

## Guía para Maestros sobre La Educación para Terremotos



# Guía para Maestros sobre La Educación para Terremotos

---

Fred Mednick  
Teachers Without Borders

Say Thanks to the Authors  
Click <http://www.ck12.org/saythanks>  
(No sign in required)



To access a customizable version of this book, as well as other interactive content, visit [www.ck12.org](http://www.ck12.org)

## AUTHORS

Fred Mednick

Teachers Without Borders

CK-12 Foundation is a non-profit organization with a mission to reduce the cost of textbook materials for the K-12 market both in the U.S. and worldwide. Using an open-content, web-based collaborative model termed the **FlexBook®**, CK-12 intends to pioneer the generation and distribution of high-quality educational content that will serve both as core text as well as provide an adaptive environment for learning, powered through the **FlexBook Platform®**.

Copyright © 2014 CK-12 Foundation, [www.ck12.org](http://www.ck12.org)

The names “CK-12” and “CK12” and associated logos and the terms “**FlexBook®**” and “**FlexBook Platform®**” (collectively “CK-12 Marks”) are trademarks and service marks of CK-12 Foundation and are protected by federal, state, and international laws.

Any form of reproduction of this book in any format or medium, in whole or in sections must include the referral attribution link <http://www.ck12.org/saythanks> (placed in a visible location) in addition to the following terms.

Except as otherwise noted, all CK-12 Content (including CK-12 Curriculum Material) is made available to Users in accordance with the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 3.0 Unported (CC BY-NC 3.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), as amended and updated by Creative Commons from time to time (the “CC License”), which is incorporated herein by this reference.

Complete terms can be found at <http://www.ck12.org/terms>.

Printed: March 27, 2014

**flexbook**  
*next generation textbooks*



# Contents

<b>1</b>	<b>introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Lección número 1: El interior de la tierra y las placas tectónicas</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Lección número 2- Descubriendo los límites de placas.docx</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Lección número 3- Propiedades de los materiales de la Tierra.docx</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Lección número 4- Movimiento de placas y fallas .docx</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Lección número 5- La máquina de un terremoto.docx</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Lección número 6- Ondas sísmicas .docx</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Lección número 7- Licuefacción .docx</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Lección número 8- Peligros de deslizamientos de tierra.docx</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>Lección número 9- Peligros estructurales.docx</b>	<b>41</b>
<b>11</b>	<b>Lección número 10- Peligros no estructurales.docx</b>	<b>66</b>
<b>12</b>	<b>Lección número 11- Simulacros de sismos, planeación y herramientas.docx</b>	<b>74</b>
<b>13</b>	<b>Lección número 12- Haciendo un diario.docx</b>	<b>81</b>

## CONCEPT

## 1

# introducción

"Charles Darwin's discoveries in the natural sciences began during his South America cruise. On February 20, 1835, during the Beagle's voyage around South America, he felt and described the great Concepción, Chile megaquake. In September of the same year he described the selective evolution of birds on the Galapagos Islands. The latter discovery eventually led him to formulate the Theory of Evolution."

## From Earthquake Disasters in Latin America: A Holistic Approach

Heriberto Castaños • Cinna Lomnitz (2012). SPRINGER (Germany). *Instituto de Investigaciones Económicas Universidad Nacional Autónoma de México Mexico, DF Mexico*

## CONCEPT

## 2

# Lección número 1: El interior de la tierra y las placas tectónicas

## Lección número 1: El interior de la tierra y las placas tectónicas

Para aprender por qué, dónde y cómo ocurren los terremotos, es importante que sus estudiantes se familiaricen con el interior de la tierra y el modelo de las placas tectónicas. Los motores que controlan la máquina de los terremotos son las placas tectónicas. El primer paso para entender las placas tectónicas es aprender sobre la estructura interior de la tierra.

Esta lección incluye ambos temas. Esta actividad está diseñada para un período de clase de una hora.

Esta lección fue basada en una actividad creada por Laurie Molnar (de la Universidad de Pittsburgh, Johnstown) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

### Materiales

Fotocopias de la ficha número 1 (una por estudiante)

Huevos duros (uno por estudiante)

Cuchillos de plástico, platos, y servilletas (un conjunto por estudiante)

### Introducción

1. Primero, pregúntele a los estudiantes qué es un globo terráqueo. Explíquenes que un globo terráqueo es un modelo de la Tierra. Los científicos usan modelos para representar objetos.

2. Presente un modelo del interior de la Tierra (ficha número 1). Pregúntele a los estudiantes cómo creen que los científicos saben de qué está hecha la Tierra. Puede empezar a explicarle a los estudiantes con un ejemplo al que se puedan relacionar (adivinando qué está dentro de un regalo empacado sólo agitándolo, pesándolo, sintiéndolo o oliéndolo). Explique que los científicos estudian ondas sísmicas generadas por terremotos, máquinas que vibran, o explosiones para aprender sobre el interior de la Tierra. Las ondas sísmicas se curvan y se reflejan a la interfaz entre dos materiales diferentes (vea la Lección número 6). Use un ejemplo al que se puedan relacionar los estudiantes (comprobando la madurez de una sandía con golpecitos). Dígale a los estudiantes que hay otras formas en que los científicos estudian el interior de la Tierra: abriendo agujeros con taladros o estudiando materiales traídos a la superficie por medio de erupciones volcánicas.

3. Explíquenes que la Tierra está compuesta de tres capas principales: la corteza, el manto y el núcleo. Dibújelos en la pizarra usando tizas de colores. Explique que el núcleo está dividido entre dos capas: la capa interior sólida y la capa exterior líquida. Pregúntele a los estudiantes cómo saben los científicos que hay una capa líquida y una sólida. Explique que las ondas sísmicas viajan a diferentes velocidades cuando pasan por medio de diferentes tipos de materia.

4. Dígale a sus estudiantes que la corteza está dividida en pedazos, los cuales los científicos las llaman placas. Cada placa se mueve comparada a las otras. Este movimiento se llama el movimiento de placas tectónicas. Dígales que aprenderán sobre tres tipos de movimientos en esta lección.

5. Dígale a sus estudiantes que ahora van a usar un huevo como un modelo del interior de la Tierra.

### Procedimientos

1. Déle a cada estudiante un huevo duro, un plato, un cuchillo de plástico y una servilleta.
2. Pregúntele a los estudiantes qué parte de la Tierra es representada por la cáscara del huevo.

- Dígale a los estudiantes que le den golpecitos al huevo en la mesa para crear rajitas en la cáscara. Pregúntales qué parte de la Tierra es representada por los pedazos de la cáscara.
- Pregúntele a los estudiantes qué capa de la Tierra se puede ver debajo de la cáscara.
- Ahora dígale a los estudiantes que aprieten sus huevos suavemente hasta que haya un leve movimiento en los pedazos de cáscara. Dígale a los estudiantes que busquen los sitios donde los pedazos de la cáscara se separen, se junten, o se pasen. Pregúntales qué ven (la cáscara se abulta en unas partes y en otras revela la parte blanca del huevo). Así es que las placas tectónicas de la Tierra se mueven. Esto resulta en la formación de montañas, nuevos fondos oceánicos y terremotos. Introduzca el término límite de placas. Ahí es donde las placas de la Tierra se aproximan entre sí (el abultamiento de los pedazos de cáscara), se alejan entre sí (revelando la parte blanca del huevo), y se pasan entre sí.

- Muéstrelle a los estudiantes cómo cortar sus huevos.

- Dígale a los estudiantes que digan los nombres de las capas del interior de la Tierra usando el interior del huevo como un modelo de la Tierra.

**Cuidado!** La analogía del huevo tiene sus límites. La mayoría de las partes de la cáscara del huevo tienen la misma densidad, mientras las placas en la Tierra varían en densidad. Por ejemplo, las placas oceánicas son más densas que las placas continentales. Las cáscaras no se mueven, mientras que las placas sí. El huevo sólo tiene una sección interior (la yema), mientras que el interior de la Tierra está compuesto de una sección sólida por dentro y una sección líquida por fuera. Vale la pena mencionarle estos límites a sus estudiantes.

- Cómanse el huevo.

### Recursos Útiles de Internet

Superficie e interior de la Tierra (en inglés):

[http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Interior\\_Structure/overview.html&edu=elem](http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Interior_Structure/overview.html&edu=elem)

### Referencias

Molnar, L., 2002, Earth's interior and plate tectonics theory, disponible en línea:

[http://www.eduref.org/Virtual/Lessons/Science/Earth\\_Science/EAR0203.html](http://www.eduref.org/Virtual/Lessons/Science/Earth_Science/EAR0203.html)

Ficha número 1: La estructura del interior de la Tierra

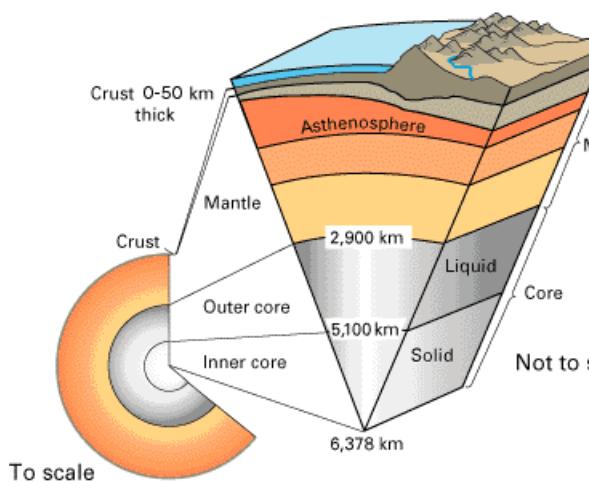


FIGURE 2.1

## CONCEPT

## 3

# Lección número 2- Descubriendo los límites de placas.docx

## Lección número 2: Descubriendo los límites de placas

En los límites de placas es donde ocurre toda la acción. Un gran porcentaje de los terremotos, de las erupciones volcánicas y de la formación de las montañas ocurre en los límites de placas. Además es donde viven la mayoría de las personas. En esta lección los estudiantes utilizarán datos científicos para aprender cómo funciona el proceso científico. Aprenderán donde están las placas tectónicas y los límites de placas, que ocurre en estos límites y como los clasifican los científicos. Este programa anima a los estudiantes a observar, describir y clasificar datos científicos para aprender sobre el trabajo científico.

Esta actividad está diseñada para tres clases de una hora en días diferentes, pero también se puede realizar en una sesión de laboratorio de tres horas.

Esta lección es una modificación del programa desarrollado por Sawyer et al. (2005).

### Materiales

2 copias de la hoja de ejercicios 2a por estudiante: mapa de límites de placas.

1 copia de la hoja de ejercicios 2b: mapa de sismología que muestra la ubicación y profundidad de los terremotos.

1 copia de la hoja de ejercicios 2c: mapa de volcanología que muestra la actividad volcánica reciente.

1 copia de la hoja de ejercicios 2d: mapa geográfico que muestra la topografía y la batimetría.

1 copia de la hoja de ejercicios 2e: mapa geo-cronológico que muestra la antigüedad del relieve oceánico

1 copia del gráfico 2

### Lápices de colores

Ojo: Todos los mapas y las hojas de ejercicios se pueden encontrar aquí: <http://www.geophysics.rice.edu/plateboundary/download>

### Introducción

- Explíquele a los alumnos que la clave para el progreso científico es la habilidad de observar, describir, y clasificar la información o los datos. Deles un ejemplo con algo que puedan relacionar (a la hora de examinar a un paciente, un médico observa, describe y clasifica para hacer un diagnóstico).
- Coméntales que van a aprender sobre los procesos de los límites de placas. Basándose en la lección 1, deberían ser capaces de explicar que son los límites de placas. Explíquelles que ellos mismos van a descubrir que ocurre en estos límites. Ellos van a observar, describir y, finalmente, clasificar los datos proporcionados.
- Explíquele a los alumnos que esto les permitirá aprender sobre los límites de placas de la misma forma que un médico aprende sobre el cuerpo humano.
- Dependiendo del nivel de conocimiento sobre las ciencias de la Tierra de sus estudiantes, podría considerar explicar los siguientes términos: sismología, volcanología, geografía y, especialmente, geo-cronología. Ellos van a utilizar estos términos a lo largo de este ejercicio.

### Procedimiento

- Repártale a cada estudiante un mapa de los límites de placas, y asígnale a cada uno una especialidad científica (sismología, geo-cronología, volcanología o geografía), y el nombre de una placa (Placa Pacífica, Placa Norteamericana, Placa de India, etc.). El objetivo es que cada estudiante tenga una combinación diferente de especialidad y placa, y que todas las especialidades científicas cubran las placas utilizadas en el ejercicio.

