

Escanee la imagen de la futbolista abajo con la aplicación móvil "LinkReader" para aprender más información sobre D3O.®



# LA MARAVILLA PARA REDUCIR IMPACTOS!



# D3O®



Por Brian Rohrig

**UN VÍDEO DE YOUTUBE TITULADO** "¡ Golpéame en la cabeza con una pala!" muestra a un hombre joven que se deja golpear en la cabeza repetidamente con una pala. (Por favor, ¡no lo intente en casa!) El vídeo no está promoviendo la violencia ni está representando ningún tipo de broma juvenil, sino más bien está refiriéndose a algo serio de la ciencia. En la parte inferior de la pala hay un globo aplastado de una sustancia viscosa (goo) de color anaranjado brillante que se parece a la masilla "Silly Putty" (una sustancia gomosa de aceite de silicón y ácido bórico, utilizada como juguete). Esta increíble sustancia tiene la capacidad de absorber la energía de la pala en movimiento y es una contribución extraordinaria al mundo fascinante de "materiales inteligentes". Los materiales inteligentes cambian en respuesta a su entorno. Ellos proporcionan el ejemplo perfecto de cómo la ciencia ficción de ayer puede convertirse en la realidad de hoy.

Este extraordinario material lleva el nombre comercial de D3O® y se puede encontrar en más de 100 productos— en todo, desde los estuches protectores de teléfonos celulares

hasta las rodilleras y los zapatos de ballet. Mientras que el nombre D3O® puede sonar como algo de la Guerra de las Estrellas "Star Wars", sus usos son mucho más realistas. Su objetivo principal es proveer protección contra impactos. D3O® fue inventado en 1999 por el ingeniero británico Richard Palmer. Un ávido practicante de "snowboard" (tabla para deslizarse en la nieve), estaba buscando una

manera de protegerse de muchos golpes y magulladuras que sufrió de frecuentes caídas en su tabla. Él encontró su respuesta en D3O®, el cual recibió el nombre del laboratorio en el que fue descubierto. Éste es afectuosamente conocido por los miembros de la empresa como "super goo" y viene en un solo color— anaranjado brillante.

D3O® es un ejemplo de una clase única de materiales conocidos como fluidos no newtonianos. ¿Qué hace a estos materiales tan diferentes a los fluidos normales, y por qué son utilizados en tantos productos de uso cotidiano?



**D3O® en su estado crudo fluye y se estira fácilmente. Pero cuando se mueve rápidamente, se bloquea firmemente, absorbiendo instantáneamente la energía.**

## Líquidos Newtonianos versus no Newtonianos

Antes de discutir los fluidos no newtonianos, examinemos primero qué se entiende por un fluido newtoniano. Además de sus muchos otros descubrimientos, Isaac Newton hizo un trabajo innovador con los fluidos. Él descubrió que la viscosidad de la mayoría de los fluidos es afectada sólo por la temperatura. La viscosidad es la medida que determina la

resistencia al flujo de un fluido. Un fluido con alta viscosidad resiste el movimiento mientras que un fluido con baja viscosidad fluye fácilmente. Las sustancias más viscosas, como el jarabe y la miel, tardan más en verterse que las sustancias menos viscosas, como el agua. (Ten cuidado de no confundir la viscosidad con la densidad. Aunque la crema tal vez sea más espesa que la leche, en realidad es menos densa, ya que la crema flotará encima de la leche).

Newton observó que, si una sustancia

sintéticos más comunes son el plástico, el caucho, y los tejidos, como el poliéster y "Spandex". Los polímeros naturales™ incluyen ADN, proteínas y almidón.

## Disminución de la viscosidad

Considere la salsa de tomate, ketchup. Puede que tengas que golpear ligeramente la parte inferior de la botella o agitarla para que salga. Al hacerlo, estás aplicando una

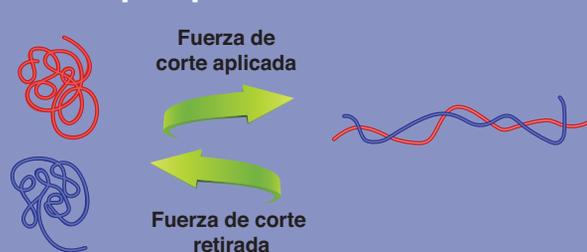
movediza. Si estás atrapado en arenas movedizas, cuanto más luches, más rápido te hundirás. En lugar de ayudarte a escapar, todo tu movimiento hace que las arenas movedizas sean menos viscosas, haciendo que te hundas más rápido. Pero no te preocupes—la arena movediza rara vez es lo suficientemente profunda como para hacer que te hundas hasta tu cabeza. Y puesto que su densidad es dos veces la de una persona, si te relajas, flotarás hacia la superficie.

### Fluido delgado por corte



La aplicación de una fuerza de corte puede hacer que los rollos aleatorios de un polímero se desenrollen y se enreden entre sí, aumentando la viscosidad. Cuando la fuerza se retira, el polímero vuelve al estado de rollo aleatorio favorecido.

