

Cómics de Reología #2

¡Tu boca es un reómetro!

Los reólogos utilizan un equipo llamado reómetro para medir propiedades de los materiales, pero tú tienes ya uno de los mejores reómetros del mundo: está en tu boca.

Inspirado por todos los alimentos cremosos, gelatinosos, correosos, pegajosos... que alguna vez hemos comido, este cómic explora cómo los reólogos usan reómetros en ensayos, y cómo puedes hacer lo mismo en casa.



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

Aprende más sobre Reología a través de este código QR.

Este cómic también está disponible en:

English • 日本語

Ελληνικά • فارسی

العربية • Français

¡Y más!



# SENSACIONES EN LA BOCA



Tu boca es un reómetro

Por Rob Campbell y Caroline Martin

Traducido por Carlos Bengoechea Ruiz

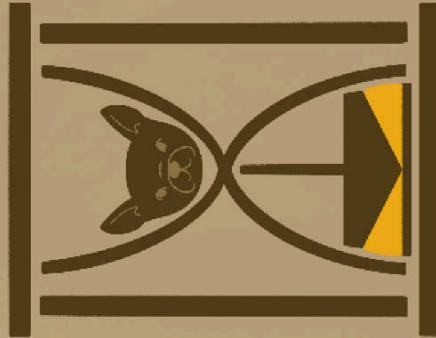
Agradecimientos a la Sociedad de Reología de EE. UU. y a nuestros consultores educativos Victoria Russell y Kelsey Briselli.

Inspirado por los siguientes trabajos::

On Oreology, the fracture and flow of "milk's favorite cookie®"  
realizada por Crystal Owens (2022)

Culinary fluid mechanics and other currents in food science  
reclizada por Arnold Mathijssen (2023)

πάντα



ῥεῖ

Glosario de **términos** al final

Si quieres saber más sobre reología, puedes consultar La Reología de los Gatos [rheologycomics.github.io/comicl-spanish](https://rheologycomics.github.io/comicl-spanish)

2024

v1.0

## GLOSARIO:

**REOLOGÍA** – estudio de cómo fluyen las cosas (especialmente materiales con comportamiento entre sólido y líquido)

**REÓMETRO** – un equipo que usan los científicos e ingenieros para medir la reología de diferentes materiales

**REÓMETRO CON PLACAS PARALELAS** – un material se coloca entre dos placas, en la que una permanece estática y la otra gira. Adecuado para geles y espumas (ej.: pudding, champú)

**REÓMETRO CON CILINDROS CON-CÉNTRICOS** – un cilindro gira dentro de una copa y esparrsa una fina capa de material entre ambos. Útil para materiales verticales o untables (ej., leche, pintura)

**REÓMETRO CON RÓTOR VANE** – aletas, como un ventilador o veleta, rotan dentro de una copa que a menudo está acanalada. Adecuado para materiales grasos o espesos (ej.: manteca de cacahuete crunchy, tzatziki)

**ESFUERZO DE CIZALLA** – una fuerza de giro o flujo que, aplicada sobre la superficie de un material, éste al girar (también conocido como resistencia al giro

**VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN** – cómo de rápido o lento cambia el flujo en un cierto espacio, como el que hay entre las placas de un reómetro (también conocido como la velocidad de giro)

**FUERZA NORMAL** – Una fuerza que es perpendicular a la superficie. En un reómetro, la fuerza de cizalla la aporta el giro, y la fuerza normal la da el material empujando la placa.

¡Gracias por leer!



**ESPUMA** – un material blando lleno de burbujas de aire (ej.: pan, merengue, mousse, malvaisisco)

**GEL** – un sólido blando que está lleno de líquido (ej.: pudding, gelatina de agar, pasta cocida)

**EMULSIÓN** – burbujas de un líquido suspendidas en otro líquido, que a veces hacen que actúe más como un sólido (ej.: vinagreta, mayonesa)

**REOPÉCTICO** – cuando un líquido, sometido a un determinado esfuerzo, adquiere mayor consistencia y elasticidad (ej.: masa de las tortitas, crema batida)

**FLUIDO CON ESFUERZO DE CEDENCIA O PLÁSTICO DE BINGHAM** – un material que permanece sólido hasta que fluye al superarse un determinado esfuerzo umbral (ej.: pasta de curry, Nutella, tahini, crema de cacahuetes)

**VISCOSIDAD** – como de espeso un material es; te informa de cuánto más esfuerzo necesitas aplicar para que cambie la forma en que fluye un material

