

# Laboratorio: Relación Superficie-Volumen

Ismael Acosta  
([iacosta@fcien.edu.uy](mailto:iacosta@fcien.edu.uy))  
Facultad de Ciencias, UdelaR

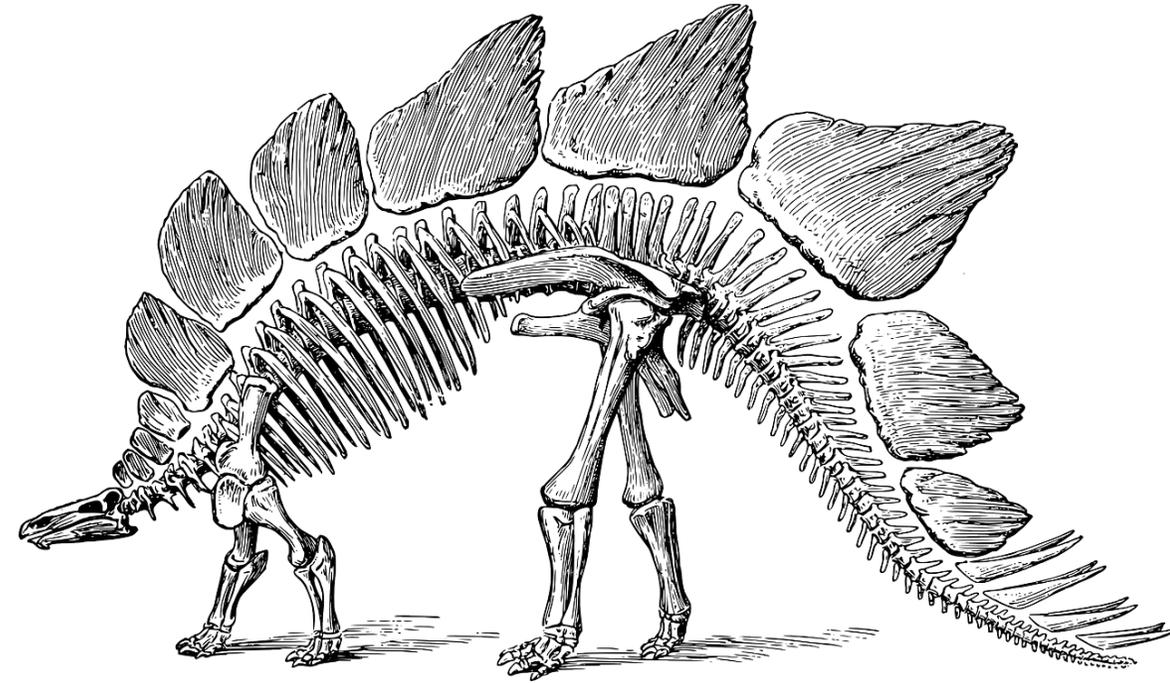
# Contenido de la clase

- Introducción
- Fundamento
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

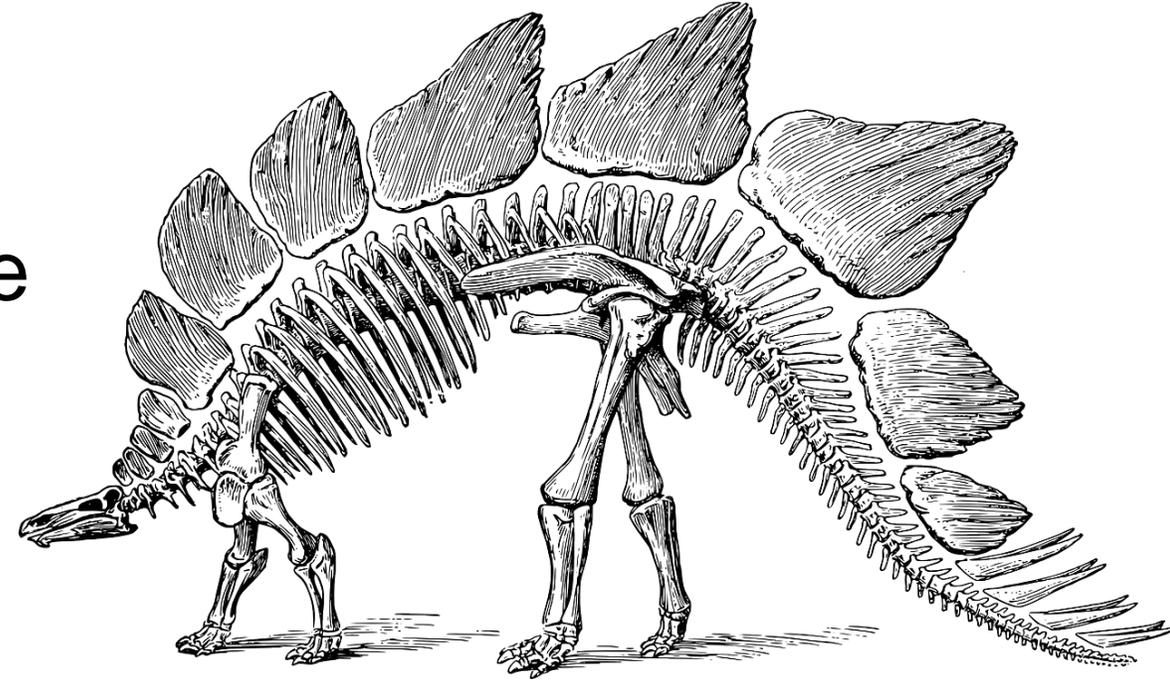
# Contenido de la clase

- **Introducción**
- Fundamento
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

La forma de los organismos es producto de una adaptación evolutiva hacia el cumplimiento de las necesidades fisiológicas (metabolismo, reproducción, excreción, comunicación, etc.). A lo largo de millones de años, varios grupos han desarrollado diferentes estrategias para optimizar su forma y poder así cumplir con sus necesidades de intercambio.



