

# Razón área superficial a volumen



Center for Nanotechnology Education



Este material está basado en trabajo apoyado por la Fundación Nacional de Ciencia bajo la Concesión Número 0802323 y 1204918. **Cualquier opinión, hallazgos, conclusiones o recomendaciones expresadas en este material son las del autor(es) y no necesariamente representan las opiniones de la Fundación Nacional de Ciencias.**



Este trabajo está licenciado por [“Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License”](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

Basado en un trabajo en [www.nano-link.org](http://www.nano-link.org).

## Razón área superficial/volumen

### Abstracto

Este módulo consta de una actividad simple que trabaja uno de los aspectos más profundos de la nanociencia: que, para un volumen dado de material, el área superficial total aumenta de forma no lineal a medida que el volumen se divide en partes cada vez más pequeñas. Este concepto se está aplicando para producir mejores baterías y convertidores catalíticos. Los estudiantes medirán el tiempo que tardan en disolverse las tabletas efervescentes (“Alka-Seltzer”), que se han dividido en pedazos de diferentes tamaños. Los cálculos del área superficial y el volumen también se pueden realizar de manera que se practiquen las destrezas para graficar.

### Resultados

- Comprensión de los conceptos de la relación o razón entre el área superficial y el volumen.

### Prerrequisitos

- Geometría
- Álgebra
- Reglas de exponentes
- Conversiones lineales y no lineales

### Correlación

#### *Conceptos Científicos*

- Reactividad química

#### *Conceptos de Nanociencia*

- Escala no lineal

## Información de trasfondo

### *Razón área superficial/volumen*

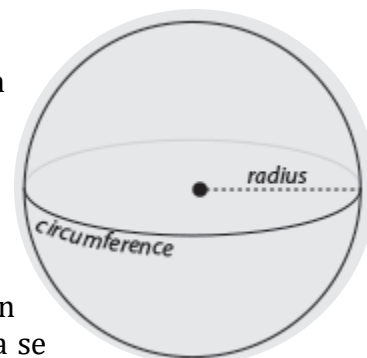
Es de conocimiento general que la mayoría de los procesos químicos y biológicos dependen de los átomos o moléculas que se encuentran en la superficie del material. Por ejemplo, nuestro sentido del gusto depende de la cantidad de área superficial que un grano de sal tenga en contacto con nuestra lengua. Las reacciones químicas en los convertidores catalíticos de automóviles dependen del área superficial disponible para la interacción. La efectividad de un medicamento depende de su capacidad para tener contacto con los segmentos específicos de la proteína e interactuar con ellos. Esto no sería posible si los segmentos no estuvieran accesibles en la proteína, de ser así las interacciones no ocurrirían y el medicamento no sería tan efectivo. Si las porciones de proteínas críticas están enterradas dentro de la proteína, las interacciones no ocurrirán y el medicamento no será tan efectivo. El aparato de Golgi y las mitocondrias en las células están diseñados para tener mayor área superficial para las interacciones, lo que hace a estas estructuras más eficientes.

### Enfoque

Primero, es importante recordar a los estudiantes las ecuaciones necesarias para calcular el **área superficial** y el **volumen**. Comience con un cubo simple y recuerde a los alumnos que el volumen es el ancho por la altura por la profundidad. Adicional, se les debe recordar que, para un cubo con el área superficial total, que es de lo que queremos hablar en la nanoescala, será igual a seis veces el área de un lado individual. Muchas veces estos conceptos matemáticos pueden repasarse con un ejemplo sencillo.

Luego de repasar y revisar los cálculos de volumen y área superficial para objetos cúbicos y rectangulares, puede repasar las esferas ya que muchos de los objetos en la nanoescala son producidos o son de naturaleza esférica u ovalada. Es importante dedicarle el tiempo necesario y asegurarse de que los estudiantes pueden calcular el volumen, el área superficial y la circunferencia de los objetos esféricos. Es recomendable utilizar una esfera como ejemplo para que los estudiantes se familiaricen y se sientan cómodos con la letra griega pi ( $\pi$ ).