2. A continuación pídale a los alumnos que se junten en grupos por especialidad en su mapa respectivo: los sismólogos en el mapa de terremotos, los volcánólogos en el mapa de volcanes, los geo-cronólogos en el mapa del relieve oceánico, y los geógrafos en el mapa topográfico.

3. Exíjale a cada grupo que se familiarice con su mapa y que lean el texto para que vean qué muestra y cómo se expone. Deben trabajar en grupo para entender qué es lo que están viendo. Camine entre los grupos, escuche y aclare conceptos. Esto debería durar unos 10-15 minutos. Recuérdaleles que tienen que observar, en lugar de describir o interpretar.

4. Pídale a cada grupo que describa lo que ve. Su descripción debería incluir palabras como *profundo* o *superficial*, *activo* o *inactivo*, cadena montañosa o valle y simétrico o asimétrico. Cada grupo debe trabajar solamente con su mapa de datos. En este punto los alumnos deberían estar hablando, en vez de tomar apuntes.

5. Ahora pídale que clasifiquen la información. Cada grupo tiene que hacer una clasificación de los límites de placas de todo el mundo basándose en sus datos. Pueden utilizar hasta 5 tipos de clasificación de los límites de placas. Estas clasificaciones tienen que ir numeradas, de esta forma: placa tipo 1, placa tipo 2, etc. No pueden utilizar terminología de las placas tectónicas. Pídale que escriban una pequeña descripción sobre cómo han identificado los diferentes tipos de límites de placas.

6. Pídale que utilicen los lápices de colores para señalar (en su propio mapa de los límites de placas) todos los límites del mundo que concuerden con esa descripción. Deberían utilizar un color diferente para cada uno de los tipos de límites. Se les exigirá que entreguen los mapas al finalizar el ejercicio (en el tercer día).

**¡Cuidado!** Al principio puede parecer confuso. Mantenga a los alumnos en la línea preguntando a alguno del grupo que elija un segmento del límite de placas. Y pregúntele que es lo que muestran los datos en el segmento, o cerca de él. Por ejemplo, el sismólogo puede darse cuenta de que solo hay terremotos superficiales a lo largo de la placa y/o que la línea de terremotos y el límite de placa tienen un patrón en zigzag. A continuación, sugiérale que de esa forma acaban de definir su primer tipo de límite. Pídale que marquen con un lápiz de color las características del tipo de límite en el mapa. Pídale que encuentren otros segmentos de los límites de placa que encajen con esta descripción. Deben repetir este proceso encontrando un segmento de límite de placa que todavía no hayan marcado, y repetir todo el proceso para definir el segundo tipo de límite de placa.

7. Vaya de grupo en grupo ayudando y preguntando cuando sea oportuno. Pídale que guarden los mapas y las clasificaciones de los tipos de límites de placas, ya que van a ser usados más adelante.

8. En el segundo día, agrupe a los estudiantes en grupos según las placas. Cada grupo debe consistir en un sismólogo, un volcánólogo, un cronólogo y un geógrafo. Este será un grupo diferente del que han trabajado en el primer día.

9. Explíquale que cada grupo tiene especialistas en todos los tipos de datos, pero que esos especialistas solo han observado la información relacionada con su propia especialidad. Cada grupo debe trabajar con los mapas hasta estar familiarizados con todos los datos. Sobre cada mapa, los especialistas de ese mapa deben hacer una pequeña presentación a los otros miembros del grupo acerca de la información. Todos los alumnos son especialistas, así que hágales que presenten sus datos cuando lleguen a sus mapas. Los que hacen la presentación deben, en primer lugar, exponer los datos y la forma de simbolizarlos, señalando las características más importantes en el mapa. Deben presentar los tipos de límites de placas del primer día y su localización en el mundo. Todas las presentaciones juntas no deberían durar más de 15 minutos.

10. El siguiente paso es pedir a los alumnos que descubran un nuevo plan de clasificación para los límites de su placa (no del mundo). Este plan debería llamarse tipo de límite A, tipo de límite B, etc. Lo más importante es que el plan debe basarse en los cuatro tipos de datos. Por ejemplo, el tipo de límite A puede describirse de la siguiente forma: terremotos superficiales en los límites de placas, pocos volcanes, o ninguno, posición de altitud topográfica y siguiendo una línea de relieve oceánico joven. Todos los estudiantes tendrán que entregar este nuevo mapa al terminar el ejercicio (el tercer día), con la descripción de su tipo de límite en la parte de atrás y con colores en el mapa.

11. Hacia el final del segundo día, explique a los estudiantes que un representante de cada grupo va a tener que hablar a toda la clase al comienzo del tercer día. Con esto termina el segundo día.

12. El tercer día es para las presentaciones de los grupos. Pídale que describan las clasificaciones de límites de placas y que comenten los límites examinados.
13. Utilice el tiempo restante para discutir los procesos de los límites de placas e introducir la terminología que los científicos utilizan a la hora de describirlos. Utilice el gráfico 2 para explicar los límites convergentes, divergentes y transformantes. Explique porque cada uno de estos límites muestra los fenómenos que los estudiantes han observado.
14. Los alumnos deben entregar los dos mapas de los límites de placas con sus anotaciones.

### Recursos útiles en el internet

Guía para profesores sobre esta actividad:

<http://terra.rice.edu/plateboundary/tg.html>

### Referencias

Sawyer, D.S., Henning, A.T., Shipp, S., Dunbar, R.W., 2005, Un ejercicio de datos para descubrir los procesos de límites de placas, Diario de la educación de ciencias de la Tierra, v. 53, n. 1, p. 65-74

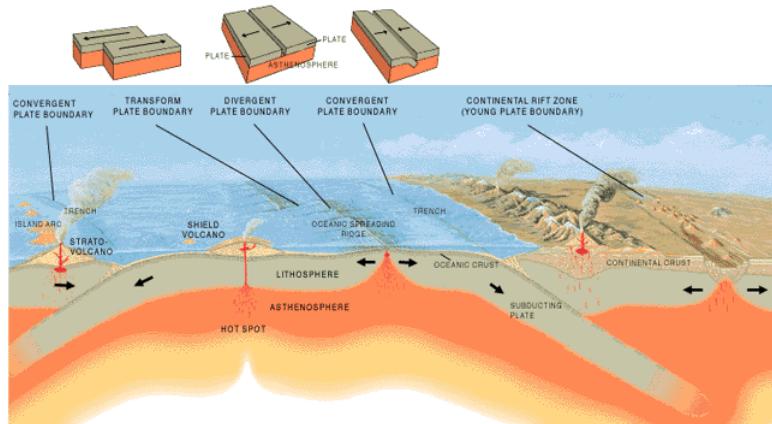


FIGURE 3.1

Figura No. 2

## CONCEPT

## 4

# Lección número 3- Propiedades de los materiales de la Tierra.docx

## Lección número 3: Propiedades de los materiales de la Tierra

Las rocas son forzadas a cambiar su forma en las líneas de placa o cerca de ellas. Las rocas pueden experimentar aplastamientos, estiramientos o tracción en diferentes direcciones debido al estrés. Esta respuesta depende de: el tipo de estrés, ritmo al que es aplicado, las condiciones ambientales de las rocas, como la temperatura y presión, y su composición. Esta lección trata de contestar las siguientes preguntas: ¿cómo se deforman las rocas?, ¿qué factores juegan un papel importante en definir el comportamiento de las rocas?, ¿qué sucede cuando las rocas se deforman? y, por último, ¿por qué se deforman las rocas? Comprender las respuestas a estas preguntas nos ayuda a entender mejor los procesos físicos que provocan los terremotos.

Esta actividad está diseñada para dos períodos de una hora de clase en dos días, pero se puede hacer en un período de dos horas de laboratorio.

### Materiales

Resortes de metal pequeños

Bandas elásticas (cortar en el medio para hacer un cordón elástico)

Silly putty (es una masa deformable como la plastilina que además rebota al tirarla contra el suelo.) (Suficiente para compartir en partes iguales entre los estudiantes en el tiempo permitido)

Clips enderezados o pedazos de cables de metal.

*Tootsie rolls* (barras de chocolates) (dos por estudiante, refrigerados la noche anterior)

Foto Nro. 1a. deformación dúctil de las rocas

Foto Nro. 1b. deformación frágil de las rocas

### Introducción

1. Comentar a los estudiantes que la energía es la habilidad de mover cosas alrededor o provocar cualquier tipo de cambio en el ambiente. Que nombren algunos ejemplos de cómo la energía provoca cambios entre ellos. Ejemplos incluyen la energía química en el combustible produce calor, el cual puede ser utilizado para producir movimiento como, por ejemplo, en coches o camiones; o como la energía del movimiento puede transformarse en calor a través de la fricción al frotarse las manos. Los terremotos mueven las cosas alrededor y causan cambios en el ambiente, es por esto, que los terremotos se basan en el movimiento de energía. La razón por la que se originan los terremotos es porque la energía es absorbida, almacenada y liberada en los materiales de la Tierra.

2. Comentar a los estudiantes que van a aprender sobre las propiedades estructurales básicas de los materiales. Se denominan “propiedades estructurales” porque, con el propósito de este ejercicio, solamente estamos interesados en la habilidad de los materiales de mantener formas o mover energía como si fueran parte de estructuras. Que los estudiantes nombren algunos ejemplos de estructuras simples y complejas (como mesas, sillas, puentes, edificios, etc.). Comentarles que nuestras experiencias diarias con diferentes materiales son de gran ayuda para hacer hipótesis sobre cómo los materiales reaccionarán cuando se les aplica energía en diferentes formas. Esta es la base para realizar este ejercicio.

3. Explicar a los estudiantes el significado de las siguientes palabras. Que los estudiantes den ejemplos de materiales que coincidan con cada descripción:

Elástico: material que vuelve a su forma original luego de ser deformado (ejemplo: goma)

Inelástico: material que no vuelve a su forma original luego de ser deformado. Hay dos subcategorías principales de materiales inelásticos: frágil (material que se rompe o fractura fácilmente sin estirar mucho como el vidrio), y dúctil (material que puede ser tirado, estirado o comprimido en una forma deformada sin romperse como la silly putty a temperatura ambiente)

4. Explicar brevemente que significa estrés: estrés se refiere a la cantidad de fuerza aplicada por unidad de superficie de material. Darles un simple ejemplo: cuando una persona aplasta una lata de aluminio utilizando el pie, se aplica estrés a la lata. Explicar que significa tensión: se refiere al cambio de forma de un material. La lata aplastada en el ejemplo anterior está bajo tensión, por lo tanto, el estrés causa tensión.

## Procedimiento

1. Organizar cuatro zonas dentro del aula. En cada zona, colocar una banda elástica, cables de metal, silly putty, y los resortes de metal pequeños.

2. Dividir a los estudiantes en cuatro grupos y que pasen unos minutos en cada zona.

Pedirles que contesten las siguientes preguntas para cada material:

¿El material es elástico o inelástico?

¿Si el objeto es inelástico?, ¿el material es frágil o dúctil?

¿Qué otros materiales son similares a este material?

¿El material de este objeto se comporta como las rocas que forman los materiales de la Tierra?, ¿Por qué o por qué no?

3. Luego de que todos hayan pasado algo de tiempo con cada material, revisar las respuestas de los estudiantes y clasificar cada material. Las respuestas deben ser algo así:

Banda elástica: elástica

Cables de metal: inelásticos, dúctil

Silly putty: inelástica, dúctil (alguno puede decir frágil: ver paso 9)

Resortes de metal: elásticos (alguno puede decir dúctil, si el resorte se estira mucho; ver paso 10)

4. Explicar a los estudiantes que las rocas se pueden deformar de manera frágil y dúctil justo como el material con el que acaban de experimentar. Mostrar a los estudiantes la Foto Nro. 1a y 1b. Estas dos fotos muestran dos rocas deformes que afloran en la superficie de la Tierra. Pedir a los estudiantes que expliquen qué tipo de deformación observan en cada foto. Preguntarles si han visto algunos otros afloramientos de rocas similares.

**¡Advertencia!** Tener en cuenta que las estructuras geológicas pueden mostrar señales de más de un tipo de deformación.

