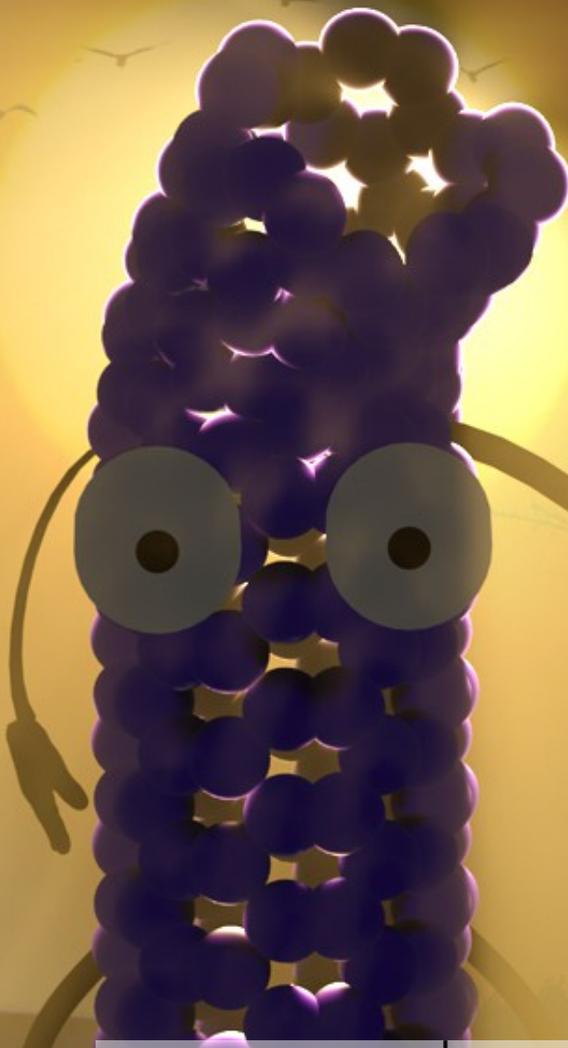


# MATERIALES AMIGABLES

Temporada 5



Instituto de  
Investigaciones  
en Materiales

## Temporada 5

Cómic 1.....	1
Cómic 2.....	11
Cómic 3.....	23

# MATERIALES AMIGABLES

COMIC 1

Hola, Particulina, que bueno que te veo, ahora que somos buenos amigos debo confesarte algo...



Hay otras formas de hacer películas delgadas como yo, además del plasma.



¿Me has mentido?



No, sólo que no te he platicado que hay muchas otras formas de hacer películas delgadas



Si no se hacen con plasmas, ¿entonces cómo? ¡platicame!



Te voy a platicar de una técnica que se llama Rocío P...



Oye, oye, iyo tengo una amiga que se llama Rocío!



No, espera...Rocío Pirolítico



Mmmmm" Rocío Pirolítico" suena bonito. Como el rocío de la mañana



O como cuando la gente rocía el cabello para peinarse



¡Qué latosa eres Particulina!, pero sí, así es la técnica... Vamos al laboratorio para que lo veas





Sí, más o menos... Según recuerdo, un cambio químico es por ejemplo cuando se asa la carne de una hamburguesa. Un cambio físico es cuando se congela el agua



¡MUY BIEN!  
En el cambio químico ocurren cambios permanentes, mientras que en un cambio físico no son permanentes. El agua se congela y descongela y sigue siendo agua



Sí, como la combustión que es química, se quema una hoja de papel en presencia de oxígeno y se produce dióxido de carbono, agua y cenizas. El papel se transforma permanentemente



¡Exacto! Para obtener películas delgadas por Rocío Pirofónica, primero hay que disolver en algún líquido, como agua, los elementos que queremos que tenga la película delgada.



Ahhh... como cuando hacemos agua de limón: disolvemos el limón y el azúcar...¿tú que disuelves en este caso?



Los ingredientes que se quieren depositar vienen en forma de un compuesto iónico, que llamamos una sal



Pues sí, como el cloruro de sodio o la sal de mesa



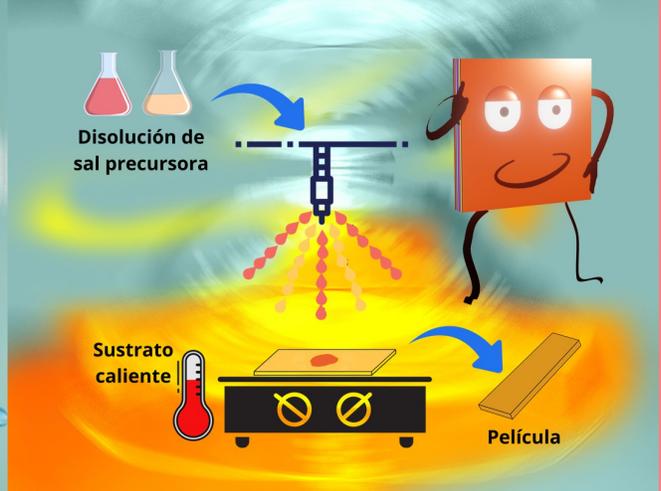
Esa disolución se hace pasar por una boquilla con un orificio muy chiquito por donde sale a presión, generando gotitas muuy chiquititas de la disolución.



¡Ay, Filmón, no me mojes!



Las gotitas caen a una superficie caliente en donde se evapora el líquido que es el disolvente y se queda todo lo demás



¡Wow, qué fácil!



Pero como la superficie está muy caliente, esa sal se descompone en sus elementos y ocurre un cambio químico.



Entonces la sal ya no será sal, ¿verdad?



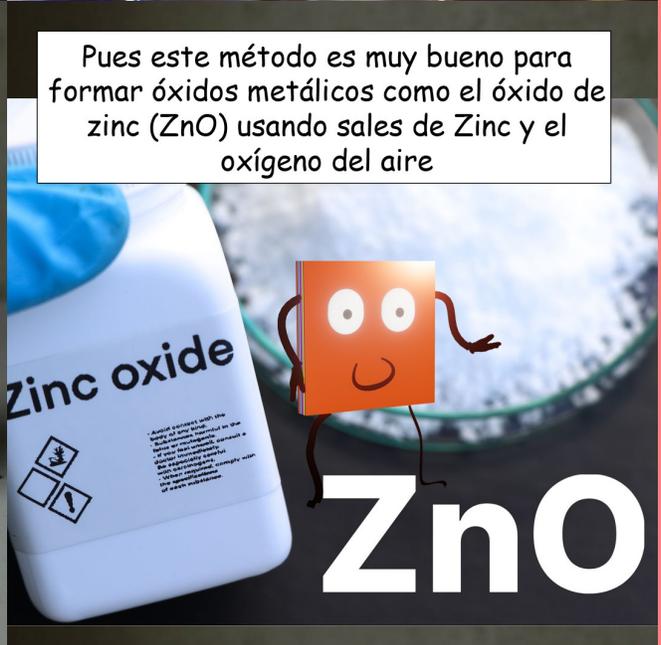
Así es, la sal va a reaccionar y se formará otra cosa. Con el Rocío Piroclítico se pueden hacer películas delgadas de materiales cerámicos, ¿recuerdas?



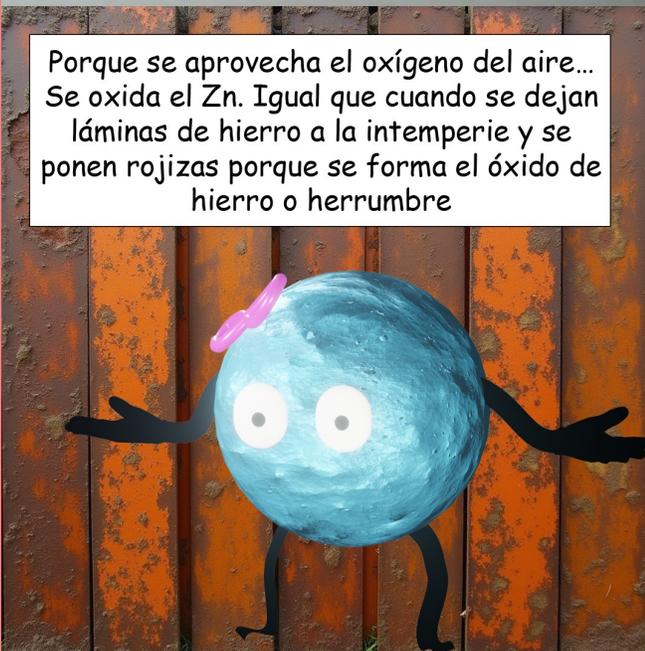
¡Aaah claro! Cuando se juntan un metal y el oxígeno se forman cerámicos.



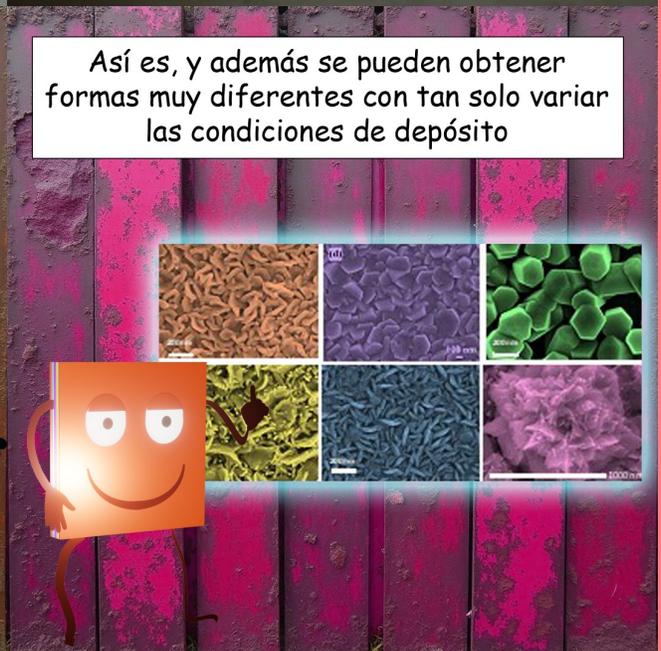
Pues este método es muy bueno para formar óxidos metálicos como el óxido de zinc ( $ZnO$ ) usando sales de Zinc y el oxígeno del aire



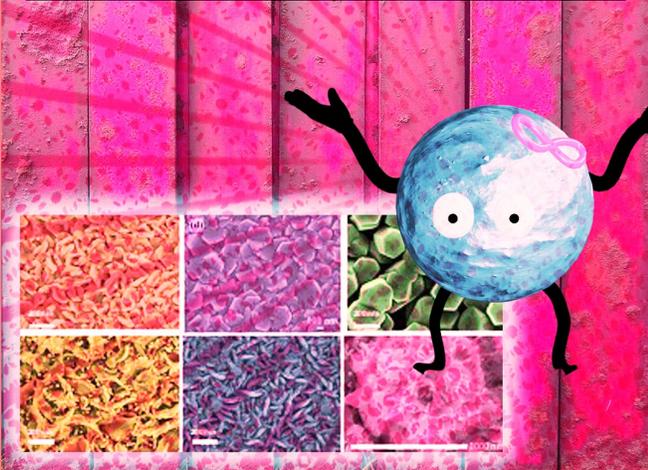
Porque se aprovecha el oxígeno del aire... Se oxida el Zn. Igual que cuando se dejan láminas de hierro a la intemperie y se ponen rojizas porque se forma el óxido de hierro o herrumbre



Así es, y además se pueden obtener formas muy diferentes con tan solo variar las condiciones de depósito



iWoow! ¡Qué bonitas formas! Unas parecen prismas hexagonales, otros se ven como granitos de arroz y otra se ve como... ¡una rosa!