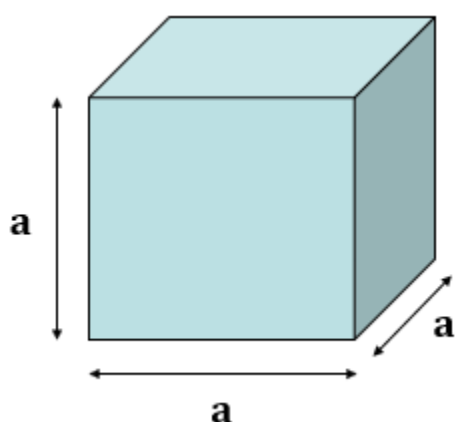
Por ejemplo, se puede comenzar con un volumen esférico de 1 cm de diámetro. Para calcular el volumen de la esfera se utiliza la ecuación:  $\text{volumen} = (4/3) (\pi)(\text{radio}^3)$ . Es importante que los estudiantes distingan entre el diámetro y el radio de la esfera. Los datos y cálculos se deben de recopilar y organizar en tablas y hojas de cálculos. Estos cálculos le proveen a los estudiantes la oportunidad de practicar la multiplicación exponencial y la aplicación de reglas de exponentes. La práctica se puede expandir a conversiones entre unidades de medición. Es una buena idea proporcionar dimensiones iniciales en una unidad, como centímetros, y pedirles a los estudiantes que proporcionen las respuestas en una unidad diferente, como milímetros.



## Razón área superficial/volumen

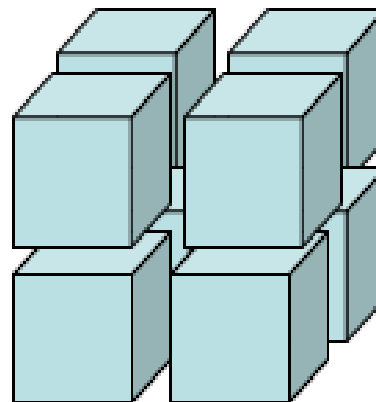
- Volumen =  $a^3$
- Área superficial (de un cubo) =  $6 a^2$

Aumentar el área superficial (con respecto a un volumen constante) es uno de los beneficios de crear partículas en la nanoescala que tienen un gran impacto en las reacciones químicas. Es importante que los estudiantes comprendan la relación o razón entre el área superficial y el volumen, ya que esta relación "cuadrada" versus "cúbica" de las matemáticas se repite en varios conceptos de Nanociencia.



Debido a la desigualdad, a medida que el mismo volumen se divide en partes más pequeñas, el área superficial aumenta de forma no lineal. Por ejemplo, considere el cubo de la izquierda que tiene una longitud "**a**" en cada lado. Si seleccionamos un valor de **6 cm** para **a**. El **volumen** del cubo es de **216 cm<sup>3</sup>** y el **área superficial** total es de **216 cm<sup>2</sup>**. Al dividir cada dimensión a la mitad y creamos 8 cubos más pequeños como se muestra a continuación.

Las dimensiones para cada uno de los cubos más pequeños serán de **3 cm x 3 cm x 3 cm**. Por lo tanto, el **volumen** de cada uno de los cubos más pequeños es de **27 cm<sup>3</sup>** y el **volumen** total sigue siendo igual a **216 cm<sup>3</sup>**. El **área superficial** de cada uno de los cubos más pequeños es 6 (3 cm x 3 cm), que es igual a **54 cm<sup>2</sup>**. El **área superficial** total para los ocho cubos es de 8 x 54 cm<sup>2</sup> o **432 cm<sup>2</sup>**. Al repetir este proceso y dividir el mismo volumen inicial en un mayor número de subunidades, los estudiantes pueden observar la relación no lineal.



Es fácil comprender entonces el beneficio y el potencial de crear partículas cada vez más pequeñas en las que la interacción deseada depende del área superficial. Por ejemplo, en los automóviles el convertidor catalítico utiliza el platino (un elemento muy costoso) como parte de una reacción química que depende del área superficial. Por lo tanto, si se requiere una cantidad específica de área superficial para la reacción química, se requerirá una cantidad total más pequeña de platino si las partículas creadas se pueden hacer lo más pequeñas posible.

## Actividad de aprendizaje: “Alka – Seltzer”

### Trasfondo

Casi todas las reacciones químicas y las interacciones dependen de la cantidad de área superficial disponible para la reacción. La transferencia térmica, la capacitancia y la conducción eléctrica también son propiedades que dependen del área superficial.