5. Ahora decirle a los estudiantes que van a investigar sobre como las propiedades de los materiales pueden cambiar de acuerdo a las condiciones ambientales. Distribuir dos dulces *tootsie roll* s fríos a cada estudiante. Que los estudiantes especulen sobre cuáles son las propiedades de los dulces (es decir, elásticos o inelásticos, dúctil o frágil). El *tootsie roll* frío debe ser inelástico y frágil. Esto se puede demostrar al golpear con fuerza el dulce sobre la mesa – se tiene que fracturar en piezas pequeñas dentro de la envoltura del dulce. Que los estudiantes traten de deformar el dulce en diferentes formas (estirándolo, comprimiéndolo, doblándolo), y explicar que todos estos son ejemplos de cómo el dulce trata de absorber la energía.

6. Ahora, que los estudiantes calienten el segundo dulce (sosteniéndolo entre sus manos, o sentándose encima, o colocándose en sus bocas). Luego de que los dulces están bastante tibios, que los estudiantes traten de deformar el dulce de la misma manera que lo hicieron con el primero. Ahora el dulce debe ser mucho más fácil de doblar, comprimir y estirar que antes. Algunos de los dulces todavía se pueden romper pero el comportamiento será muy diferente. Con el agregado de calor, el dulce se puede deformar permanentemente en una nueva forma sin romperse.

Puedes preguntar a los estudiantes que nombren otros procesos donde esta propiedad es útil. Ejemplos pueden incluir el trabajo de metales, donde el hierro, acero o aluminio es calentado para que pueda transformarse en nuevas formas.

7. Explicar que el mismo comportamiento se da en muchos tipos de rocas. Comentar a los estudiantes que la presión y la temperatura aumentan mientras uno va más profundo dentro de la Tierra, y es por eso que el material más profundo de la Tierra (rocas del manto) son más fáciles de describir como inelásticas y de material dúctil en lugar de las rocas de la corteza terrestre que parecen ser elásticas y de materiales frágiles. Bajo la superficie de la Tierra, la presión impide que las rocas se separen en fragmentos. Para determinar la transición de comportamiento de frágil a dúctil, la temperatura y presión así como el ritmo de deformación y la composición del material son importantes.

**¡Advertencia!** Las rocas del manto pueden demostrar un comportamiento dúctil bajo estrés. Doblar es un ejemplo. *Pressure solution creep* es un mecanismo que puede explicar la ductibilidad de las rocas del manto a bajas temperaturas y presiones. Este proceso involucra la disolución de minerales en regiones de alta presión y su precipitación en regiones de baja presión. Esto ocasiona el deslizamiento de roca.

Además, las rocas dúctiles deformadas en el interior de la tierra pueden aflorar en la superficie por medio de elevaciones regionales y erosión.

8. Distribuir la silly putty entre los estudiantes. Pedirles que con la silly putty formen un cilindro pequeño de unos 5 a 10 centímetros de largo. Tomar el cilindro con ambas manos (una mano en cada extremo del cilindro), pedirles que tiren rápidamente del silly putty en la mitad para que se fracture sin problemas a la mitad. Ahora pedirles que vuelvan a formar nuevamente el cilindro con su forma original, y con ambas manos (una mano en cada extremo del cilindro) separarlo muy lentamente. Preguntarle qué pasa (lento cambio en la forma, se estira y no se rompe). Preguntarles a los estudiantes si la silly putty es elástica, inelástica, o ambas y por qué. Alentarlos a describir las condiciones que llevan a estos comportamientos que observan. Explicar a los estudiantes que mientras las palabras que empleamos (elástico, inelástico, etc.) describen el comportamiento de los materiales utilizados, todos los materiales en general normalmente presentan una mezcla de todas las propiedades dependiendo de las condiciones que experimenten.

9. Para resumir el experimento con la silly putty, comentar a los estudiantes que el ritmo con el cual el material se deforma determina el comportamiento del material. Un cambio brusco en la forma de las rocas puede causar deformaciones frágiles (puede romper las rocas), mientras que un lento cambio en la forma puede causar deformaciones dúctiles (provocando foliación en las rocas).

10. A continuación, distribuir los resortes que fueron utilizados en la primera parte del ejercicio. Repasar con los estudiantes que los resortes parecen ser de un material elástico ya que se pueden deformar y volver a su forma original. Tomar el resorte y estirarlo hasta el punto donde no vuelva a su forma original. Debe quedar un poco más largo que antes pero todavía debe mantener su propiedad elástica. Recordar que los científicos dicen que el objeto fue estirado. Preguntar a los estudiantes si: ¿este material es elástico, inelástico o ambos?, ¿por qué o por qué no? y ¿bajo qué condiciones? Explicar a los estudiantes que mientras las palabras que empleamos (elástico, inelástico, etc.) describen el comportamiento de los materiales utilizados, todos los materiales en general normalmente presentan una mezcla de todas las propiedades dependiendo de las condiciones que experimenten.

11. Resumir todos factores antes mencionados (temperatura, presión, ritmo de deformación, y composición) que determinan el comportamiento de los materiales de la Tierra.

12. Ahora, distribuir las bandas elásticas. Pedir a los estudiantes que estiren las bandas elásticas. Pedirles que pronostiquen que podría pasar si las sueltan (las bandas elásticas pueden volar una distancia considerable y lastimar a otra persona). Pedirles que expliquen por qué la banda elástica estirada puede representar una amenaza potencial (la energía potencial almacenada en la banda elástica estirada es liberada en forma de energía cinética cuando se suelta). Describir a los estudiantes que la corteza de la Tierra puede actuar como un material elástico y es capaz de absorber energía como una banda elástica. Esta energía almacenada puede liberarse más tarde (rápidamente o lentamente) en forma de terremotos.

13. Terminar de discutir el tema alentando a los estudiantes a aprender más sobre las causas de deformación y su relación con los terremotos en la Lección 4.



Foto Nro. 1a – Tayikistán del norte

FIGURE 4.1



Foto Nro. 1b – Pakistán del norte.

FIGURE 4.2

## CONCEPT

**5****Lección número 4-  
Movimiento de placas y fallas .docx****Lección 4: Movimiento de placas y fallas**

Como se vio en la Lección 3, la roca, a temperatura y presión bajas, es un material frágil que se quebrará si recibe demasiada presión. Cuando ocurre un desplazamiento lateral en una fractura, la ruptura es llamada falla. Los terremotos están relacionados con el desplazamiento de las fallas. En esta lección, los estudiantes aprenderán sobre los diferentes tipos de fallas que se producen por los diferentes tipos de movimiento de placas [U+2015] Lección 2 [U+2015], y su relación con los terremotos.

Esta actividad está contemplada para una hora de clase.

Esta actividad es una variante de una lección creada por Todd et al. (2004).

**Materiales**

Una bola de masa suave

Un poco de harina

Tiras de cartón (1 por cada equipo)

Lápices de colores

Tijeras

Una copia del Documento No. 4 (1 por cada estudiante, anexada al final de la lección)

**Introducción**

1. Recuerde a los estudiantes lo que aprendieron en la Lección 3. Pida a un estudiante que explique lo que es Esfuerzo y Deformación.
2. Explique que existen tres tipos de esfuerzo: compresión, tensión y de corte. Dé un ejemplo al que puedan asociarlos. Pregunte a los estudiantes qué le sucede a una bola de masa para pizza cuando la oprimen con las dos manos. Después entregue a un estudiante una bola de masa suave y pídale que demuestre lo que sucede (se recomienda aplicar un poco de harina en las manos para evitar que la masa se pegue). La masa se comprime hasta ocupar un espacio cada vez menor. Diga a los estudiantes que la masa se ha comprimido. A este esfuerzo se le llama compresión. Cambia la forma de la masa al reducir su tamaño. Pregunte a los estudiantes qué sucede si se estira la masa. Invite a los estudiantes a demostrarlo. La masa se hace más larga y delgada. El esfuerzo aplicado por los estudiantes se denomina tensión. Cambia la forma de la masa al alargar su tamaño. Para demostrar el tercer tipo de esfuerzo, pida a dos estudiantes que coloquen uno al lado del otro sosteniendo entre ambos la bola de masa. Un estudiante deberá ver hacia la pizarra, y el otro estudiante verá hacia el resto de la clase. Pida a los estudiantes que pronostiquen qué sucederá si los dos estudiantes comienzan a caminar. La masa se rasgará y muy probablemente se dividirá en dos partes. A esto se le llama esfuerzo de corte.
3. Pregunte a los estudiantes qué tipo de movimiento de placas ocasiona la compresión de las rocas; qué tipo produce tensión en las rocas; y qué tipo corta las rocas. Los estudiantes deben utilizar la información adquirida en la Lección 2 y de la manipulación de la bola de masa para contestar estas preguntas. Explique a los estudiantes que los diferentes tipos de movimiento de placas que producen los diferentes tipos de esfuerzo, y los diferentes tipos de esfuerzo producen diferentes tipos de deformación en las rocas. El movimiento convergente de las placas ocasiona la compresión de las rocas; el movimiento divergente produce tensión en las rocas; y el movimiento transformante corta las rocas. Esto será más entendible después de los experimentos con la masa. La masa representa a la roca en este experimento.
4. Recuerde a los estudiantes lo que aprendieron en la Lección 3: La parte externa de la Tierra es relativamente fría, y cuando recibe presión tiende a romperse (como se rompe un pedazo de plastilina fría). Explique a sus

estudiantes que estas rupturas o fracturas [U+2015] sobre las cuales ocurren los desplazamientos [U+2015], se llaman fallas. Explique que existen diferentes tipos de fallas (fallas de rumbo o transcurrentes, normal e inversa). Si tiene fotografías de fallas y rupturas en la fallas, éste es el momento para mostrarlas a la clase. Diga a los estudiantes que van a construir modelos de las fallas mencionadas en esta lección.

## Procedimiento

1. Divida el grupo en tres equipos (Equipo 1, 2 y 3). Entregue a cada equipo una tira de cartón, unas tijeras y lápices de colores.
2. Pida a un estudiante del Equipo 1 que dibuje en la tira de cartón un camino con varias casas a lo largo de éste. Este dibujo representa una vista aérea de la superficie de la Tierra. Luego pida a un estudiante que trace una línea vertical al centro del cartón. La línea debe dividir el cartón en dos partes y debe atravesar el camino dibujado. Pida a otro estudiante que corte el cartón siguiendo esta línea. Véase la Figura 1.

En el Equipo 2, dé instrucciones a un estudiante para que dibuje capas horizontales de roca en su tira de cartón (puede mostrarles una fotografía de una montaña que muestre estas capas). Este dibujo representa un corte transversal de la Tierra (como cortar una rebanada de pastel para poder ver las capas internas). Los estudiantes deberán marcar el centro del cartón, y trazar una línea a un ángulo de  $45^{\circ}$  sobre las capas de roca, iniciando desde el punto en el centro hacia el borde del cartón, para así dividir el cartón en dos piezas. Pídale que corten el cartón siguiendo esta línea. Véase la Figura 2.

Dé a los estudiantes del Equipo 3 las mismas instrucciones que dio a los del Equipo 2. Véase también la Figura 2.

3. Reúnase con cada equipo de forma individual. Explique a los estudiantes del Equipo 1 que hicieron el modelo de una falla de rumbo, en la cual un bloque de roca se desplaza horizontalmente con respecto a otro bloque (Figura 3). Pida a los alumnos que demuestren este movimiento utilizando sus cartones. Pregunte qué es lo que le ocurre al camino dividido por la falla. Pregúntele que tipo de esfuerzo se aplica para este tipo de falla (compresión, tensión, o corte). Pregunte qué tipo de límite de placa (convergente, divergente y transformante) puede verse en este tipo de falla. Explique que los geólogos distinguen dos tipos de fallas de rumbo con base en el movimiento relativo de un lado de la falla con respecto al otro. Si se colocan de frente a la falla, pueden decir que es una falla de rumbo izquierda, si el bloque más alejado se desplaza a la izquierda; y que es una falla de rumbo derecha si el bloque más alejado se desplaza a la derecha.

Explique a los estudiantes del Equipo 2 que han creado el modelo de una falla normal. La falla está marcada por el corte en el cartón. En una falla normal, la roca que se encuentra por encima del plano de la falla se desplaza hacia abajo sobre la pendiente de la falla (Figura 4). Invite a un estudiante a demostrarlo utilizando el cartón. Recuérdale que los cartones representan un corte transversal de la Tierra. Para ayudarse, pueden sostener los cartones perpendicularmente con respecto a la superficie de la mesa, e imaginar que están observando una montaña a lo largo de un camino que la atraviesa. Pregúntele que tipo de esfuerzo se aplica para este tipo de falla. Pregunte qué tipo de límite de placa puede verse en este tipo de falla.