La **relación superficie-volumen** es una limitante física clave en el desarrollo de los organismos. La capacidad de intercambio de energía y materia está fuertemente determinada por este parámetro. Estudiar su variación frente a diferentes formas de organización es útil para comprender por qué algunos grupos biológicos exhiben determinadas formas.



# Contenido de la clase

- Introducción
- Fundamento experimental
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

# Contenido de la clase

- Introducción
- **Fundamento experimental**
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

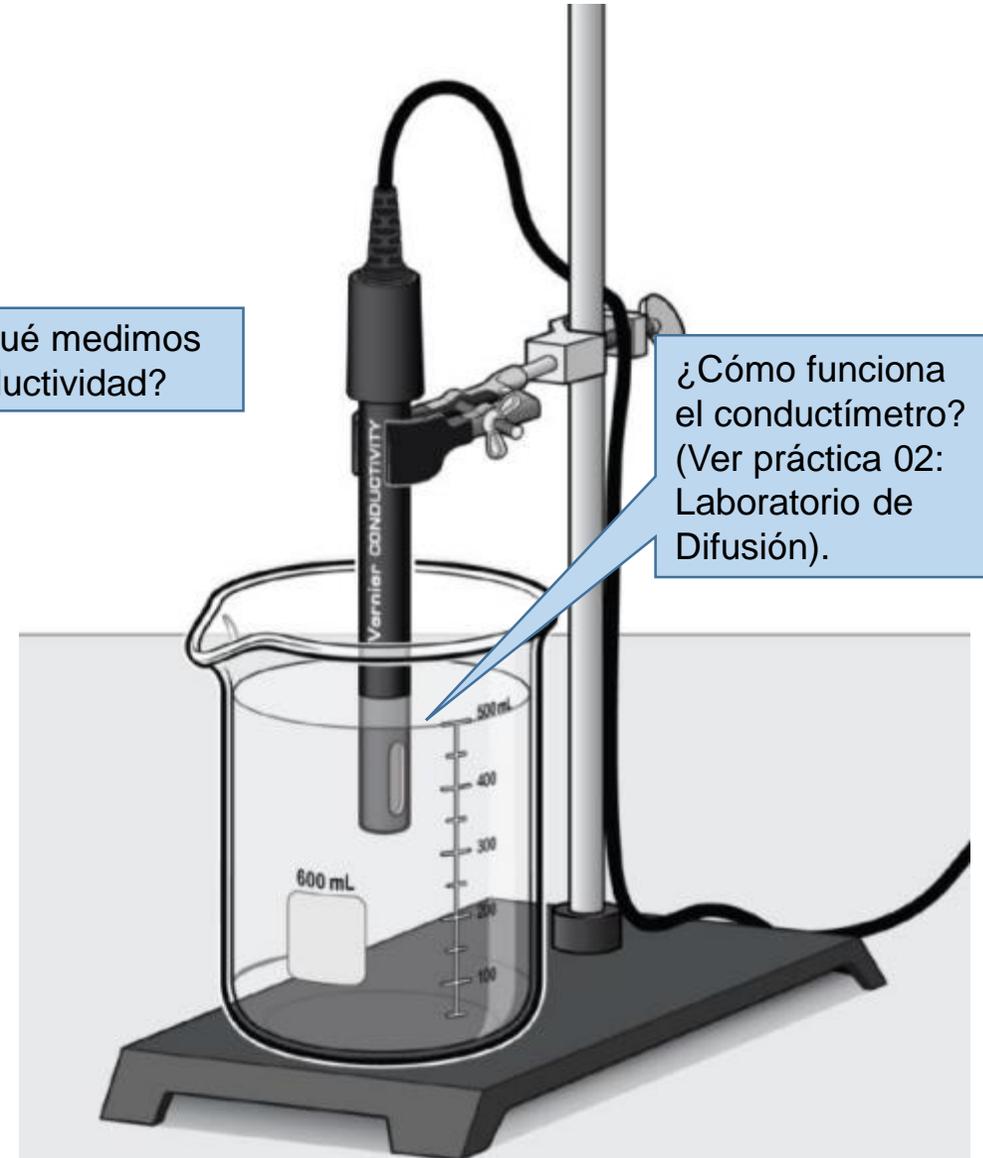
¿Qué es el agar?

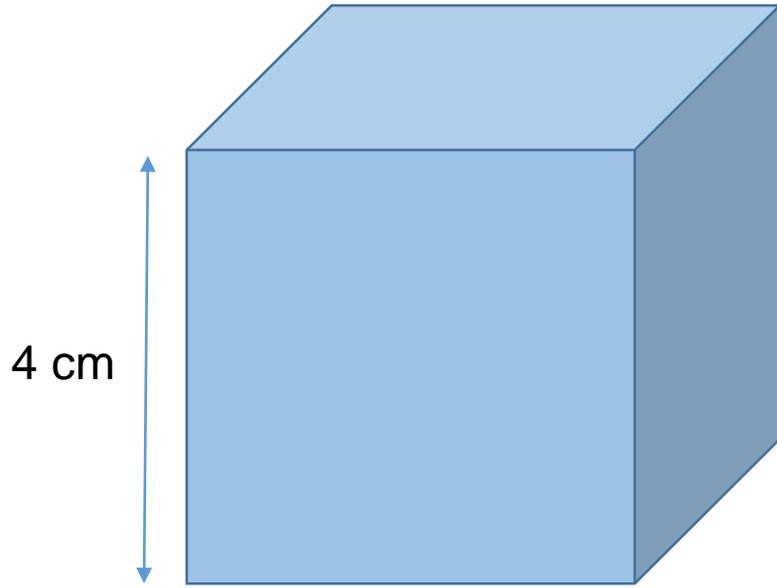
Utilizando un *gel de agar* en secciones cúbicas, realizamos mediciones de conductividad como un *proxy* del flujo de Cloruro de Sodio (TDS en  $mg/L$ ) desde el agar hacia el medio con agua destilada.