**ELASTICIDAD** – como de elástico es un material; te informa de cómo de bien un material recupera su forma original tras dejar de aplicarle un esfuerzo

**VISCOELASTICIDAD** – una mezcla de viscosidad y elasticidad; usualmente se actúa elásticamente a tiempos cortos y de forma viscosa a tiempos largos

## ¡Puedes hacer todos estos ensayos con tu boca! ¿Qué vas a estudiar?

Piensa que tu boca es como un reómetro la próxima vez que comas algo y mide:

- Plasticidad:** ¿Cuánto cambia su forma antes de romperse?  
¿Se mantiene como un todo?
- Viscosidad:** ¿Es fácil sorber de una cuchara?
- Dureza:** ¿Cuánta fuerza necesitas para partirlo entre tus dientes?
- Elasticidad:** ¿Vuelve a su forma original entre mordidas?
- Masticabilidad:** ¿Cuántas veces necesitas masticarlo?
- Granulosidad:** ¿Está hecho de muchas partículas pequeñas?
- Pegajosidad:** ¿Cuánta fuerza se requiere para despegarlo de tu boca?

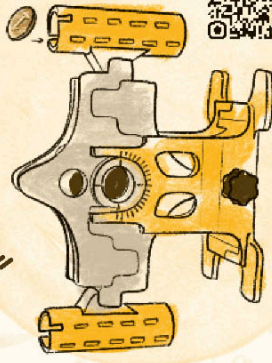
### Humedad:

¿Absorbe saliva y hace que tu boca se seque o es jugoso?

### Recubrimiento bucal:

¿Sientes que recubre tu boca después de comerlo? (ej: grasa, aceite)

Para medidas técnicas:  
**¡Imprime en 3D tu propio reómetro de placas paralelas!**



¿Por qué los bebés se meten tantas cosas en la boca?

Los adultos usan sus manos y ojos para aprender sobre lo que les rodea. Pero los bebés prefieren usar su mejor herramienta de medida —



¡la boca!

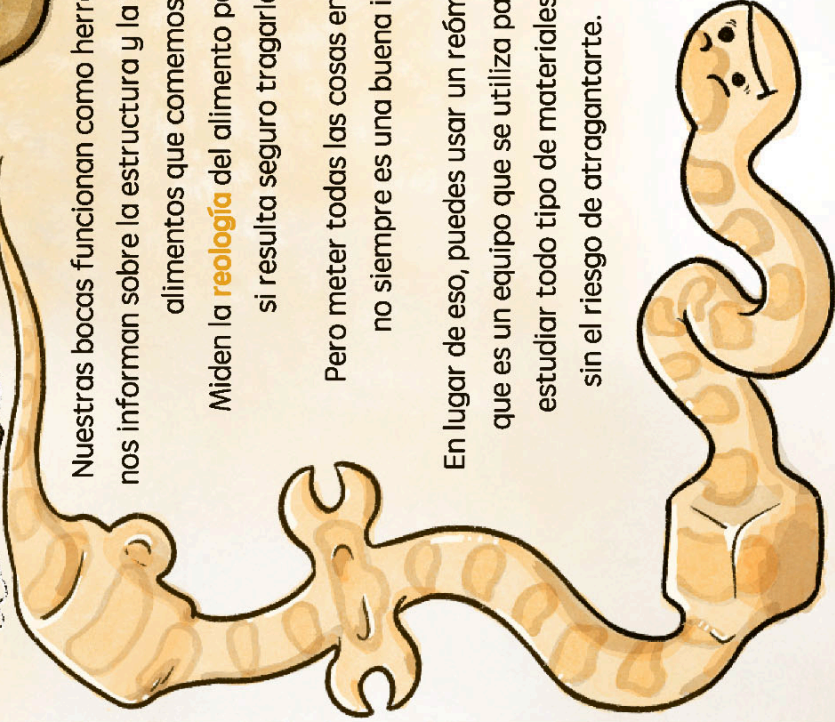


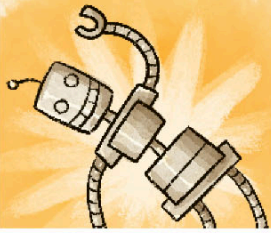
Nuestras bocas funcionan como herramientas que nos informan sobre la estructura y la textura de los alimentos que comemos.

Miden la **reología** del alimento para saber si resulta seguro tragarlo.

Pero meter todas las cosas en la boca no siempre es una buena idea.