Explique a los estudiantes del Equipo 3 que han creado el modelo de una falla inversa. La falla está marcada por el corte en el cartón. En una falla inversa, la roca que se encuentra por encima de la falla se desplaza hacia arriba sobre la pendiente de la falla (Figura 5). Despues, hágales las mismas preguntas que utilizó para los Equipos 1 y 2. Mencione a los estudiantes que las fallas de corrimiento son fallas inversas que se desarrollan en inclinación muy leve.

4. Pida a un estudiante de cada equipo que dé un breve reporte a la clase sobre el movimiento de fallas debatido en sus respectivos equipos. Cada representante deberá mostrar el sentido del movimiento de las fallas utilizando los cartones, mencionar el tipo de esfuerzo que las genera y el movimiento de placa que puede contribuir a su formación.
5. Permita a los estudiantes que intercambien sus modelos. Se recomienda que se permita a los estudiantes que prueben todos los modelos. Entregue a cada estudiante una copia del Documento No. 4. Pídale que lo respondan y lo entreguen al final de la clase.
6. Explique a los estudiantes que los terremotos ocurren en las fallas. Los terremotos transcurrentes ocurren en las fallas de rumbo; los terremotos normales en fallas normales; y los terremotos corticales ocurren en las fallas de

corrimiento o fallas inversas. Cuando un terremoto ocurre en una estas fallas, la roca que se encuentra en un lado de la falla se desliza con respecto al otro lado, exactamente como lo observaron en su demostración con los modelos de las fallas.

7. Termine la lección preguntando a los estudiantes si el movimiento de las fallas sucede sin complicaciones. Invítelos a utilizar sus cartones para contestar esta pregunta. Los estudiantes deberán observar que algunas veces las dos piezas de cartón se traban entre sí, y tienen que aplicar más fuerza para destrabarlas. Explíquenles que las fallas también se traban, por lo que el desplazamiento sólo ocurre cuando el esfuerzo aplicado a la falla aumenta a un nivel suficiente que provoca una ruptura en la falla.

8. Pida a los estudiantes que entreguen sus copias.

## Referencias

Todd, J., Stratton, M., Zarske, M.S., Yowell, J., 2004, *Faulty movement* , disponible en línea: <http://nsdl.org/resource/2200/20070910101010101010>

Bush, R.M., (editorial), 2006, *Laboratory manual in physical geology* (Séptima edición), Pearson Education, New Jersey, 302 p.



FIGURE 5.1

**Figura 1:** Vista aérea de la superficie de la Tierra



**Figura 2:** Corte transversal de la Tierra

**FIGURE 5.2**



**Figura 3:** El cartón representa una falla de rumbo o transcurrente

**FIGURE 5.3**



**Figura 4:** El cartón representa una falla normal

**FIGURE 5.4**



**Figura 5:** El cartón representa una falla inversa

**FIGURE 5.5**

Documento No. 4 Nombre: \_\_\_\_\_

La siguiente tabla es para comparar los tipos de fallas con el esfuerzo y deformación, y los tipos de límites de placa. Esta tabla es una adaptación de Bush et al. (2006).

#### Falla de rumbo



## Falla normal

---



## Falla inversa

---

### CLAVE DE RESPUESTAS

Documento No. 4 Nombre: \_\_\_\_\_

La siguiente tabla es para comparar los tipos de fallas, con el esfuerzo y deformación y los tipos de límites de placa. Esta tabla es una adaptación de Bush et al. (2006).

Ninguna de las dos Corte Falla de rumbo Transformante

---



Alargó Tensión Falla normal Divergente

---



Acortó Compresión Falla inversa Convergente

---

## CONCEPT

## 6

# Lección número 5- La máquina de un terremoto.docx

## Lección número 5: La máquina de un terremoto

Como se concluyó en la Lección 4, los terremotos se relacionan con desplazamientos en las fallas. El bloque fallado y el desplazamiento ocurren cuando la tensión de la falla se acumula a un nivel suficiente que provoque la ruptura de la falla, lo cual se conoce como movimiento o comportamiento de pegue y despegue. En esta lección, los estudiantes observan y entienden como ocurre un movimiento de pegue y despegue en las fallas, mediante la creación de un modelo simple de sistema de fallas.

**¡Precaución!** El movimiento de pegue y despegue no deben confundirse con movimientos de deslizamiento hacia el rumbo en fallas laterales.

Esta actividad está diseñada para dos clases de 1 hora y una clase de 2 horas en laboratorio. Esta lección es una adaptación de una lección publicada por Hubenthal y otros (2008).

### Materiales

Dos bloques de madera de 4" x 4"

Dos armellas, 12x1-3/16"

Una banda de lijado 4"x36" (50 Grit)

Un papel de lija de 1/3 (60 Grit)

Una goma

Una cinta adhesiva de tela de 16"

Una cinta métrica plástica

Un par de tijeras

Una pistola de termosellado

**¡Nota!** Estos materiales son suficientes para elaborar un modelo. Se recomienda que divida a sus estudiantes en grupos de cinco, y entréguele a cada grupo los materiales, de modo que puedan elaborar sus propios modelos. Para disminuir el costo de los materiales, puede elaborar sólo un modelo para los estudiantes, y que cada uno de éstos pruebe el modelo.

Antes de comenzar la clase, atornille una armella de 12x1-3/16" en el centro de un extremo del corte y en cada bloque de madera (vea la Figura 1). Utilice las pinzas para torcer la abertura de las armellas, y ábralas de modo que la goma y mesa de medición encajen (Figura 2).

### Introducción

Pídale a un estudiante que resuma las lecciones aprendidas de la Lección 4. Cerciórese de que los estudiantes entiendan la relación entre las fallas y los terremotos (es decir, cuando se provoca la ruptura de la falla, la energía almacenada en las rocas circundantes se libera y ocurre un terremoto).

Recuérdelle a los estudiantes que el movimiento en la falla es irregular y no es suave, ya que la superficie del plano de falla es irregular, similar a un papel de lija.

Introduzca el tema de la fricción. Pregúntele a los estudiantes preguntas simples como qué provoca que un auto deje de moverse, o qué provoca que un patinador(a) sobre hielo reduzca la velocidad o se detenga. Dígale a los estudiantes que tales ejemplos implican que las fuerzas que pueden hacer que un objeto disminuya la velocidad, se detenga o que le cueste moverse. Estas fuerzas se llaman fuerzas de fricción. Pídale a sus estudiantes que piensen en otros ejemplos o ideas que impliquen fricción, como frotar sus manos juntas en una fría mañana de invierno,

encender un cerillo o utilizar botas para montaña al escalar o subir una pendiente empinada de una montaña.

Explíquelo a los estudiantes que la cantidad de fricción depende de dos cosas: el tipo de superficies que están rozando (el piso parejo de una cocina versus un camino de tierra), y las fuerzas que presionan a las superficies juntas (empujar un carro vacío versus uno lleno de comestibles).

Dígale a los estudiantes que las fallas de bloquean debido a sus superficies irregulares. Es la fuerza de fricción que mantiene dichas superficies bloqueadas.

Explíquelo a los estudiantes que van a elaborar un modelo simple que les permita visualizar lo que sucede en un sistema de fallas.

**¡Precaución!** Recuérdeles a sus estudiantes que los modelos son simplificaciones de modelos complejos. En la Lección 1, los estudiantes utilizaron un huevo como un modelo del interior de la Tierra. Pídale a los estudiantes que indiquen brevemente algunas limitaciones del modelo del huevo. Explíquelo a los estudiantes que todos los modelos tienen sus propias limitaciones. Motívelos a que piensen en algunas de las limitaciones del modelo que están a punto de elaborar en esta lección.

## Procedimientos

Divida a los estudiantes en grupos de cinco. Proporciónele a cada grupo dos bloques de madera de 4" x 4" (con una armella ya atornillada), una cinta métrica plástica, una goma, una banda de lijado de 4" x 36" (50 Grit), 1/3 de papel de lija (60 Grit), cinta adhesiva de tela, pegamento y un par de tijeras.

Deles a los estudiantes las siguientes instrucciones:

- Cortar la banda de lijado, de modo que ya no sea una curva conectada
- Asegurar ambos extremos de la banda de lijado a una mesa. Cerciórese de que no hayan curvas en la banda de lijado.
- Calcar uno de los bloques en la parte posterior del papel de lija, y utilizar las tijeras para recortar un cuadrado. Posteriormente, pegar el cuadrado del papel de lija al final del bloque.
- Poner el bloque en la banda de lijado. El bloque debería estar en el extremo izquierdo de la banda de lijado con el papel de lija pegado en el lado que roza con la banda de lijado. La armella debe posicionarse en el centro de la banda de lijado. Enganchar la goma en la armella.
- Unir el extremo de la cinta métrica con la goma.
- Poner el otro bloque en el borde y en el extremo derecho de la banda de lijado. La armella debería colocarse en el centro de la banda de lijado.
- El extremo libre de la cinta métrica debería ir a través de la armella del bloque, en el paso f.
- La figura 2 muestra un modelo completo, el cual podría ayudar a dibujar el modelo en los pizarrones, cuando entregue las instrucciones anteriores.
- Pídale a un estudiante de cada grupo que se pare en el extremo derecho de su banda de lijado, y que agarre el extremo libre de la cinta métrica. Pídale al estudiante que jala la cinta métrica mediante el ojete, aplicando un movimiento lento y continuo (Figura 3). Invite a los otros estudiantes a que observen cuidadosamente el modelo, mientras un estudiante jala la cinta, y pídale que escriban sus observaciones. ¿Qué le sucede a la goma cuando la cinta métrica se jala suavemente? ¿Qué le sucede al bloque? La goma se estira antes de que el bloque comience a moverse. Cuando el bloque comienza a moverse, la goma ya no se estira.
- Dígales a los estudiantes que han elaborado un modelo simple, permitiéndoles visualizar lo que sucede en un sistema de fallas. Pídale que comparan su modelo con un sistema de fallas. ¿Qué representa el bloque de madera? ¿Qué representa la goma? ¿Qué sucede con el estudiante que está jalando la cinta métrica? ¿Qué sucede con los papeles de lija? El bloque de madera y la base del papel de lija del modelo, representan una sección de falla activa. Los planos de falla tienen superficies irregulares, representadas en este modelo por el papel de lija. El estudiante que jala la cinta métrica representa el movimiento de placas. La goma representa las propiedades elásticas del material de la corteza circundante, los cuales son capaces de almacenar la energía elástica.