Y esas películas delgadas tienen más área superficial que yo.



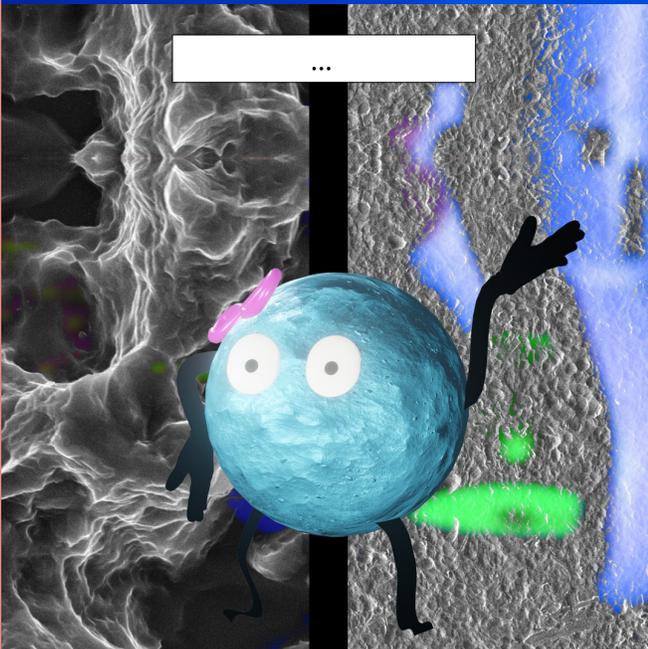
Además de verse bonitas, ¿para que quieren hacer películas con más de eso que dices que tienen?



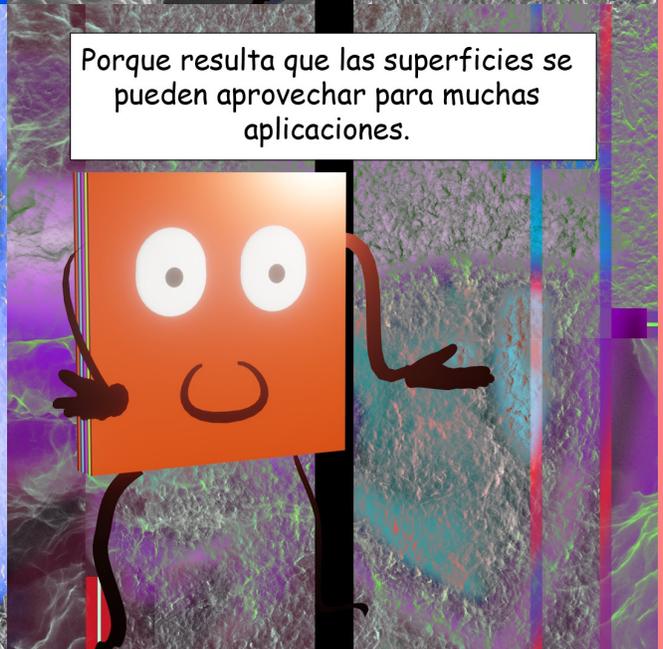
Más área superficial



...



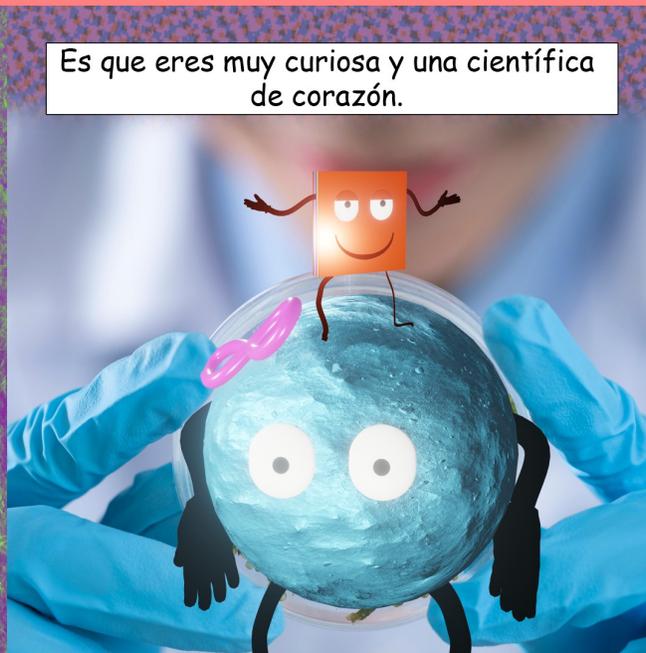
Porque resulta que las superficies se pueden aprovechar para muchas aplicaciones.



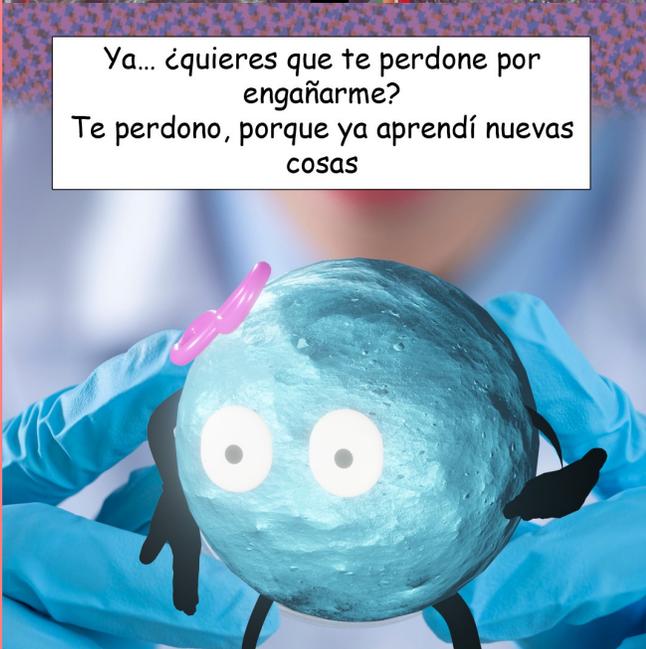
Sí está bien, pero ¿Por qué y cómo?  
Ves...siempre me dejas con más preguntas



Es que eres muy curiosa y una científica  
de corazón.



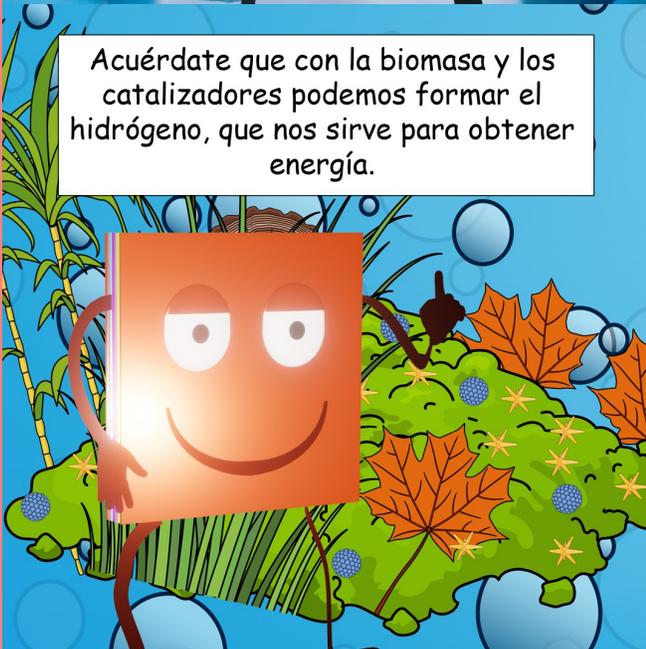
Ya... ¿quieres que te perdone por  
engañarme?  
Te perdono, porque ya aprendí nuevas  
cosas



Jajaja, gracias, pero regresando al tema



Acuérdate que con la biomasa y los  
catalizadores podemos formar el  
hidrógeno, que nos sirve para obtener  
energía.



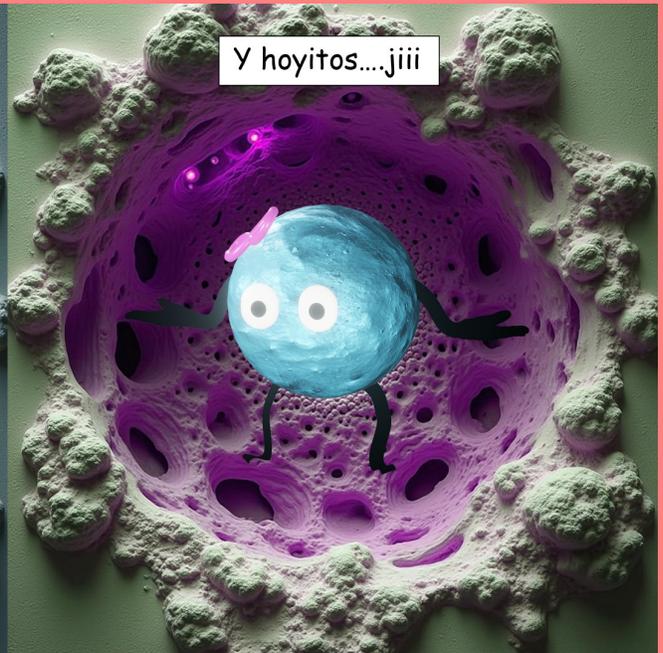
¡Tubito y Barriel!  
Nuestros amigos catalizadores



Para hacer mejor su trabajo ellos necesitan mucha área superficial



Y hoyitos...jiii



Los hoyitos de tubito, o los poros de los materiales, hacen que tengan un área grande.



