

## Modelo de gelatina/galletas de cómo las ondas sísmicas se amplifican y destruyen Demostrando cómo el temblor sísmico depende de la geología local

Cuando se produce un terremoto, el temblor del terreno donde estén depende de tres cosas:

- 1) cómo es el terremoto (su magnitud);
- 2) la distancia al terremoto;
- 3) los efectos del lugar – su geología local.

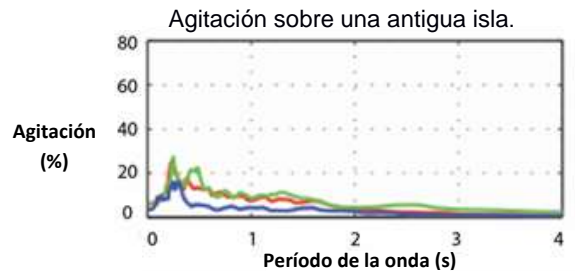
Prepare el experimento un día antes. En una bandeja de horno, haga un modelo de terreno usando galletas y gelatina. Cree un área con cimientos sobre roca sólida (galleta) y otra sobre

sedimentos blandos (gelatina). Espere unas horas para que la gelatina se endurezca (en un frigorífico). Su modelo representa un lugar como la ciudad de México donde la parte central de la ciudad está construida sobre roca sólida, pero el resto descansa sobre sedimentos lacustres blandos. Esto significa que partes diferentes de la ciudad separadas tan solo por centenares de metros responderán de una forma muy diferente al temblor de un terremoto.

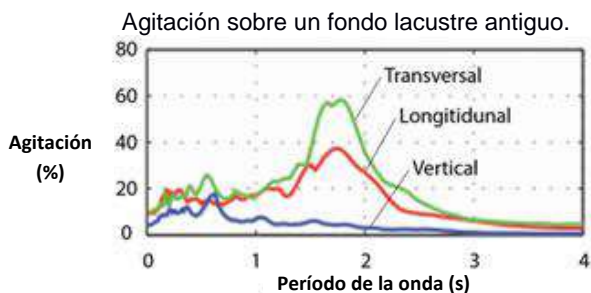


El modelo de gelatina/galleta usado para demostrar la amplificación sísmica local  
(vídeo - [http://www.earthlearningidea.com/Video/Mexico\\_City.html](http://www.earthlearningidea.com/Video/Mexico_City.html))  
(Copyright de foto y vídeo Paul Denton BGS creative commons)

En su modelo de gelatina/galletas, construya dos torres idénticas (de galletas o bloques de madera). Ahora, agite la bandeja con la mano, primero suavemente y aumente gradualmente la agitación. Esto provoca una fuerte resonancia en la débil capa de gelatina y la agitación se amplifica mucho, provocando el colapso del edificio con cimientos en la gelatina, mientras que el que tiene cimientos sólidos sólo tiembla un poco.



Gráficos de un informe preliminar de la UNAM.



Los gráficos muestran los movimientos del terreno registrados durante el terremoto M7.1, a 120km de la ciudad de México el 19 de septiembre de 2017 en dos sitios cercanos de la ciudad de México, uno sobre el antiguo fondo del lago y el otro sobre roca sólida.

### Ficha técnica

**Título:** Modelo de gelatina/galletas de cómo las ondas sísmicas se amplifican y destruyen

**Subtítulo:** Demostrando cómo el temblor sísmico depende de la geología local

**Tema:** Modelando el efecto de las ondas sísmicas sobre los edificios.

**Edad de los alumnos:** 13-16 años

**Tiempo necesario:** 20 minutos.

**Aprendizajes de los alumnos:** Los alumnos pueden:

- comprender que los efectos de los terremotos no son iguales en todas partes;

- comprender el concepto de frecuencia y resonancia, como cuando una pequeña vibración coincide con la frecuencia natural de un objeto se puede amplificar y originar una gran vibración;
- ver cómo los científicos intentan comprender y crear modelos para comprender los efectos que ven en el mundo que les rodea.

#### Contexto:

La agitación de un terremoto depende de cuánto esté de lejos de él porque la amplitud de las ondas sísmicas disminuye con la distancia debido a su dispersión, es decir, que la onda se dispersa sobre un volumen más grande, y la atenuación debida a la pérdida de energía a medida que la onda atraviesa un material.