- Pídale a un estudiante de cada grupo que demuestre lo que sucede nuevamente en un sistema de fallas. Cuando el estudiante lo demuestre, pídale al resto de los estudiantes de cada grupo que imaginen un sistema de fallas, y que describan lo que sucede en el sistema. Posteriormente, explíquenles que debido a que los movimientos de placas a distancia (el estudiante está jalando la cinta), la energía elástica comienza a acumularse en las rocas alrededor de la falla (la goma se estira), la falla comienza a deslizarse (los bloques comienzan a moverse cuando la tensión alcanza un nivel suficiente en ésta. Pregúntele a los estudiantes lo que representa un bloque de madera del modelo, en un sistema de fallas. La respuesta es: un terremoto.
- Pregúntele en dónde observan la fricción en su modelo. Pídale a un estudiante que recuerde lo que es la fricción. La fricción es la fuerza resistente al movimiento relativo de dos superficies en contacto. Ahora, los estudiantes deberían ser capaces de indicar que la fricción ocurre en la superficie de contacto, entre la banda de lijado y la parte del bloque cubierta con papel de lija. Pregúntele a los estudiantes si son capaces de jalar la cinta métrica sin mover el bloque. Si aún no lo han hecho, motívelos a intentarlo. Posteriormente, pregúntele por qué son capaces de hacerlo. La respuesta es que los papeles de lija se bloquean juntos, evitando que el bloque se mueva. En otras palabras, es la fricción entre las dos superficies disparejas que evita que el bloque avance. Explíquenles a los estudiantes que en un sistema de fallas activas, las fallas también se bloquean. Esto permite que la tensión se acumule en las rocas circundantes. Una vez que la tensión supera las fuerzas de fricción, la falla se desliza y ocurre un terremoto. Cuando ocurre un terremoto, la energía almacenada se libera mediante el calentamiento por fricción de la falla, el aplastamiento de rocas y la propagación de las ondas de terremotos.
- Pídale a un estudiante que mire la goma más detenidamente, después de que el bloque se mueva. ¿La goma está totalmente floja después de cada movimiento? Déjelos que intenten esto unas cuantas veces.
- La respuesta es no. Pregúntele lo que esto les dice sobre la liberación de la energía almacenada en una falla, cuando ocurre un terremoto. Explíquenles que parte de la energía almacenada permanece en las rocas circundantes después de un terremoto, provocando réplicas. Las réplicas son terremotos posteriores al terremoto principal de una secuencia de terremotos. Normalmente, son más leves que el terremoto principal.
- Explíquenles a los estudiantes que sus modelos demuestran un proceso denominado teoría del rebote elástico. Dicha teoría afirma que cuando las placas tectónicas se mueven en relación a sí mismas, la energía elástica (o tensión) se acumula en las rocas, en los planos de falla. Ya que los planos de falla son irregulares y no muy parejos, se bloquean y la energía comienza a acumularse. Cuando la energía elástica supera las fuerzas de fricción que mantienen juntos a los planos de falla, ocurre la ruptura. Vea la Figura 4, para una demostración de esta teoría.
- Ahora es el momento propicio para hablar de algunas de las limitaciones del modelo. Motive a los estudiantes a compartir sus pensamientos. Pregúntele cómo sus modelos podrían ser diferentes a una falla y terremoto reales. Por ejemplo, el plano de falla de su modelo es horizontal en relación a la dirección de gravedad, debido a la organización del modelo. En la naturaleza, dichas fallas no existen.
- Pregúntele a los estudiantes si pueden predecir la cantidad de desplazamiento después del movimiento de cada bloque, y la cantidad de tiempo de espera entre el movimiento de cada bloque utilizando sus modelos. Permita que los estudiantes utilicen sus modelos para responder esta pregunta. Deje que un estudiante de cada grupo opere el modelo. Cerciórese de pedirle al estudiante que aplique el mismo movimiento continuo al jalar la cinta. Pregúntele a los estudiantes si son capaces de obtener un comportamiento periódico regular de entre sus modelos, cuando todas las variables se mantienen iguales. La respuesta es no. Esto demuestra que predecir un terremoto no será una tarea fácil. Si no podemos obtener un comportamiento regular de entre nuestros modelos simples, es muy difícil observarlo en el comportamiento complejo de los sistemas terrestres.
- Explíquenles a los estudiantes que la medición cuantitativa proporciona la información en términos de números, proporciones u otras cantidades cuantificables. Pídale que nombren otros tipos de mediciones cuantitativas

(minutos, horas y centímetros). Ahora, pregúntales a los estudiantes qué aspectos de su modelo pueden medirse cuantitativamente. Los estudiantes pueden medir el desplazamiento después del movimiento de cada bloque utilizando un regla, y cronometrando el tiempo con un reloj entre cada movimiento. Pregúntales a los estudiantes si puede medirse el movimiento continuo de tracción aplicada en la cinta métrica por un estudiante. ¿Qué sucede con la energía (o tensión) en la goma?

- Explíquenles a los estudiantes que los científicos utilizan diversos métodos para medir el desplazamiento en las fallas, miden el tiempo entre los terremotos, los movimientos de las placas tectónicas, y la energía elástica almacenada. Estas mediciones ayudan a los científicos a entender mejor los terremotos y la predicción de los mismos.
- Termine el debate pidiéndole a un estudiante que defina lo que es un terremoto, utilizando la información aprendida a partir de sus modelos.

## Referencia

Hubenthal, M., Braile, y L., Taber, J., 2008, Redefinición de los terremotos y de la máquina del terremoto, El professor de ciencias, 75(1), p. 32-36, disponible en línea aquí: [http://www.iris.edu/hq/resource/redefining\\_an-earthquake\\_v12](http://www.iris.edu/hq/resource/redefining_an-earthquake_v12)



**Figura 1:** Bloques de madera con armellas

**FIGURE 6.1**



**Figura 2:** Modelo final. El papel de lija se pega sólo en la parte inferior del bloque A.

**FIGURE 6.2**



FIGURE 6.3

**Figura 3:** Un estudiante haciendo funcionar el modelo.

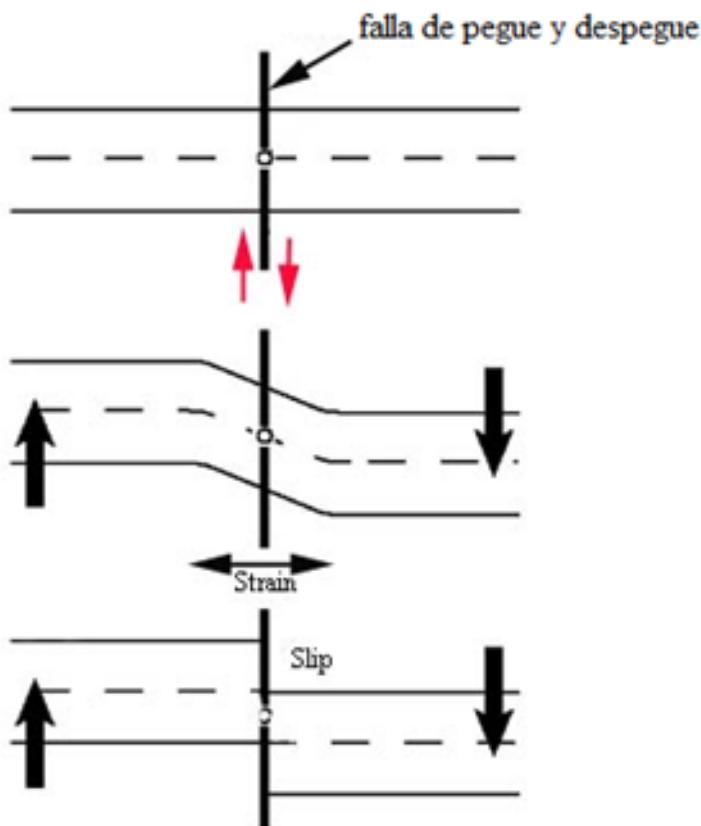


FIGURE 6.4

**Figura 4:** Ilustración de la teoría de rebote elástico. Desde arriba hacia abajo: Posición original del camino; la tensión se acumula mientras la falla se bloquea; luego se libera durante un terremoto.

### Lección número 6: Ondas sísmicas

Los antiguos científicos primero observaron las ondas que los terremotos producían antes que ellos pudieran describir en forma precisa la naturaleza del terremoto o sus causas fundamentales, como se discutió en las lecciones 1-5. Por lo tanto, los primeros avances sólidos en sismología se refieren a movimientos concernientes a ondas telúricas.

Como se discutió en la Lección 5, los terremotos ocurren cuando energía elástica es acumulada lentamente dentro de la corteza terrestre como resultado del movimiento de las placas, y luego es liberada de repente en las fracturas de la corteza llamadas fallas. La energía liberada viaja en forma de ondas llamadas ondas sísmicas. Esta energía liberada es la que pone en riesgo la vida humana y sus estructuras. Por lo tanto, es crítico entender donde es liberada esta energía y en qué forma.

En esta lección, los estudiantes aprenden acerca de diferentes tipos de ondas sísmicas sobre las bases de dónde y cómo se mueven éstas. En adición, los estudiantes discuten cómo los científicos usan los movimientos telúricos para investigar la estructura interior de la Tierra.

Esta actividad está diseñada para 1 (una) hora de clase.

#### Materiales

Algunos “slinkys” o resortes helicoidales (pueden ser plásticos o metálicos)

Cinta adhesiva blanca (o de algún color brillante)

1 cuerda de 2 m

1 ladrillo (bloque)

1 martillo

#### Introducción

1. Pregunta a un estudiante la definición de un terremoto usando el conocimiento adquirido en la lección 5. Recuérdales que los terremotos ocurren cuando energía elástica es acumulada lentamente dentro de la corteza terrestre como resultado del movimiento de placas y luego es liberada de repente a lo largo de fracturas en la corteza y son conocidas como fallas. La energía liberada puede viajar a través del interior de la Tierra y a lo largo de su superficie, y ello puede poner en peligro la vida humana y sus estructuras.

2. Anima a los estudiantes a debatir cómo creen ellos que la energía elástica viaja a lo largo de la superficie terrestre o cómo creen ellos que pasa a través de toda la Tierra. Usa un ejemplo simple: pide a los estudiantes que predigan que pasaría si ellos tocaran el extremo de un ladrillo con su mano y golpearan ligeramente el otro extremo con un martillo. Si tienes un ladrillo y un martillo permite que experimenten con éstos. Los estudiantes deben sentir la energía del martillo en los dedos de sus manos. Motiva al estudiante a deducir por qué son capaces de sentir la energía. Explícales que ellos pueden sentir la energía del martillo viaja a través de sus dedos en forma de ondas.

3. Explícales que la energía de un terremoto viaja en forma de ondas. Estas ondas son llamadas **ondas sísmicas o telúricas**. Hay diferentes tipos de ondas telúricas: **ondas de cuerpo y ondas superficiales**. Las ondas de cuerpo se desplazan a través del interior de la Tierra, mientras que las ondas superficiales viajan a lo largo de la superficie terrestre. Las ondas telúricas mueven partículas de material en diferentes formas: **ondas de compresión** crean un movimiento paralelo hacia atrás y hacia adelante en la dirección de las ondas, mientras que las **ondas de corte** crean un movimiento perpendicular hacia atrás y hacia adelante a la dirección de las ondas.

4. Pregúntales dónde creen que las ondas sísmicas de un terremoto se originan. Los estudiantes podrán dar algunas de las siguientes respuestas: a lo largo del plano de falla o a de un simple punto a lo largo de la falla. Introduce en tus alumnos los dos siguientes conceptos: **hipocentro (foco sísmico)** y **epicentro**. El foco de un terremoto es donde se produce la ruptura de roca y se desliza, mientras que el epicentro es el punto en la superficie de la Tierra que se encuentra directamente sobre el foco.

**¡Cuidado!** Mientras que las primeras ondas sísmicas se propagan desde el foco, las ondas posteriores pueden ser originadas de cualquier lugar del área de deslizamiento. Por lo tanto, toda la energía de un terremoto no siempre es propagada desde el foco y por esta razón, el foco de un terremoto no es siempre la única fuente de ondas sísmicas. (Wampler , 2002)

5. Motiva a tus alumnos a pensar en otros tipos de energía que viajen en forma de ondas (por ejemplo: el sonido, la luz, etc.). Explícales que cuando el silbido de un tren suena, el sonido que oímos ha viajado a través del aire desde el silbato hasta nuestros oídos en forma de ondas sonoras. Las ondas son perturbaciones que transmiten energía de un punto a otro causadas por movimientos periódicos (hacia atrás y hacia adelante). El silbato produce en las moléculas de aire circundante vibraciones. Así las moléculas empiezan a vibrar y a chocar unas con otras, y causan que las moléculas cercanas vibren también. Cuando las moléculas cercanas a nuestro oído empiezan a vibrar es cuando podemos oír el silbido. Pregunta a tus alumnos si pueden escuchar sonidos en el espacio exterior donde no hay aire. La respuesta es no. La energía del sonido no viaja a través del vacío porque no hay un medio que lo disperse o lo haga vibrar. Pregúntales si la energía del sonido puede viajar a través de sólidos o líquidos. La respuesta es sí. La energía del sonido puede causar que las moléculas en sólidos o líquidos puedan vibrar. Cuestionalos acerca de por qué la energía del sonido viaja más rápido en sólidos que en líquidos. Explícales que en los sólidos, las moléculas están más cerca unas de otras y pueden chocar entre sí más rápido.

**¡ Nota ! :** Algunas personas pueden oír temblores cuando las ondas sísmicas viajan a través del suelo (por ejemplo: desde un ruido hasta un estruendo). Esto es porque los terremotos pueden generar ondas sonoras en un rango audible de frecuencia. La energía del sonido viaja a través del suelo, pero también puede ser transmitida a través del aire.

