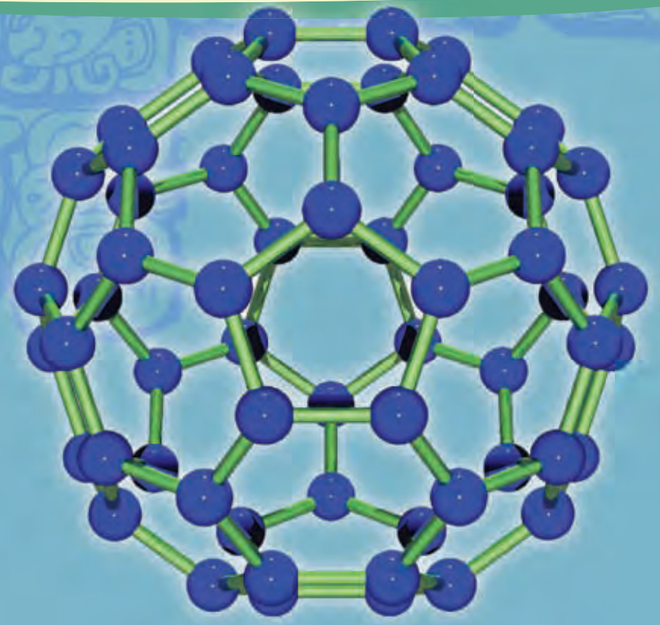
Uti'al u yojéelta'al buka'aj u chichanil jump'éel **nanometroe'**, waye' k e'esiktech wa jayp'éel tuukulo'ob bixi': u nak' u polokil jump'éel u tso'otsel juntúul wíinike' yaan kex 75,000 **nm** ti', u kóochil u chak **glóbulo**il k'i'ik'ele' kex 7,000 **nm** ti', uláak'e' leti' le u **virus**il le se'eno', ku p'isik 200 **nm**.

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

Ku ts'a'abal u k'aaba' **nanoestructuras** ti' le ba'alo'ob u p'iisil u betaktakilo'obe' yaan ich 1 tak 100 **nm** ti'.

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

Nanocienciae' leti' le u jaats xak'alxookil ku xokik le ba'ax ku yúuchul ichil le **nanoestructura**'obo'.



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

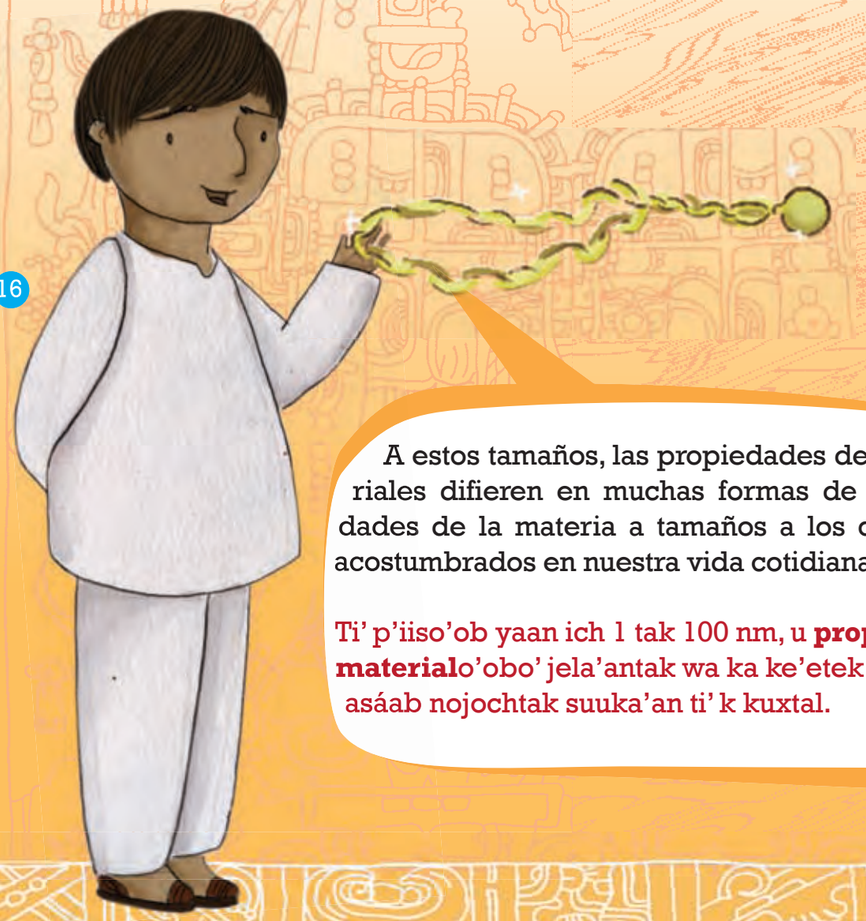
Nanotecnologíae' uláak' jump'éel u jaatsil xak'alxook ku xokik yéetel ku tuklik bix u beetik ya'abkach ba'alo'ob ich nm ku k'a'abetchajal ti' jump'éel meyaj.

