MINISTERIO DE
educación
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MINISTERIO DE
educación
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Descubramos el Mundo de la Nanotecnología

Uraqpachana jisk'a yati lura qhanstayañani

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA

MINISTERIO DE
educación
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Roberto Iván Aguilar Gómez
Ministro de Educación

Eduardo Cortéz Baldivieso
Viceministro de Educación Superior

Valentín Roca Guarachi
Viceministro de Educación Regular

Noel Aguirre Ledezma
Viceministro de Educación Alternativa y Especial

Jenny Ofelia Carrasco
Viceministra de Educación Ciencia y Tecnología

Luz Jiménez Quispe
Rectora de la Universidad Pedagógica

Pedro Apala Flores
Director Ejecutivo del Instituto Plurinacional de Estudio de Lenguas y Culturas (IPELC)

Noboru Takeuchi
Autor

Janneth Carita
Traducción en aymara
Citlalin Arcos
Ilustración
Gabriela Sandoval Rodríguez
Diseño

3-2-649-17 PO.
Depósito Legal

Bolivia - 2017

La Colección Compartiendo Experiencias recupera la producción de conocimientos, saberes y/o prácticas de maestras, maestros y educadores comprometidos con la educación boliviana.

Cómo citar este documento:
Ministerio de Educación - Universidad Pedagógica (2017). Colección Compartiendo Experiencias y Saberes"Descubramos el Mundo de la Nanotecnología - Uraqpachana Jisk'a Yati Lura Qhanstayañani". Bolivia.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA

La venta de este documento está prohibida
El contenido de este texto es responsabilidad del autor

Presentación

El Ministerio de Educación, a través de todas sus instancias, promueve la ciencia y tecnología en los procesos educativos del Sistema Educativo Plurinacional. Esta es la razón, para que el Ministerio forme parte de diferentes redes de organizaciones científicas y tenga contacto con expertos internacionales. Uno de ellos es el Dr. Noboru Takeuchi, profesional latinoamericano con destacada trayectoria científica y académica. El Dr. Takeuchi cuenta entre sus aportes la popularización de la ciencia y tecnología, relacionándola con los saberes y conocimientos de las culturas y lenguas indígenas originarias.

El texto "Descubramos el Mundo de la Nanotecnología - Uraqpachana Jisk'a Yati Lura Qhanstayañani", aporta a la divulgación de la ciencia y tecnología abordando el tema de la nanotecnología. Está escrito en castellano y traducido en lengua aymara, de manera que recupera el enfoque de la educación intracultural, intercultural y plurilingüe que promueve el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo.

La elaboración del documento ha estado a cargo de instancias como el Viceministerio de Educación Ciencia y Tecnología, la Dirección de Educación Primaria, la Unidad de Políticas Intraculturales e Interculturales y Plurilingües (UPIIP) y el Instituto Plurinacional para el Estudio de Lenguas y Culturas, quienes se encargaron de adecuar y traducir los contenidos en coordinación con el autor.

La Universidad Pedagógica recupera este valioso trabajo como un aporte a la formación de postgrado, en la línea de los diplomados en ciencia y tecnología para educación primaria comunitaria vocacional y el de introducción a la ciencia espacial. El texto es incluido en la colección "Compartiendo Experiencias" para difundir las posibilidades de promover el diálogo intercultural, plurilingüe e intercientífico en procesos educativos.

Semblanza del Autor

Noboru Takeuchi nació en Colombia, radica y es naturalizado en México. Es Dr. en Física, docente e investigador. Tiene una vasta producción de libros y publicaciones relacionadas con ciencia y tecnología. Ha recibido diversos reconocimientos internacionales por trabajos desarrollados en su especialidad.

Actualmente trabaja en el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNyN-UNAM). Entre otras actividades, es fundador y coordinador del programa "Ciencia Pumita", dedicado a la divulgación de la ciencia y tecnología a niñas, niños y público en general. También es cofundador del programa Nano UNAM que impulsa la interdisciplinariedad en torno a la nanociencia, nanotecnología y el manejo responsable de ésta ciencia.

Noboru Takeuchi es un reconocido autor de libros dirigidos a introducir de manera amena y sencilla a estudiantes de nivel primario, secundario y universitario en temas de ciencia, tecnología. Ha editado y publicado libros bilingües en lenguas indígena originarias (Mixteco, Náhuatl, Mixealtoy, Hña hñu, Zapoteco, Maya y Purépecha) y español, los que se dirigen a divulgar la nanotecnología.

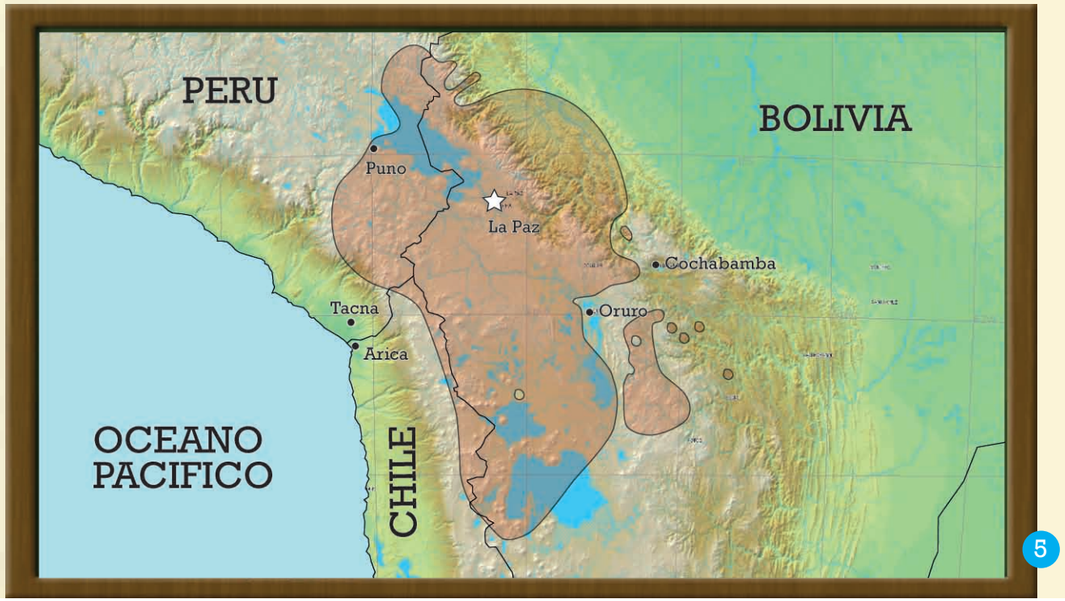
Por sus aportes a la divulgación de la ciencia en el área de la nanotecnología, para niños y poblaciones indígenas, ha sido merecedor del Premio Latinoamericano de Popularización de la Ciencia otorgado por la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red POP), de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

La nanotecnología también tiene aplicaciones en la obtención de nuevas formas de energía y en la protección del medio ambiente. Por ejemplo, en las baterías de litio, un material que se encuentra de manera muy abundante en Bolivia, como componentes de los electrodos, aumentando la eficiencia y duración de las baterías.