## Procedimientos

1. Divide a los alumnos en grupos de cuatro o en parejas. Entrega a cada grupo un resorte y un poco de cinta adhesiva.
2. Indícales que marcen dos puntos en su resorte cerca del centro con la cinta adhesiva en la parte superior de las espirales, esto para poder observar el movimiento de la energía a lo largo de resorte.
3. Pide a dos voluntarios que sostengan cada uno un extremo del resorte, extendiéndolo aproximadamente 3 m a lo largo del piso, de una mesa o superficie plana. Tomen turnos para comprimir de 10 a 20 espirales, y luego suéltenlas rápidamente mientras que el otro extremo del resorte permanece fijo, observando el movimiento de la onda a lo largo del mismo.
4. Después de algunas repeticiones pídeles que escriban sus observaciones: las espirales se mueven hacia atrás y adelante a lo largo del resorte cuando se comprime y expande. Pregúntales a qué tipo de ondas sísmicas se asemejan. La respuesta es a las ondas de compresión. Recuérdales que en las ondas de compresión, partículas de material se mueven hacia atrás y adelante en dirección paralela al movimiento de la onda. Así cuando la onda de compresión pasa, el material primero se comprime y luego se expande. Las ondas P (P de primarias) son ondas de compresión sísmicas que pasan a través del interior de la Tierra. Las ondas P cambian el volumen del material a medida que se propagan.

**¡ Nota ! :** Las ondas P en el aire son sonidos. Las ondas P pueden moverse más rápido a través del suelo que en el aire, pero no toda esa energía está en el rango del oído humano. Cuando las ondas del sonido se encuentran en un rango audible de frecuencia algunas personas pueden oírlas.

5. Ahora ata un extremo de una cuerda de 2 m a la cerradura de una puerta. Pide a un alumno sostenga el extremo libre de la cuerda en su mano. Indícale que se aleje de la puerta hasta que la cuerda quede recta pero no tensa, dile que empiece a sacudirla suavemente hacia arriba y hacia abajo. Permite que cada estudiante realice el movimiento.

Pregúntales a qué tipo de movimiento de onda sísmica se asemeja. La respuesta es a las ondas de corte. Recuérdales que en las ondas de corte, las partículas de material se mueven hacia atrás y hacia adelante perpendicular a la dirección del movimiento mismo de la onda. Las ondas S (S de secundarias) son ondas sísmicas de corte que pasan a través del interior de la Tierra. Las ondas S no cambian el volumen del material por el cual se propagan, pero sí las cortan.

**¡ Nota !** : El movimiento de una cuerda permite observar las ondas de corte de forma más fácil que las ondas de compresión, porque las ondas de corte viajan más lentamente que las ondas de compresión. En un terremoto, los científicos pueden observar la llegada de las ondas de compresión antes que las ondas de corte usando sismógrafos. Puedes mostrarles un registro (**sismograma**) de un terremoto y pedirles que señalen las diferentes ondas sísmicas. Como nota, las ondas de corte causan mucho más daño a las estructuras ya que es más fácil agitar las rocas de la superficie que comprimirlas.

6. Aliéntalos a evaluar críticamente las prácticas realizadas con el resorte y la cuerda. Pregúntales si observan alguna limitación asociada con estos ejercicios. Pídeles que lo comparan con las vibraciones reales causadas por las ondas sísmicas que viajan a través de la Tierra o a lo largo de su superficie. Por ejemplo, las ondas sísmicas llevan energía desde la fuente de movimiento hacia el exterior en todas las direcciones (en la práctica sólo se mueve en una dirección).

7. (Opcional) Tanto las ondas primarias como las secundarias son ondas de cuerpo (pasan a través del interior de la Tierra). Las ondas de superficie viajan a lo largo de la superficie de la Tierra. Dos ejemplos de ondas de superficie son las ondas Rayleigh y las ondas Love. Explica que las ondas Rayleigh producen ondulaciones en el suelo (verticales) de arriba hacia abajo (como las olas de mar en el océano antes de que rompan), mientras que las ondas Love causan en el suelo ondulaciones (horizontales) hacia atrás y adelante (como el movimiento de una serpiente).

8. Recuérdales cómo los científicos usan las observaciones de las ondas sísmicas para conocer el interior de la estructura de la Tierra. Esto es similar a probar la madurez de un melón dándole golpes ligeros. Para entender como los científicos observan el interior de la Tierra usando vibraciones, se necesita entender como las ondas o vibraciones interactúan con las rocas que componen la Tierra. Existen dos tipos de interacciones de ondas con rocas: **reflexión y refracción**. Pídeles que definan reflexión. Ellos darán ejemplos como el eco o el reflejo en un espejo. Explica que el eco es una onda sonora y que el reflejo en un espejo está compuesto por ondas de luz reflejadas. La reflexión sísmica ocurre cuando una onda incide en un cambio en el tipo de roca. Parte de la energía transportada por la onda es transmitida a través del material (onda refractada) y parte es reflejada de atrás al medio que contiene la onda. La refracción puede ser demostrada dejando caer una moneda en una botella llena con agua. La moneda cambia de dirección cuando pega con la superficie del agua y no se hunde verticalmente en el fondo. En otras palabras la trayectoria de la moneda refracta (cambia de dirección) cuando se mueve del aire al agua.

9. Explica que las ondas sísmicas viajan rápidamente, en el orden de kilómetros por segundo. Dicha velocidad depende de varios factores. Pregunta cuáles son algunos factores que pueden modificar la velocidad de una onda sísmica (ejemplos: composición de las rocas, temperatura, presión, etc.) Pídeles que expliquen cómo estos factores pueden cambiar la velocidad. Los estudiantes deberán ser capaces de responder esta pregunta basados en el conocimiento adquirido a través de esta lección. Las ondas sísmicas viajan más rápido en rocas más compactas; la temperatura tiende a disminuir la velocidad de las ondas sísmicas, la presión tiende a incrementar la velocidad.

**¡ Cuidado !** La velocidad de una onda sísmica generalmente se incrementa con la profundidad, sin embargo el incremento de la temperatura y la profundidad producen una disminución de velocidad de la onda.

## Referencia

Wampler, J.M., 2002, Ideas Falsas – Columna acerca de errores en los textos de Geociencia, Diario de Educación en Geociencia, v. 50, no. 5, p. 620-623

## CONCEPT

## 8

# Lección número 7- Licuefacción .docx

## Lección número 7: Licuefacción

La licuefacción es un fenómeno en el cual la fuerza y la rigidez de la tierra es reducida por el movimiento de un temblor u otro movimiento rápido. La licuefacción puede causar grandes daños durante un temblor.

En esta clase, los estudiantes explorarán los efectos de la licuefacción cuando pasan temblores que dañan edificios, construyendo un simple modelo. Los estudiantes también discutirán las diferentes maneras de reducir los peligros de la licuefacción.

Esta actividad está diseñada para 1 hora de clase. Esta lección fue adaptada por Beven et al. (1995)

### Materiales

200 g de surtido de arena fina (de arenero)

1 vaso de plástico limpio de  $\frac{1}{4}$  de litro

1 plato para pastel

1 plomo o un peso similar (al menos de 60 gramos)

Tijeras

Periódico para cubrir el área de trabajo

Agua

### Introducción

1. Cubrir la mesa con periódico y el lugar del vaso de plástico, poner la arena fina en el papel. Preguntar a los estudiantes si el material es adecuado para construir una estructura usando únicamente la arena. La respuesta es no. La arena está seca y separada, y esta no puede ser capaz de tomar ninguna forma. Introduce el tema “no consolidados” el cual se refiere a lo individualidad, material no cementado así como la arena seca de la playa.

Las partículas de un material no consolidado pueden separarse fácilmente. Preguntar a tus estudiantes que piensan sobre las diferentes formas para hacer que los granos de arena queden juntos. Una forma para poner los granos de arena juntos es mezclarlos con cemento y agua, el cual produce concreto. Introduce el tema “consolidado” el cual se refiere al material compactado y cementado. Las partículas de un material consolidado no se separan fácilmente y pueden tomar forma tales como: ladrillos, arcos y columnas. Hay algunas formas básicas que permiten a las personas construir estructuras de una variación infinita.

2. Explicar a tus alumnos que la pérdida de sedimentación contiene espacios vacíos o poros entre los granos de arena. Algunas veces, los poros entre los granos están llenados con agua. Dales un ejemplo y ellos pueden narrar el cómo regar de una maceta. Los espacios vacíos entre los sedimentos secos son llenados con agua cuando la planta está siendo regada. Introduce el tema “saturación de la tierra” el cual se refiere al suelo, en el cual los espacios entre partículas individuales están completamente llenas de agua. Explica a tus estudiantes que este, el agua, ejerce presión en las partículas de la tierra, y que ninguna aplicación de presión externa de la tierra empuja hacia un lado las partículas de la tierra.

3. Ahora, llena el vaso de plástico con arena disuelta y arena seca. Pregunta a los estudiantes el pronóstico de qué ocurre con las partículas de la arena cuando tú golpeas cuidadosamente de nuevo el recipiente sobre la mesa. El golpeteo causa la sedimentación de los granos colocándolos juntos y volviéndose compactos. Preguntar a los estudiantes que podría pasar si los poros son llenados con agua cuando ellos aprietan la arena. Los granos sedimentados empujan el agua fuera de los espacios de los poros cuando ellos se van acercando a cada uno, es similar a cuando el agua es exprimida en una esponja o ropa. Explicar a los estudiantes que durante un temblor

pasan cosas diferentes: el movimiento hecho por las ondas sísmicas ocurren tan rápido que hay poco tiempo para que el agua salga de la forma de los granos en sedimentación. Como los granos sedimentados son empujados juntos, ellos empujan el agua que está atrapada entre los espacios de los poros. Estos incrementos presionan el agua de los poros y ocasionan que los granos se separen ya que ellos están empujando. Esto es llamado licuefacción.

4. Explícar a tus estudiantes que la licuefacción puede causar un gran daño durante un temblor. Pregúntales que piensan sobre cómo la licuefacción puede ocasionar daño, particularmente a las estructuras. Anima a tus estudiantes a que piensen sobre otros tipos de daños provocados por el incremento de la presión del agua debido a la licuefacción. (Ejemplo: desprendimiento de tierras, colapso de presas, etc.)

5. Mostrar a tus estudiantes fotografías de estructuras dañadas por la licuefacción.

## Procedimientos

1. Dividir a los estudiantes en grupos de cuatro. Designa un puesto de trabajo por cada equipo. Cada puesto de trabajo deberá tener el material enlistado en la parte superior que esta al inicio de la lección.

2. Decirle a un estudiante de cada equipo que corte alrededor de 5 mm de la parte de abajo del vaso de plástico e invierte la taza en medio del plato para pastel como se muestra en la figura 1. Dile al estudiante que tome el vaso firmemente y que vierta la arena lentamente en la parte de debajo del vaso a un nivel de 10 a 20 mm hasta llenarlo. Nivela la arena usando los dedos suavemente. No agites el recipiente.

3. Decirle a un estudiante que coloque suavemente el plomo sobre el nivel de la superficie de la arena y lentamente vierte el agua dentro del plato para pastel por la parte de afuera del recipiente y de la arena.

4. Decir a los estudiantes que observen que es lo que pasa. El agua comienza a moverse dentro del arenero lentamente. Decirles a los estudiantes que le digan cuándo la tierra este saturada completamente.

5. Una vez que la tierra este saturada, decirle a un estudiante que tome el recipiente firmemente, mientras otro estudiante le da algunos golpecitos a un lado del plato para pastel. Decir a los estudiantes que observen lo que pasa con el peso del plomo. El peso comienza a hundirse dentro de la arena mojada. Este fenómeno es llamado licuefacción. El incremento de la presión del agua en los poros reduce la fuerza del contacto entre las partículas de la arena, debilitando toda la arena depositada y haciéndola actuar más como un líquido que como un sólido, de ahí el nombre de licuefacción.

6. Decirle a los estudiantes que el plomo y los golpecitos en este experimento se adapta a la vida real. El plomo puede ser ocupado por un edificio por la saturación de arena o tierra. Los golpes constantes representan un temblor largo. Inicia un debate para preguntar a los estudiantes que piensan sobre los efectos de la licuefacción, en las personas, casa, escuela, líneas de utilidad enterradas (gas, agua, drenaje) tierras agrícolas, centros médicos, estación de bomberos y materiales que han sido metidos en el suelo como desperdicio venenoso. Explícate a los estudiantes que las estructuras pesadas pueden hundirse de repente o moverse debido a la licuefacción, como el plomo, en el experimento de arriba. Meter material u objetos más ligeros (como los tanques de gasolina) pueden moverse y algunas veces flotan a la superficie durante la licuefacción (esto puede ser examinado, observando los resultados con objetos enterrados en la arena).

