

Cómics de reología #1

Reología es el estudio de cómo fluyen las cosas (*rheo* = fluír, *logos* = estudio).

Panta rhei – ¡Todo fluye!

Inspirado en el artículo de M. A. Fardin, “On the rheology of cats” (2014), ganador del Premio Ig Nobel, este cómic describe los fundamentos de la reología con la ayuda de nuestros amigos felinos.



Financiado por la “Rheology Venture Fund”
de la Sociedad de Reología de EE.UU.



Aprende más sobre Reología a través de éste código QR.

Este cómic también
está disponible en:

- English • 日本語
- Ελληνικά • فارسی
- العربية • Français

¡Y más por venir!



¿Son los gatos sólidos o líquidos?



La Reología

de los

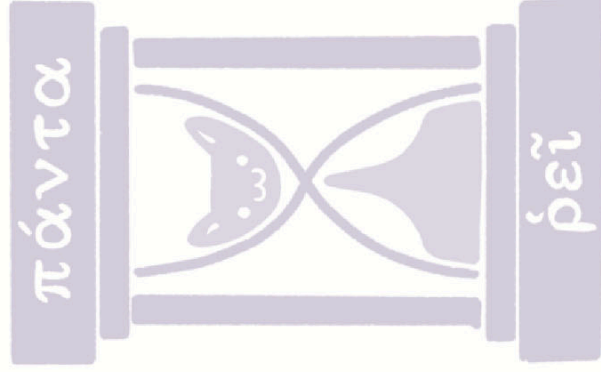
Gatos



Por Rob Campbell y Caroline Martin

Traducido por: Sonia R. Raga

Agradecimientos a la Sociedad de Reología de EEUU,
a M.A. Fardin y a nuestros consultores educativos
Victoria Russell y Kelsey Briselli.



2023

vi.1

GLOSARIO:

REOLOGÍA – el estudio de cómo y por qué los materiales cambian de forma en diferentes situaciones (especialmente materiales que no son puramente sólidos, líquidos o gaseosos)

ESFUERZO – la cantidad de fuerza aplicada a un material

DEFORMACIÓN – cuánto cambia de forma un material

SÓLIDO ELÁSTICO – un material que retiene su forma y vuelve a su forma original después de aplicarle esfuerzo

SÓLIDO PLÁSTICO – un material que retiene su forma pero no vuelve a su forma original después de aplicarle esfuerzo

ESFUERZO DE FLUENCIA – la cantidad máxima de esfuerzo que puede soportar un material elástico antes de volverse plástico

SÓLIDO ROTO – un material que mantiene su forma pero se ha fracturado, agrietado o destrozado

LÍQUIDO VISCOSO – un material que fluye y se adapta a la forma del recipiente que lo contiene

VISCOSIDAD – cómo de “espeso” es un material; una medida de la relación entre esfuerzo y tasa de deformación. Nos dice cuánto esfuerzo se necesita para cambiar cómo de rápido se mueve un material

TASA DE DEFORMACIÓN – cómo de rápido cambia la deformación; cómo de rápido se mueve y cambia de forma un material

¡Gracias por leer!



VISCOPLÁSTICO – se comporta como un sólido plástico bajo poco esfuerzo y líquido viscoso bajo mucho esfuerzo (p. ej. barro, pasta de dientes, mayonesa)

VISCOELÁSTICO – La tasa de deformación varía con el tiempo: al principio tiene comportamiento elástico y conforme pasa el tiempo se vuelve viscoso. (p. ej. una montaña de spaghetti, ketchup)

ELASTOPLÁSTICO – Que tiene esfuerzo de fluencia: es elástico bajo poco esfuerzo y plástico bajo mucho esfuerzo (p.ej. acero)

ELASTOVISCOPLÁSTICO – El comportamiento cambia dependiendo tanto de la cantidad como de la tasa de deformación (p.ej. lava)

ESPESAMIENTO POR CIZALLA – Cuando la viscosidad aumenta a la par que su tasa de cizalla aumenta, y grandes esfuerzos causan pequeñas deformaciones

FLUIDIFICACIÓN POR CIZALLA – Cuando la viscosidad disminuye a la par que su tasa de cizalladura aumenta, y pequeños esfuerzos pueden causar una gran deformación

TIXOTROPÍA – Cuando el mismo esfuerzo causa comportamientos diferentes con el tiempo; un “retraso” o efecto “memoria” a menudo causado por la estructura interna del material

EFFECTO WEISSENBURG – cuando se remueve un material sube por el agitador en lugar de salir despedido

HINCHAMIENTO A LA SALIDA – cuando fluye fuera de un grifo o recipiente, el material se expande brevemente

Así que...