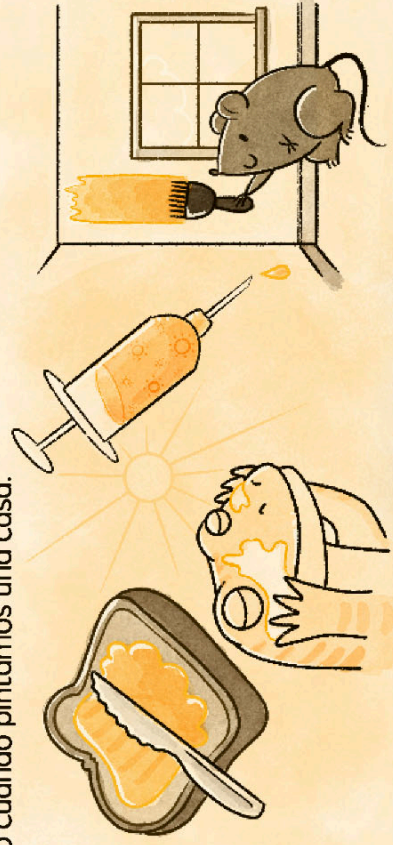
En lugar de eso, puedes usar un reómetro, que es un equipo que se utiliza para estudiar todo tipo de materiales, sin el riesgo de atragantarte.





Un **reómetro** es un equipo que usan los científicos e ingenieros para medir cómo los materiales fluyen y se deforman.

Estas medidas pueden ayudar a explicar qué ocurre cuando untamos mermelada en la tostada, ponemos protector solar en nuestra cara, inyectamos vacunas a través de una jeringa, o cuando pintamos una casa.



Y esa información puede ayudar a científicos e ingenieros a decidir si el añadir un nuevo ingrediente ayudará a hacer que los materiales untables sean mejores, y no peores...



...nadie quiere una crema de protección solar muy firme y pegajosa.

Para estudiar estas texturas complejas con un reómetro, necesitas realizar muchos ensayos.

Algunos de los más populares son:

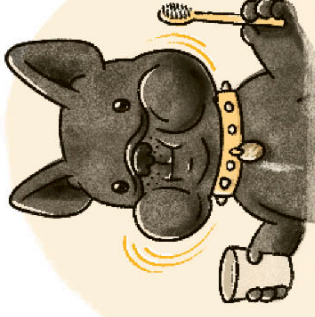
¿Cómo fluye o se comporta al presionarlo?



Estudia la **viscosidad** con ensayos **ROTACIONALES**

Mide el esfuerzo de cizalla o la velocidad de deformación

¿Qué ocurre con el tiempo?



Estudia la **viscoelasticidad** con ensayos **OSCILATORIOS**

Pequeño giro (pequeña amplitud) o gran giro (gran amplitud)

¿Se atasca cuando se somete a presión?



Estudia el flujo a través de un tubo mediante ensayos de **FLUJO EN TUBERÍA**

¿Cuánto se puede estirar antes de que se rompa?



Estudia la **elasticidad** con ensayos **EXTENSIONALES**

Puesto que nuestras bocas son tan buenos reómetros, los chefs han jugado con la relación entre la reología y la sensación en boca a lo largo de la historia, transformando los alimentos para hacerlos más complejos y divertidos!



el pan es una **espuma**

burbujas de aire atrapadas en un sólido o un líquido

la pasta cocida es un **gel**

un sólido blando relleno de líquido

la vinagreta es una **emulsión**

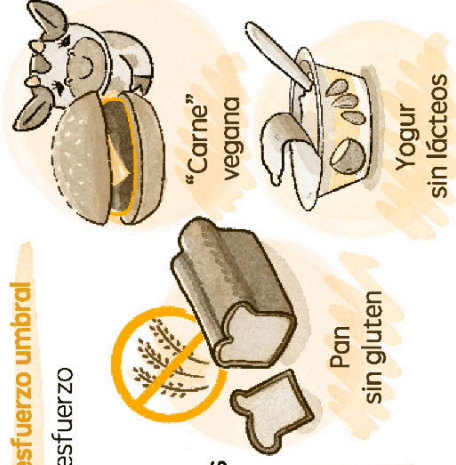
burbujas de un líquido dispersadas en otro

La masa para las tortitas es **reopéptica** se espesa cuando la bates

la pasta de curry es un fluido con **esfuerzo umbral**

es sólida hasta que le aplicas un esfuerzo determinado a partir del cual empieza a fluir

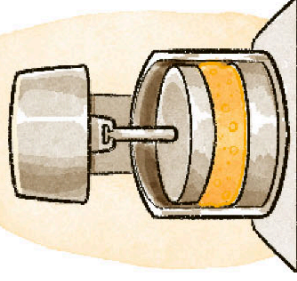
Y hoy, los reólogos de alimentos usan reómetros para ayudar a fabricar nuevas versiones de alimentos que imitan texturas familiares.



