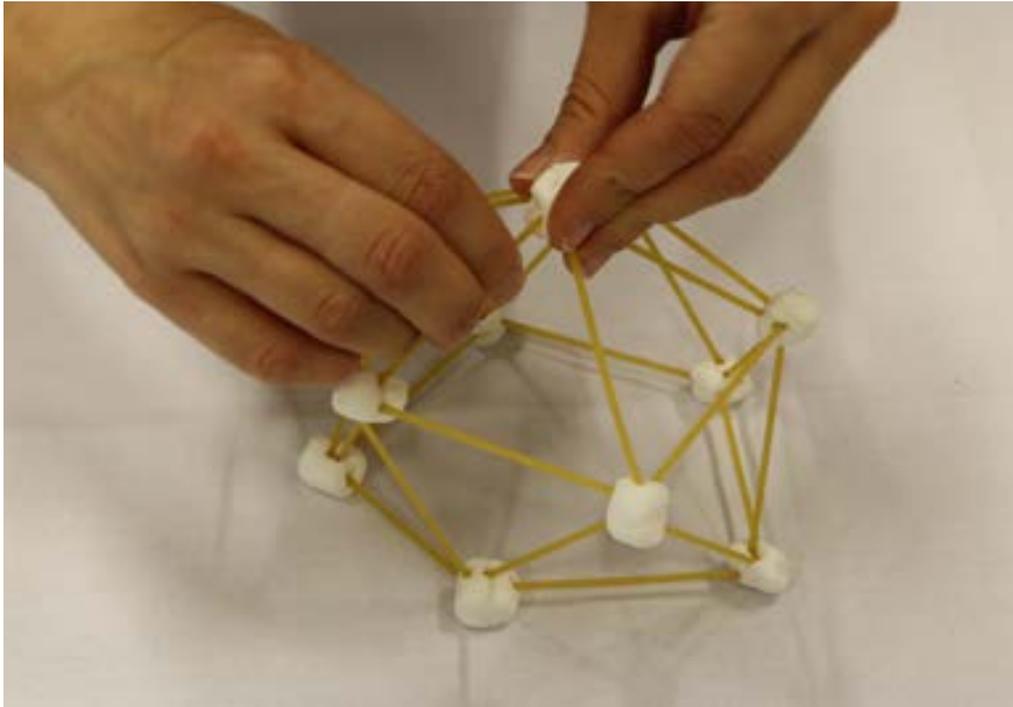




# LA FUERZA DE UN DOMO- GUÍA DE ACTIVIDADES

*¿Cuánta fuerza puede soportar un objeto aparentemente frágil cuando tiene forma de cúpula?*



© The Field Museum / Photo by Kate Webhink

PARA EL EDUCADOR

## APLICACIONES EN:

**BIOLOGÍA** - Estructura y Función/Adaptaciones

**FÍSICA**- Distribución de la Fuerza/Principios de Ingeniería

## ALINEACIÓN NGSS:

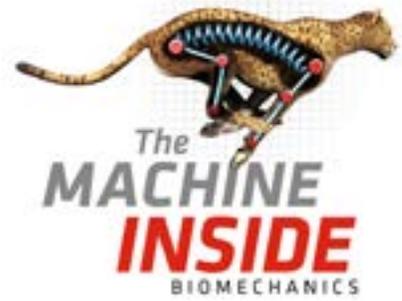
	ES	MS	HS
<b>PS2.A</b> Fuerza y movimiento	X	X	
<b>PS3.C</b> Relación entre Energía y Fuerzas			X
<b>LS1.A</b> Estructura y Función	X		
<b>LS4.C</b> Adaptación	X	X	X
<b>ETS1.B</b> Desarrollar Posible solución	X	X	X
<b>ETS1.C</b> Optimización de la Solución de Diseño	X	X	X

\* Next generation science standards es una marca registrada de Achieve. Ni Achive ni los principales estados y socios que desarrollaron los Estándares de Ciencias de la Próxima Generación participan de la producción ni respaldan este producto.