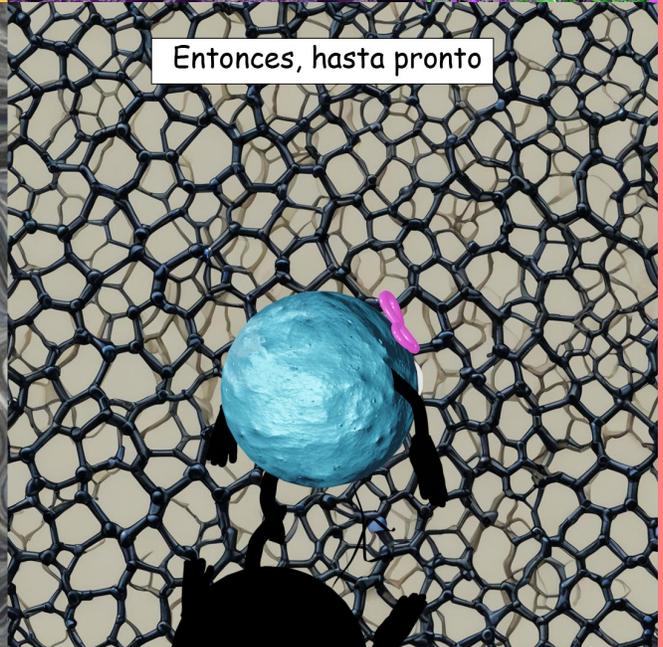
Eso me lo debes explicar con más calma. ¿Invitamos a nuestros amigos de nuevo?



Yo creo que sí, hay que invitarlos de nuevo



Entonces, hasta pronto



# MATERIALES AMIGABLES

COMIC 2



Hola, Particulina, ¿cómo estás?



¡Tubito! ¡Qué susto me diste! Llegaste



Estaba totalmente concentrada leyendo este libro que se me hace muy interesante.



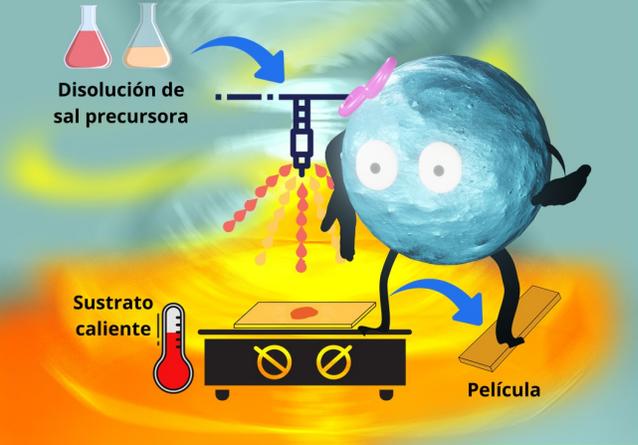
¿Y de qué trata el libro? ¿caso es algún thriller y por eso te espantaste?



No, es que hace unos días estaba platicando con Filmón y hablamos sobre lo que es la técnica de Rocío Pírolítico.



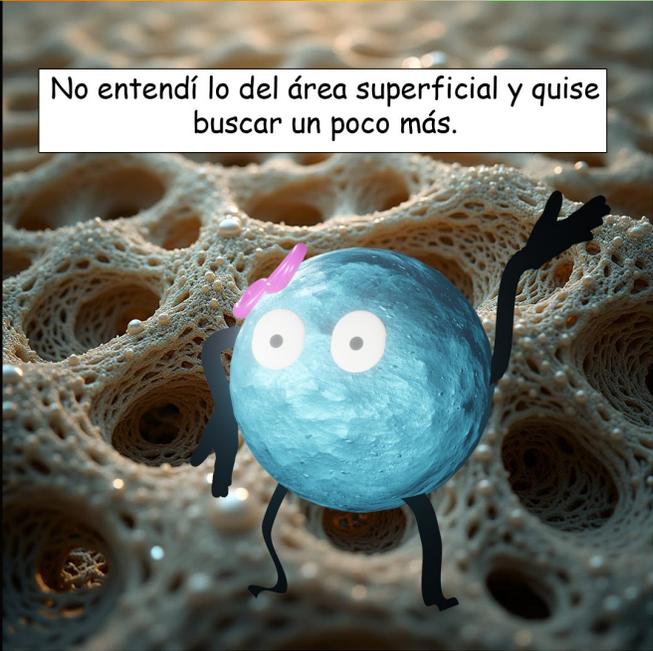
Es una técnica para hacer películas delgadas de óxidos con mucha área superficial y porosidades



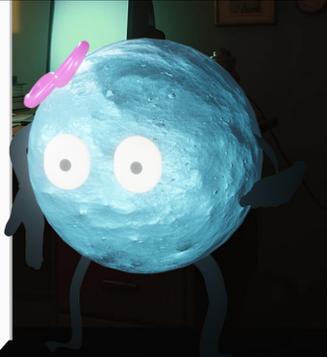
Interesante, películas delgadas como Filmón, pero con otras características.



No entendí lo del área superficial y quise buscar un poco más.



Me encontré este libro en nuestra biblioteca. Se llama; "Cien Preguntas y Cien Respuestas sobre Materiales". ¿Sabes cuanta información interesante hay aquí?



¿Qué te pasa, Particulina?, te ves muy animada.



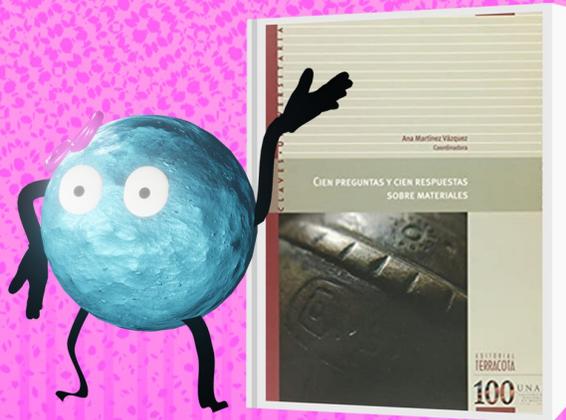
¡Hola, Barrie!  
Lo que pasa es que Particulina me está comentando sobre un libro que explica diferentes cosas de los materiales a un nivel entendible para todo el mundo.



¡Genial!  
¿De que libro se trata?



Este.  
Que bueno que vinieron, quiero saber para qué necesitamos más área superficial.



Uy, yo tengo mucha



Aquí dice que todos nosotros tenemos áreas superficiales muy grandes.



¡Sí! Todos nosotros somos muy pequeños, es decir, nanomateriales o muy delgados como Fílmón.

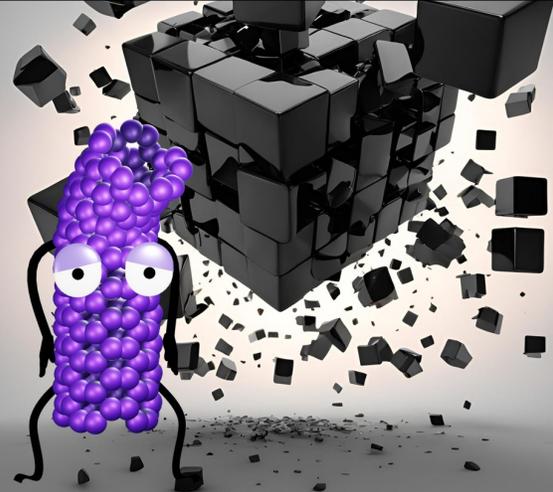




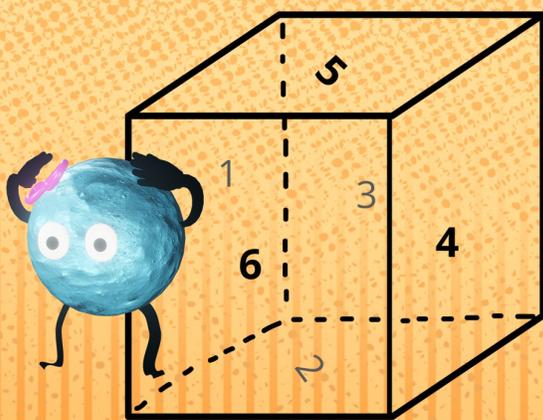
Primero, tenemos que pensar en un material al cual no le modificaremos la masa. Tomemos como ejemplo este dado que pesa un gramo.



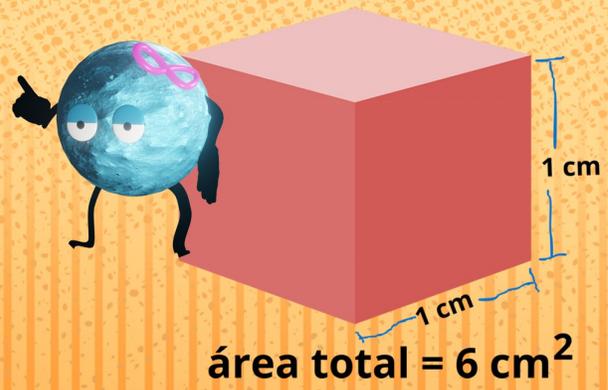
Su masa no cambia, aunque lo rompéramos con un martillo, al juntar todas las partes seguirá pesando un gramo.



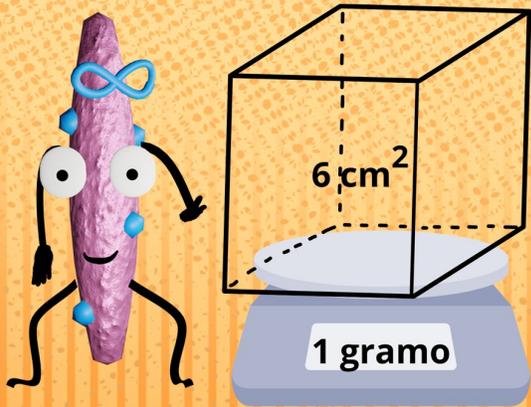
Ahora, el área geométrica de ese dado es simplemente la suma de las seis caras.



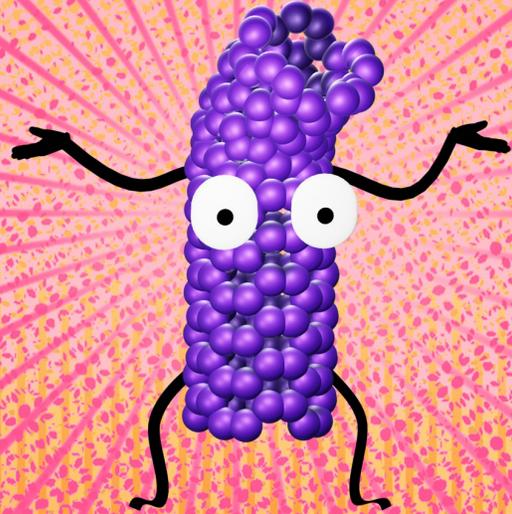
Si cada lado de ese dado mide un centímetro, ese cubo tiene seis caras con áreas de un centímetro cuadrado. En total seis centímetros cuadrados. ¿Estamos de acuerdo?



El área superficial total sería de seis centímetros cuadrados por cada gramo, porque el cubo pesa un gramo.