La parte central de la ciudad de México ha sido construida sobre la antigua ciudad azteca de Tenochtitlan situada sobre una isla de un lago. Cuando los españoles expandieron la ciudad durante los siglos XVII y XVIII, drenaron el lago y continuaron construyendo sobre los sedimentos blandos del fondo del lago alrededor del núcleo sólido de la isla.

Todos los materiales tienen una resistencia natural y su propia masa. Esto significa que cuando sean sacudidos querrán vibrar naturalmente con una cierta frecuencia (denominada **frecuencia natural**). Si el material es resistente, su frecuencia es alta, si es débil, la frecuencia es baja. En las cuencas sedimentarias de algún centenar de metros de potencia, la frecuencia natural de los sedimentos débiles (como los sedimentos del fondo del lago de la ciudad de México) es de 0.5-1 Hertz (un ciclo cada 1-2 segundos). Si las ondas sísmicas entran en esta cuenca desde un terremoto distante con una frecuencia similar a esta, se pueden amplificar por un factor de hasta diez veces comparado con las rocas resistentes de su alrededor (en que la frecuencia natural puede ser de decenas de Hertz).

#### Ampliación de la actividad

Investigue la resonancia agitando caramelos de goma montados sobre espaguetis a diferentes frecuencias. Lea cómo los científicos usan modelos matemáticos de la geología bajo las grandes ciudades para predecir cómo será el temblor para un terremoto próximo, y utilizan esta información para mejorar las normas de construcción.

#### Principios subyacentes:

- El temblor de las ondas sísmicas se caracteriza por su frecuencia (número de ciclos por segundo) o su período (tiempo entre ciclos consecutivos).
- Las ondas sísmicas son vibraciones físicas de terreno que pueden viajar a centenares de km.
- La “frecuencia natural” es la frecuencia a la que un objeto o cuerpo vibrará si puede hacerlo libremente
- La resonancia tiene lugar cuando una pequeña vibración puede ser amplificada si la frecuencia de una señal variable y la frecuencia natural de un cuerpo son similares.

#### Desarrollo de habilidades cognitivas:

La observación lleva a un modelo conceptual que, a su vez, lleva a un modelo físico o matemático.

#### Material:

- bandeja de horno, gelatina, galletas (apilables) (suficientes para un modelo de demostración)
- (para la ampliación) caramelos de goma, espaguetis crudos (suficientes para tres trozos de espagueti y tres caramelos de goma por alumno)

#### Enlaces útiles:

El artículo del New York Times:

<https://www.nytimes.com/interactive/2017/09/22/world/americas/mexico-city-earthquake-lake-bed-geology.html>

Blog post: <http://temblor.net/earthquake-insights/mexico-city-building-collapses-experts-on-drop-cover-and-hold-on-or-run-5340/>

(avanzado) Artículo de Nature sobre modelos: <https://www.nature.com/articles/srep38807>

Actividades de Earthlearningidea: Véanse dos actividades sencillas relacionadas con este tema: *Agitación sísmica – ¿se hundirá mi casa? Cuando se produce un terremoto – investigue por qué algunos edificios sobreviven y otros no y ¿Agitados pero no mezclados? Cómo afectan los terremotos a los edificios.*

Font: Paul Denton del British Geological Survey ([pdenton@bgs.ac.uk](mailto:pdenton@bgs.ac.uk)).

© El Equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea produce periódicamente una idea didáctica de bajo coste, con los mínimos recursos, para educadores y profesores de Ciencias de la Tierra a nivel escolar, con una discusión online sobre cada idea con el fin de desarrollar una red de apoyo global. “Earthlearningidea” tiene una financiación mínima y se produce mayoritariamente de forma voluntaria. No se aplica el Copyright del material de esta unidad si se usa en el laboratorio o en el aula. El Copyright de materiales de otros editores les sigue perteneciendo. Cualquier organización que quiera usar este material deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea. Nos hemos esforzado para localizar y contactar los propietarios del copyright de los materiales de esta actividad y obtener su permiso. Por favor, pónganse en contacto con nosotros si, a pesar de ello, creen que se ha vulnerado su copyright: les agradeceremos cualquier información que nos ayude a actualizar nuestros registros. Si tiene dificultades para leer estos documentos, por favor, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda.