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

Yaan téenelo'obe' ku ya'ala'al **nanotecnología**e' leti' le u béeytal u meyajta'al le **materia** jach chichano' (**átomos** yéetel **moléculas**)

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

Ba'ax túun wal junpáayil yaan te'el p'iiso'ob yaan ich 1 tak ti' 100 **nanometroso**'?



A estos tamaños, 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.

Ti' p'iiso'ob yaan ich 1 tak 100 nm, u **propiedades**il le **material**o'obo' jela'antak wa ka ke'etek yéetel uláak' asáab nojochtak suuka'an ti' k kuxtal.

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.

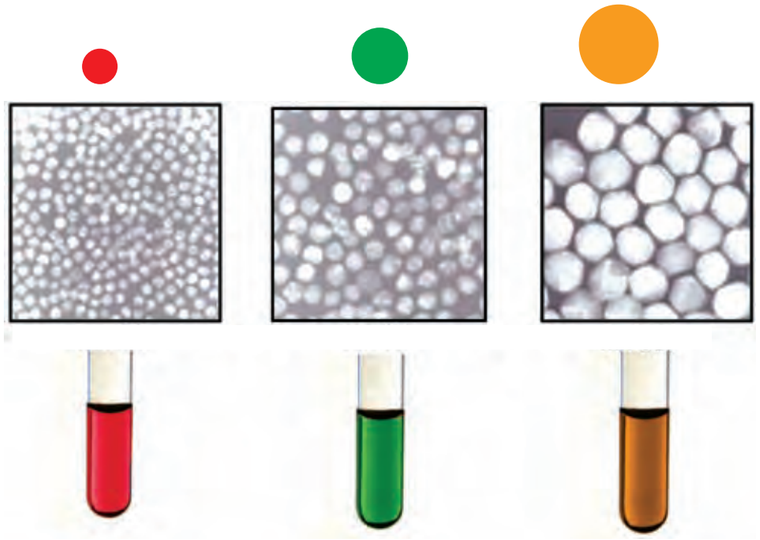
Ko'ox a'alik, wa ka k ket jump'éel **anillo** yéetel jump'éel lechkaalil junketil chúuka'an u k'antunile', ku páajtal k ilike' kex jela'an u bixil yéetel u betaktakile', tu ka'ap'éelile' keet u **propiedad física** yéetel **química**, je'elbix u boonil yéetel u chichtakil, etc.

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

U **propiedades**il le **nanoestructura**'ob le k'antuno' jach jela'antak ti' le k'antun k k'ajóolo'.

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

Yaan súutukile', chak, k'an, éek'jume'en wa sam ya'axtak, ku k'éexel u boonil bey u bin u k'éexel u betaktakil.



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.

Ku k'éexel xan u p'iis u yíibil pa'atel yéetel u **propiedad**il **física** yéetel **química.**

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

U xak'alxookil ich **nanotecnología**e', ku kaxantik u na'atik bix u meyajtik le túumben **propiedades** ku k'ajóolta'alo', uti'al u beeta'al ba'alo'ob yéetel nu'ukulo'ob ka ma'alob u meyajnako'ob.

El uso de la Nanotecnología no es nuevo.

U meyaj wíinik yéetel nanotecnologíae' ma' junp'éel ba'al úuch káajak u beeta'ali'.

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.

U máakilo'ob le **edad media**o' tu kanajo'ob u xa'ak'beso'ob ch'ajun ch'aajo'ob yiiba'an k'antunil wa **plata** yéetel **vidrio**, tu'ux ku jóok'sa'al jejeláas boonilo'ob yéetel ku yutskinsa'al u sáask'alen néeno'ob ti' u najil k'ujo'ob.