¿Qué son los gatos?

¡Mamíferos!

¡Los guardianes del Más Allá en la tradición Celta!

¡Los antiguos Egipcios creían que tenían energía divina!

¡Super cuquis!

¡El cuarto animal del Zodíaco Vietnamita!



Puede que nunca acabemos de comprender por qué los gatos se comportan como lo hacen, pero sabemos que siguen sus propias reglas, al igual que muchos materiales.

Hay aún mucho que no entendemos sobre los materiales entre sólidos y líquidos. La reología nos enseña que estos comportamientos complejos dependen de la relación entre esfuerzo y deformación y de cómo cambian con el tiempo.

Pero cada material es un poco diferente. ¡Igual que los gatos!

¿Cuál es tu favorito?

¿Son los gatos sólidos o líquidos? Sabemos que hay tres estados principales de la materia:

sólido



líquido



gas



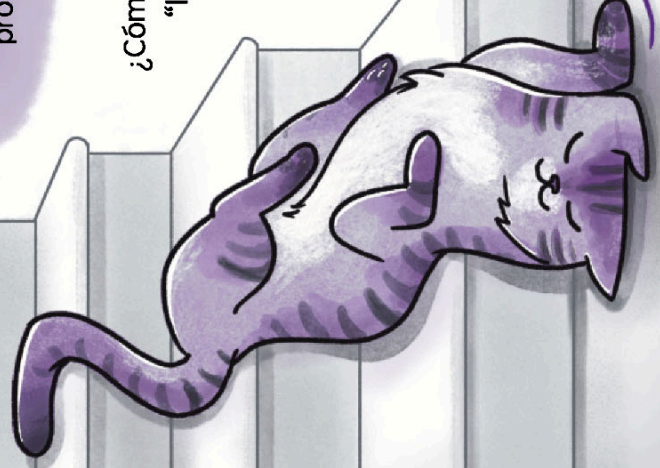
Los sólidos retienen la forma. Los líquidos y gases adoptan la forma del recipiente que los contiene.

Pero, ¿qué hay de las cosas con propiedades intermedias?

¿Cómo medimos cuán "sólida" ó "líquida" es una cosa cuando se comporta de ambas formas?

¡Podemos emplear

la REOLOGÍA!



La reología es el estudio de cómo fluyen las cosas.

Un reólogo estudia cómo de "sólidas" o "líquidas" son las cosas, y usa esa información para crear materiales blanditos y estrujables!

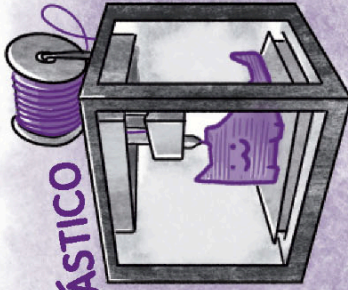
Cosas como...



MOCO



PLÁSTICO



CEMENTO



CREMA



FLAN



¿Qué quiere decir todo ésto?

Los reólogos miden cómo se comporta un material con el tiempo midiendo los niveles de **esfuerzo** y **deformación**.

A menudo, cuando remueves un fluido muy rápido, vuela en todas direcciones (como los huevos en una batidora), pero algunos materiales se enganchan a la batidora como un gato, ie incluso pueden escalar!