¿Por qué medimos conductividad?

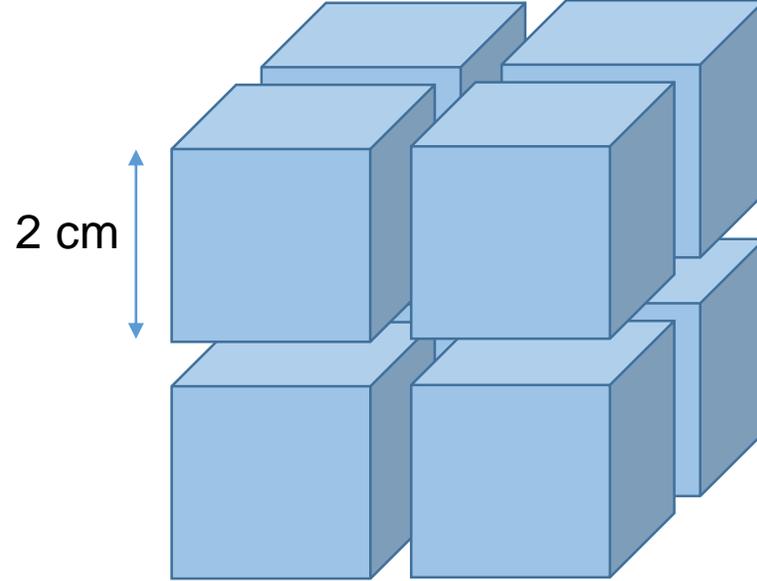
A partir de secciones con diferente relación superficie-volumen estableceremos una relación *lineal* con el flujo.

¿Cómo funciona el conductímetro?  
(Ver práctica 02: Laboratorio de Difusión).

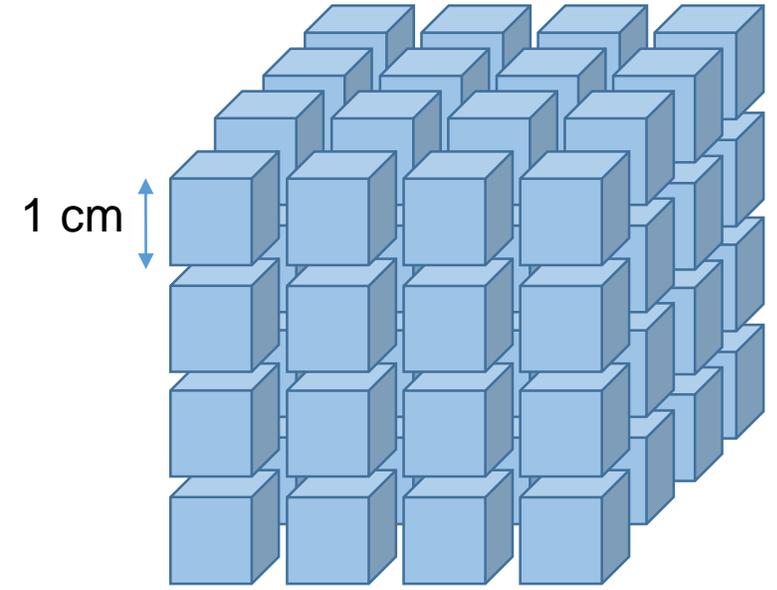




$$\begin{aligned} \text{área} &= 6l^2 = 96 \text{ cm}^2 \\ \text{volumen} &= l^3 = 64 \text{ cm}^3 \\ \frac{a}{v} &= \frac{96 \text{ cm}^2}{64 \text{ cm}^3} = 1,5 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$