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

Bejlae', ts'o'ok u yojelta'al le bonil je'elo' ku jóok'ol ken beetpajak u **nanoestructuras**il k'antun yéetel **plata** ichil le **vidrio**o'

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

Ichil k miatsile', k úuchben kajnalilo'obe' tu beetajo'ob junp'éel boonil (ba'al) k'ajóolta'an bejlae' bey **azul maya**e', jach k'a'abetchaj úuchilak tu lu'umil Mesoamérica.

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

Bejlae', ts'o'ok u yoojelta'al le boonila' ku jóok'ol ken xa'ak'besa'ak **índigo** yéetel k'at, ichil le k'ato' yaan mejen joolilo'ob, ku p'i'isil yéetel nm , ku chu'upul yéetel u **átomos**il le **índigo**o', ku beetik túun mix bik'in u púuk'uj.

Lo realmente nuevo de la Nanotecnología es la habilidad que tenemos hoy para ver y manipular la materia en medidas de nanómetros.

Jach ma' úuchilak beychajak u yila'al yéetel u meyajta'al le **materia** ku p'i'isil ich **nm**.

Estas son algunas de las pinturas murales de Bonanpak en las que se utilizó el azul maya.

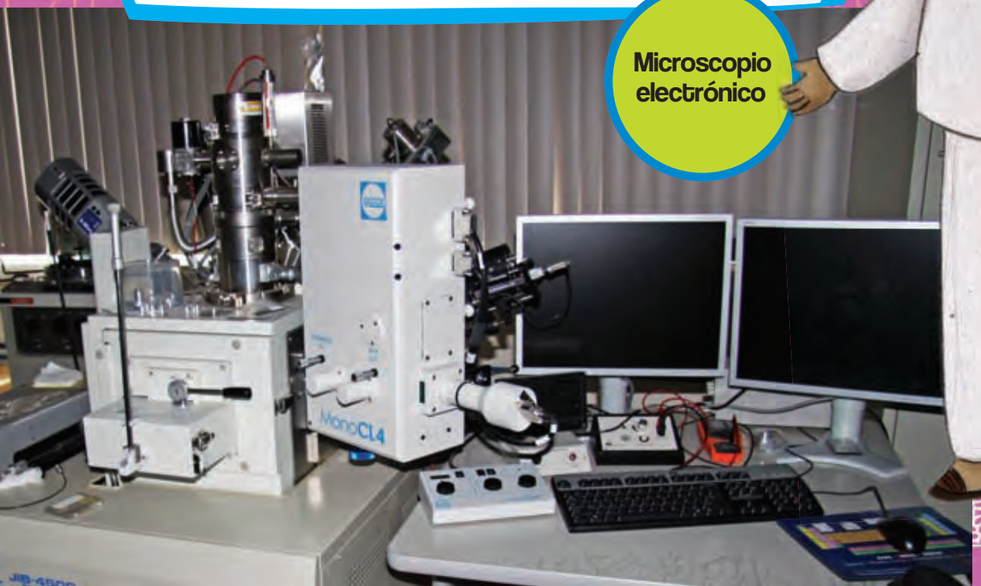
Lelo'oba' leti' le oochelo'ob yaan Bonampako', tu'ux k'a'abetchaj u meyajta'al le **azul mayao'**.

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.

Táan u tal u xu'ulul u ja'abil **siglo XX** ka'achile', ka káaj u ma'alobkunsa'al le nu'ukulo'ob yanili'obe', ku beeykunsik u yila'al ba'alo'ob chéen yéetel a wiche' ma' u páajtal a wilik, uti'al u beeta'al uláak' túumbentak. Bejlae' yaan ma'alob **microscopios** ma' paak'i' u meyajo'ob meyajo'ob yéetel **luz**e', ku meyajo'ob yéetel **electron**o'ob.

Y se les llama microscopios electrónicos.

U k'aabae', **microscopio electrónico.**



Microscopio electrónico

Mira cómo se ve una hormiga usando ese microscopio.

Il a wil bix chíika'anik juntúul síinik yéetel le **microscopio**a'.

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

Lu is taplhalaj gulagilhaj-lhadxikane **microscopio STM** le nazuaj lhen didza **ingles (scanning tunneling microscope)**.

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

U meyaj le STMo' ma je'ex u meyaj le **microscopio**'ob k k'ajóolo', wa le **electrónico**'ob suuk k iliko'.