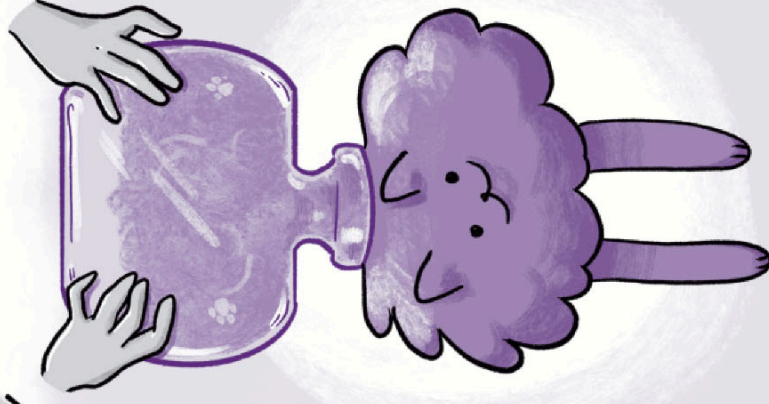
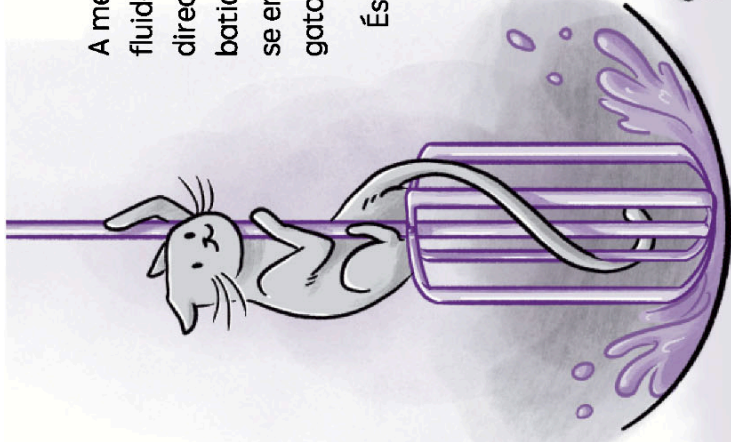
Ésto se llama

EFECTO WEISSENBURG

El agua sale de un grifo fácilmente, pero algunos fluidos viscoelásticos cambian su forma expandiéndose hasta ser mucho mayores justo al salir de su recipiente.

Ésto se llama

HINCHAMIENTO A LA SALIDA



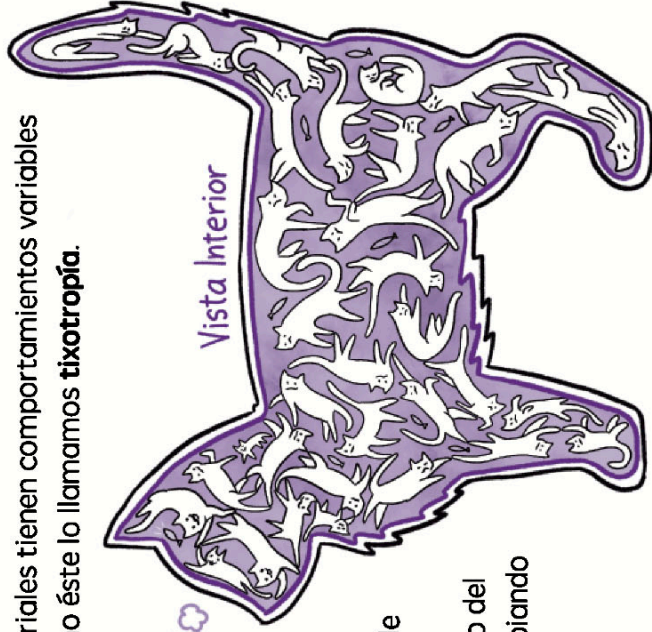
Si aplicas el mismo esfuerzo a la misma velocidad por largo tiempo, ¡a veces el comportamiento de los gatos cambia! Como si el gato necesitase su tiempo para decidir cómo responder a ese esfuerzo.