### Fluido espeso por corte



La aplicación de una fuerza de corte rompe los enlaces de hidrógeno (u otras estructuras secundarias) y permite que las hebras de polímero fluyan más fácilmente entre sí. Cuando la fuerza se retira, los enlaces de hidrógeno entre las hebras de polímero se forman de nuevo.

se calienta, se volverá menos viscosa, y si se enfría más viscosa. Al intentar poner en marcha tu automóvil en una mañana a una temperatura bajo cero, puedes notar que el motor tiene dificultad dando la vuelta, ya que el aceite en el automóvil es espeso y lento. Una vez que el motor se calienta, el aceite se vuelve menos viscoso y fluye más fácilmente.

**Los fluidos más comunes, como el agua y el petróleo, son newtonianos.** Su viscosidad permanece constante, sin importar cuán rápido se vean forzados a fluir a través de una tubería o canal. Por lo tanto, el único factor que afecta su viscosidad es la temperatura. **Pero la viscosidad de algunos fluidos se ve afectada por factores distintos a la temperatura. Estos fluidos se denominan fluidos no newtonianos.** La viscosidad de un fluido no newtoniano cambiará debido a la agitación o la presión—conocida técnicamente como tensión cortante. Una tensión cortante no afectará la viscosidad de un fluido newtoniano.

Los fluidos no newtonianos son polímeros. Un polímero está compuesto de cadenas largas de unidades repetidas conocidas como monómeros que se encadenan para producir macromoléculas gigantes. Los polímeros



*Envuelva su dedo dentro de un material D30® y ¡golpee duro! No se lastimará sudado... gracias a D30.®*

tensión cortante al ketchup, haciendo que se vuelva menos viscoso. Los fluidos que se vuelven **menos viscosos** cuando se agitan o se mueven se conocen como fluidos adelgazantes por corte. Otros fluidos **adelgazantes por corte** son la crema de afeitar, la pasta dental y la pintura. Si usted frota la crema de afeitar entre las manos, se vuelve liviana y líquida, ya que su viscosidad disminuye.

La próxima vez que te cepilles los dientes, si usa un cepillo de dientes eléctrico, notarás que a medida que las cerdas giran, agitando la pasta dental, empezarás a ver como la pasta dental gira y fluye, haciéndose menos viscosa.

Otro fluido de adelgazamiento por corte, muy popular en las películas, es la arena

## Incremento de la viscosidad

Otros tipos de fluidos responden de manera opuesta a una tensión cortante. Si se aplica una tensión cortante, se vuelven más viscosos. Estos fluidos se denominan de espesamiento por corte. Una mezcla de almidón de maíz y agua es un excelente ejemplo de un fluido espeso por corte. Cuando se aprieta parece solidificarse. Usted puede correr a través de la superficie de una piscina llena de una mezcla de almidón de maíz y agua. Al hacer una salsa, que utiliza almidón de maíz, se vuelve más espesa cuando se revuelve.

Se pueden encontrar fluidos de espesamiento por corte en el cuerpo. El líquido sinovial que recubre las articulaciones en las rodillas y los codos es de espesamiento por corte. Usualmente, este fluido no es muy viscoso, para permitir el libre movimiento de las articulaciones. Pero si golpeas la rodilla o el codo en una esquina afilada de una mesa, el líquido sinovial llega al rescate, al instante se vuelve más viscoso y amortigua tu articulación del doloroso golpe.

D30® es otro tipo de fluido de espesamiento por corte. Éste se compone de una sustancia polimérica suspendida en un lubricante líquido de tipo aceitoso. Esta mezcla se clasifica como un coloide, una mezcla en la que la sustancia dispersa está permanentemente suspendida en un medio dispersante. Otros coloides comunes incluyen la niebla, la crema batida y la leche.

## Muchas aplicaciones de D30®

D30® puede ofrecer protección contra impactos, ya que instantáneamente se vuelve más viscoso cuando se le aplica una tensión cortante repentina. Uno de sus mayores usos se encuentra en almohadillas protectoras de la rodilla y del codo.

estás practicando “skateboarding” y tu rodilla golpea el suelo, la masilla D30® de color anaranjado brillante se endurecerá instantáneamente, ofreciendo un mayor grado de protección que las rodilleras tradicionales.

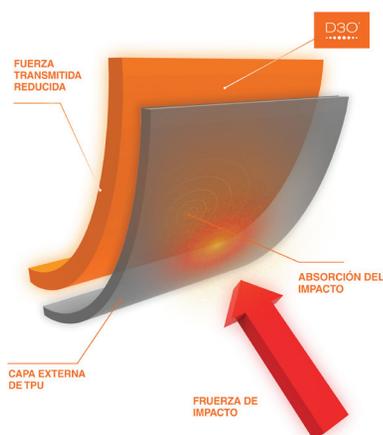
D30® también es usado para reducir las contusiones cerebrales sostenidas en los atletas adolescentes. La Academia Americana de Pediatría ha informado que se ha duplicado el número de contusiones cerebrales entre



Cuando se aplica una tensión *lenta*mente a un fluido de espesamiento por corte, las cadenas de polímero tienen tiempo para moverse fuera del camino y reorganizarse a sí mismas, por lo que la viscosidad no se ve afectada. Pero si una tensión *rápida* es aplicada, las cadenas de polímero no tienen tiempo para reorganizarse y se enredan, asumiendo una consistencia de tipo sólido a medida que la viscosidad aumenta.