Jisk'a nanoyatilura ukaxa apnaqatawa kunatixa yaqha amtanaka uñstayañataki, ukaxa suma pacahamaru uñjañataki. Ukhamaraki uka *baterías de litio*, uka mä yänakawa qullasuyu markasana jiqhatasi, ukaxa *electrodos* ukhamawa, ukampirusa wali aski yapt'i jaya jakañapataki.

Aymara

Aymara aruxa Los Andes Central ukjatpacha arsusitatayna ukhamakipanxa Qullasuyu, Perú, Chile, ukhamaraki Argentina uka markanakanwa arsupxi. Perú ukhamaraki Qullasuyu markanakanxa wali uñt'ata aruwa, catellano jani ukaxa quechua arjama uñt'ata. Aymaranxa kasta kasta arst'asiwiwa utjaraki, ukatxa taqpacha arsuwa askinjama amuyasiskaraki. Qullasuyu markanxa wali arsuta uñt'ata aruwa ukhamaraki tunka jaqitxa kimsaniwa arsupxi, jilpachxa Chuqi Yapu ukhamaraki Oruro markanakanwa arsupxi. Potosí markanxa alaya tuqina jakirinakasa arsusipxarakiwa ukhamaraki Cochabamba, Chuquisaca uka markanakansa arsutarakiwa. Perú aynacha tuqina jakasiri jaqinakatakixa wali uñt'ata aruwa, Puno quta thiyana jakasirinakasa arst'asipxarakiw, ukatxa Tacna, Moquegua qullu iramana jakasirinakasa arsupxarakiwa. Chile markanxa Arica, Parinacota ukhamaraki Tarapacá alaya tuqina jakasiri jaqinakasa arsupxarakiwa. Argentina markanxa Jujuy ukhamaraki Salta tuqinakansa arsutarakiwa.



Aimara

El aimara es un idioma originario de los Andes centrales y se habla en Bolivia, Perú, Chile y Argentina. En Perú y Bolivia es un idioma oficial junto con otras lenguas como el español y el quechua. Aunque existen diferentes variantes del aimara, todas son mutuamente inteligibles. En Bolivia es la lengua indígena más hablada y es usada por un tercio de la población, principalmente en los departamentos de La Paz y Oruro. También se habla en el norte del departamento de Potosí y en algunas regiones de los departamentos de Cochabamba y Chiquisaca. Es también la principal lengua indígena del sur peruano, con hablantes en las riveras norte y sur del Lago Titicaca, en el departamento de Puno, y en las zonas montañosas de los departamentos de Tacna y Moquegua. En Chile se habla en la zona norte, en las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá. En Argentina se habla en la provincia de Jujuy y en el norte de Salta.

El pantalón que no se ensucia
Pantalona jani ch'isllintiri

Te sientas a comer y derramas tu refresco encima de tu pantalón blanco. 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 fabuloso, verdad? pero ya es una realidad: telas que repelen los líquidos y además, no se manchan.

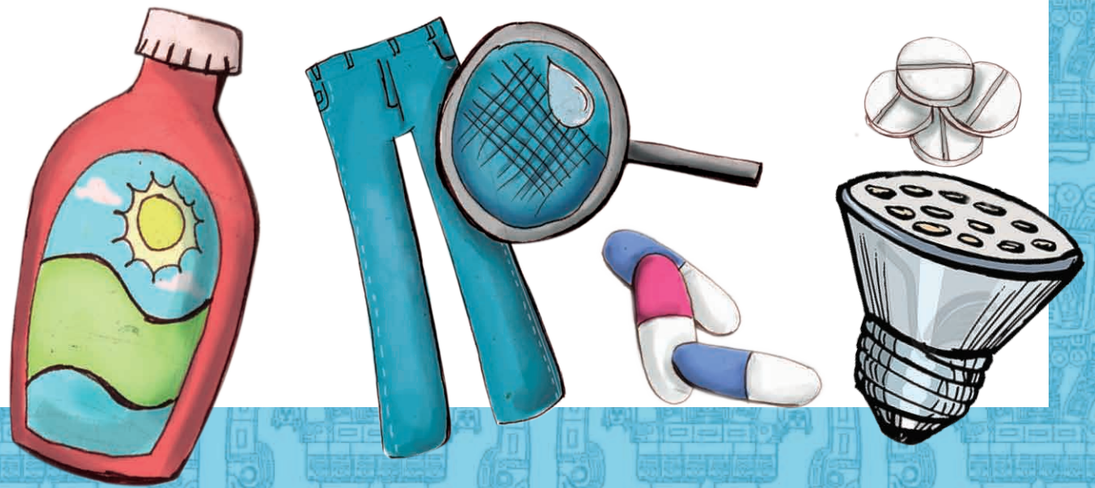
Jumaxa manq'añataki qunt'asta ukata janq'u pantalonamaru muxsa umampi warxatasta. Yaqha jalasa ucht'asiniñanxa, mä phiskhuña katta *pantalón* phiskhurasta ch'isllichasiñataki. Chiqansa, jiwaki ampi? Ukaxa ukhamapuniwa: jichhaxa utjapiniwa *telas* jani ch'aranjasiri ukhamaraki jani ch'isllichasiri.

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.

Kunatatixa machaqa telas utjki ukhamarakiwa, jichhurunakaxa chiqansa ukhamarakiwa (*cáncer*) qullañataki utxaraki kunaynani qullanaka; qhanayiri yänaka juk'aki llika thakhi chaniñchiri, *acero fibra* sataki ukanaka utji, juk'ampi apnaqasaxa yaqha machaqa yänaka lursnaxa, taqi aka juk'ampinaka mä yatxatawita apsutawa ukaxa apataskiwa markanakana uka *nanociencia y nanotecnología* ukaxa.