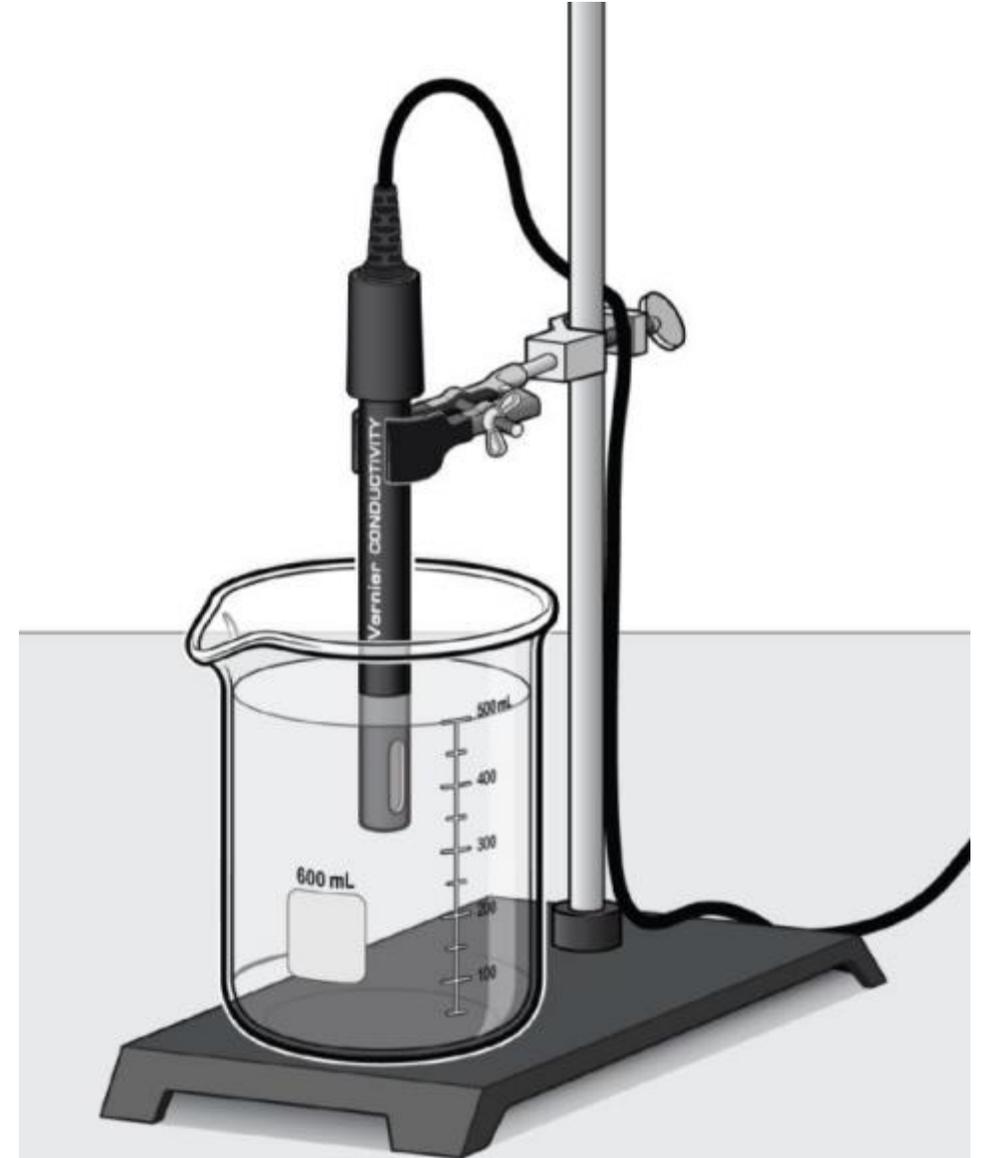
$$\begin{aligned} \text{área} &= 8(6l^2) = 192 \text{ cm}^2 \\ \text{volumen} &= 8l^3 = 64 \text{ cm}^3 \\ \frac{a}{v} &= \frac{192 \text{ cm}^2}{64 \text{ cm}^3} = 3 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{área} &= 64(6l^2) = 384 \text{ cm}^2 \\ \text{volumen} &= 64l^3 = 64 \text{ cm}^3 \\ \frac{a}{v} &= \frac{384 \text{ cm}^2}{64 \text{ cm}^3} = 6 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

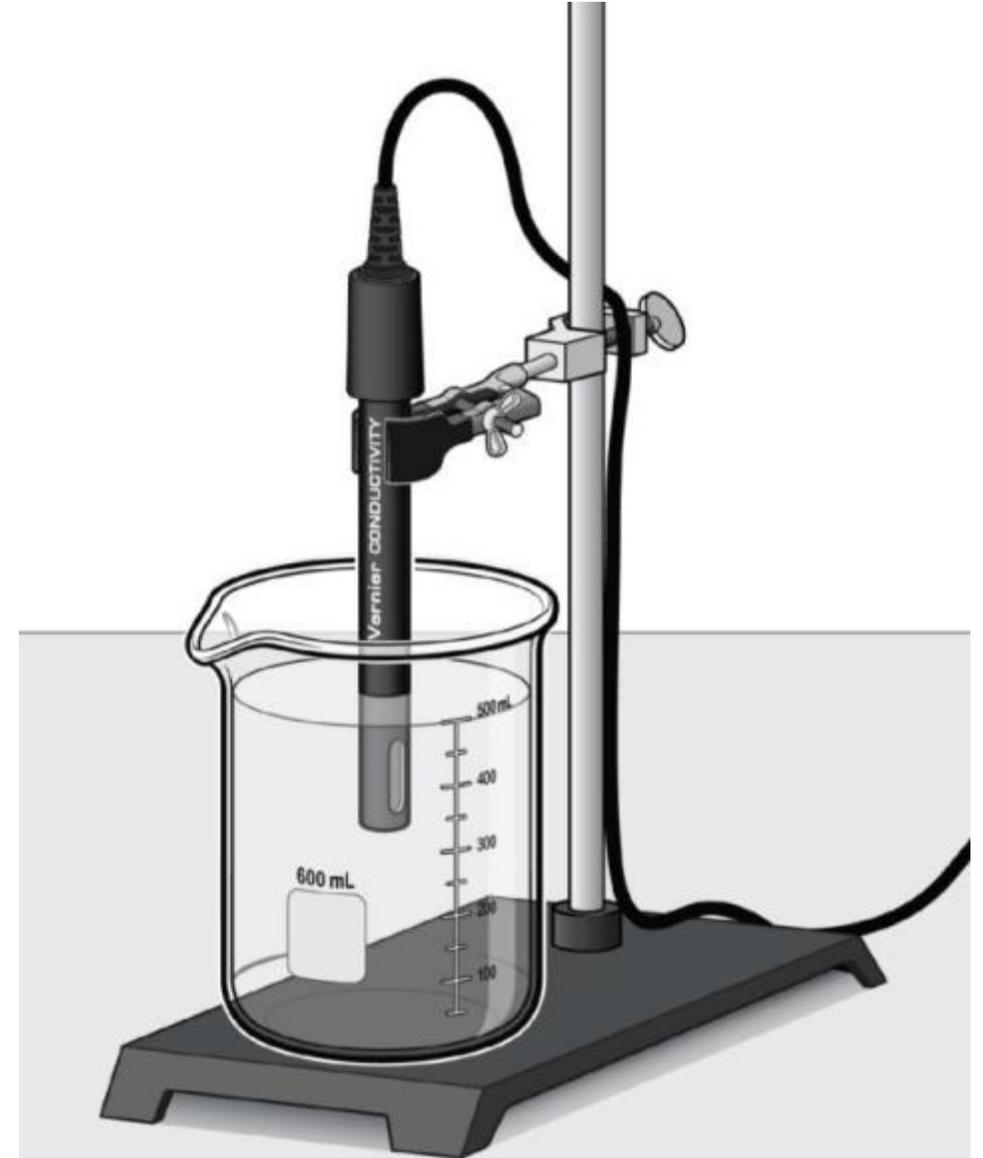
El muestreo se realizará por 120 segundos, en los cuales se tomará 1 medida cada 5 segundos.