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

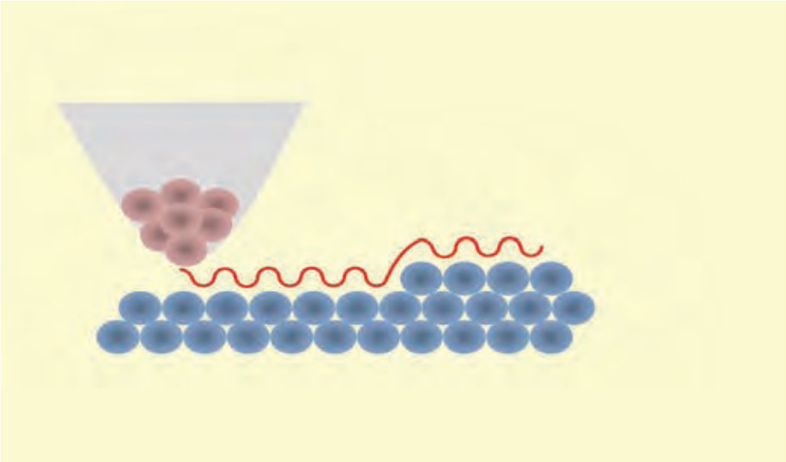
Wa yaanto'on junp'éel nu'ukul wa junp'éel ba'al taak k k'ajóoltik bix u wíinkilale', u beeytal k k'ajóoltik táan k machik yéetel k k'abo'one', ti'al k u'uyik u xuulil le ba'alo'.

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

Bey túuna', táan k machik le ba'alo' uti'al k k'ajóoltik.

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

Jach ol bey u meyaj le **STM**o': Ku náats'al u pakt le ba'al taak u k'ajóolta'alo', yéetel junp'éel ba'al ol bey junp'éel k'abe'. Ti' u naak le k'aba' yaan wa jayp'éel **átomo**'ob k'ajóoltik le ba'al wa le nu'ukulo'.

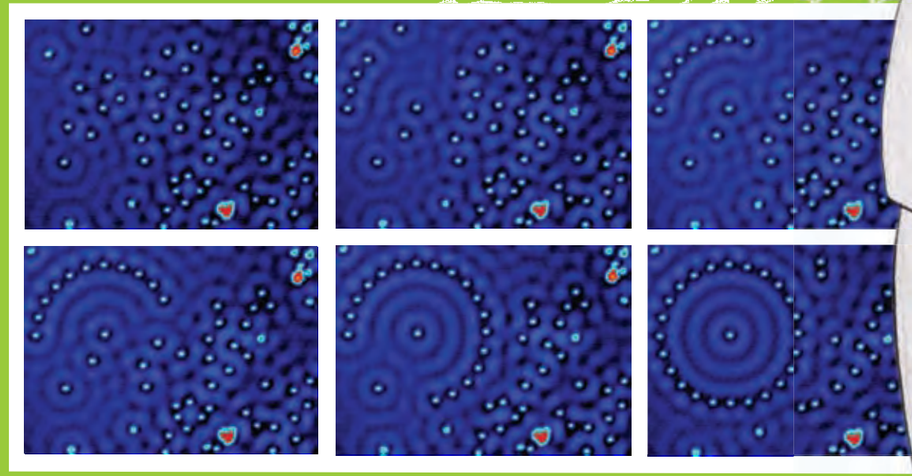


Con este microscopio podemos ver los átomos.

Yéetel le **microscopio**a' u beeytal k ilik u **átomo**sile'.

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

U beeytal xan k péeksik le **átomo**'ob yéetel u áantaj le **microscopio**a', je'ex u yila'al te'el óochela'.



Formación de una nanoestructura circular. Cada punto brillante es un átomo de plata.