Amuyañataki aka apsutaxa kunjamasa jiqxatasi jikirasi chiqansa "*fantasticos*", uka jisk'a tupunakata uka *nanómetros* ukanakata wakisiwa aruskipaña.



El Tiranosaurio Enano
Jisk'a *tiranosaurio*

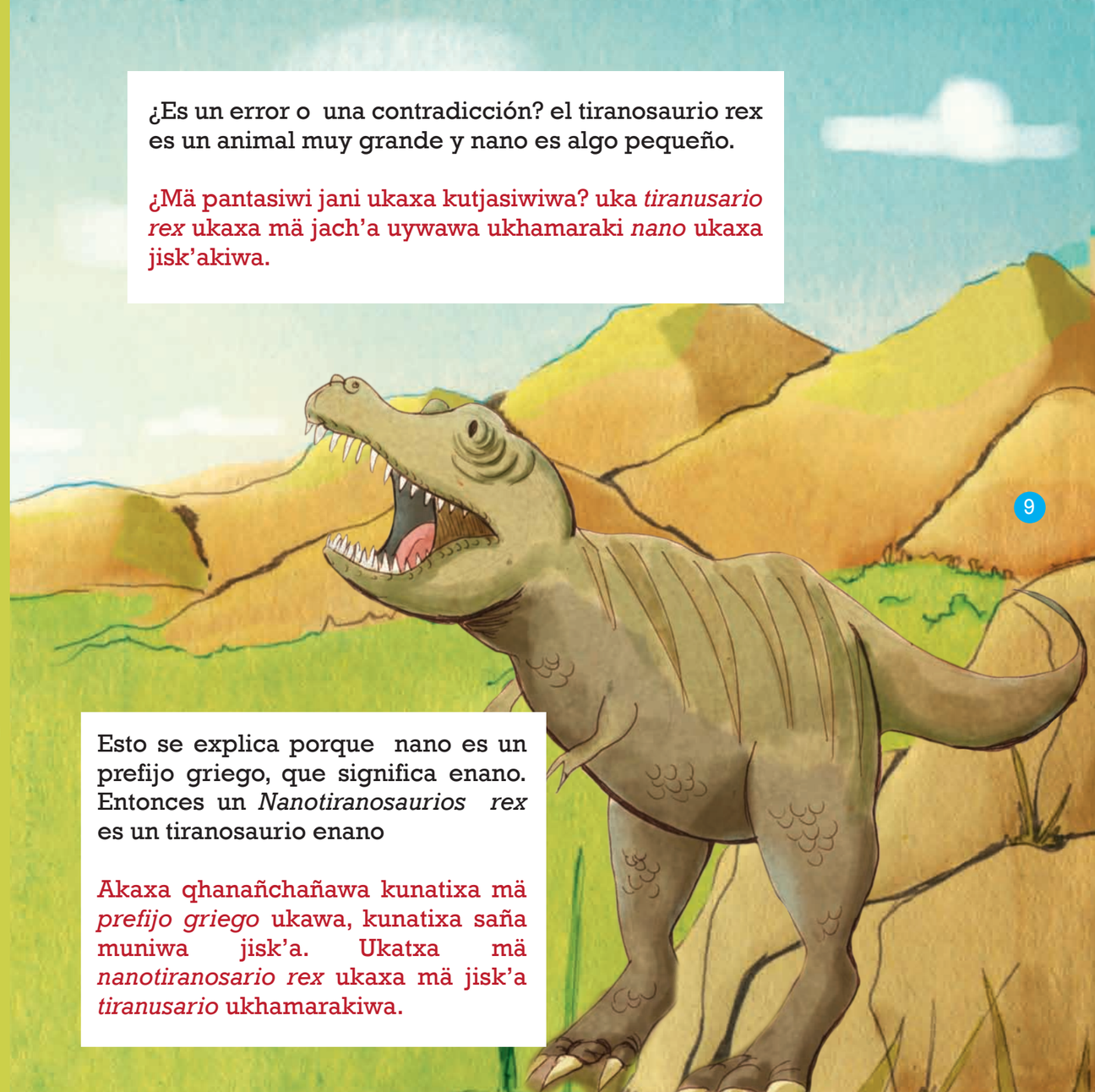
Antes de hablar del nanómetro, hablemos del significado del prefijo nano.

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

Janira uka *nanómetro* ukata aruskasina, kunasa nano ukaxa ukata aruskipañani. jisa saqxtanwa *nano* ukaxa jisk'akiwa, ukhamakipanxa, yaqha yänaka imaña utana näyra sarawinakata kattanwa aka maya sutiñchata *Nanotiranosaurios rex*.

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

¿Mä pantasiwi jani ukaxa kutjasiwiwa? uka *tiranusario rex* ukaxa mä jach'a uywawa ukhamaraki *nano* ukaxa jisk'akiwa.



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

Akaxa qhanañchañawa kunatixa mä *prefijo griego* ukawa, kunatixa saña muniwa jisk'a. Ukatxa mä *nanotiranosario rex* ukaxa mä jisk'a *tiranusario* ukhamarakiwa.

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
1 nm=1m/1.000.000.000
O un milímetro dividido entre un millón:
1nm=1mm/1.0000.000

Jisk'a *nanometro*

Nanómetro ukaxa kunasa, Mä jisk'a tuputti Chiqansa juk'ampixa, *enano* ukaxa mä chiqta walja waranqa waranqanakaru jaljatawa. Akhama uñancha apnaqaña nm.
1nm=1m/1.000.000.000
Jani ukaxa mä waranqachjata mä junuru jaljatawa.
1nm=1mm/1.000.000

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.

Aka apsutatxa jisk'a tupu mayakiwa tukjixa, *Nanómetro* ukaxa mä amuyuniñatakixa kunxa jisk'akisa, ukampixa tupuñaniwa taqita jisk'a yänaka, saraksnawa, 200 nm ukhamawa jakhajasispa mäjisk'a tupu virus ukaru uñtasa, 7.000 nm wila sirka ukaru uñtatawa, 75.000 nm nak'utanti niya jak'jatawa. Walxa tupu chiqt'anakawa.

Las Nanoestructuras

Se llaman nanoestructuras a objetos cuyo tamaño varía desde unos pocos hasta cientos de 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 controlar la materia a escala atómica o molecular.

Jisk’a nanothakhinaka

Satawa jisk’a nanothakhinaka uka yänakaxa mayjawa tansanakatxa mä juk’a patakata uka jisk’a chiqtanakawa (1-100 nm).