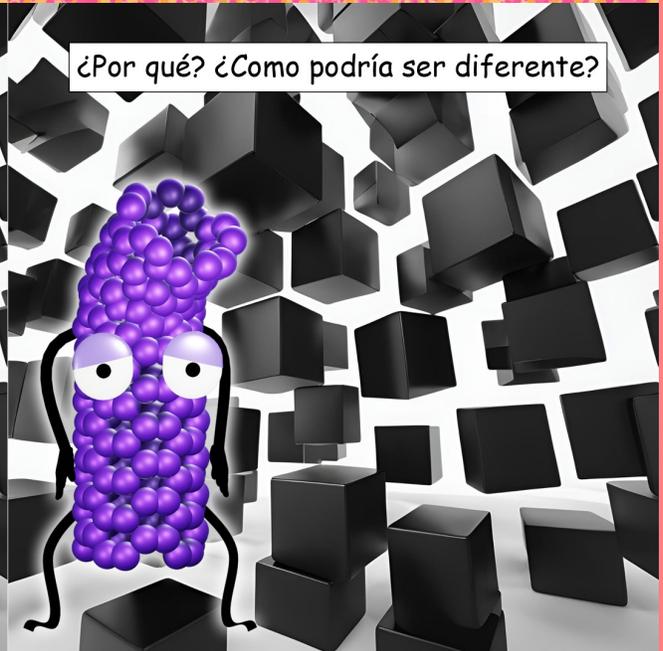
¡Es verdad!



Pero hay un truco. Si hacemos muchos trocitos del mismo cubo, entonces el área superficial crece.



¿Por qué? ¿Como podría ser diferente?



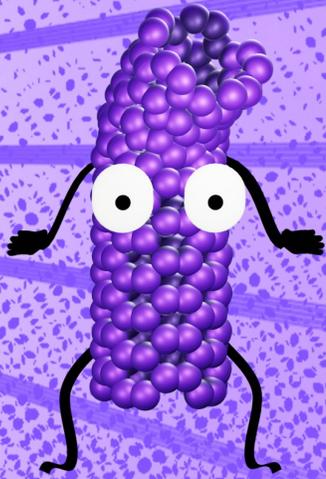
Ayyy, Tubito, Particulina ya te respondió a esa pregunta, rompiéndolo con el martillo!



Jajaja. Cierto, pero expliquémoslo de dos formas diferentes, pensando en usar un cuchillo en lugar del martillo.



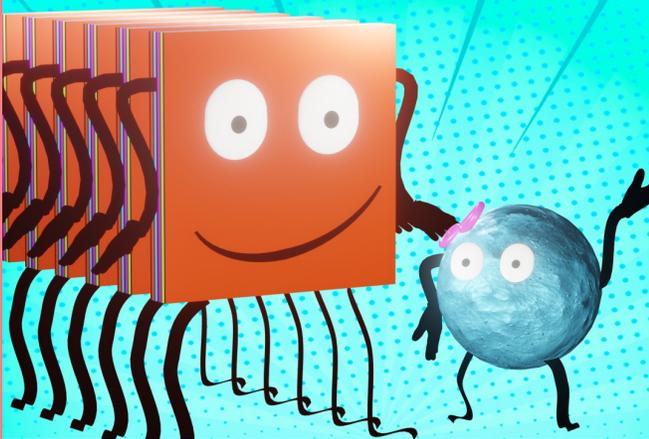
¿Con un cuchillo? Explícame eso con calma.



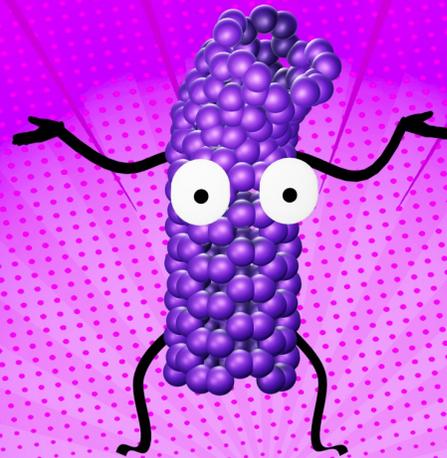
Amigos lectores, ¿se acuerdan cuando Filmón se presentó en el inicio de esta gran aventura por el mundo de los materiales?



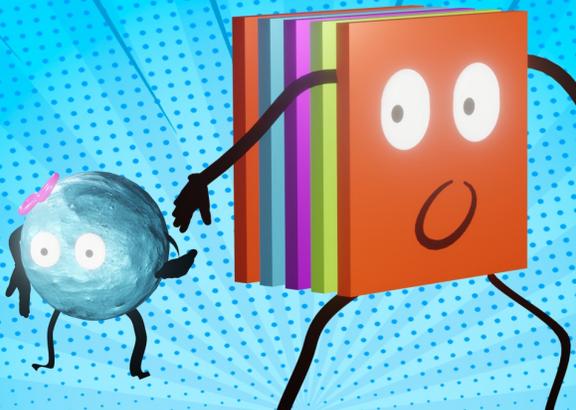
En esa ocasión cortamos un cubo con rebanadas superdelgaditas, hasta llegar al espesor de Filmón



¡Ah sí! Ya me acorde, sí, yo lo leí.



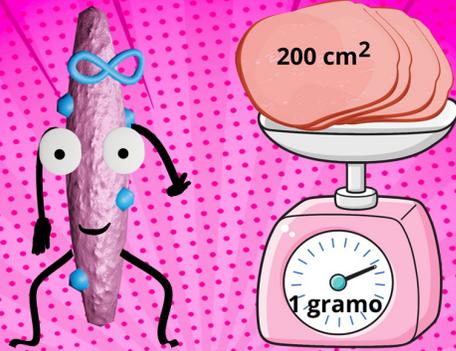
Imaginémoslo nuevamente; tenemos un dado y le recortamos una rebanada muy delgada, tan delgada como Filmón. En otras palabras, cada rebanada tiene un área de dos centímetros cuadrados



Claro, cada rebanada, como las rebanadas de jamón de un sándwich, tendrá dos caras, con un centímetro cuadrado de área superficial en cada cara. Ya se me antojó un sandwich de jamón.



Ahorita vamos por uno .. pero no me distraigas ... Lo que dices es cierto, y si sacáramos 100 rebanadas delgaditas serían 200 centímetros cuadrados. Todo esto con exactamente la misma cantidad de masa, un gramo de material.



Correcto, así es como podemos aumentar el área de un material en decenas, cientos o incluso miles de veces. ¡Y también podemos hacer más sandwiches de jamón con la misma cantidad!



¡Esos son muchos Filmones!

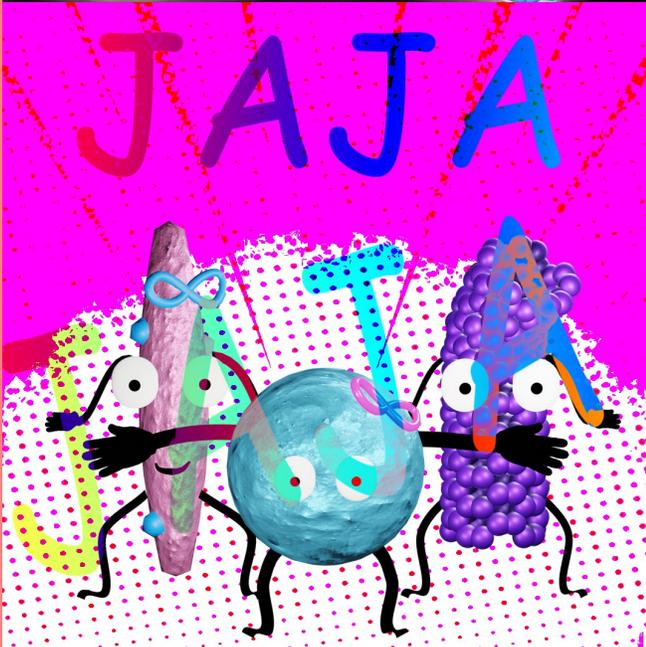


¿Qué? ¿De qué hablan? me estaban zumbando los oídos, e incluso alcancé a escuchar mi nombre.

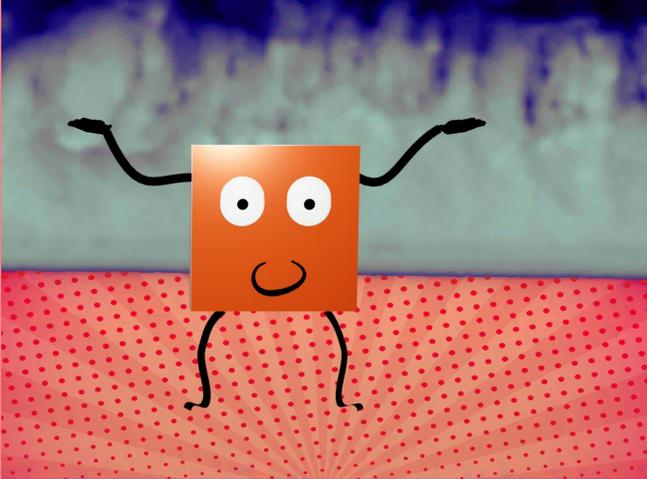


JAJA

Hola, Filmón, Particulina nos está hablando de lo que es el área superficial de un material y de cómo modificarla.



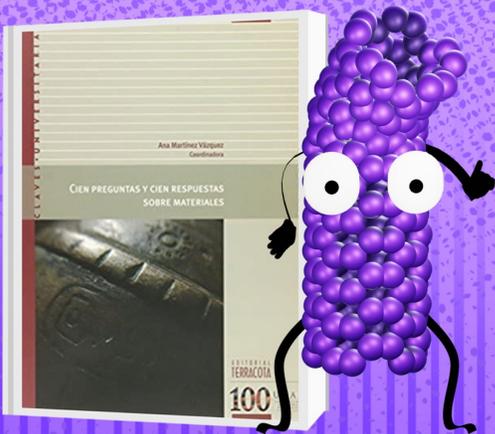
Particulina, no te quedaste con la duda y ya estudiaste. Además, nuestros amigos vinieron a ayudarnos, ¡gracias!



Ya nos recordó por qué las películas delgadas, como tú y otras, tienen áreas superficiales tan grandes.



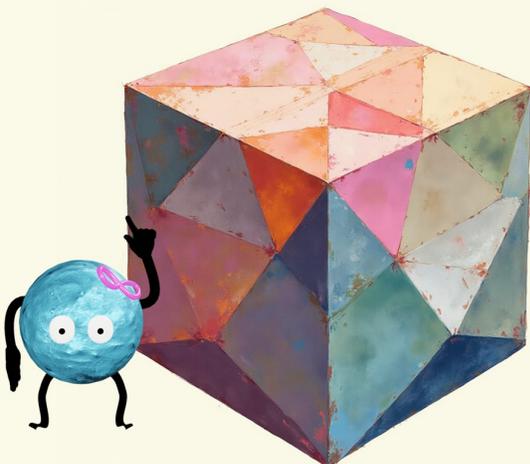
Pero, Particulina, mencionaste que darías dos ejemplos. ¿Cuál sería el segundo ejemplo?