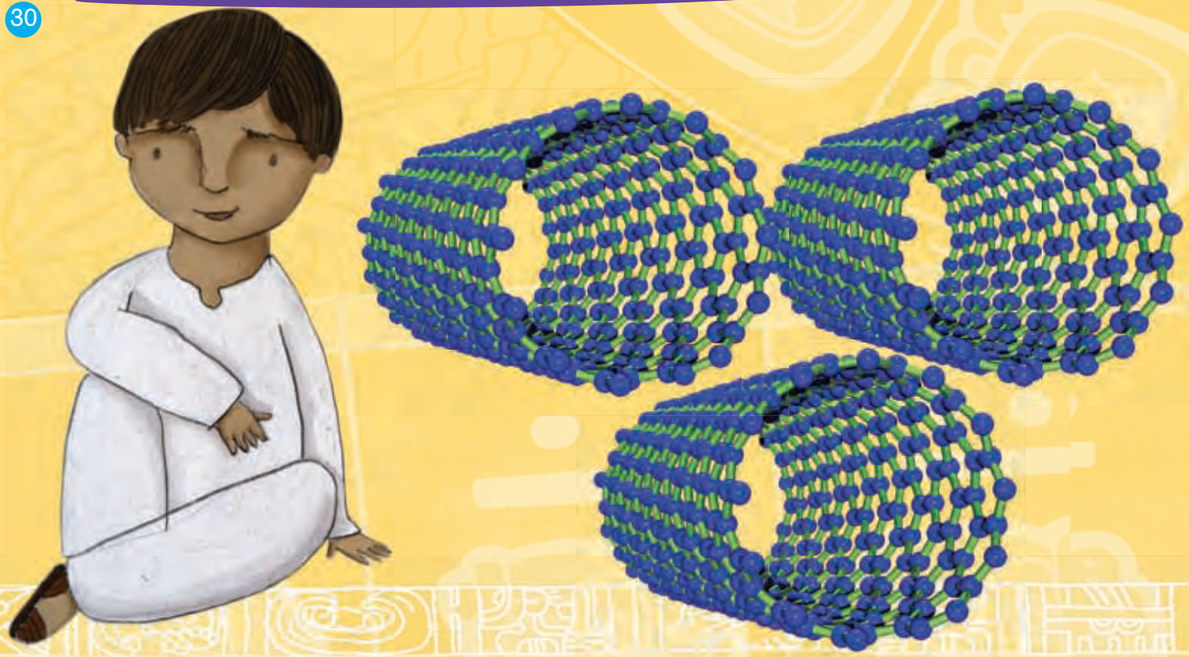
Ka tunhe tu **nanoestructur** nak blul. Tuwiaj tuwiaj ledo we'endo nhi nakkan tu **átomo** kie plata.

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

U tsolmeyajil **químico**, **físico** yéetel **biológico**e' u beeytal u áantik ka beychajak u beeta'al **nanoestructura**'obe'.

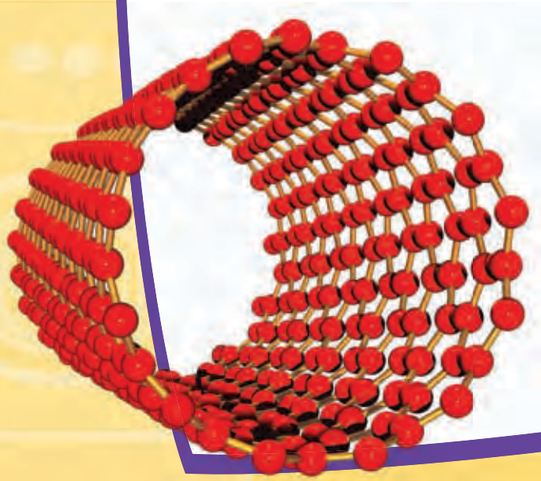
Con los métodos físicos se pueden fabricar algunas estructuras en forma de capas muy delgadas de algunos nanómetros de grosor, las cuales se pueden utilizar para guardar información en las computadoras, o música en aparatos como el ipod o mp3.

Yéetel u tsolmeyajil **físico**e', u beeytal u beeta'al wa jayp'éel ba'alo'ob ich wáalo'ob jach jaaytak, yaan wa jayp'éel nm u piimile'. Ku bilal uti'al u ta'aka'al meyajo'ob yéetel ts'íibo'ob ich **computadora**'ob, bey xan paaxo'ob ich nu'ukulo'ob je'ex **Ipodo**'ob.



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

Yéetel u tsolmeyajil le **químico**'obo' u beeytal u beeta'al ya'abkach nanoestructuras je'ex u **nanotubo**il **carbono**e'.



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

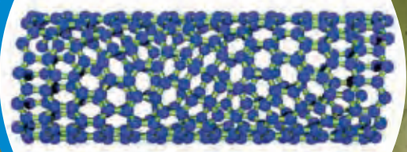
Je'ex u ya'alik u k'aaba', jobon ichil, bey junp'éel **tubo**e', ba'ale' beetk'aja'an yéetel **carbono**.

Como su nombre lo indica tienen forma de tubo y están hechos de carbono. Pueden tener un diámetro de algunos nanómetros, y una longitud de varios centímetros.