Nanociencia ukaxa yatxatiwa kunanakasa wakiskiri uka jisk’a nanothakhinaka lurawi saranxa, kunatixa jisk’a nanoyatilura ukaxa thaqhiwa uka lurawi phuqhañataki.

Yaqhipanxa satawa jisk’a nanoyatilura kunatixa uka jisk’a ch’imi laqu uñjiripata átomos o moléculas ukanaka turkakipasispa.

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

A escalas de nanométros, 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.

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, la densidad, etc.

Kunatsa tansanakatxa uka 1 -100 nm ukhamapachaxa

Uka *nanómetros* ukaxa juk'ampi jisk'anakawa yäpa yänakaxa walja uñtanaka mayja mayjawa uka yäpa yänakata uñtanakata kunjamti jiwasanakaxa jichuntatajtanxa amuytana.

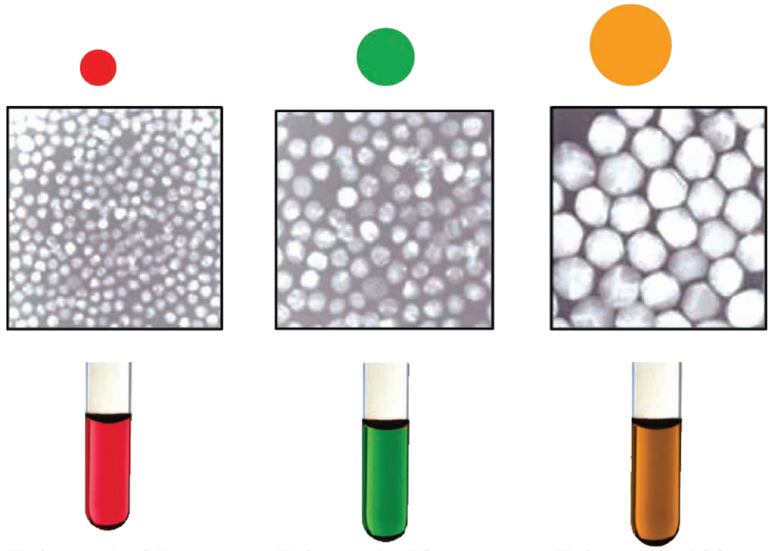
Saraksnawa, mä quri surtija (*anillo*) ukatxa mä wallqa (*collar*) pachpa yänakata ukhamaraki pachpa llumphita, kunatixa mayja mayja uñta ukata tansa uñjaraksnawa, uka pä yänakaxa pachpa *física y química* mä kikkakiwa yäpapuniwa, mathuru, mayachthapiwi, qhusu, jukampinaka saraksnawa.

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.

Janiwa uka quri jisk'a nanothakhinaka pachpa saksnati kunatixa quri yäpa ancha mayja mayja uñt'anxa.

Kunatixa wilaspa, arumispa, ch'uxñaspa, qaqa ch'uxñaspa jani ukaxa tansarumaspawa.



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.

Física y química ukaxa mayachthapiwixa mayjt'iwa. Jiwasana quri jisk'a nanothakhinakaxa mayja mayjt'iwa uka quri jiwasa uñtjtana.

Uka jisk'a nanoyatilura yatxatawixa thaqhiwa uka machaqa yäpa amuyañataki ukata suma uñachtaykiri kunaymana yänaka lurañataki.

Coloreando con nanoestructuras
Jisk'a nanothakhinaka samiñchañataki

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.

Janiwa machaqakiti jisk'a nanothakhinaka apnaqañaxa. Näyra näyra pachaxa uka yäpa luririnakaxa yatintapxanwa walja quri, qullqi jani ukaxa qhispillumpi chharqtasaxa taqi kasta saminaka apsupxana, qullana awki apu utana uka qhispillu wali aski usukuñataki.

Jichhuruxa yattanwa jisk'a nanothakhita ukampixa kunaymani yatxataraksna, quri, qullqita uka qhispillunakata kunaymani saminaka misthuraki.

Más cerca de nosotros, en México y Centro América, se fabricó un material que hoy se conoce como el azul maya, el cual fue usado muy frecuentemente en Mesoamérica.

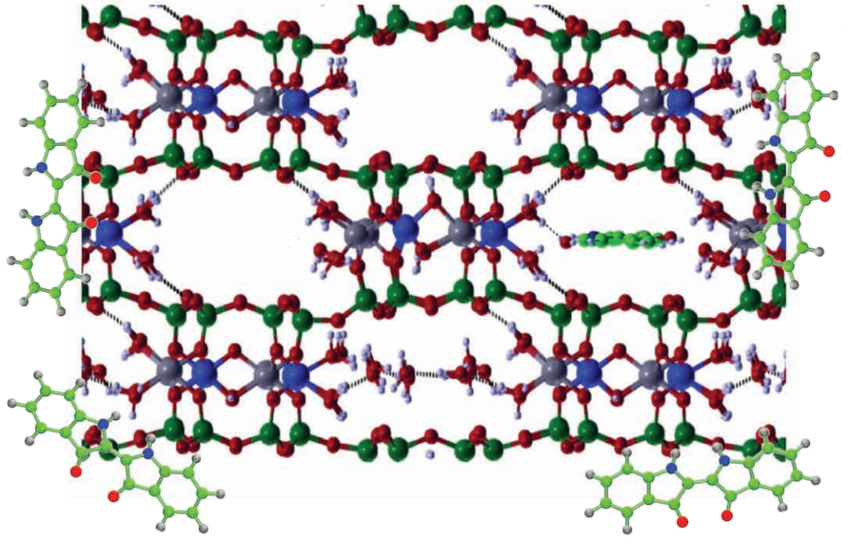
Jiwasanakata ancha jak'ankiwa, *México* ukhamaraki *Centro América,* ukanwa laramaxa lurasi mä yänaka ukaxa uñt'ata *Azul Maya*, kunjamti jichhuruxa uñt'tanxa, *Mesoamérica* ukanwa apnaqatanxa.

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

Aka jamuqana uñjnawa kunjamsa saminchawinakaxa *Azul Maya* ukampi lurapxana.

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.

Jichhurunakanxa samichañataki ukaxa chharqhutawa *índigo* ukampi yatxaraktanwa, (akasti uñjasiwa *pantalón jean*) mä k'ink'u ñiq'impi mayachthapisa ukana jisk'a p'ayanaka uñjasipa ukaxa *nanómetros* ukaru uñtatawa. Ch'imi laq'unaka uñta ukaxa *índigo* ukampi katuntatawa jiqhatasi.