PRESENTADO POR EL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE THE FIELD MUSEUM

LA FUERZA DE UN DOMO / GUÍA DE ACTIVIDADES





# LAS CÁSCARAS DE HUEVO Y LOS DOMOS - Introducción para Educadores

## RESUMEN

Las cáscaras de huevo tienen “mala reputación” por ser frágiles. En realidad, son muy fuertes debido a su forma de domo. Los domos con frecuencia aparecen en la naturaleza en la forma de nuestros cráneos, los caparazones de las tortugas y de los escarabajos, por nombrar algunos de ellos. Al reconocer su fuerza, los seres humanos han incorporado el domo en su arquitectura durante siglos. Una pieza plana de material se deformará bajo presión, pero una cúpula distribuye toda la fuerza de manera uniforme y reduce la carga en un solo punto.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los estudiantes compararán la fuerza de las estructuras abovedadas con otras estructuras.
- Se pondrá a prueba la fuerza de las cáscaras de huevo y se debatirá por qué son tan fuertes, y se explicará que se debe a la forma de domo.
- Los estudiantes diseñarán y probarán sus propios domos con materiales frágiles.

## CÓMO SE DEBE UTILIZAR

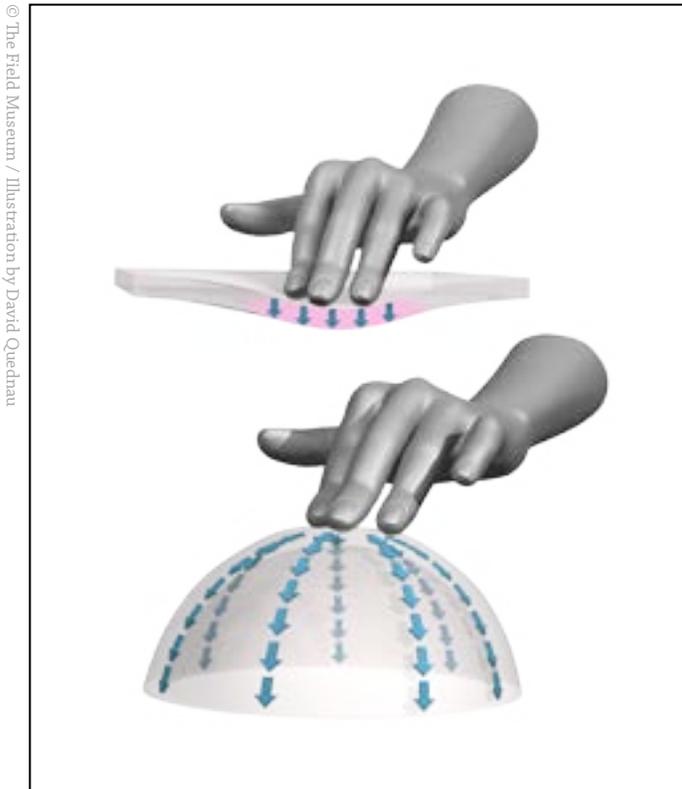
Los materiales están segmentados específicamente para que usted use lo que necesita. Puede hacer que los estudiantes simplemente exploren las ideas o seguir un enfoque más cuantitativo. Usted puede hacer todo, ya sea como **demostración** o como **experimento**. Hemos proporcionado “**resúmenes de conceptos**”, “**hojas de registro**”, “**preguntas para reflexionar**” listas para usar y distribuir.

## EN GENERAL:

- Las actividades pueden causar problemas. Considere la posibilidad de realizar los experimentos en un mantel de plástico o dentro de un recipiente grande.

## ACTIVIDAD DE FUERZA DE LA ESTRUCTURA:

- Pida a los estudiantes que prueben formas tales como pirámides o las formas de las casas, además de domos y cubos.
- Los domos pueden hundirse levemente al principio, cuando se coloca un libro en la parte superior de ellos. Considere la posibilidad de que fracase totalmente cuando el libro toca la superficie.
- Permita que los domos geodésicos y otras estructuras se sequen por lo menos durante una noche para que queden más fuertes.