Este sistema alcanza el equilibrio rápidamente ( $<5$  min) por lo que los ajustes lineales se realizarán solamente en los primeros 30 segundos de medición.



## Importante:

- 1) Mantener agitación constante durante los 120 segundos de muestreo.
- 2) Introducir los cubos de manera tal que queden lo más expuestos posible al medio.
- 3) No tocar los cubos ni el sensor durante la agitación.
- 4) No manipular los cubos con los dedos.



# Contenido de la clase

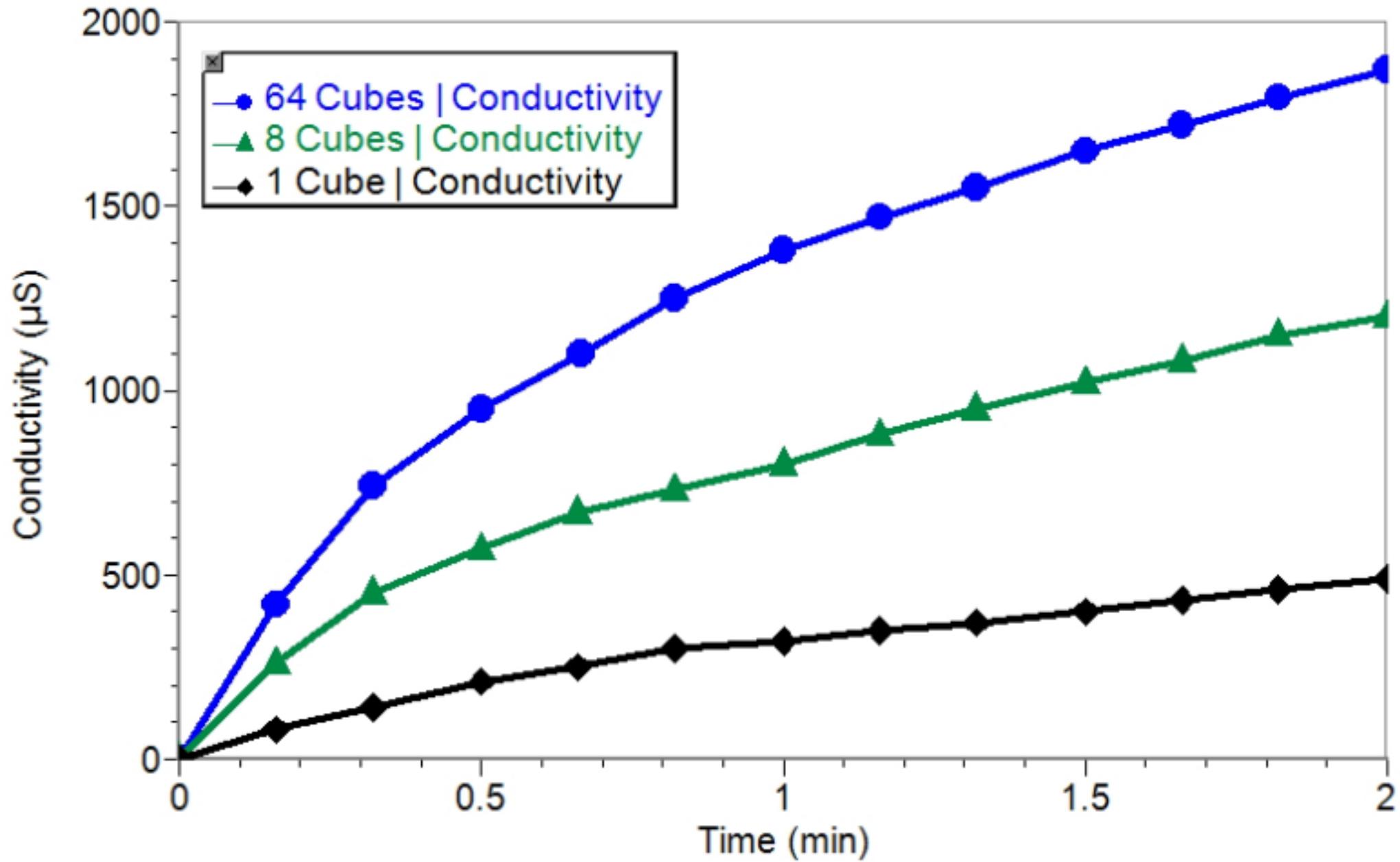
- Introducción
- Fundamento experimental
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

# Contenido de la clase

- Introducción
- Fundamento experimental
- **Experimentación**
- Resultados
- Discusión