Los reómetros tienen diferentes capacidades en función de la geometría utilizada. Cada una te ayuda a estudiar diferentes tipos de materiales.

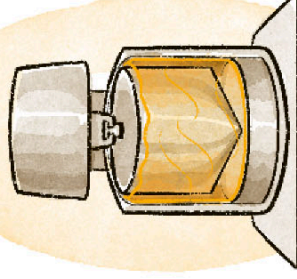
Por ejemplo:

**REÓMETRO CON PLATOS PARALELOS**



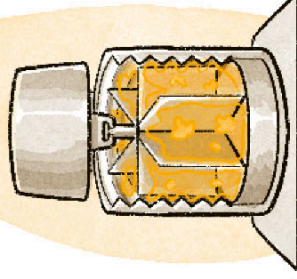
geles y espumas (pudding, champá)

**REÓMETRO CON CILINDROS CONCÉNTRICOS**



materiales untables y vertibles (leche, pintura)

**REÓMETRO CON ROTOR VANE**



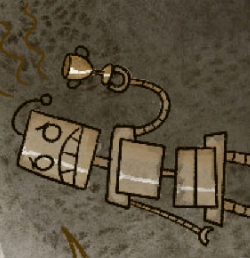
materiales grasos o pesados (crema de cacahuetes crunchy, tzatziki)

Pero tu boca hace todas estas cosas al mismo tiempo cuando mide la sensación en boca.

De hecho, tu boca puede reconocer pequeños cambios en la textura e ingredientes del alimento que incluso al mejor de los reómetros le cuesta identificar.



¿Por qué nunca puedo ganar yo?



## CUERPO VS. MÁQUINA

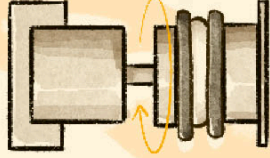
~el esfuerzo por disfrutar de una galleta sandwich~

### [1ª RONDA] EL GIRO



Puedes empezar separando las dos partes de una galleta sandwich haciendo girar una parte mientras mantienes fija la otra, pero ¿cómo de rápido hacerlo y cuánta fuerza debes aplicar? ¿puedes hacerlo de forma que el relleno se reparta perfectamente entre las dos mitades?

Tanto tus manos como el reómetro con placas paralelas pueden controlar el esfuerzo (**esfuerzo de cizalla**) y la velocidad (**velocidad de deformación**) del giro.

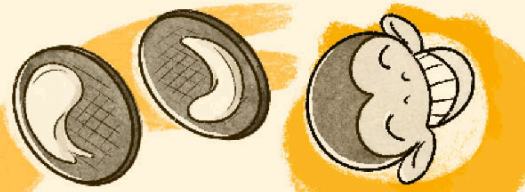


Y ambos sienten cuando el relleno empieza a fluir y la galleta comienza a girar.

Diferentes condiciones (esfuerzos de cizalla, velocidades de deformación, o temperaturas) harán que el relleno fluya y se separe de forma diferente.

Si conoces estos parámetros, el giro te dice mucho de la reología del relleno!

[RESULTADO DE LA 1ª RONDA]  
EMPATE

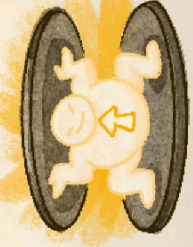


### [2ª RONDA] LA MORDIDA

Cuando masticas y \*comes\* una galleta, tu boca siente cada pequeño cambio que ocurre conforme la galleta se rompe, se mezcla con el relleno y forma un nuevo material.

Tus dientes y tu lengua rápidamente prueban diferentes formas para encontrar las mejores condiciones para hacer que este material sea seguro de tragar.

Un reómetro de placas paralelas obtiene alguna información sobre la masticación a partir de la **fuerza normal** que recibe de la galleta.



Pero hasta que alguien invente un reómetro que pueda hacer varios ensayos al mismo tiempo, todavía necesitamos varios reómetros para obtener la misma cantidad de información que tu boca obtiene al momento.

[RESULTADOS DE LA 2ª RONDA]  
¡LA BOCA GANA!