© The Field Museum / Illustration by David Quehran



## RESUMEN DEL CONCEPTO - Cálculo de la Fuerza

Es posible que en estas actividades desee calcular la fuerza para explicar la fuerza de manera cuantitativa en diferentes estructuras. Dentro de las actividades, la masa apilada encima de un conjunto de huevos o domos geodésicos se puede traducir fácilmente en una fuerza. La masa incluye la de un plato de plástico que crea una superficie plana, un balde colocado en la parte superior de la placa, y muchas tazas de agua. En ese caso, la masa total es:

$$m_{total} = m_{plato} + m_{balde} + m_{1 mL} * n_{mL}$$

donde  $n$  es el número total de ml añadidos al balde. Alternativamente, usted puede medir el balde de agua después de que se rompe y agregar la masa del plato. Una vez que calcule la masa, se puede calcular la fuerza debido a la gravedad:

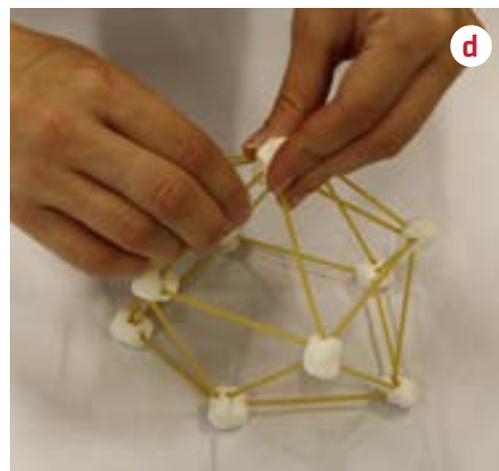
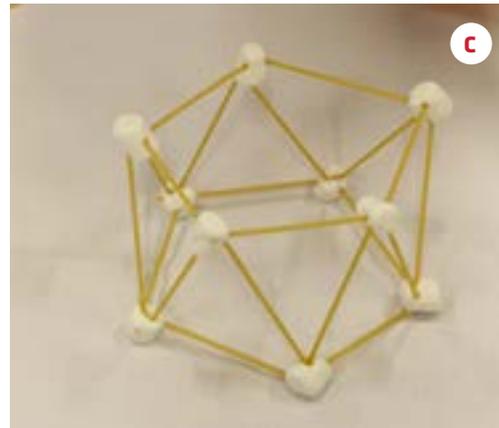
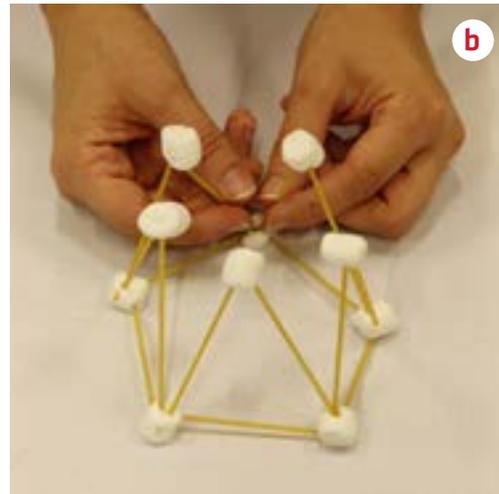
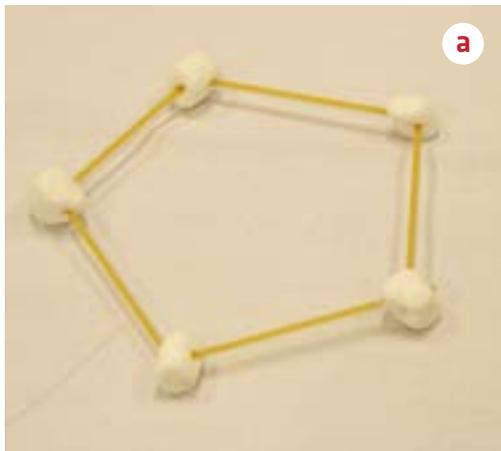
$$Fuerza (F) = m_{total} * g$$

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad ( $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ ) es la masa total en los domos. ¡Asegúrese de que está utilizando unidades coherentes! Recomendamos el uso de kilogramos para la masa para que las unidades resultantes sean Newtons,  $\frac{kg \cdot m}{s^2}$  - la unidad estándar de fuerza.

## RESUMEN DEL CONCEPTO - Cómo construir un domo geodésico

Los domos generalmente son semiesferas bastante lisas. Sin embargo, podemos construir domos de pequeños bastones rígidos rectos y algo para conectar esos bastones. Esos tipos de domos son llamados “domos geodésicos”, ya que están hechos de formas geométricas. A continuación se encuentran las instrucciones para construir el más simple de los domos geodésicos, pero sin duda puede ser mucho más elaborado. Un buen ejemplo es EPCOT en Disney World.