# Contenido de la clase

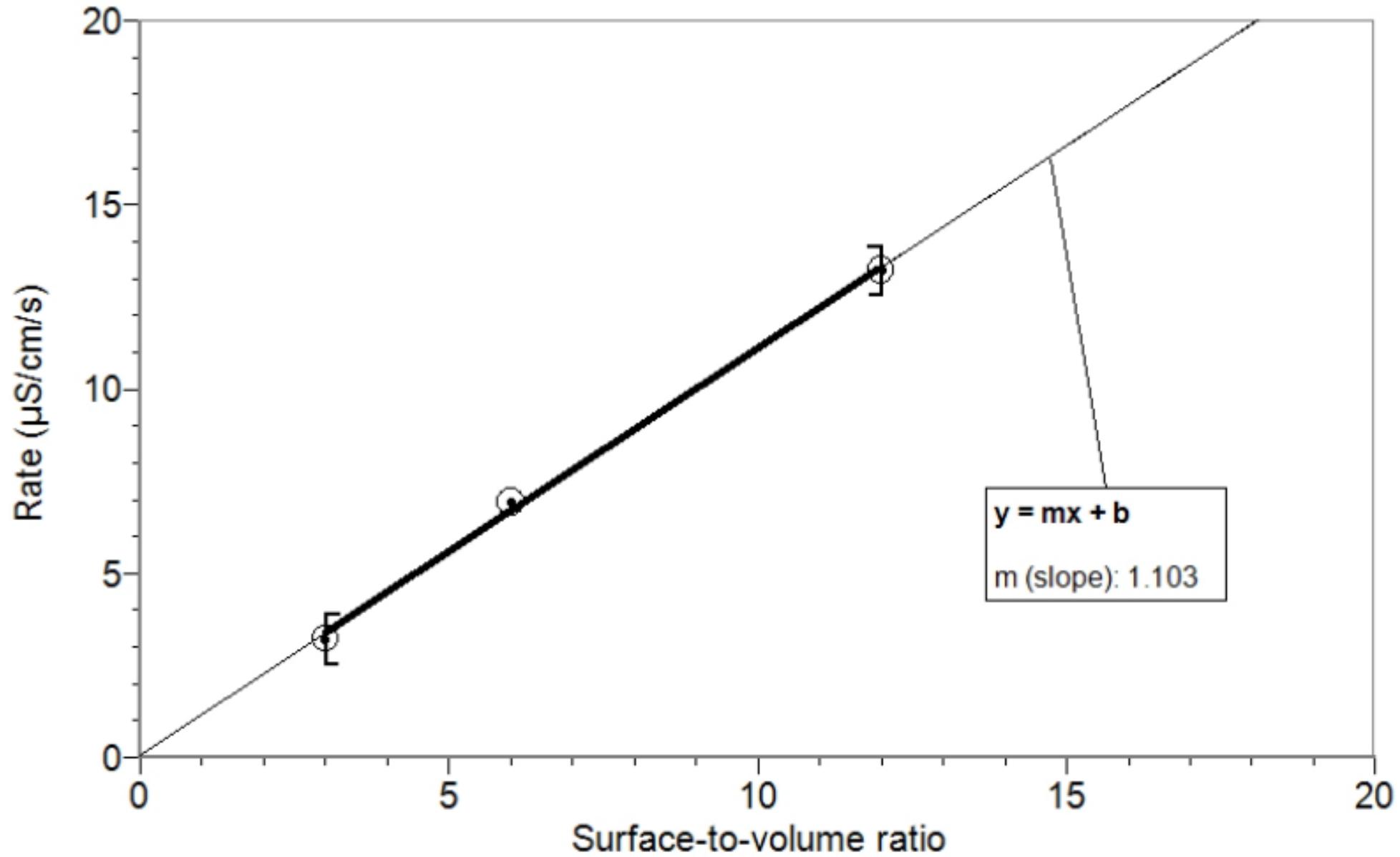
- Introducción
- Fundamento experimental
- Experimentación
- **Resultados**
- Discusión



A medida que aumenta el número de cubos, la conductividad aumenta, debido a una mayor área de intercambio por unidad de volumen introducido en solución.

A partir de los primeros 30 segundos de muestreo (tramo de *comportamiento lineal*) extraemos las pendientes de cada una de las curvas.

Con las tres pendientes obtenidas, realizamos el gráfico de tasa de intercambio iónico en función de la relación área-volumen calculada.



Si bien este gráfico está construido únicamente a partir de tres puntos, podemos aceptar la hipótesis de que **la tasa de intercambio iónico es directamente proporcional a la relación área-volumen** (al menos en los primeros 30 segundos de intercambio).

Considerando las variantes experimentales de cada subgrupo, es esperable que los valores de pendiente sean diferentes *y no necesariamente comparables entre sí*.

# Contenido de la clase

- Introducción
- Fundamento experimental
- Experimentación
- Resultados
- Discusión

# Contenido de la clase

- Introducción
- Fundamento experimental
- Experimentación
- Resultados
- **Discusión**

## **Fuentes de error ponderadas en esta práctica:**

- 1) Tamaño de los cubos y errores asociados al corte del agar.
- 2) Inhomogeneidades asociadas al proceso de agitación.
- 3) Uso de volúmenes diferentes de agua destilada en cada subgrupo.
- 4) Contaminación de los materiales al momento del lavado entre muestreos.
- 5) Fluctuaciones en las medidas de conductividad asociadas a la apreciación del instrumento.

## **Pregunta 1: ¿Cuál es la relación entre la tasa de intercambio iónico y la relación superficie-volumen?**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la tasa de intercambio iónico ( $d[NaCl]/dt$ ) crece de manera proporcional con el aumento de la relación superficie-volumen.

Esto es consistente con el hecho de que a mayor superficie, mayor es el intercambio de iones con el medio.