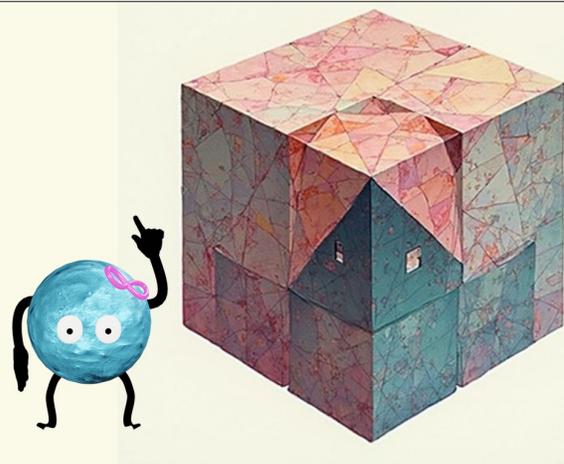
Bien, con el segundo ejemplo, se puede explicar el área superficial que tenemos Barrie y yo; las nanobarras y las nanopartículas.



Regresemos al dado de un centímetro cuadrado de lado y un gramo de masa.

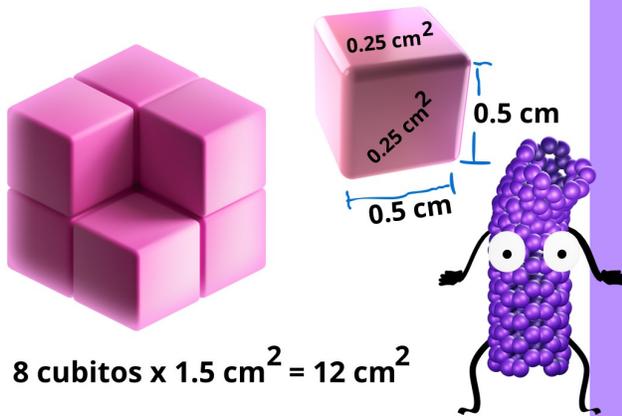


Pero ahora, en lugar de sacar rebanadas delgadas, cortémoslo por la mitad de cada una de sus caras.



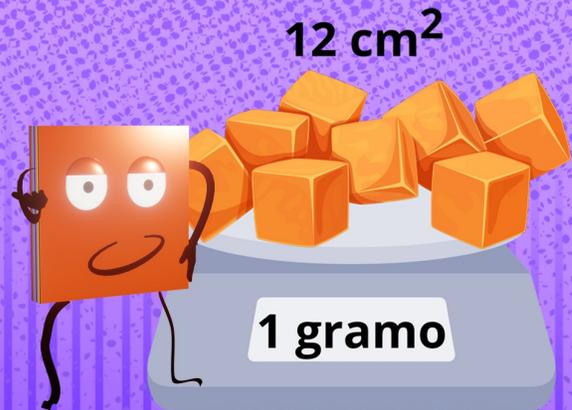
Ya, ya lo imaginé. En ese caso obtendríamos ocho cubitos iguales, pero más pequeños, y cada cubito tendría 1.5 centímetros cuadrados de área superficial.

$$\text{área cubito} = 1.5 \text{ cm}^2$$

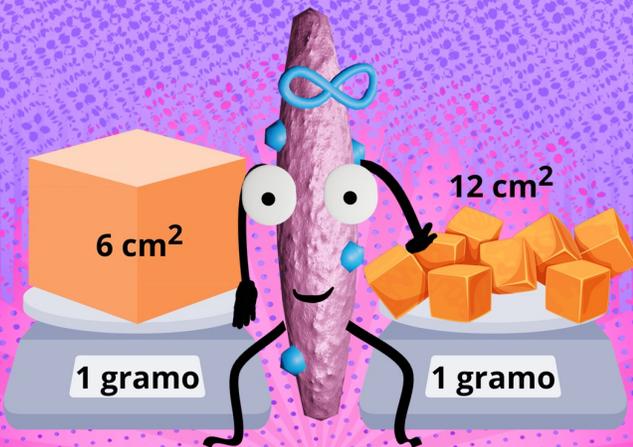


$$8 \text{ cubitos} \times 1.5 \text{ cm}^2 = 12 \text{ cm}^2$$

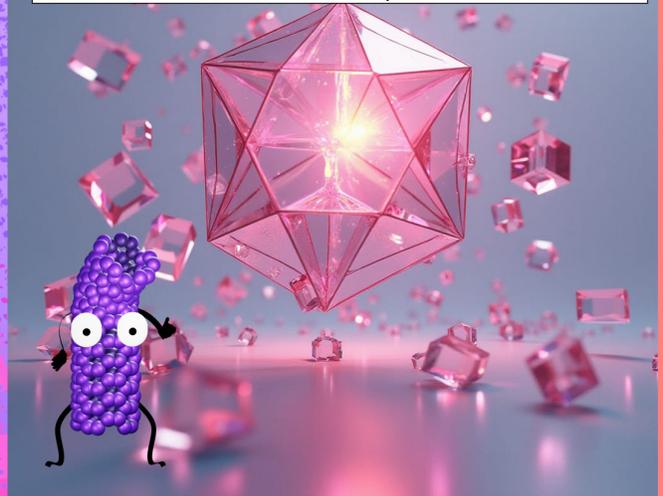
Así es, y en ese caso la suma de las áreas superficiales de los ocho cubitos serían 12 centímetros cuadrados, con la misma masa.



Sí, el área superficial creció de 6 a 12 centímetros cuadrados. El doble, ¡Increíble!



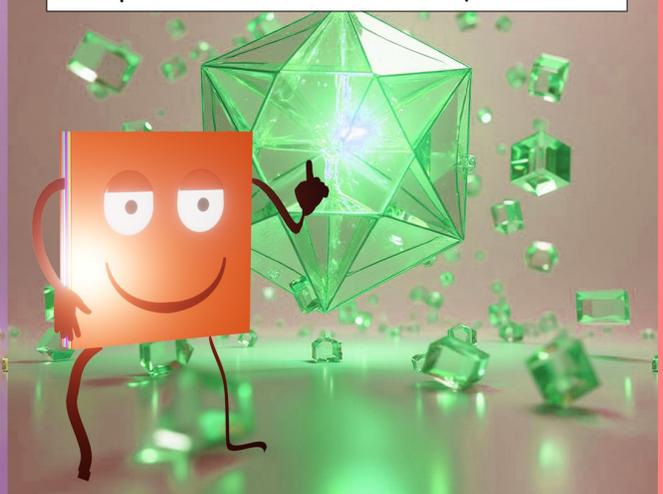
Además, si a esos cubitos los volvemos a cortar varias veces más, el área superficial crecerá más y más!



Así es, y esos cortes llegarían hasta el tamaño de nanómetros, alcanzando formas esféricas o de barras según los cortes hechos, como nosotras.



Así es, el área superficial de un material depende del tamaño de las partículas, la cual puede variar sin añadir o quitar masa.



Que interesante. Pero me surge una duda, ¿cuál sería el tamaño más pequeño al que podríamos cortar un material?

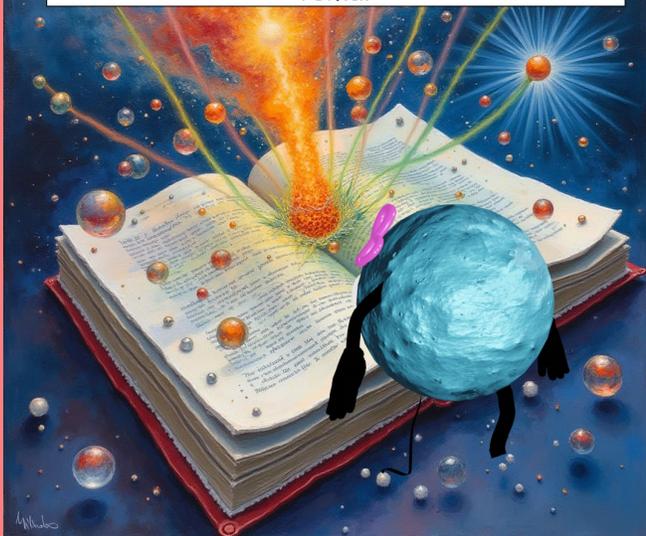


Woow

Esa pregunta es muy interesante. En principio, el corte más fino o pequeño que se podría hacer es la del tamaño de un átomo o molécula, o de otras cosas como los cristales, pero de eso no hemos platicado.



Déjenme ver que dice el libro sobre ese tema.



Mmmmmmm



¿Qué te pasa, Tubito? ¿Por qué tan pensativo?  
¿No entendiste lo que platicamos?



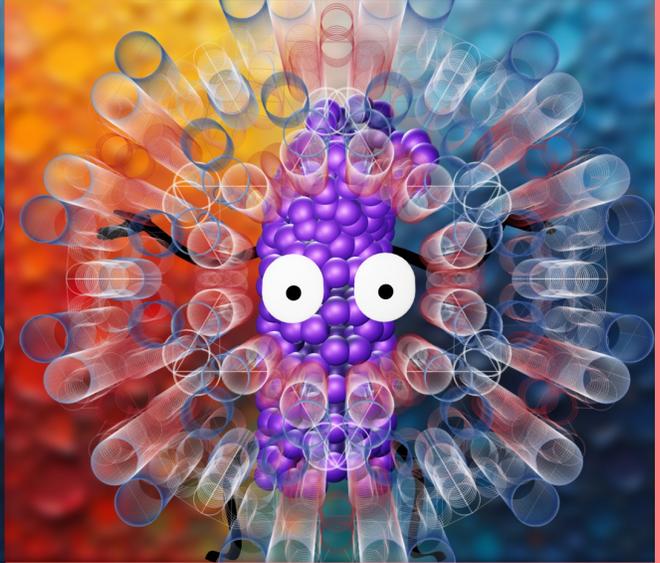
Si, claro que entendí, pero...  
Creo que yo no encajo del todo en esa explicación.



Ya sé, tú quieres que hablemos de tus hoyitos, en otras palabras, quieres que hablemos de los poros.



Sí. ¿Podemos platicar de eso?



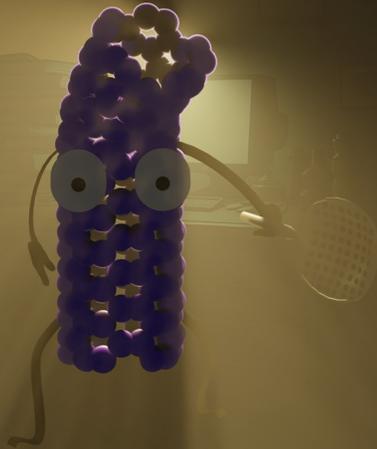
Claro, pero creo que por el momento. Dejemos eso para después de una buena taza de té o café.