De la misma manera los Incas y muchos pueblos precolombinos en Sud America mezclan plantas (chillca) y arcilla (collpa) en ebullición para obtener un colorante verde empleado principalmente en los textiles.

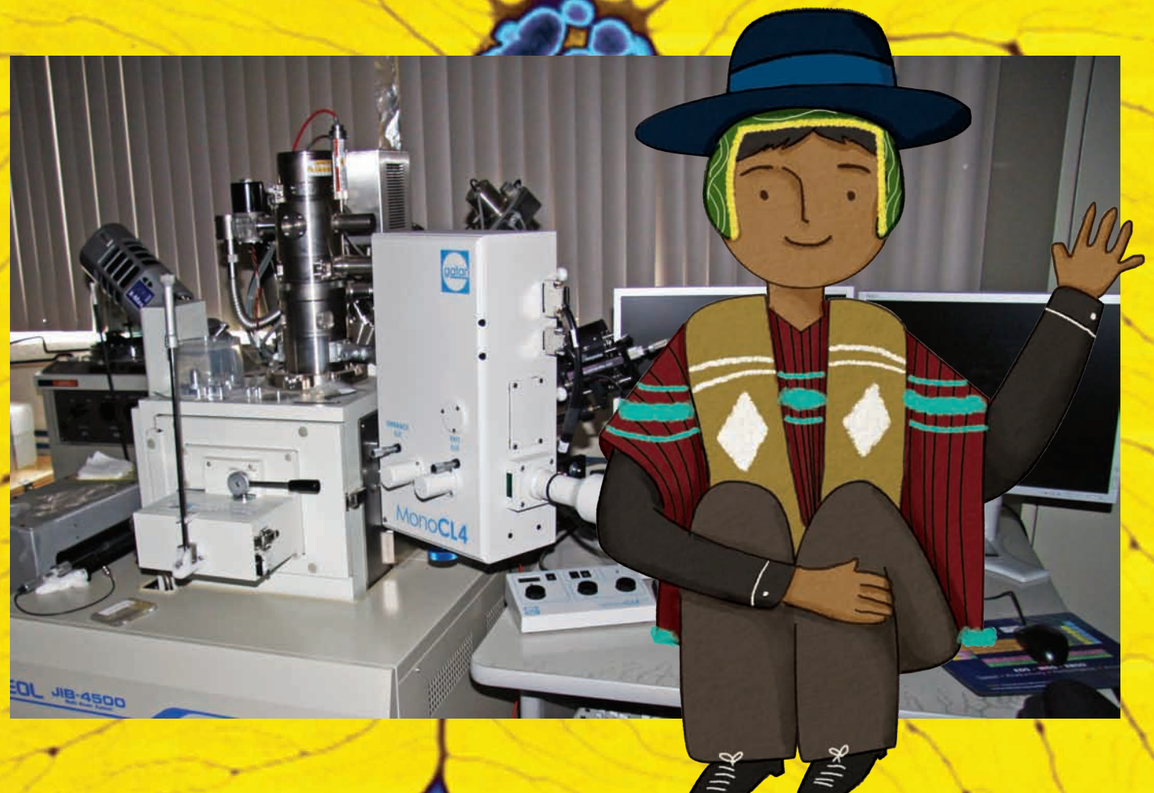
Ukhamakipanxa Incas ukhamaraki jalja markachirinaka *precolombinos Sud América* chharqhhupxiritanawa (chillca) ukhamaraki k'ink'u ñiq'i (collpa) wallaqkirimpi ch'uxña sami apsuñataki ukaxa jilpachasa sawu tuqinaka (*textiles*) samichañataki.

Aunque nuestros antepasados usaron nanoestructuras 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.

Kunatixa jiwasana achachilanakasaxa jisk'a nanothakhinaka apnaqapxanwa, qhispillu jani ukaxa pirqa samichañataki, jupanakaxa yatisawa aka ch'kunasa kamachi aka yänaka lurawinaka lurapxana.
Akawa mayrjaxa, kunatixa machaqawa Jisk'a nanoyatilura luraxa ukawa utjistuxa jichhuruna uñjañataki ukhamaraki jisk'a ch'imi laq'unaka apnaqañataki.

¿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.