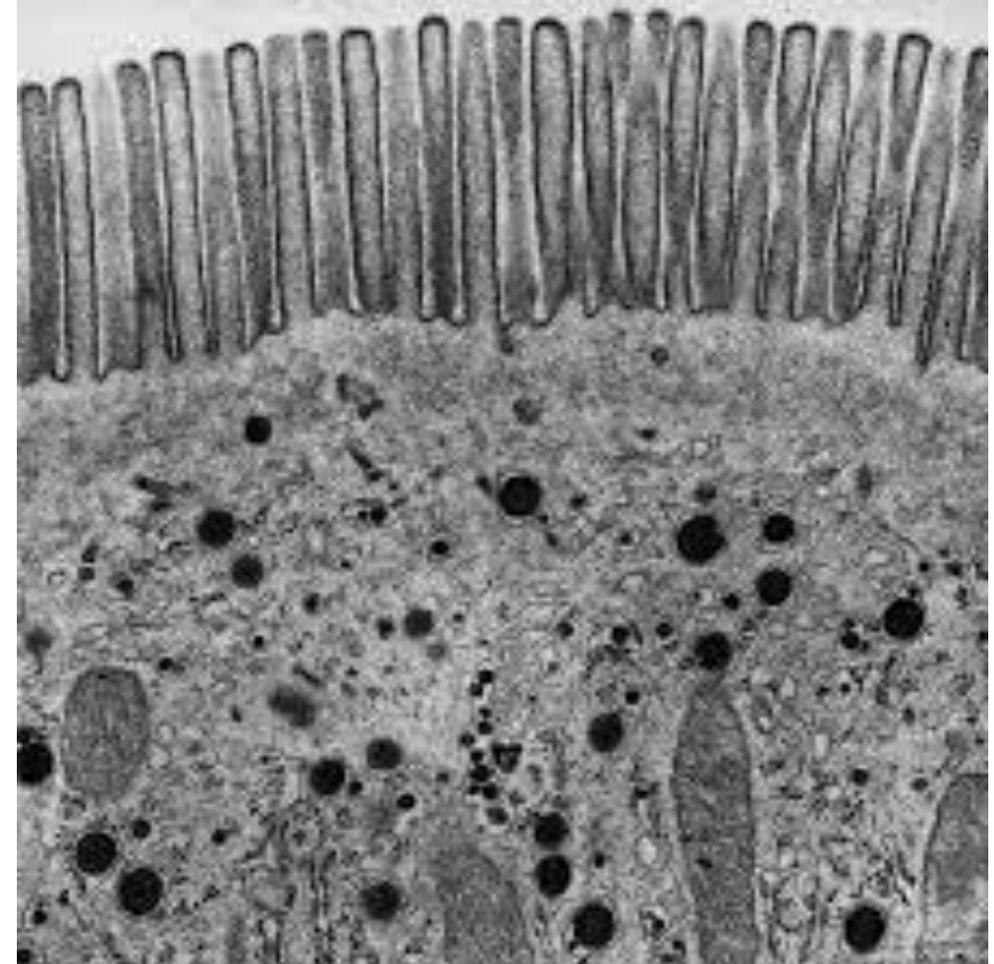
Tener en cuenta que las relaciones encontradas son válidas en el tramo de comportamiento lineal del experimento.

## **Pregunta 2: ¿Por qué es importante que una célula tenga una relación superficie-volumen grande?**

Para poder llevar a cabo todas las funciones celulares, las células necesitan intercambiar materiales con el medio que los rodea. Para hacerlo utilizan su membrana, la cual es una estructura esencialmente bidimensional. Una relación superficie-volumen grande, implica, por tanto, una mayor eficiencia en el intercambio de materiales.

**Pregunta 3: Algunas células en el cuerpo se han adaptado a la tarea de absorción y excreción de grandes cantidades de materiales. ¿De qué manera se han adaptado estas células a esta tarea?**

Muchas células han evolucionado hacia un diseño estructural que busca maximizar la relación superficie-volumen con el fin de optimizar su capacidad de absorción/excreción. Para ello han optado por cambios de forma, como por ejemplo, la formación de *microvilli*.



**Pregunta 4: Para que una célula continúe siendo eficiente en el intercambio de materiales, ¿qué debe hacer para mantener su relación superficie-volumen a medida que crece? Explique.**

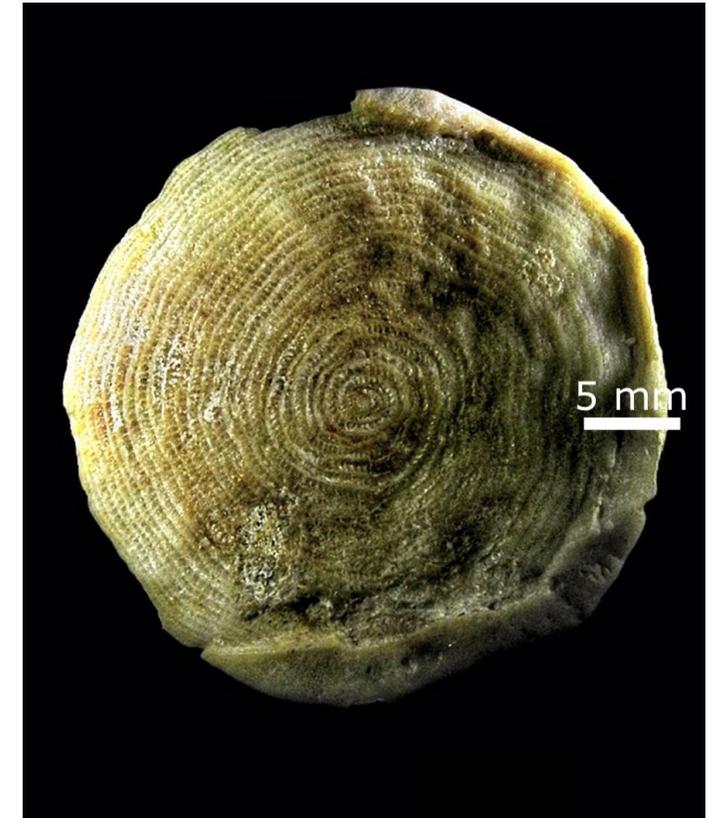
En general, los organismos a medida que crecen intentan mantener su relación superficie-volumen relativamente constante, permaneciendo dentro de rangos que les permitan operar fisiológicamente.