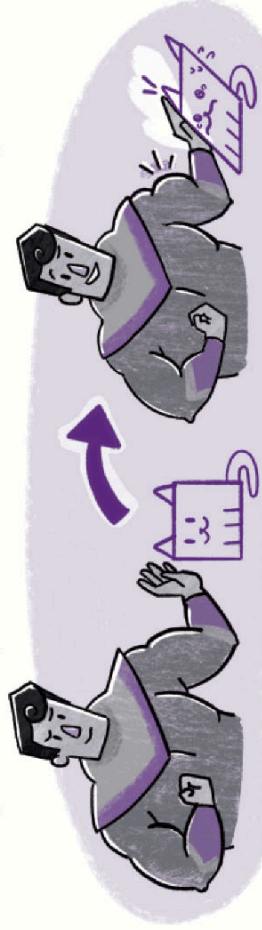
Cuando los materiales tienen comportamientos variables en el tiempo como éste lo llamamos **tixotropía**.



La tixotropía suele ocurrir porque la estructura dentro del material va cambiando con el tiempo.

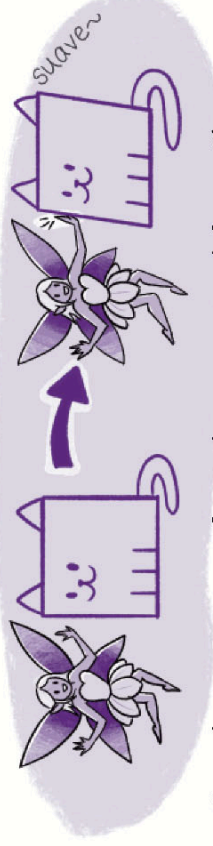


Imagina a un superhéroe intentando acariciar a un gato.



La fuerza de esa caricia se llama **esfuerzo**. El gato siendo aplastado (cambiando su forma) se llama **deformación**. Un gran esfuerzo causa una gran deformación.

Imagina una pequeña hada intentando acariciar al gato.



Como hay muy poco esfuerzo, hay muy poca deformación en el gato. Poco esfuerzo causa poca deformación.

¿Qué pasa si la cantidad de esfuerzo varía con el tiempo?



En reología es importante saber cómo el esfuerzo y la deformación cambian con el tiempo, y si pasa rápido o despacio.

Normalmente el esfuerzo y la deformación cambian a la vez - cuanto mayor esfuerzo, mayor será la deformación - ¡pero no siempre es así!

¿Qué tiene esto que ver con los sólidos y los líquidos?

Empecemos con los sólidos. En períodos cortos de tiempo, los gatos se comportan como un sólido.

Pueden ser:

ELÁSTICOS

Cuando un gato se asusta es como un sólido **elástico**.



Igual que una pelota de goma, los gatos “rebotan”

a su forma original después de experimentar esfuerzo y deformación.

Esa habilidad para volver a su forma original se llama “elasticidad”.



A veces más esfuerzo no implica mayor deformación.

Si aumenta la cantidad de esfuerzo en un gato, no siempre se incrementa la cantidad de deformación. En cambio, el gato puede pasar de estar relajado...



ESPESAMIENTO POR CIZALLA

¡MODO ATAQUE!

... ¡a estar repentinamente tenso y a punto de atacar! Cuando su viscosidad aumenta con la tasa de cizalla, y grandes esfuerzos causan pequeñas deformaciones, se llama **espesamiento por cizalla**.

Pero aplicar esfuerzo también puede ayudar a los gatos a pasar de estar muy tensos a super calmados...



Cuando su viscosidad disminuye con la tasa de cizalla, y pequeños esfuerzos causan una gran deformación, se llama **fluidificación por cizalla**.

Muchas cosas tienen una combinación de comportamiento elástico, plástico y viscoso, así como los gatos.

VISCOPLÁSTICO



Es un sólido plástico bajo poco esfuerzo y líquido viscoso bajo mucho esfuerzo
(p. ej. barro, pasta de dientes, mayonesa)

VISCOELÁSTICO



La tasa de deformación varía con el tiempo: al principio presenta comportamiento elástico y conforme pasa el tiempo se vuelve viscoso.
(p. ej. una montaña de spaghetti, ketchup)

ELASTOPLÁSTICO



Un sólido con esfuerzo de fluencia: es elástico bajo poco esfuerzo y plástico bajo mucho esfuerzo
(p.ej. acero)

ELASTOVISCOPLÁSTICO



El comportamiento depende tanto de la cantidad como de la tasa de deformación
(p.ej. lava)

Este comportamiento depende de complicadas relaciones entre el esfuerzo y la deformación. ¡igual que las cosas que parecen inesperadas o impredecibles!