Je'ex u ya'alik u k'aaba', jobon ichil, bey junp'éel **tubo**e', ba'ale' beetk'aja'an yéetel **carbono**. U kóochile' yaan ti' chéen wa jayp'éel **nm**, u chowakile' yaan ti' chéen wa jayp'éel **centímetros.**

Los nanotubos de carbono son las fibras más fuertes que se conocen. Un solo nanotubo perfecto es de 10 a 100 veces más fuerte que el acero.

U **nanotubo**il **carbono**e' leti' le ba'al jach máan chich k'ajóolta'an bejlae'.Junp'éel **nanotubo** jach chúuka'an u p'iisile', lajuntéen wa jo'k'al u téenel u ts'u'uyil.

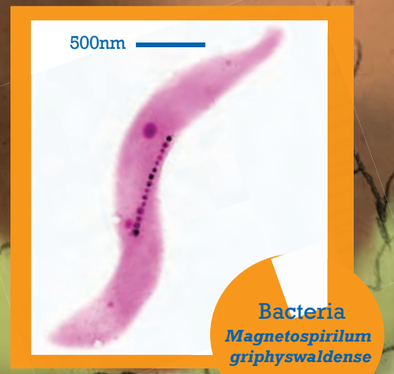


Es por eso que se piensa que se pueden fabricar cables muy resistentes a partir de ellos.

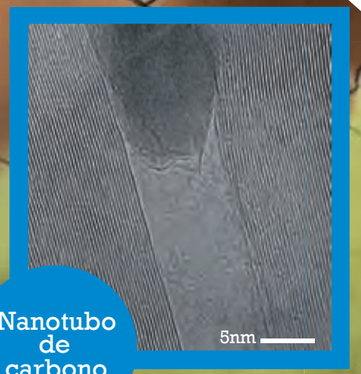
La'aten ku tukla'al u beeytal u beeta'al **cables** ma' kostk'alktak yéetel le **nanotubo**so'.

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

Te'el oochela' ku ye'esa'al bix chíika'anik junp'éel u **nanotubo**il **carbono,** ila'an yéetel junp'éel **microscopio**il **electron**o'ob.



Bacteria *Magnetospirilum griphyswaldense*



Nanotubo de carbono

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

LBey xan u beeytal u beeta'al **nanoestructuras** yéetel ba'alo'ob kuxa'antak, je'ex paak'alo'ob wa ik'lelo'ob.

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

Ik'elo'obe' je'ex **Magnetospirilum Griphyswaldense** u beytal u bilalkunsa'al uti'al u beeta'al **nanoestructura**'ob **magnetica**'obe'.

Bueno, y todo esto ¿para qué sirve?

Ma'alob túun. Ba'ax túun uti'al u bilal le ba'alo'ob ts'o'ok u ts'o'olola'?

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.

Kex ma' laj oojelta'ak tuláakal ba'al ich **nanotecnología**e', ya'abkach konbil ba'alo'obe' layli' u xak'alxokta'ale'. Bey túuna', ma' u páajtal u ya'ala'al máakalmak u páajtal u jóok'sa'al ti' le máaxo'ob ku maano'obo'.

Entre lo que ya está al alcance de nosotros, se tienen aplicaciones en electrónica, en biología, en medicina, en cosméticos, en materiales y en nuevas formas de energía.

Ichil le ba'alo'ob ts'o'ok u jóok'sa'al ti' manbilo', yaan **aplicaciones** ich **electrónica**, ich **biología**, ich **cosméticos** yéetel ich uláak' bixil **energía**'ob.

Por ejemplo, en la fabricación de:

Ba'alo'ob je'ex:

Pelotas de tenis que duran más.

Wóoliso'ob ti'al u báaxta'al **tenis**, ku yúuchtal u yúuchbental

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

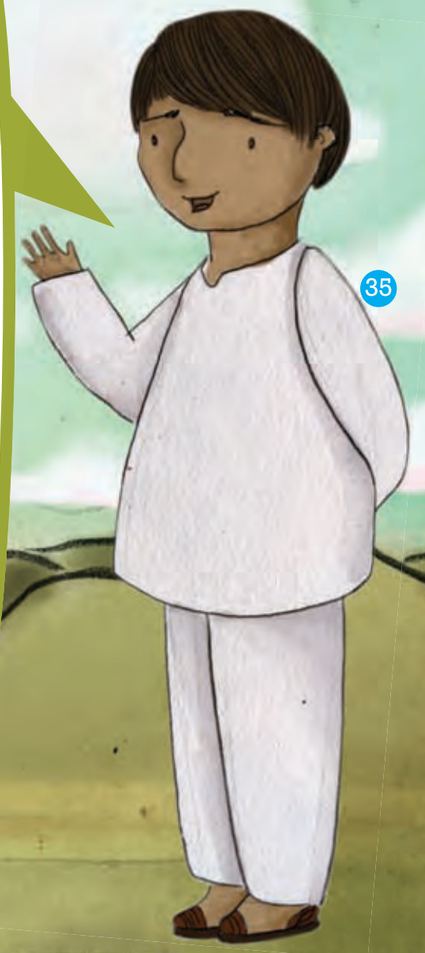
Yag tagitajkane **tenis** lhen gie zokan lhow yuku kamion nakinkan zite zid lhen dzadotitkan.