- Haga un pentágono con 3 piezas de espaguetis y 5 malvaviscos.
- Haga 5 triángulos usando 10 piezas más de espaguetis y 5 malvaviscos. Debe haber 2 trozos de espagueti en cada malvavisco.
- Conecte la parte superior de cada triángulo con 5 piezas más de espaguetis.
- Coloque 1 pieza de espagueti en cada uno de los 5 malvaviscos superiores y conéctelos con otro malvavisco.



© The Field Museum / Photos by Kate Webink



## ACTIVIDAD – Prueba de Fuerza de Estructura Geodésica

Construye diferentes tipos de estructuras, incluso domos y cubos, ¡y compara su fuerza! Prueba otras estructuras que te puedas imaginar, como una pirámide o una forma de casa.

### PRONOSTICA:

¿Qué estructura será la más fuerte? ¿Por qué piensas eso?  
¿Cuánto podrá soportar esa estructura?

### SUMINISTROS:



© The Field Museum / Photos by Kate Wehink

- Malvaviscos (puede utilizar pastillas de goma o también osos gummi )
- Spaghetti, roto en pedazos de 3 pulgadas (también se pueden usar palillos de dientes)
- Plato de plástico
- Balde
- Agua
- Vaso de precipitación (al menos 100 ml)
- Bandeja grande (para recoger el agua en caso de que ésta caiga)
- Balanza

## ACTIVIDAD - Prueba de Fuerza de Estructura Geodésica, *continuación*

### QUÉ HACER:

- 1) Mide la masa del plato de papel, la masa de 100 ml de agua, y del balde. Registra esa información.
- 2) Construye tres domos geodésicos simples de espaguetis y malvaviscos. Si es posible, deja que reposen durante la noche o incluso varios días para que se sequen y se peguen mejor. (Ver: instrucciones para la construcción de domos geodésicos).
- 3) Alinea los domos en un triángulo dentro de la bandeja y coloca la placa en la parte superior. Coloca el balde en la parte superior de eso.
- 4) Añade 100 ml de agua a la vez y registra cuántas veces haces eso. Continúa agregando agua hasta que por lo menos uno de los domos caiga completamente (cuando el plato toque la superficie)
- 5) Con la masa que se midió para el plato, el balde y la masa total de agua (el número total de 100 ml de agua agregados \* masa de 100 ml de agua), calcula la fuerza fuerza sobre los tres domos en el momento en que se caen completamente.
- 6) Repite los pasos 3 a 6 con cubos construidos con espagueti y malvaviscos u otras formas que desees probar. Utiliza siempre 3 estructuras para cada ensayo.
- 7) Compara los resultados obtenidos para los domos frente a las otras estructuras. Compara tus resultados con tu pronóstico.





## ACTIVIDAD - Prueba de esfuerzo del huevo

¡Pon a prueba la fortaleza de los huevos! Tienen una forma muy común que se observa en la naturaleza: ¡ el domo! Hay una razón para eso. ¿Qué crees que es?

### PRONOSTICA:

¿Cuánto peso podrán soportar los huevos?

### SUMINISTROS:

- Huevos
- Cartón de huevos
- Plato de plástico
- Tijeras
- Balde
- Agua
- Vaso de precipitación (al menos 100 ml)
- Balanza
- Bandeja grande (para recoger el agua y el contenido del huevo)



© The Field Museum / Photos by Kate Webbinck

## ACTIVIDAD - Prueba de esfuerzo del huevo, *continuación*

### QUÉ HACER:



- 1) Mide la masa del plato de plástico, la cantidad de agua en 100 ml de agua, y el balde. Registra esa información.
- 2) Corta las tazas del cartón de huevos para usarlos como soporte para los huevos. (Las cajas de huevos de cartón son las mejores)
- 3) Organiza los huevos en forma de triángulo dentro de la bandeja. Coloca la placa de plástico sobre los huevos y luego el balde en la parte superior de la placa.
- 4) Añade agua, de a 100 ml de agua a la vez en el balde y registra cuánto agregas. Continúa agregando agua hasta que por lo menos uno de los huevos se rompa completamente (cuando el plato toque la superficie).
- 5) Con la masa que se midió para el plato, el balde y el agua (el número total de ml de masa de agua agregada\* de 1 ml de agua), calcula la fuerza total que hacía presión sobre los tres huevos cuando por lo menos uno de ellos se rompió.
- 6) Repite los pasos 3 a 6, y organiza los huevos de manera diferente. Prueba con un triángulo más pequeño o más grande o coloca los huevos de costado. Registra esa información.