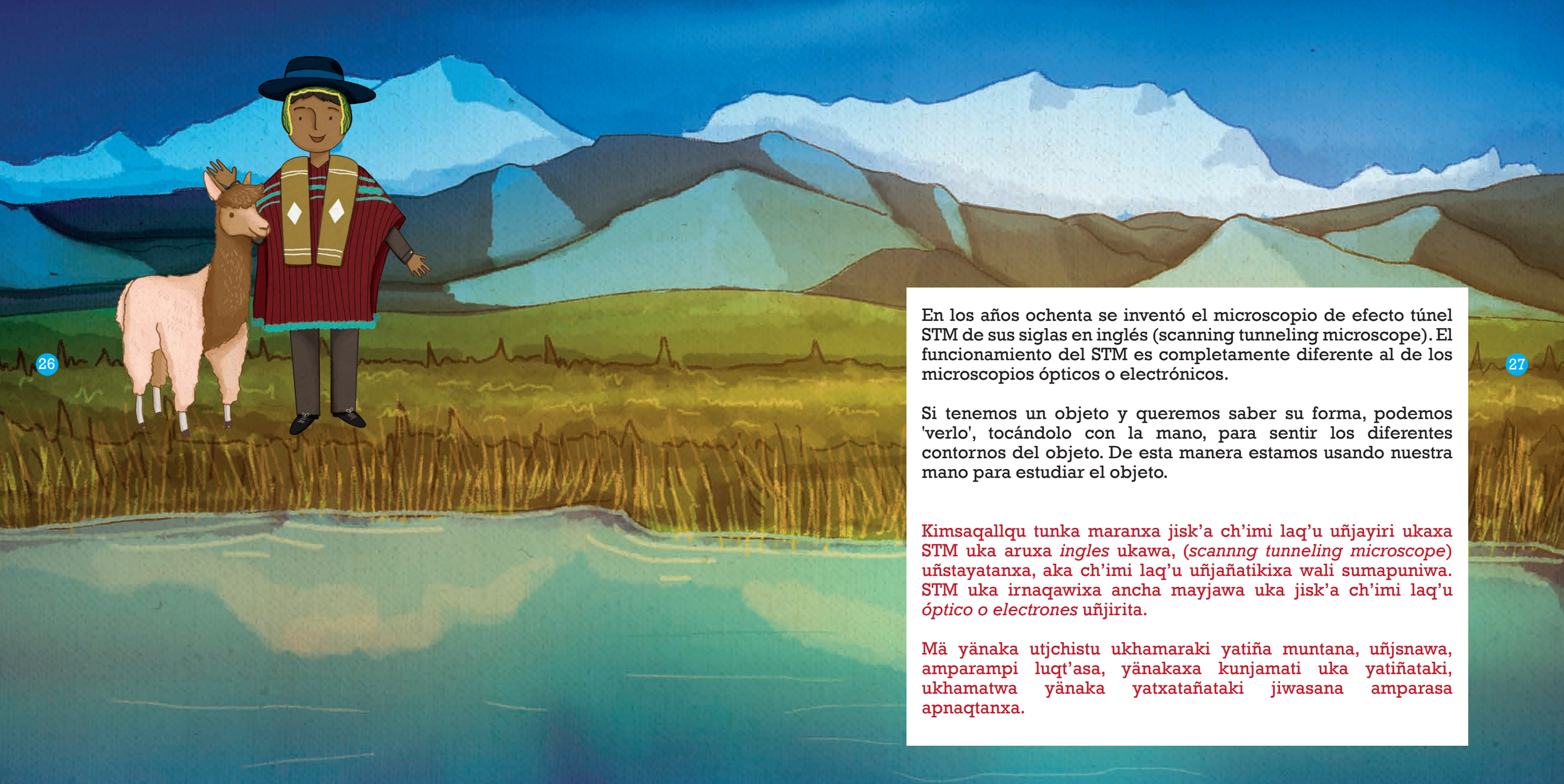


Kunjamsa uka jisk'a nanothakhinaka uñjsnaxa

Aka *siglo XX* tukuyanwa kunaymana utjiri yänaka suma apsuñaxa qalltatanxa ukhamaraki yaqhanakasa apsutana. Jichhurunxa utjiwa wali suma ch'imi laq'unaka uñjaña jani lliphipkiri qhana apnaqañataki uka ch'imi laqu uñjañataki uñt'tanxa, *electrones* ukaraki apnaqata aka jisk'a ch'imi laq'unaka nanochirinaka uñjañataki.

Mira como se ve una hormiga usando ese microscopio.

Kunjamsa mä k'isimira uka jisk'a ch'imi laq'u apnaqapxiwa uñjiri apnaqasaxa uñjtanxa.



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

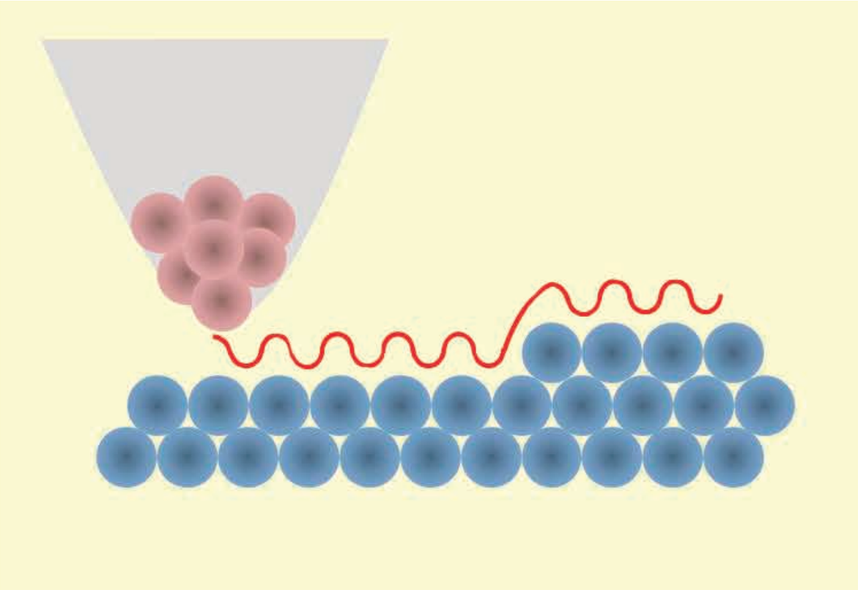
Si tenemos un objeto y queremos saber su forma, podemos 'verlo', tocándolo con la mano, para sentir los diferentes contornos del objeto. De esta manera estamos usando nuestra mano para estudiar el objeto.

Kimsaqallqu tunka maranxa jisk'a ch'imi laq'u uñjayiri ukaxa STM uka aruxa *ingles* ukawa, (*scannng tunneling microscope*) uñstayatanxa, aka ch'imi laq'u uñjañatikixa wali sumapuniwa. STM uka irnaqawixa ancha mayjawa uka jisk'a ch'imi laq'u *óptico o electrones* uñjirita.

Mä yänaka utjchistu ukhamaraki yatiña muntana, uñjsnawa, amparampi luqt'asa, yänakaxa kunjamati uka yatiñataki, ukhamatwa yänaka yatxatañataki jiwasana amparasa apnaqtanxa.

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.

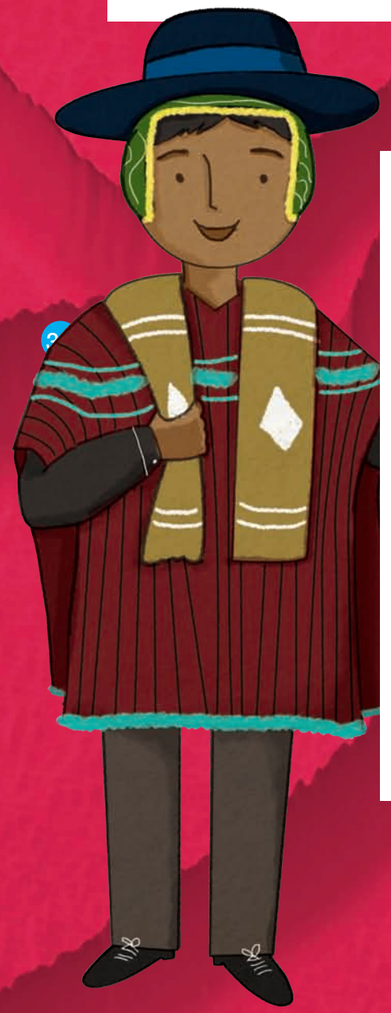
Uka STM ukaxa kikipakiwa irnaqi: amparakaspasa ukhama tupunaka amuyt'i: ukaxa janiwa anparampi qhanstaykiti jani ukaxa mä ari qhuyala ukampi qhastayi.