Imagina muchos automóviles tratando de salir rápidamente de un estacionamiento. Si todo el mundo tiene prisa, los automóviles quedarán atrapados en un embotellamiento de tráfico. Pero si el tráfico sale lentamente, habrá tiempo para que cada automóvil salga de manera ordenada.

Los fluidos de adelgazamiento por corte se comportan de manera exactamente opuesta a los fluidos de espesamiento por corte. Mientras que una tensión repentina causará que un fluido de espesamiento por corte se endurezca instantáneamente, se requiere una fuerza más prolongada para adelgazar un fluido de adelgazamiento por corte



El equipo de protección hecho con D30® (anaranjado) tiene una superficie exterior hecha de poliuretano termoplástico (TPU), un tipo de plástico. TPU ayuda a difundir el impacto a través de la superficie, y luego D30® se endurece y absorbe el choque del impacto.

En su estado normal, D30® se comporta como un fluido, fluyendo fácilmente. Este rango libre de movimiento aumentará la probabilidad de que el equipo de protección se use, porque no interfiere con la movilidad del usuario. Si usted tiene una caída mientras

adolescentes en la última década, con cuatro o cinco millones de contusiones anuales.

D30® se puede encontrar en cascos especialmente hechos usados en una gran variedad de deportes, desde el balompié al “lacrosse” y al “softball”, con la esperanza que usando este material se puedan reducir las tasas de contusión. Muchos cascos que se utilizan hoy día principalmente ofrecen sólo protección contra impactos, y hacen muy poco para evitar la aceleración rotacional que puede conducir a movimientos de lado a lado o del frente a atrás del cerebro dentro del cráneo, lo que puede conducir a contusiones cerebrales. El diseño de cascos que puedan reducir este tipo de movimientos es un área activa de investigación que incorpora los campos de la bioingeniería, la medicina deportiva y la ciencia de los materiales.

**Quizás el uso más importante de D30® es proteger las vidas de los oficiales de policía y miembros de las fuerzas armadas.** Los chalecos a prueba de balas y otros tipos de armadura son a menudo impopulares porque son demasiado voluminosos y restrin-

gen el movimiento, por lo que es difícil realizar su trabajo.

D30<sup>®</sup> ha sido incorporado en chalecos y cascos a prueba de balas. Es más eficaz cuando está ordenado en capas con otras sustancias, proporcionando una barrera muy efectiva que evita la penetración de proyectiles tales como balas y metralla. Si este tipo de armadura es impactada, se endurece instantáneamente, protegiendo al usuario.

Si dejas caer tu teléfono celular, una pantalla rota o algo peor puede ser el resultado final. La incorporación de D30<sup>®</sup> en los estuches de teléfonos celulares proporciona una excelente protección contra impactos. Estos estuches protectores son fácilmente identificados por las rayas anaranjadas brillante en sus lados. Si tu tiendes a dejar caer mucho tu teléfono puede que desees considerar este tipo de estuche protector.

El número de usos para D30<sup>®</sup> y otros productos similares no newtonianos es aparentemente interminable. Ellos pueden protegerte de lesiones graves y proteger tus posesiones más queridas. Un lema popular adoptado por la industria química es "Vivir mejor a través de la Química". D30<sup>®</sup> proporciona un respaldo estupendo de este lema. <sup>CM</sup>

#### REFERENCIAS SELECCIONADAS

Woodford, C. Plásticos absorbentes de energía. Explique esas cosas, 23 de octubre de 2015: <http://www.explainthatstuff.com/energy-absorbing-materials.html> [accedido noviembre de 2016].

Healy, M. Cascos de fútbol y la contusión cerebral: un nuevo estudio abre nuevas preguntas. Los Angeles Times, 17 de febrero de 2014: <http://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-football-helmets-concussion-20140217-story.html> [accedido noviembre de 2016].

Zarda, B. El increíblemente amplio mundo del material inteligente D30. Popular Science, 14 de agosto de 2009: <http://www.popsoci.com/gear-amp-gadgets/article/2009-08/incredibly-wide-world-smart-material-d3o> [accedido noviembre de 2016].

**Brian Rohrig** es un escritor de ciencia que vive en Columbus, Ohio. Su más reciente artículo de *ChemMatters*, "Tubería Caliente, Hielo Frío ... Gracias a la Química", apareció en la edición de diciembre de 2016 / enero de 2017.

**"Comparte la diversión y únete a un club de la Sociedad Química de los Estados Unidos para estudiantes de secundaria"**



Para obtener más información, visite el Web ChemClub:

<http://www.acs.org/chemClub>  
y la página de Facebook ChemClub:  
<http://www.facebook.com/acschemclubs>



AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

*ChemClub es un programa gratuito de la Sociedad Química de los Estados Unidos*