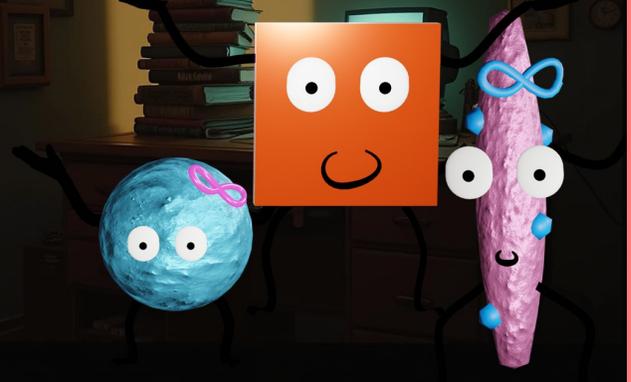
# MATERIALES AMIGABLES

COMIC 3

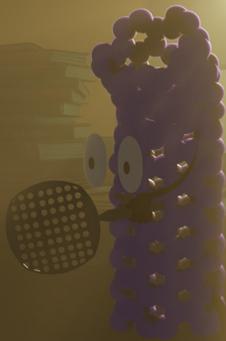
¿Quién quiere una taza de café de olla?



JAJAJAJA



¿De que se ríen? Sólo les estoy ofreciendo café.



Es que tú y el colador tienen hoyitos y es muy gracioso verlos juntos a contra luz.



No le veo la gracia, son mis poros, y el colador es un filtro para que los residuos sólidos del café y de la canela no se pasen a las tazas.

Exacto, para eso sirven los poros de los coladores, cedazos, tamices o, como les llamamos comúnmente, filtros.



Este colador es un ejemplo de ello, miren como se quedan todos los pedazos de canela y granos de café, dejando pasar sólo el líquido.



Es lo mismo en las cafeteras, donde el filtro soporta el polvo de café, mientras que el agua caliente pasa y arrastra el sabor tan delicioso.



Exacto, pero ahí el papel filtro tiene poros mucho más pequeños que este colador. De hecho, esos hoyitos ya no son visibles.



De acuerdo, el diámetro del poro del colador es de aproximadamente uno o dos milímetros, mientras que los poros del papel filtro son mucho más pequeñitos.

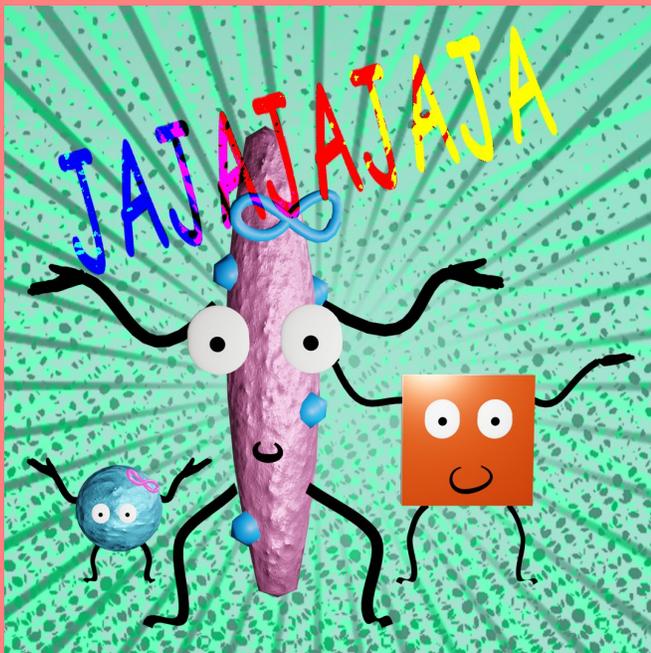


Sí, aquí en la computadora dice que el diámetro de esos poros es mil veces más pequeño, de aproximadamente 20 micras. ¡Eso sí que es pequeñito!



Sí, pero mis poros son aún más pequeños. ¡Yo gano, yo gano!

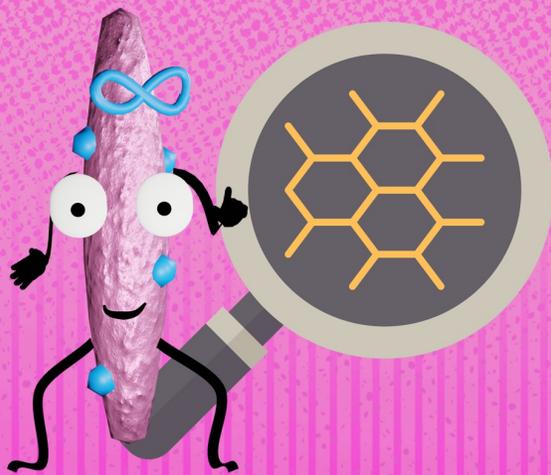




Sí. ¡Es verdad! Los poros de los nanotubos como yo miden solamente unos cuantos nanómetros, que son mil veces menores a las micras o un millón de veces más pequeños que los poros del colador.



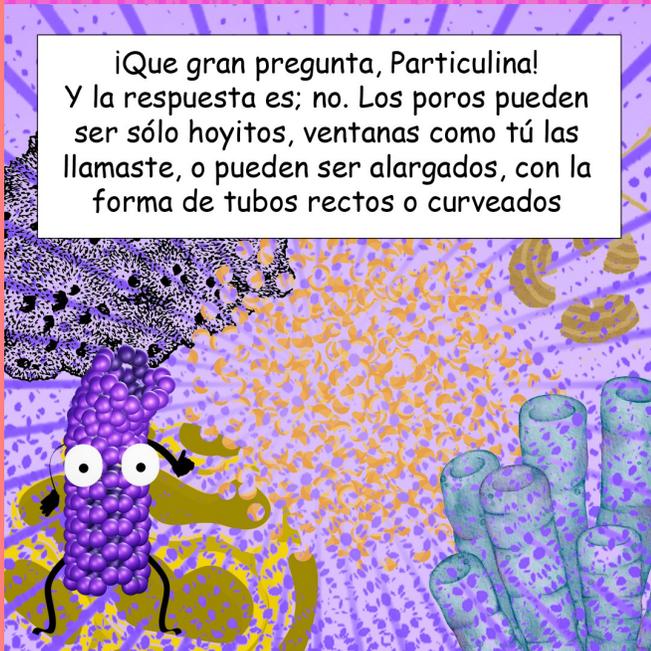
¿En verdad? Entonces tus poros si que son muy muy pero muy pequeños.



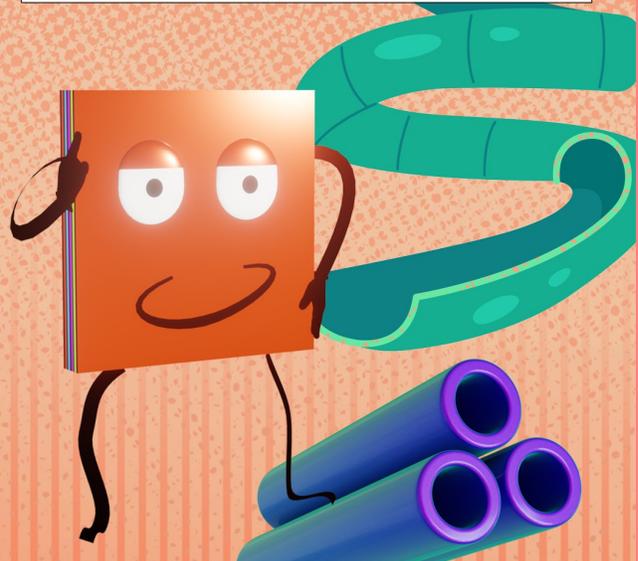
¿Y todos los poros son solo eso pequeñas ventanas que permiten el paso, o no, de algo por su tamaño?



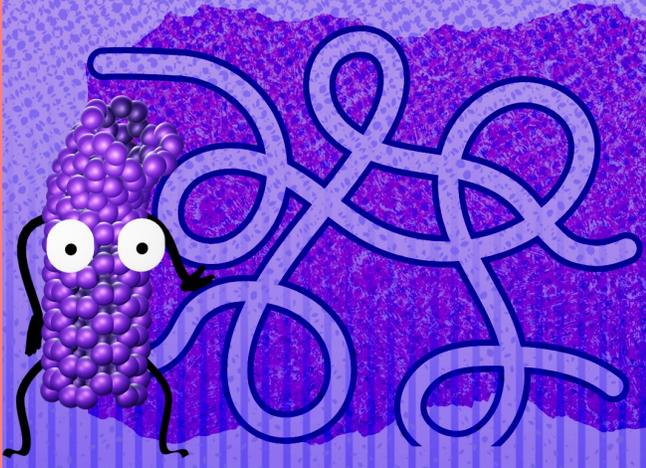
¡Que gran pregunta, Particulina! Y la respuesta es; no. Los poros pueden ser sólo hoyitos, ventanas como tú las llamaste, o pueden ser alargados, con la forma de tubos rectos o curvados



¡Como un popote o un tobogán de alberca!



Correcto, y otra cosa importante, algunos de este tipo de poros, largos, pueden estar interconectados entre ellos.



Entonces, ¿la entrada de un poro puede tener muchas salidas?



Sí, un material poroso es como si fuera un gran laberinto con muchas entradas y salidas, e incluso algunos pasadizos sin salida, porque el poro puede estar cerrado.

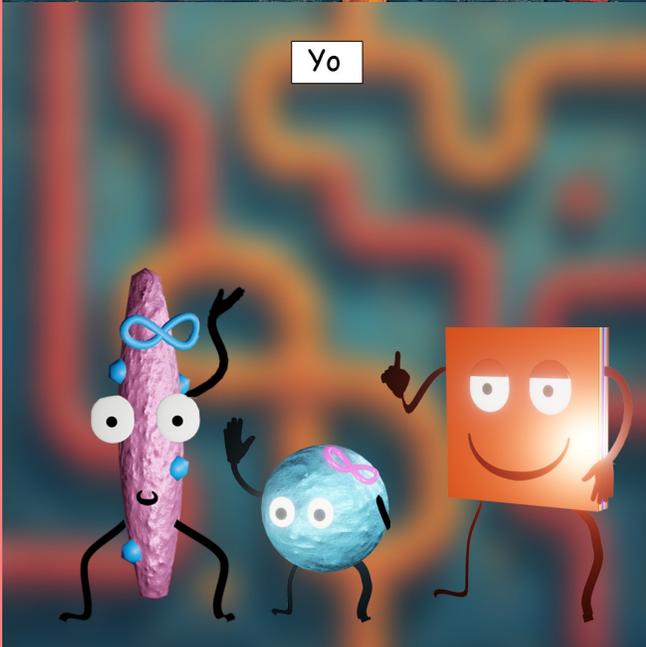


Ya estuvo bien de tanta platica sobre el tamaño y la longitud de los poros. ¿Quién va a querer café antes de que se enfríe?