Algunos sólidos, como la arcilla, no rebotan. En cambio, cuando se aplica fuerza a un sólido **plástico** éste se estira o aplasta.
Y se queda en esa forma hasta que aplicamos otra fuerza.

Esta propiedad para cambiar de forma se llama "plasticidad".

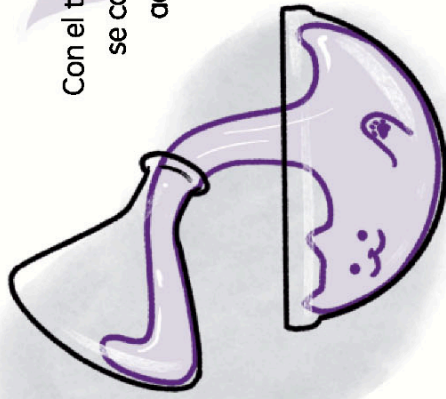


Los gatos empiezan siendo elásticos hasta que llegan a un **límite de esfuerzo**, la cantidad o proporción de fuerza que hace que dejen de rebotar y se vuelvan plásticos.

Pero si aplicas demasiado esfuerzo a cualquier sólido...



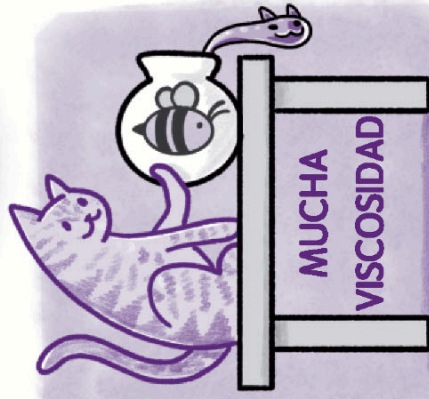
... al final se rompe.



Con el tiempo suficiente los gatos se comportan como un líquido, adaptando la forma del recipiente que los contiene.

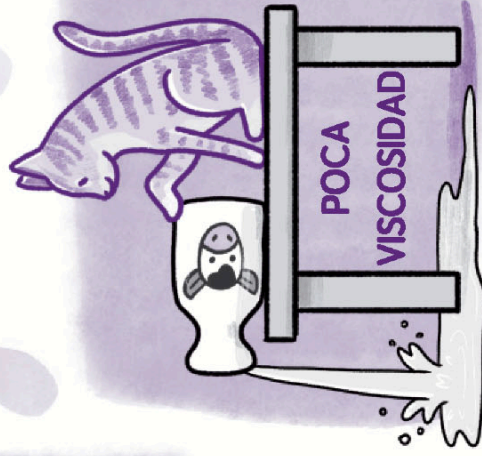
Comparados con el agua, los gatos son más **viscosos** - un poco más espesos.

Al tener más **viscosidad** fluyen más lentamente, como la miel o el sirope.



Un líquido con poca viscosidad es más claro, fluye más rápidamente, como el agua o la leche.

¿Cómo observamos la relación entre el esfuerzo y la deformación en un líquido? ¡Es difícil!



Los líquidos se mueven continuamente, así que la cantidad de deformación está siempre cambiando.

Aún así, podemos ver cómo de rápido cambia esa deformación. ¿A qué velocidad cambia la forma de un líquido? Ésto se llama **tasa de deformación**.



La viscosidad nos dice la relación entre

el esfuerzo y la tasa de deformación. Nos dice

cuánto esfuerzo necesitarías para cambiar cómo de rápido se mueve un líquido.



Algo con poca viscosidad, como el agua, no necesita mucho esfuerzo para cambiar su tasa de deformación. Pero algo con mucha viscosidad, como un gato, necesita más esfuerzo para cambiar su tasa de deformación.

(La viscosidad se puede volver muy complicada cuando cambias el ambiente, como la temperatura. Por ejemplo, la miel caliente fluye más rápido que la fría)