7. Preguntar a tus estudiantes que piensan sobre las formas de reducir el riesgo de licuefacción cuando construyen nuevas estructuras tales como edificios y carreteras. Iniciar un debate para preguntarles que opinan sobre las formas por las cuales la presión del agua en los poros puede ser reducido. Densificación de la tierra y mejora de la capacidad de sus drenajes, son dos métodos importantes por los cuales el riesgo de la licuefacción pueden ser reducidos. Decir a los estudiantes qué pueden hacer ellos para modificar el experimento anterior para esta evaluación. Los alumnos pueden densificar la arena en el vaso de plástico presionándolo usando sus manos y/o haciendo pequeños hoyos en el vaso para permitir que el agua salga del vaso. Si el tiempo lo permite, deje que los estudiantes aporten sus ideas en la evaluación.

8. Recordar a los estudiantes los factores principales de la licuefacción: la flexibilidad y la sedimentación no consolidada, agua y fuertes temblores. Teniendo esto en mente, pregúntales que piensan sobre dónde están ellos más a gusto para ver la licuefacción inducida por un temblor. Las áreas de la tierra cerca de los ríos o rodeados por los niveles del mar, pueden ser propensos a los peligros de la licuefacción. En los ejemplos pueden incluir las costas,

pantanos y áreas llenadas artificialmente y aguas subterráneas poco profundas.

### Recursos útiles de Internet

Este sitio proviene de la información básica sobre el “qué”, “cuándo”, “dónde”, “por qué” y “cómo” de la licuefacción (Universidad de Washington, Colegio de Ingeniería): <http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/html/main.html>

Un video sobre la licuefacción (Universidad del Estado Utah): <http://www.juniorengineering.usu.edu/lessons/earthquake/earthquake.php>

### Referencias

Beven, R.Q., Crowder, J.N., Dodds, J.E., Vance, L., Marran, J.F., Morse, R.H., Sharp, W.L., Sproull, J.D., 1995, Detectives de Temblores y Sismos: paquete de un maestro de 7º a 12º grado (segunda edición), Unión Americana de Geofísicos y Agencia de Dirección Federal de Emergencias UDFE. (Federal Emergency Management Agency FEMA 253, 364 p).

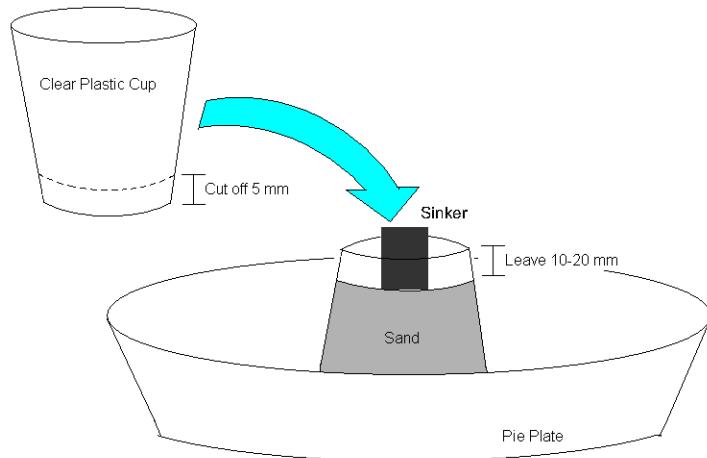


FIGURE 8.1

**Figura 1.** Diagrama de la instalación de la licuefacción.

## CONCEPT

# 9 Lección número 8- Peligros de deslizamientos de tierra.docx

## Lección número 8: Peligros de deslizamientos de tierra

Los terremotos son una de las principales causas de los deslizamientos de tierra. Estos desprendimientos ocurren cuando las masas de roca, materiales terrosos, o flujos de escombros se mueven cuesta abajo debido a la fuerza de gravedad. Los deslizamientos de tierra pueden ocurrir en cualquier tipo de terreno que reúna las condiciones adecuadas, y causar daños significativos y accidentes a la gente y a las propiedades. En esta lección, los estudiantes aprenderán acerca de los derrumbes inducidos por terremotos y de los peligros asociados, Y el cómo y porqué ocurren. Más aún, los estudiantes discutirán acerca de los pasos que pueden tomar para reducir los peligros relacionados con estos deslizamientos.

Como en anteriores lecciones, la lección 8 da inicio con un ejercicio de simulación. El objetivo de este tipo de ejercicio es la recreación de una situación compleja con múltiples respuestas posibles *antes* de que los estudiantes hayan obtenido todo el conocimiento acerca de los conceptos incluidos en la lección.

Las bases históricas que sirvieron como ímpetu a los ejercicios de simulación se encuentran en el Tsunami del Sureste asiático del 2004 y en la historia de la pequeña de diez años Tilly Smith. Como una turista británica viajando con su familia por Tailandia. Tilly, una turista británica viajando con su familia por Tailandia, reconoció el retiro de las aguas costeras y unas burbujas extrañas en la superficie debido a una lección sobre tsunamis llevada a cabo sólo semanas antes del evento. Inmediatamente advirtió a sus padres, quienes advirtieron a los bañistas y al personal del hotel del inminente tsunami. A ella se le ha acreditado el salvamento de cientos de vidas como resultado de su conocimiento y acción oportuna.

### Introducción

1. Pida a sus estudiantes que describan y analicen qué es un terremoto y cuáles son sus causas. Además de los efectos directos de los terremotos tales como el movimiento de tierra, pídale que enlisten otros peligros asociados con terremotos. Estos pueden incluir derrumbes, licuefacción, daños estructurales (edificios colapsados), daños no estructurales (caída de un estante o una ventana rota) y la destrucción de líneas de los servicios públicos (gas, agua, electricidad) y las carreteras.

2. Diga a sus estudiantes que en esta lección aprenderán acerca de los derrumbes de tierra provocados por terremotos y de los peligros relacionados con los mismos. Muestre a los estudiantes imágenes de derrumbes (por ejemplo, las que se encuentran al final de esta lección) y pídale que enlisten las características que comparten entre ellas. Su lista podría incluir acantilados, precipicios, cordilleras, cuestas empinadas, rocas, árboles, estructuras, gente, etc. Anime a los estudiantes a definir un derrumbe basándose en lo que ven en las imágenes. Explique a los estudiantes que los derrumbes son rocas, tierra o flujos de escombros en las laderas que se mueven debido a la gravedad terrestre.

3. (Opcional) Explique el fenómeno gravitacional a sus estudiantes. La gravedad es la fuerza conductora detrás del curso de los derrumbes. La gravedad es la fuerza de atracción masiva entre los objetos. Causa que las manzanas caigan de los árboles hacia la Tierra, permite a los planetas mantenerse en órbita, y a las balas de cañón que se lanzan hacia el cielo regresar a la tierra. La gravedad produce el peso de un objeto, lo cual puede causar que un objeto se mueva hacia abajo en una superficie inclinada. Las fuerzas de resistencia son fuerzas que causan que los materiales de deslizamiento resistan el tirón hacia debajo de la fuerza gravitacional. Dos fuerzas primarias de resistencia en este ejemplo son las fuerzas de fricción (ya discutidas en la lección 6) y las fuerzas aplicadas al peso del material (estrés).

En general, la fuerza impulsora del deslizamiento se encuentra mayormente influenciada por el peso de los potenciales objetos del deslizamiento y por el ángulo de inclinación, tal y como se muestra en la figura 1. Cuando un objeto o grupo de objetos descansa sobre una superficie horizontal con un ángulo de inclinación de cero grados, el tirón de la fuerza de gravedad no produce ninguna fuerza impulsora de deslizamiento porque todo el peso es empujado

perpendicularmente a la superficie. Cuanto más alto es el ángulo de inclinación, más dominante se convierte la gravedad en “tirar” del material hacia abajo de la cuesta. Esto es porque parte del peso comienza a “jalar” al objeto en la dirección del recorrido a lo largo de la superficie, según lo representado en color azul y etiquetado Fuerza Conductora de Deslizamiento en la Figura 1. Los deslizamientos de tierra comienzan a ocurrir cuando las fuerzas de resistencia alcanzan un límite, debido a la fuerza del material, las propiedades de fricción entre el material del desprendimiento y la roca firme, o ambas. Las fuerzas de resistencia se encuentran representadas en color rojo y están etiquetadas como Fuerzas de Resistencia de Deslizamientos en la Figura 1. Cuando las Fuerzas de Resistencia de Deslizamiento son iguales en magnitud y opuestas en la dirección de la fuerza impulsora del deslizamiento, el objeto o grupo de objetos no se moverá. Cuando la Fuerza impulsora del deslizamiento llega a ser mayor que las fuerzas de resistencia del mismo, el objeto comenzará a moverse, lo que es análogo a un derrumbe en esta disposición. El desencadenamiento de eventos tales como terremotos, lluvias torrenciales, o perturbar superficies inclinadas a través de la excavación puede ayudar a iniciar un deslizamiento de tierra, pero la gravedad es siempre la fuerza primaria que permite que cualquier derrumbe ocurra, sin importar cómo fue accionado ese derrumbe.

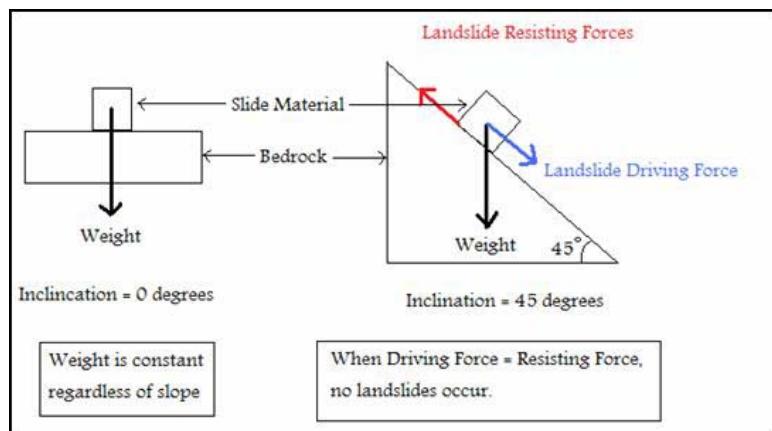


FIGURE 9.1

**Figura 1** . Diagrama que representa la relación entre el peso, las fuerzas impulsoras del deslizamiento, las fuerzas de resistencia del mismo, y la inclinación.

4. Explique a los estudiantes que hay tres fases en el comportamiento de un derrumbe:

Fallo de inclinación, transportación de materiales, y depósito final de los materiales del desprendimiento. Pídale que localicen dónde ocurren estas fases en las fotografías. Explique que los fallos de inclinación pueden ser graduales o repentinos, y pueden exhibir propiedades notables tales como grietas visibles, depresiones o sonidos de rotura altos mientras los materiales del desprendimiento se rompen libremente de la roca dura o del material de la base. El transporte de materiales también puede ser gradual o repentino, y puede exhibir una amplia variedad de modos de transporte tales como caída de rocas o escombros, grupos de materiales cayendo o deslizando, flujo de fluidos, o alguna combinación de todos estos modos.

#### Ejercicio de simulación: Tres amigas en el Valle

**¡Nota!** Este ejercicio de simulación se encuentra específicamente relacionado con los peligros de derrumbes y/o deslizamientos de tierra asociados con terremotos, aunque, describen muchos tipos diferentes de movimiento de arena, tierra, lodo, rocas, y otras estructuras terrestres. Los derrumbes ocurren en respuesta a una amplia variedad de eventos, en algunas ocasiones naturales y en otros provocados por el hombre, tales como terremotos, aguaceros torrenciales, actividad volcánica, o la construcción de carreteras o edificios. Hay más variaciones en los mecanismos de derrumbes y en el accionar de eventos que pueden ser cubiertos en un curso inicial. Por lo tanto, el resultado más importante de cualquier lección sobre derrumbes será que los estudiantes desarrollen la curiosidad y buena voluntad de evaluar críticamente lo que el ambiente que los rodea puede decirles acerca de derrumbes.

Lea el siguiente escenario, deteniéndose a preguntar y discutir el material con sus estudiantes en los puntos indicados, o cuando los estudiantes hagan preguntas relevantes a la discusión sobre los peligros de los terremotos:

Tres amigas (Sara, Amira y Gozen) viven en la pequeña ciudad de Shahrabad, la cual está localizada en un hermoso valle montañoso. El fondo del valle tiene un pequeño río que corre a través del mismo. Las paredes del valle tienen tierra que incluye bosques y granjas. Las amigas han vivido ahí desde que eran jóvenes y saben que los terremotos ocurren algunas veces. Ellas sólo han sentido un pequeño terremoto, pero sus padres y abuelos les han contado historias acerca de algunos terremotos fuertes que han ocurrido en el área. Algunas veces durante climas extremos como nieve pesada o lluvia, la carretera que llega hasta Shahrabad desde una ciudad cercana es cerrada porque las rocas han caído sobre el camino o la carretera se ha deslavado.