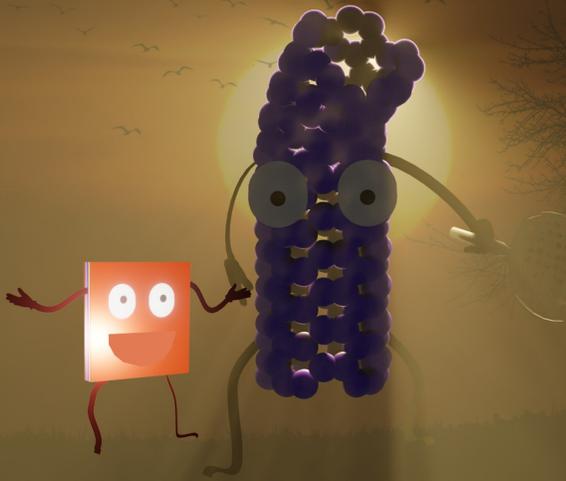


Yo

Bueno, y siguiendo en esto de los poros, además de separar los residuos sólidos del café, ¿para que sirven?



¡Sirven para que tubito no me tape el sol!



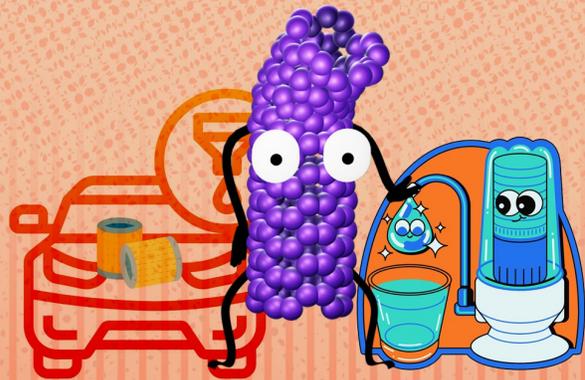
No, no, perdón por la broma, Tubito. Ya hablando en serio. Los materiales que tienen poros tienen muchas aplicaciones en la vida diaria.



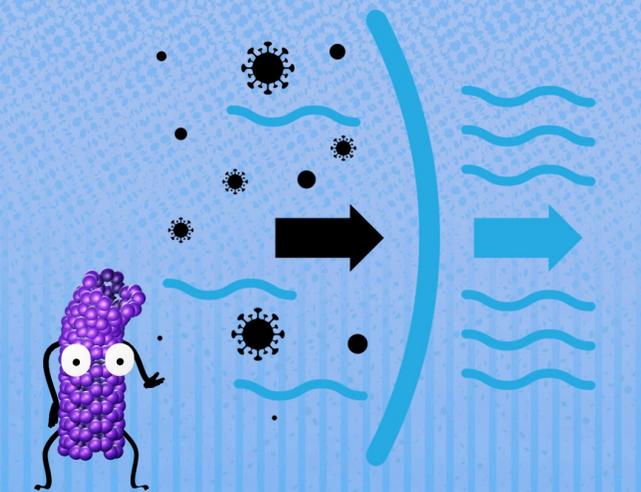
Sí, separan los sólidos, los líquidos y los gases. Un ejemplo de separación sólido-líquido es lo que platicamos del café, pero a nivel industrial, tecnológico y de transporte tiene muchas aplicaciones.



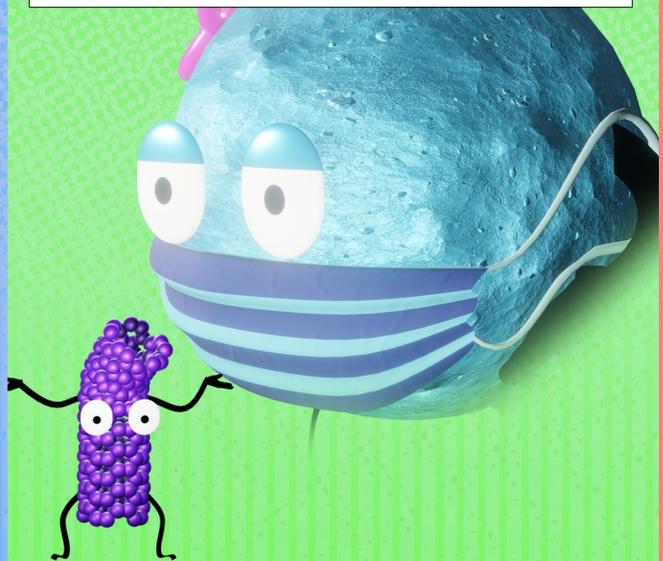
Por ejemplo; en los autos tenemos materiales porosos para limpiar el aceite del motor (sistema de separación sólido-líquido)



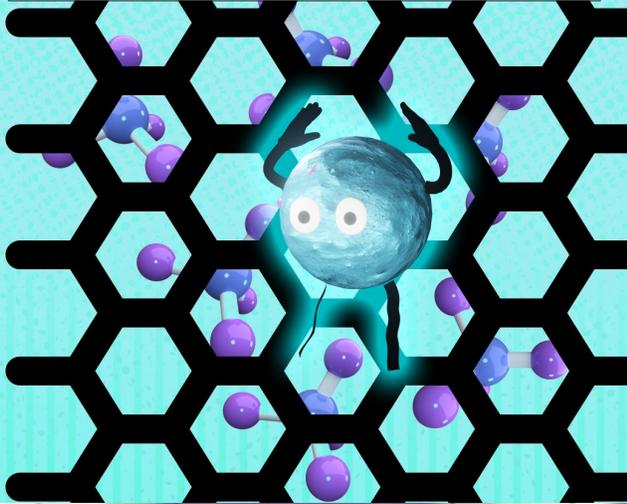
Y también para limpiar el aire acondicionado (separación sólido-gas).



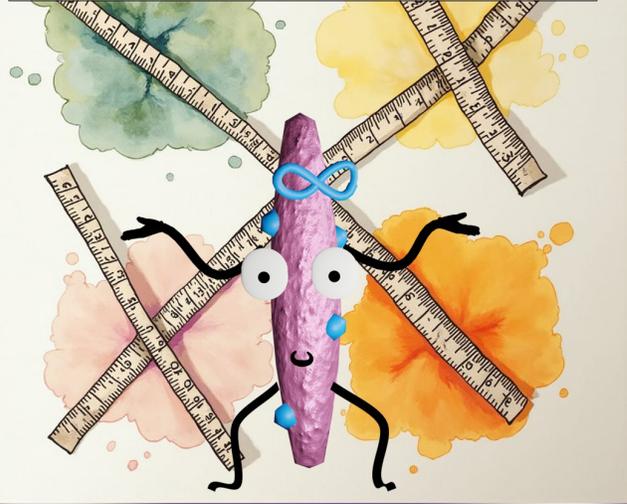
O el cubrebocas para los virus y partículas



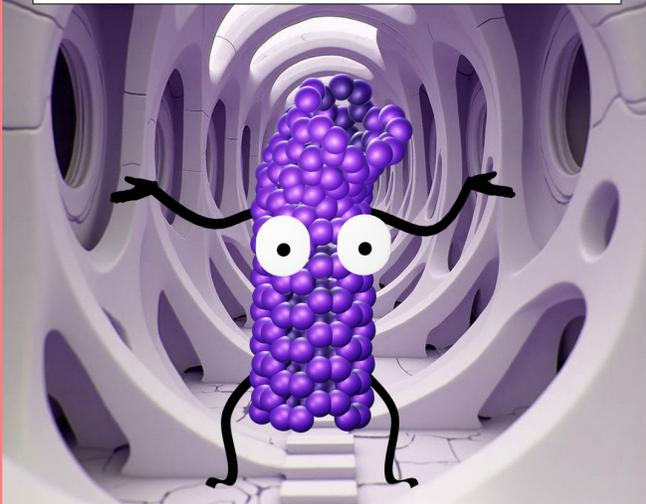
Imagino que, para los gases los poros deben ser mucho más pequeños, porque las moléculas son más chiquitas que yo.



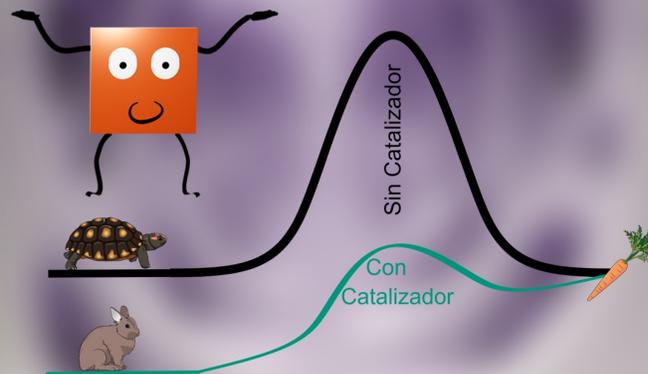
Voy entendiendo, el tamaño de poro debe ser parecido al tamaño de lo que se quiera separar.



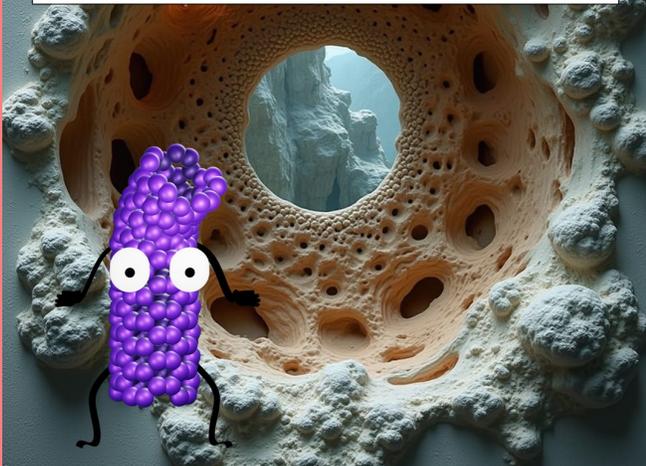
Pero recuerden que además de que mis poros sirven para filtrar, también soy un catalizador.



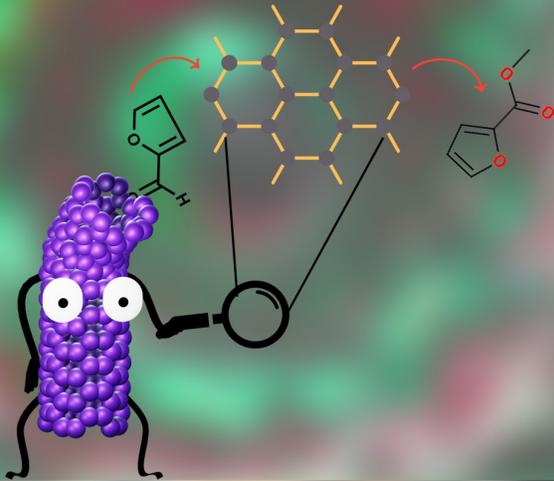
¿Y cómo usas tus poros para catalizar?