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

Aka ch'imi laq'u uñjirimpixa kunaymani atomos ukanaka uñjsna, ukata juk'ampinaka uñjt'añataki. Aka jisk'a ch'imi laq'u uñjirimpixa jisk'a ch'imi laq'u uñt'aysnawa, kunjamti aka jullina uñjtanxa ukhamarjama uñtasa.

¿Cómo se pueden fabricar las nanoestructuras?
Jisk'a nanothakhinaka kunjamsa lursnaxa

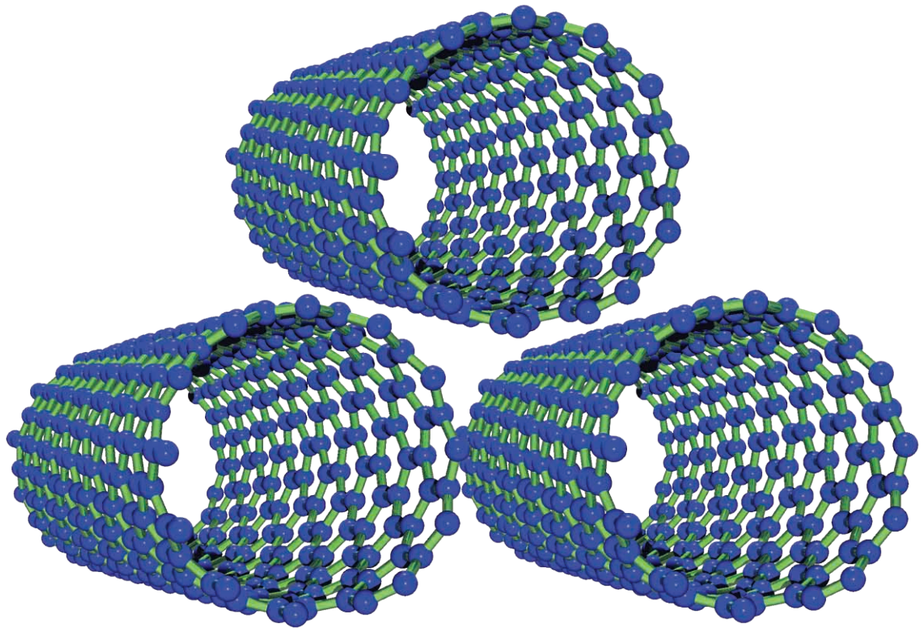


Las nanoestructuras se pueden fabricar usando métodos físicos, químicos y biológicos.
Por medio de métodos físicos se pueden fabricar por ejemplo, estructuras en forma de capas muy delgadas de algunos nanómetros de grosor, las cuales se pueden utilizar para guardar información en las computadoras, o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

Jisk'a nanothakhinakxa *físicos, químicos* ukhamaraki *biológicos* ukanaka apnaqasa lursnaxa.
Uka taypi *fisica* ukampixa akirinaka lursnaxa: llika thakhinaka uñta, sillp'a ñaqupunaka uka yaqha phathu jisk'a llika nanothakhita, ukanakxa atamirina yatiwinaka, jani ukaxa phust'awinaka imañataki apnaqsna, akniri yänakana sanaksnawa *ipod, el mp3* jani ukaxa chililirinakana (*celular*) juk'ampinaka.

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.

Químicos uka apnaqasaxa, uka taypi uñstayixa ancha uñjatawa, walja jisk'a nanothakhinaka jisnaxa, ukanxa jilpacha qhanstiwa *nanotubos de carbono* ukaraki misthurakispa.

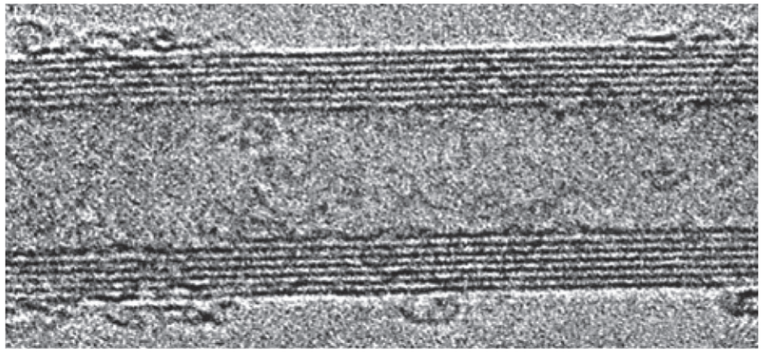


Como su nombre lo indica tienen forma de tubo y están hechos de carbono. Pueden tener un diámetro de algunos nanómetros, y una longitud de varios centímetros. Los nanotubos de carbón son las fibras más fuertes que se conocen. Es por eso que se piensa que se pueden fabricar cables muy resistentes a partir de ellos.

Kunjamati sutipaxa saski *tubo* ukata k'illimata luratapxiwa. Jisk'a diametro ukaxa utjaspawa *nanometros*, ukhamaraki utjaspawa walja jisk'a nanotupunaka, jisk'a k'illima p'iyanakaxa ancha thurunaka uñt'atawa. Ukatwa amuyt'ataxa thuru nanothakhinaka lurañataki.

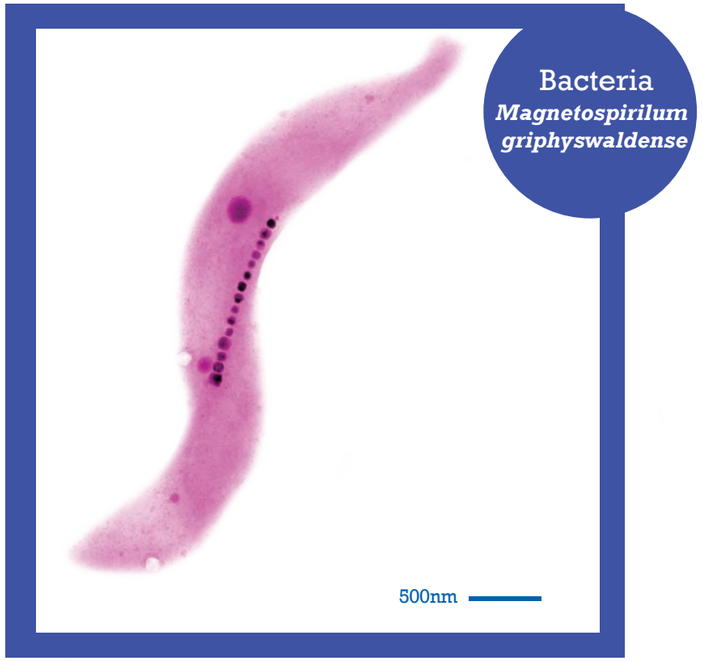
En la siguiente figura se muestra una imagen de un nanotubo de carbono.