© The Field Museum / Photos by Kate Webhink



# HOJA DE REGISTRO – Prueba de Resistencia

Utiliza esta página para alguna de las pruebas de resistencia por encima de.

**Masa del Balde:** \_\_\_\_\_ kg

**Masa del Plato de Plástico:** \_\_\_\_\_ kg

<b>DIBUJA O DESCRIBE LA PRUEBA</b> <b>(incluso lo que se estaba</b> <b>probando, como por ejemplo los</b> <b>huevos o el domo y la forma en</b> <b>que se organizaron, como ser</b> <b>muy juntos o muy separados).</b> <b>Añade tantos detalles como sea</b> <b>posible.</b>	<b>ml TOTALES de</b> <b>AGUA AGREGADA</b>	<b>MASA DE AGUA</b> <b>(masa de 1 ml *  número de ml)</b>	<b>MASA TOTAL</b> <b>(AGUA + BALDE  + PLATO DE  PLÁSTICO)</b>	<b>FUERZA</b> <b>(Newtons)</b>

PARA ESTUDIANTES

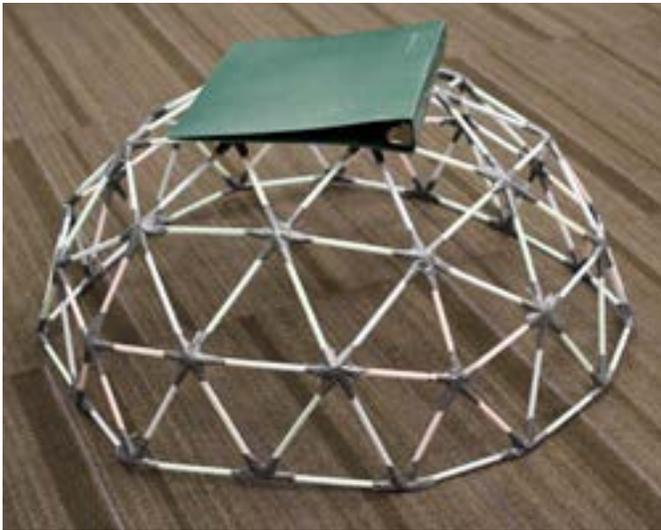






## DESAFÍO DE DISEÑO

Diseña una estructura con objetos bastante frágiles (espaguetis, periódico enrollado, limpiapipas, palillos, cinta, malvaviscos, pastillas de goma, ¡las posibilidades son infinitas!) Y encuentra una manera de probar la resistencia de la estructura. Para hacerlo más interesante, haz una competencia en la clase para ver qué cúpula podía soportar la mayor cantidad de peso. Debate sobre cómo el diseño ha contribuido a la fortaleza del diseño ganador.



© The Field Museum / Photos by Kate Webbink



## RECURSOS ADICIONALES

### Ideas simples de diseño de domos geodésicos en la Web

Construcción de Domos con Papel de Periódico y cinta – PBS, Zoom:  
<http://pbskids.org/zoom/activities/sci/geodesicdome.html>  
[http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/educator/act\\_geodesic\\_ei.html](http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/educator/act_geodesic_ei.html)

Construcción de Domos con papel de construcción:  
<http://hilaroad.com/camp/projects/dome/dome.html>

Construcción de Domos con Pinchos. – Sci-Toys:  
<http://sci-toys.com/scitoys/scitoys/mathematics/dome/dome.html>

Construcción de Domos con Pajillas –eHow:  
[http://www.ehow.com/how\\_7254371\\_build-miniature-geodesic-dome.html](http://www.ehow.com/how_7254371_build-miniature-geodesic-dome.html)

### ESPECIAL AGRADECIMIENTO A:

*The Machine Inside: Biomechanics* was developed by The Field Museum, Chicago, in partnership with the Denver Museum of Nature & Science.

Funded by:  **The Searle Funds**  
at The Chicago Community Trust

Lead Sponsor: 