Así como cuando Particulina nos contó que al cortar un dado se puede tener más área superficial, mis poros me dan más área a mí



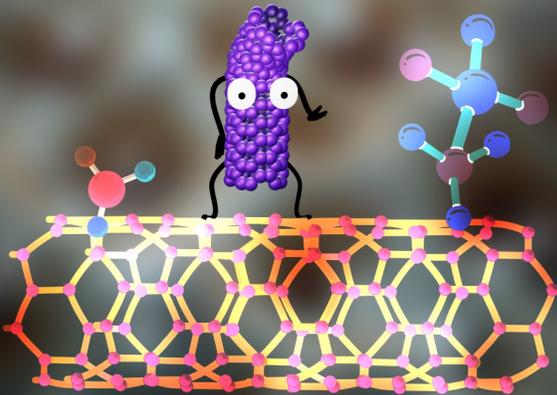
Para catalizar una reacción química, necesito que las moléculas a reaccionar se peguen a mi



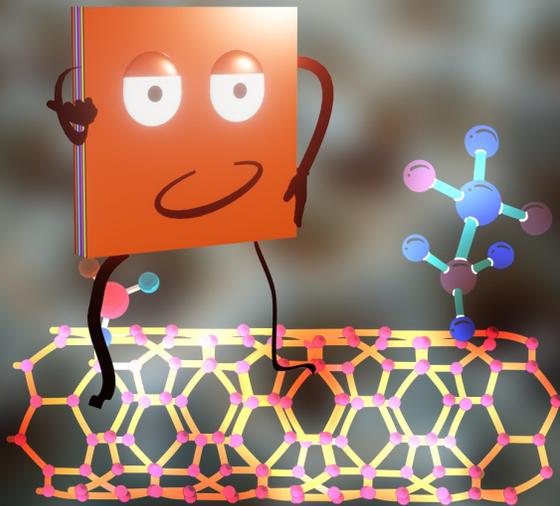
Aaaaah ya lo veo. Entonces, mientras más área superficial, más moléculas vas a poder modificar al mismo tiempo.



Sí, y además cada átomo en los bordes de mis poros funciona para anclar a las moléculas de interés.



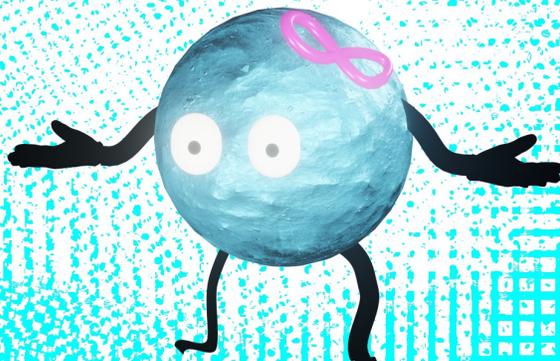
Eso es porosidad a nivel atómico



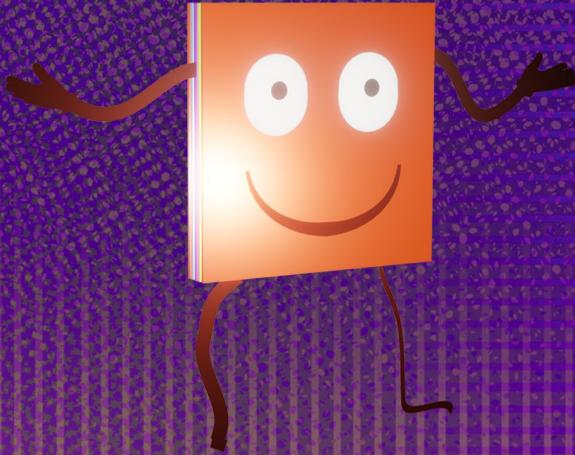
Obviamente.



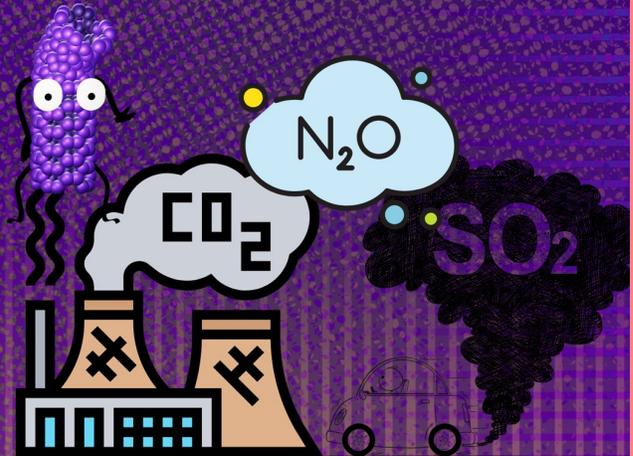
Pero igual en las películas o materiales porosos, la porosidad aumenta la superficie para que allí se peguen más moléculas y sean catalizadas formando otros compuestos.



¡Ya quedó muy claro!

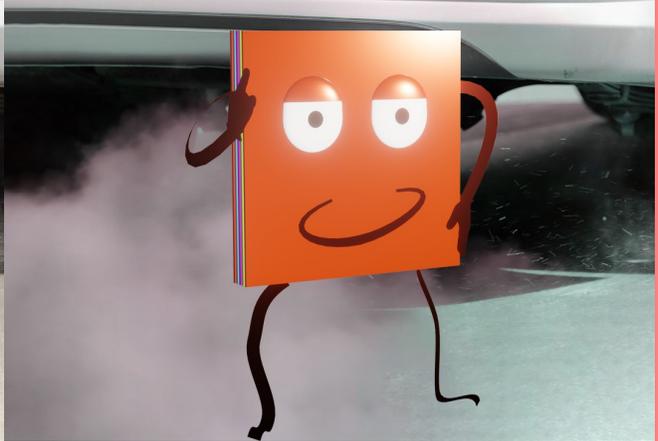
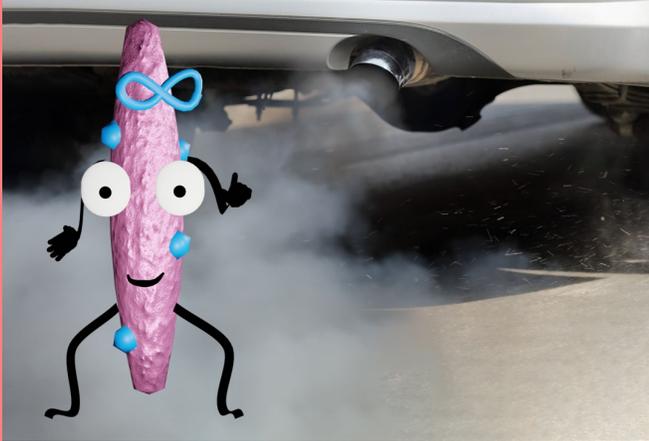


Sirve para obtener el hidrógeno de la biomasa o para descomponer el  $\text{CO}_2$  o los óxidos de nitrógeno que salen de la combustión

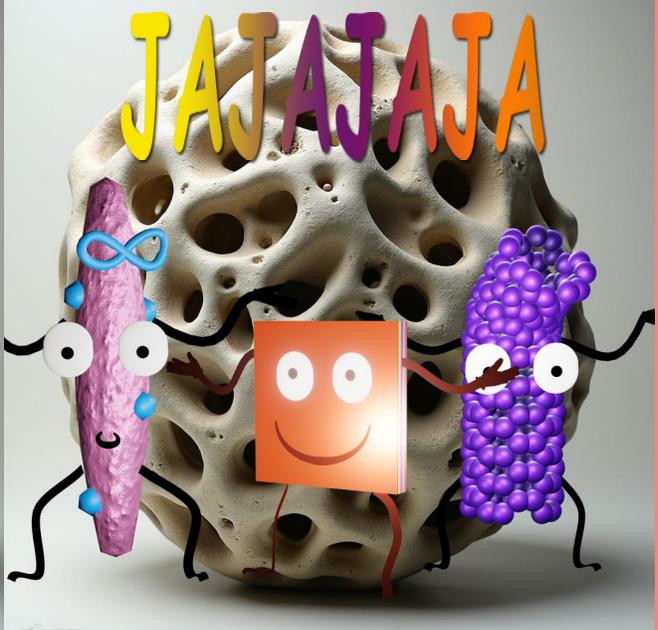


De hecho, los catalizadores de los autos están hechos de materiales cerámicos que son catalizadores porosos. ¡Tal cual lo que estamos platicando!

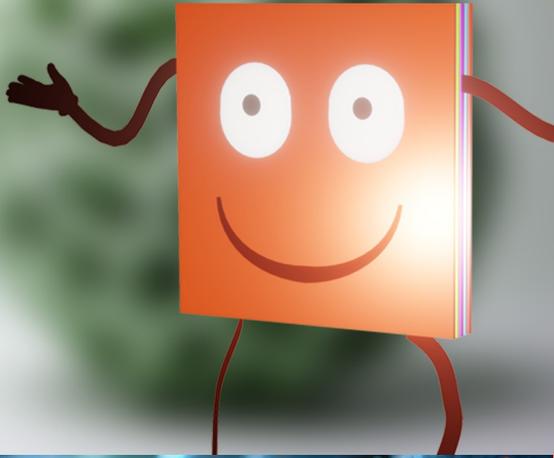
Efectivamente, esa es otra aplicación, de entre muchas otras que existen.



Imaginen, yo que soy chiquitita con mucha área superficial. Si además me hiciera porosa, me tendrían que llamar: ¡Super-Particulina Porosa!



Mi querida Particulina, no me queda duda, eres única y maravillosa. Eso dalo por hecho.



Amigos lectores, con esto terminamos este nuevo conjunto de historietas, de las cuales esperamos hayan aprendido muchas cosas nuevas e interesantes.



¡Hasta la próxima aventura!



# MATERIALES AMIGABLES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
RECTOR

Leonardo Lomelí Vanegas

**SECRETARIA GENERAL**

Patricia Dolores Dávila Aranda

**COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

María Soledad Funes Argüello

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES**

**DIRECTOR**

Diego Solís Ibarra

**SECRETARIO ACADÉMICO**

Jaime Enrique Lima Muñoz

**CREADORES Y EDITORES**

Ana Martínez

Sandra E. Rodil

Heriberto Pfeiffer

**COLABORADORES**

Montserrat Bizarro (Comic 16)

**PRODUCCIÓN**

Editor Digital: Hollow Games CO S.A. de C.V.

Ilustración: Sandra E. Rodil with NightCafe Studio

**MATERIALES AMIGABLES, Año 3, No. 1, enero-junio 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, a través del Instituto de Investigaciones en Materiales, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, México. Tel. (55)56224500 y (55)56224581, <http://www.materialesamigables.com/> [vinculacion@materiales.unam.mx](mailto:vinculacion@materiales.unam.mx). Editores responsables: Ana María Martínez Vázquez, Sandra Elizabeth Rodil Posada y Heriberto Pfeiffer Perea; Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2023-030611414000-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, *ISSN: en trámite*. Responsable de la última actualización de este número, Sandra Rodil Posada, Investigadora Titular del Instituto de Investigaciones en Materiales, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Alc. Coyoacán, C.P.04510, Ciudad de México fecha de la última modificación, 1 de enero de 2023.**

**El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o de la UNAM.**

**Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.**