Uno de los resultados de romper los materiales en partículas cada vez más pequeñas es que la cantidad de área superficial aumenta en el mismo volumen. Esto es beneficioso para las reacciones químicas donde los materiales son costosos. Por ejemplo, en los automóviles los convertidores catalíticos utilizan platino, un material muy costoso, en el sistema de escape. El platino interactúa con los vapores creados por el motor para eliminar los contaminantes, esta interacción y la eficiencia del convertidor dependen de la superficie del platino disponible para la reacción. Al dividir un volumen determinado de platino en partículas más pequeñas, podemos aumentar el área superficial para la misma cantidad (volumen) del material.

Lo mismo ocurre con las baterías de iones. La nanotecnología se utiliza en las baterías para aumentar su vida útil, acortar los ciclos de recarga y seguir utilizando la misma cantidad (volumen) del material.

Esta actividad es una representación visual simple del impacto que tiene en una interacción y reacción la razón área superficial a volumen.

### Materiales

- 4 a 8 vasos plásticos (depende del diseño experimental)
- 3 a 4 tabletas de “Alka – Seltzer” (depende del diseño experimental)
- Marcador permanente (opcional)
- Mortero y maja
- Cronómetro
- Agua
- Papel secante o absorbente



## Procedimiento

1. Luego de decidir la cantidad de agua que se utilizará en cada vaso, vierte agua en 3 de los vasos plásticos. Lo importante es tener una cantidad de agua apropiada para el experimento y la misma cantidad de agua en cada vaso.
2. Coloca una tableta “Alka – Seltzer” entera en uno de los vasos plásticos vacíos. Realiza anotaciones de ser necesario.
3. Toma la segunda tableta y divídela con cuidado en 3 a 5 pedazos grandes. Coloca los pedazos en otro de los vasos plásticos vacíos. Realiza anotaciones de ser necesario.
4. Toma la tercera tableta y muélela hasta obtener un polvo fino con el mortero. Coloca el polvo en otro de los vasos plásticos vacíos. Realiza anotaciones de ser necesario.
5. Luego de decidir si el agua se verterá sobre la tableta o si la tableta se verterá en el agua, utiliza el cronómetro para calcular cuánto tarda cada tableta en disolverse completamente, combinando (una a una) las tabletas con el agua. Realiza las anotaciones necesarias.

## Resultado

- Al moler la tableta en un polvo fino, aumentamos significativamente el área superficial disponible para la interacción y la reacción con el agua. Por esta razón es que utilizamos trozos pequeños de madera para encender un fuego y no un tronco enorme.

## **Preguntas de discusión**

- ¿Cómo el área superficial afecta las interacciones?
- ¿Qué nos indican las diferentes interacciones sobre la estructura molecular de los materiales envueltos en las mismas?
- ¿Cuán fuertes son las diferentes fuerzas e interacciones?
- ¿Cuáles son las unidades de estas fuerzas?
- ¿Qué consideraciones o factores ambientales pueden impactar las interacciones? ¿Por cuánto?
- ¿Cuáles son algunas aplicaciones de esta tecnología?

## Usos presentes y aplicaciones futuras

Las reacciones químicas en los convertidores catalíticos de automóviles dependen del área superficial disponible para la interacción. La efectividad de un medicamento depende de su capacidad para tener contacto con los segmentos específicos de la proteína e interactuar con ellos. Esto no sería posible si los segmentos no estuvieran accesibles en la proteína, de ser así las interacciones no ocurrirían y el medicamento no sería tan efectivo. Si las porciones de proteínas críticas están enterradas dentro de la proteína, las interacciones no ocurrirán y el medicamento no será tan efectivo. El aparato de Golgi y las mitocondrias en las células están diseñados para tener mayor área superficial para las interacciones, lo que hace a estas estructuras más eficientes.

## Recursos multimedia

### *Videos*

- <http://www.youtube.com/watch?v=ffS1VIS3KyU>

### *Simulaciones*

- [www.nanohub.org](http://www.nanohub.org)
- [mw.concord.org](http://mw.concord.org)

### *Artículos*

- Ninguno

## Reconocimientos

- Contribuyentes – Desarrollado por Deb Newberry y Billie Copley de “Dakota County Technical College”. Traducido al español por Rodfal A. Rodríguez y María T. Rivera de Cupey María Montessori School.