Aka jullinxa jisk'a *nanotubo de carbono* uñacht'asi.



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.

Ukhamaraki jakkiri uywanaka, quqanaka jani ukaxa ch'imi laq'u apnaqasaxa jisk'a nanothakhinaka lursnaxa. Saraksnawa uka *bacteria Magnetospirilum Griphyswaldense* uka jisk'a nanothakhinaka k'ask'jatawi lurañataki.



Bacteria
Magnetospirilum griphyswaldense

Los usos de la Nanotecnología
Jisk'a nanoyatilura apnaqañataki

Bueno y todo esto ¿para qué sirve?

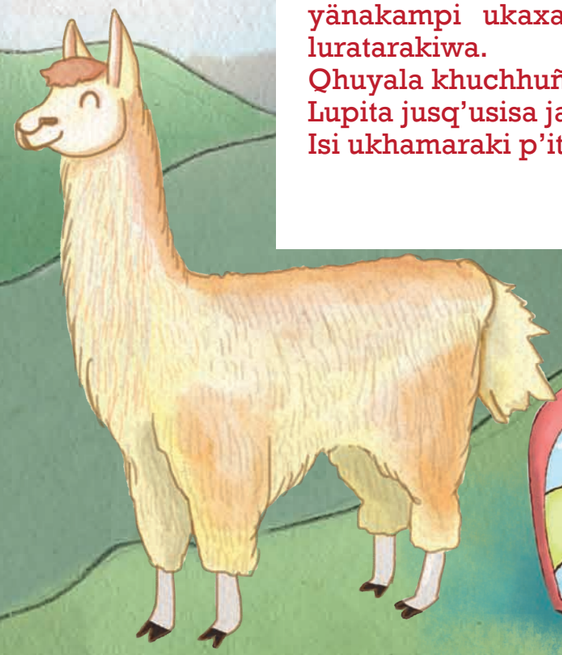
Como la nanotecnología no ha llegado a un estado de completo desarrollo, muchos productos están todavía en una fase de investigación, y no es posible saber cuáles llegarán finalmente al consumidor. Entre lo que ya está al alcance de nosotros, se tienen aplicaciones electrónicas, magnéticas, optolectrónicas,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

Waliki, taqpacha akanakaxa ¿kunatakisa wakiskiri?

Kunjamatixa jisk'a nanoyatilura janiwa purkiri suma sarantata, jichhawa walja achunakaxa yatxatawinkaski, ukhamaraki janiwa yatiñjamakiti kawkirinakasa jaqinakaru purxi. Jiwasana jak'ankasmachi, ukaxa illapata k'ask'jatawita, *optolectronicas, biomédicas, farmacéuticas, cosméticas, energéticas y catalíticas* ukanakaxa niya apnaqataxiwa.

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 recubrimientos contra la corrosión, rayado o radiación.
Herramientas para cortar los metales.
Bloqueadores de sol y cosméticos.
Ropa y textiles que no se manchan.

Kunjamti, uka yaqha yänakaxa lurataki, saraksnawa:
Tenis Piqutanakaxa ancha thuru lurataki.
Bicicletas, raquetas de tenis ukhamaraki k'añaskunakaxa phisna thuru ch'ulqhinakawa.
Samiñchañanaka ukhamararki jani thanthasiri yänakampi ukaxa qhanañchirinaka jark'aqañataki luratarakiwa.
Qhuyala khuchhuña yänaka.
Lupita jusq'usisa jark'aqirinaka.
Isi ukhamaraki p'itata isinaka jani q'añuchasiri.



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 reducción la contaminación del medio ambiente.
En el proceso de refinación del petróleo. Para mejorar la combustión del carbón y reducir su efecto contaminante.
En las baterias de Litio, un material que se encuentra de manera muy abundante en Bolivia, como componentes de los electrodos, aumentando la eficiencia y duración de las baterias.

Jisk'a nanoyatilura ukaxa apnaqatawa kunatixa yaqha amtanaka uñstayañataki, ukaxa suma pacahamaru uñjañataki:

Juk'a chanini qhana, phisna, quña apnaqawinaka.
Wali suma janq'u qhana apsuñataki, con *diodos emisores de luz (LEDs)*
Nina *hidrogeno* nakhayirinakjama imañataki.
Wali suma ukhamaraki juk'a chanini Pacha Mama uñjiri lurañataki.
Nina lakhayiri sarantayañataki. k'illima nakhantayañataki ukhamata pacha q'añuchawi juk'aptayañataki.
Uka *baterías de litio*, uka mä yänakawa Qullasuyu markasana jiqhatasi, ukaxa *electrodos* ukhamawa, ukampirusa wali aski yapt'i jaya jakañapataki.

En la computación y la electrónica:
Uka atamirina ukhamaraki *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.

Wali suma thuru, sapakuti ch'amani, juk'a chanini atamirinaka lurañataki, ukhamaraki walja yatiwinaka imasa jaya apnaqañataki.
Jisk'a *electrónicos* ukhamaraki yänaka mayjt'awinaka lurañataki.

En las ciencias de la vida:

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.

Aka jakawisana:

Uka usunaka apiri; kunjama qullañanakasa, saraksnawa amallaqi usu kunjamsa katjsnaxa.
Uka jani wali usu (*cáncer*) qullañatakixa, nanothakhinaka ukhamaraki *radiación infraroja* uka amallaqi nakhantayañataki.
Protesis ukataki machaqa yänakampi.
Machaqa yänaka apnaqasaxa laka ch'akha piyanaka llupt'snaxa.

Se cree que la Nanociencia y Nanotecnologia van a poder usarse en mucha 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.

Nanociencia ukhamaraki jisk'a nanoyatilura ukampixa apnaqataniwa walja kasta lurawinaka ukhamaraki jakawisana chuyma ch'alltayiriñapawa. Ukatwa aka *siglo XXI* ukanxa sataxa uka jisk'a nanoyatilura ukaxa qhanstayaniwa yaqha yatiluranaka.