Cada grupo de organismos ha desarrollado diversas estrategias las cuales están sujetas a restricciones físicas, ambientales y evolutivas diferentes.

# Caso extremo: Foraminíferos

Uno de los casos más extremos de maximización de la relación superficie-volumen ocurre en el grupo de los **Foraminíferos**: organismos unicelulares, principalmente marinos que existen desde hace 630 millones de años.

Los especímenes del género *Nummulites* sp. han desarrollado cuerpos celulares de varios *centímetros* de longitud y son observables a simple vista. Su crecimiento en espiral les ha permitido aumentar de tamaño manteniendo su relación superficie-volumen relativamente constante<sup>[1,2]</sup>.



[1] [Hallock, P. \(1985\). Why are larger foraminifera large?. \*Paleobiology\*, 11\(2\), 195-208.](#)

[Open Access]

[2] Hallock, P., & Seddighi, M. (2022). Why did some larger benthic foraminifera become so large and flat?. *Sedimentology*, 69(1), 74-87.

# Resumen

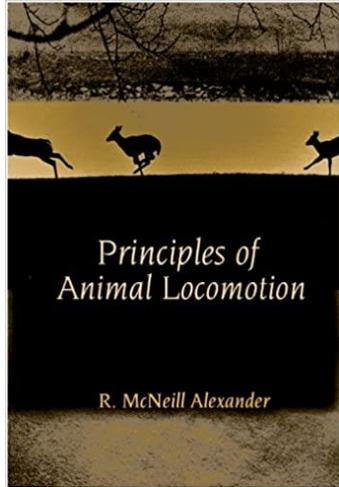
La relación superficie-volumen es un factor limitante para el crecimiento y la forma de los organismos.

Puesto que los organismos son sistemas abiertos que intercambian materia y energía con el ambiente, una relación superficie-volumen grande permite un mayor intercambio que una relación superficie-volumen pequeña.

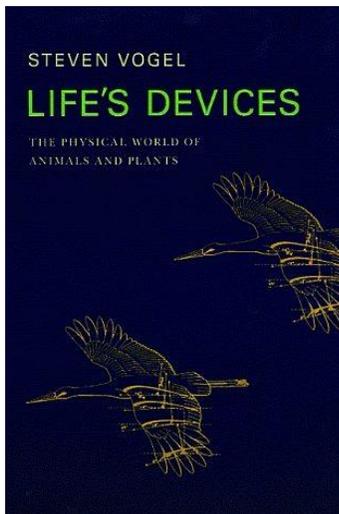
La tasa de intercambio iónico es directamente proporcional a la relación superficie-volumen.

Diferentes grupos de organismos han desarrollado diferentes estrategias para poder aumentar de tamaño, buscando mantener una relación superficie-volumen relativamente constante.

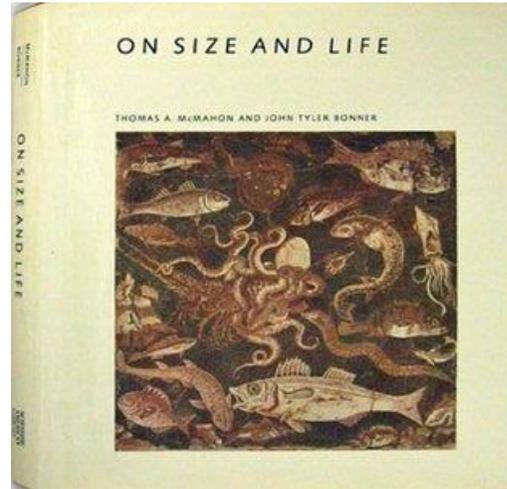
# Bibliografía



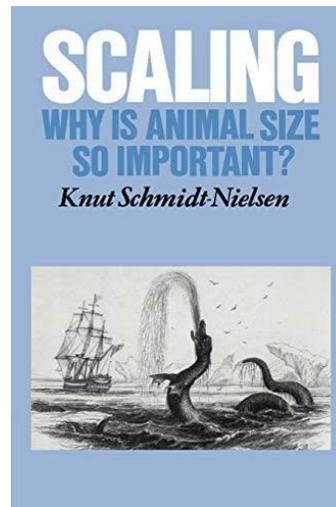
Alexander, R. M. (2013). *Principles of Animal Locomotion*. Princeton University Press.  
Cap. 4: *Consequences of different sizes*. Págs.: 53-67.  
[\[Disponible en Biblioteca\]](#)



Vogel, S. (2020). *Life's devices: the physical world of animals and plants*. Princeton University Press.  
Cap. 3: *Size and shape*. Págs.: 38-59.  
[\[Disponible en Biblioteca\]](#)  
[\[Disponible en Web\]](#)



McMahon, T. A., & Bonner, J. T. (1983). *On size and life* (No. Sirsi) i9780716750000).  
Cap. 6: *Being small*. Págs.: 193-225.  
[\[Disponible en Biblioteca\]](#)



Schmidt-Nielsen, K., & Knut, S. N. (1984). *Scaling: why is animal size so important?* Cambridge University Press.  
Cap. 1: *The size of living things*. Págs.: 1-6.  
Cap. 2: *Problems of size and scale*. Págs.: 7-20.  
Cap. 3: *The use of allometry*. Págs.: 21-32.  
Cap. 6: *Metabolic rate and body size*. Págs.: 56-74.  
Cap. 7: *Warm-blooded vertebrates: What do metabolic regression equations mean?* Págs.: 75-89.  
[\[Disponible en Web\]](#)