Pinturas y recubrimientos contra la corrosión, rayado o radiación

Boonilo'ob yéetel uláak' boonilo'ob ku pixik le yáax boonilo'obo', yóok'sal ma' u púuk'uj, ja'achk'ajak wa u sakpose'ental yéetel u juul k'iin.

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

Nu'ukulo'ob uti'al u xo'ot'ol **metal**o'ob; bon icho'ob, bonwíinkilal uti'al ma' u tóoka'al oot'el men k'iin; yéetel nook'o'ob.



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

Nanotenologíae' ku meyaj xan yóok'sal u kaxanta'al uláak tu'ux yaan **energía**'ob uti'al u kananta'al yóok'ol kaab.

En celdas solares más livianas, flexibles y baratas.

Ti' nu'ukulo'ob tu'ux ku p'áataj u muuk' u juul k'iin, wuts'uklaktak, sáaltak yéetel ma' ko'ojtaki'.

En la obtención de luz blanca más eficiente con LEDS.

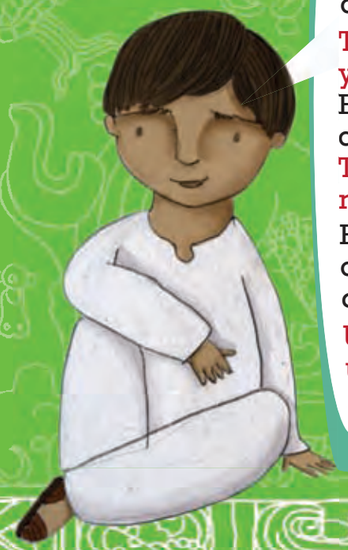
Ti'al u ma'alob juulo'ob yéetel sak sáasilo'ob, yéetel **LEDS**.

En el almacenamiento de hidrógeno como combustible.

Ti'al u p'aatsa'al **hidrógeno** bey u muuk' nu'ukulo'ob yéetel kisbuuts'o'obe'.

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

Uti'al u beeta'al ma'alob **catalizador**o'ob uti'al ma' u jach yaantal k'ak'as buut'sil yóok' ka'an.



En el proceso de refinación del petróleo.

Uti'al u su'utul le **petroleo**' ich **comustible**o'.

En la computación y la electrónica:

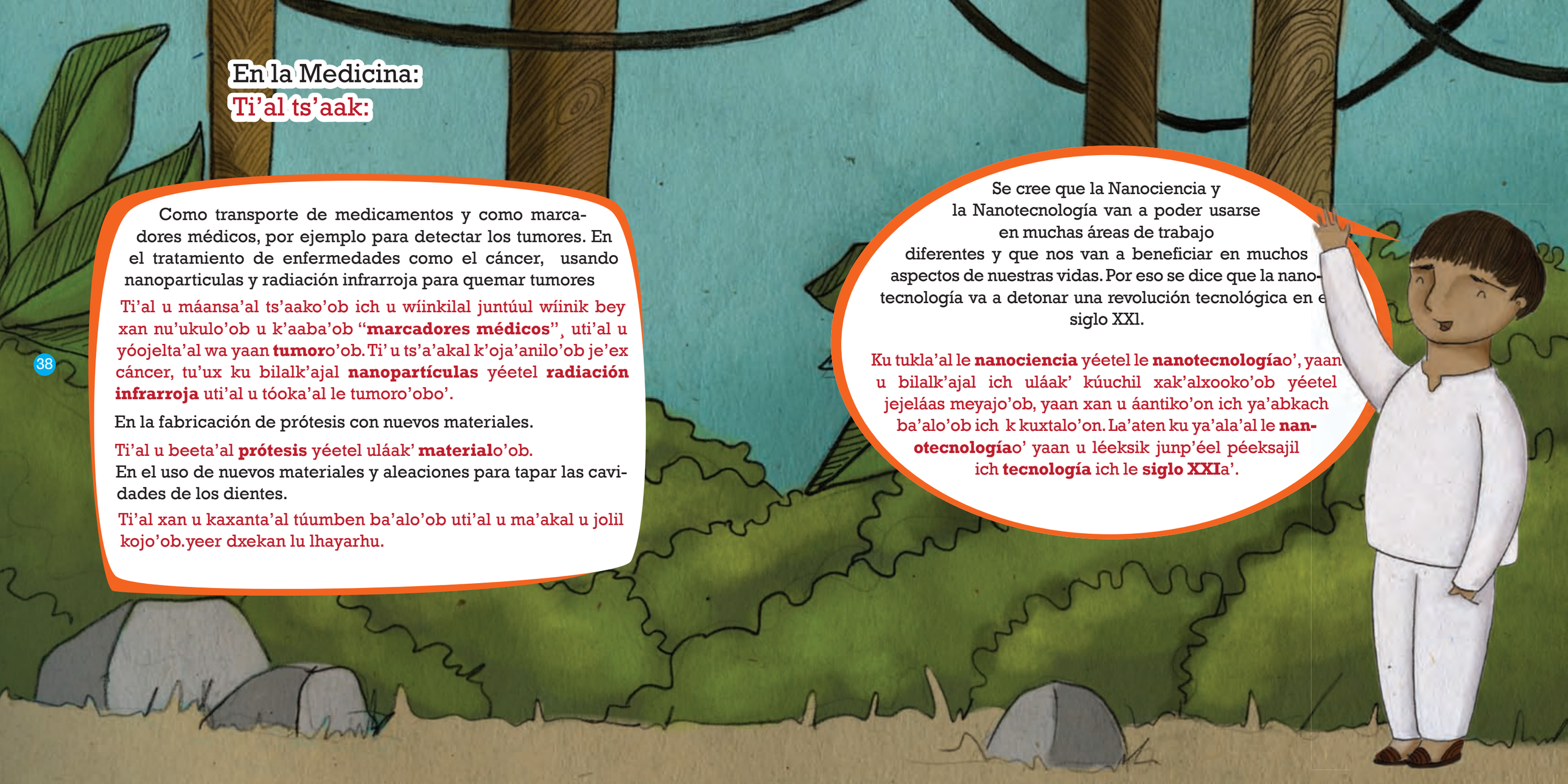
Ti' **computación** yéetel ti' **electrónica.**

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

Uti'al u beeta'al **computadoras** ma' ko'ojtaki', séebtak u meyaj yéetel asáab ya'ab tu'ux a ta'akik a meyajo'ob.

En la fabricación de dispositivos electrónicos más pequeños y versátiles.

Uti'al u beeta'al **electrónicos** chichantak tu'ux u beeytal a bilalk'ajal je' tu'uxiake'.



En la Medicina:
Ti'al ts'aak:

Como transporte de medicamentos y 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

Ti'al u máansa'al ts'aako'ob ich u wíinkilal juntúul wíinik bey xan nu'ukulo'ob u k'aaba'ob "**marcadores médicos**", uti'al u yóojelta'al wa yaan **tumor**o'ob. Ti' u ts'a'akal k'oja'anilo'ob je'ex cáncer, tu'ux ku bilalk'ajal **nanopartículas** yéetel **radiación infrarroja** uti'al u tóoka'al le tumoro'obo'.

En la fabricación de prótesis con nuevos materiales.

Ti'al u beeta'al **prótesis** yéetel uláak' **material**o'ob.

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

Ti'al xan u kaxanta'al túumben ba'alo'ob uti'al u ma'akal u jolil kojo'ob.yeer dxekan lu lhayarhu.

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. Por eso se dice que la nanotecnología va a detonar una revolución tecnológica en e siglo XXl.

Ku tukla'al le **nanociencia** yéetel le **nanotecnología**o', yaan u bilalk'ajal ich uláak' kúuchil xak'alxooko'ob yéetel jejeláas meyajo'ob, yaan xan u áantiko'on ich ya'abkach ba'alo'ob ich k kuxtalo'on. La'aten ku ya'ala'al le **nanotecnología**o' yaan u léeksik junp'éel péeksajil ich **tecnología** ich le **siglo XXI**a'.

Conozcamos la Nanotecnología
Ko'ox k'ajóoltik le nanotecnologíao'

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 2000 ejemplares
en papel Couche Brillante de 150 gs.

Enero de 2014