Sara y Amira viven una al lado de la otra en granjas localizadas en las cuestas del valle. La granja de Sara solía tener un manantial natural que producía agua potable para ambas familias, en una grieta entre dos rocas, pero el manantial dejó de producir agua hace aproximadamente un año. Recientemente, un vecino ha comenzado a quejarse de que algunas partes de su terreno están muy empapadas y anegadas con agua, especialmente cerca del final del valle.

**Pregunta 1. ¿Qué son los manantiales naturales y cuáles son las razones por las que el manantial en la granja de Sara ha dejado de producir agua?**

**Respuestas posibles:** *Los manantiales se forman cuando el agua fluye por las grietas que se encuentran debajo de la superficie de la Tierra. El agua puede ser una combinación de agua de lluvia, agua de los canales subterráneos que viajan cuesta abajo hacia el río, o agua que es empujada hacia arriba desde profundidades subterráneas en las partes más profundas de la Tierra que nunca ha visto la superficie. En algunas ocasiones los manantiales que están localizados muy cerca del otro sobre la superficie de la Tierra tienen caminos completamente diferentes para el agua que recorren. El agua que está inundando la tierra del vecino puede o no estar relacionada al agua que solía salir del manantial, aunque los cambios en ambos eventos indican que la tierra en que Sara, Amira y el vecino viven sufre de movimientos que podrían no ser visibles en la superficie. El manantial puede haber dejado de producir agua debido a algunos pequeños cambios en el camino del agua debido a pequeños movimientos en el suelo, o porque la fuente de agua ha quedado vacía. Los cambios en el trayecto del agua pueden haber ocurrido profundamente en la Tierra, o sólo un par de metros debajo de donde el manantial se localiza. Cuando el agua fluye a través de grietas estrechas, cambios muy pequeños en la tierra pueden detener el fluido de agua.*

Las granjas de Sara y Amira comparten una cerca de madera para que sus animales no vagabundeen por los alrededores. Sara y Amira frecuentemente saltan la barda para jugar en el bosque en los alrededores de sus granjas. Hace cerca de tres años, se dieron cuenta de que los postes de la cerca en un ángulo en uno de los puntos de la barda cercano a su trayectoria al bosque, y se preocuparon porque el saltar sobre la cerca estuviera empujando la cerca hacia abajo. Cambiaron su camino para no tener que escalar la cerca y gradualmente se olvidaron de los postes caídos. Pero los postes de la cerca continuaron cayéndose, poco a poco, sin que nadie se diera cuenta de la parte baja de la cerca. Hasta que un día, hace aproximadamente un mes, un burro se escapó saltando sobre la parte baja de la cerca. Ellas ayudaron a sus padres a reparar la cerca y a enderezar los postes de la cerca para que el burro no pudiera salirse.

**Pregunta 2 . ¿Cuáles son las posibles razones por las que la cerca está cayendo lentamente?**

**Respuestas posibles:** *Hay muchas respuestas posibles que no se relacionan con el peligro de derrumbes. La cerca puede haber estado vieja y la madera deshacerse. El burro pudo haber estado empujando la cerca para comer el sabroso pasto que crece afuera de esa parte de la cerca. Pero también, el suelo pudo estarse moviendo lentamente debajo de la granja, causando que los postes de la cerca apuntaran cuesta arriba durante estos años. El hecho de que el manantial dejó de dar agua puede apoyar más aún la idea, especialmente si el trayecto del agua a la superficie estaba roto porque el suelo se movió muy levemente.*

Gozen vive abajo en una casa en la ciudad. Algunas veces todas las amigas se reúnen ahí para cenar y escuchar la radio o ver televisión. Desde donde su familia cena, pueden ver el río. Su padre ayudó a construir y reparar las pipas que mueven el agua de los granjeros en el valle, y él también ayudó a construir y reparar las casas. Un hombre rico acaba de construir una casa sobre una colina muy escarpada que tiene una vista hermosa del valle. Pero las habitaciones ya tienen grietas en las paredes en el lado de la casa cerca de la colina. Algunas de las puertas y ventanas se han vuelto muy difíciles de abrir y cerrar. El padre de Gozen ha estado trabajando ahí los pasados días y bromea acerca de cómo el próspero hombre se queja de que su casa no fue construida muy bien por los trabajadores

de una ciudad cercana.

**Pregunta 3. ¿Cuáles son algunas de las posibles razones de las grietas en las paredes? ¿De qué manera podemos encontrar lo que realmente está pasando?**

*Respuestas potenciales. Otra vez, el hombre rico podría tener la razón y las paredes fueron pobremente construidas. A menudo, las casas se asientan naturalmente cuando envejecen y se forman grietas cuando descansan en el suelo.*

*De cualquier manera, las grietas se están formando en las paredes más cercanas a la colina escarpada, lo cual puede indicar que la parte de la casa que descansa sobre el suelo encima de la colina puede estar en suelo inestable, que se desliza progresivamente hacia debajo de la colina.*

*Las puertas y ventanas pueden haberse convertido en difíciles de abrir y cerrar porque la casa está cambiando de forma debido a los movimientos del suelo debajo de ella, causando que los marcos se deformen.*

*También, si el suelo ya era naturalmente inestable antes de la construcción de la casa, la carga añadida de la nueva casa puede estar acelerando el índice de movimiento de la deslizante ladera. El suelo inestable o que se desliza es probablemente mucho más propenso a ser liberado durante un evento tal como un terremoto o lluvias torrenciales. Hay muchas maneras de saber cuál puede ser la causa real de las grietas. Otras indicaciones, tales como el doblez de tubos, cercas, sendas para peatones, o caminos pueden considerarse para ver si la tierra se está moviendo. Si la tierra está cambiando de lugar, entonces los alambres eléctricos atados a postes en el suelo, cerca del borde de la colina, estarán muy apretados debido a que los postes se mueven con el suelo.*

Un día, las tres amigas deciden ir a jugar juntas al bosque. Ellas fueron más allá de la colina, donde no habían estado antes. Encontraron un muy interesante grupo de árboles muy altos, cuyos troncos salían de la tierra en ángulo antes de que los árboles se enderezaran y apuntaran hacia el aire como un árbol normal, tal y como lo muestra la figura debajo. Algunos de los árboles tienen un ángulo tan definido que las chicas pueden sentarse en ellos como si fueran confortables sillas con sus pies colgando debajo de la cuesta. Muchos de los árboles están curvados en la misma dirección en el centro. Las tres amigas lo llamaron el Bosque Inclinado.

**Pregunta 4 . ¿Cuál es la causa de que los árboles crezcan de esa forma?**

**Posibles respuestas:** *Los árboles siempre crecen hacia la luz solar, por lo tanto podemos presumir que los árboles crecen inicialmente en un ángulo diferente cuando son jóvenes. El hecho de que los árboles estén curvados en la misma dirección, y que se encuentren todos localizados junto a otro, podría indicar que el suelo debajo del Bosque Inclinado está cambiando hacia una dirección. Los árboles son mucho más viejos que las chicas, lo que implica que el suelo se ha estado moviendo durante un tiempo muy largo. Esto podría significar que el suelo alrededor de la granja es inestable, y podría ser desalojado en caso de lluvia fuerte, un terremoto, o actividades humanas tales como la construcción de carreteras. La figura 2 muestra la forma de un árbol que puede indicar un historial de suelo con deslizamiento, cuando se muestra en grupos de árboles localizados juntos.*

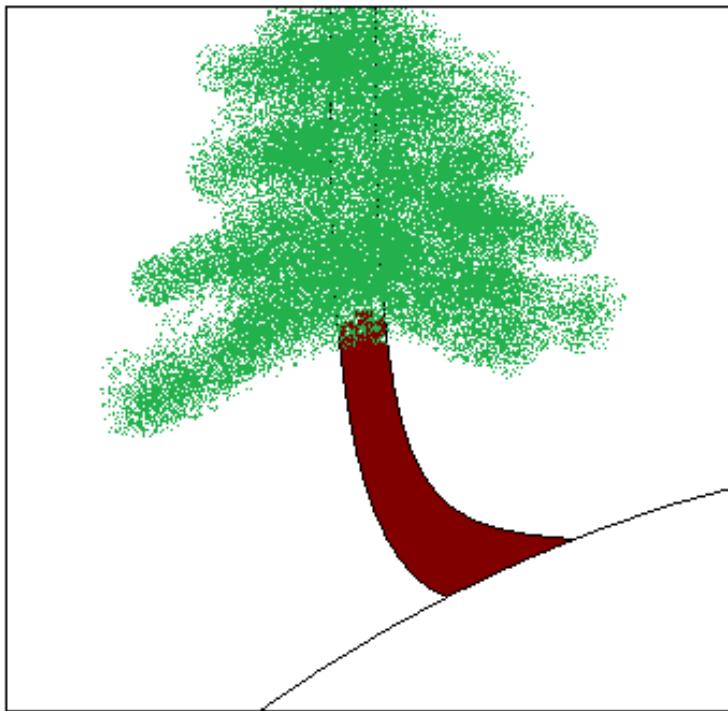


FIGURE 9.2

### Figura 2. Forma de un árbol común debido a grietas del suelo

Un día, mientras las amigas caminan de regreso a casa desde la escuela, sucede un terremoto. Es lo suficientemente fuerte para hacer temblar muchos de los edificios alrededor de ellas, y el terremoto finaliza después de un minuto aproximadamente. Están tan lejos de la casa de Gozen como de las granjas de Amira y Sara.

#### Pregunta 5 . ¿A dónde deben ir primero las amigas?

**Respuestas posibles** : *Hay muchas razones para ir a la casa de Gozen primero. Ella tiene radio y televisión, por lo tanto pueden escuchar acerca del daño causado por el terremoto y si los servicios de emergencias se encuentran operando. La radio y la televisión, si se encuentran funcionando después del terremoto, podrían también tener información acerca de cualquier sistema climático que se encuentre en desarrollo y que pueda hacer que la situación creada por el terremoto se convierta en peor, tales como lluvias fuertes o nevadas.*

*Más aún, la combinación de observaciones que las chicas han notado alrededor de las granjas de Sara y Amira indican que el suelo podría estar inestable y propenso a un deslizamiento si ocurre otro terremoto. Sabiendo que el terreno de la granja es inestable, es natural que las chicas deseen asegurarse de que sus familias y hogares se encuentran a salvo. En ese momento es muy peligroso ir ahí porque la posibilidad de réplicas sísmicas es muy fuerte. Puesto que las muchachas se encuentran seguras, deben contactar con uno de sus padres o algún amigo de la familia para que sus padres sepan que se encuentran a salvo, y descubrir qué ha sucedido para que puedan tomar una decisión informada sobre qué hacer después, mientras tanto deben conservar el agua, la comida e insumos médicos.*

Las familias se encuentran bien y se reúnen en la casa de Gozen para hablar acerca de lo sucedido. A través de la radio, se enteran que ha sido un terremoto que ha causado numerosos deslizamientos de tierra en la región. El vecino cuya tierra se encontraba anegada de agua reportó que, en algunos lugares en su terreno, la superficie se agrietó, y la cuesta tomó la forma de escalones. El camino ha sido bloqueado por rocas caídas, pero las familias han almacenado algo de comida para cuando la carretera se cerrara. El padre de Gozen dice que muchos tubos se han roto en diversos lugares por lo tanto no hay agua para ser distribuida a través del sistema de agua de la ciudad. Envían a las amigas río abajo para reunir agua para apoyar a las familias. Mientras las tres familias están en el río, se dan cuenta que el nivel del agua está mucho más abajo de lo que se encontraba el día anterior.

**Pregunta 6 : ¿Cuáles son algunas de las causas posibles para el bajo nivel de agua del río y qué deben hacer las muchachas acerca de ello?**

**Posibles respuestas:** *En los valles del río que probablemente experimenten deslizamientos después de los terremotos, una repentina disminución en los niveles de agua del río pueden indicar que se ha formado un dique de deslizamiento corriente arriba de la ciudad. Un dique o barrera de deslizamiento es cuando un deslizamiento ha bloqueado un río o corriente, causando que el agua se acumule a consecuencia de ello. Esto causa inundaciones río arriba y una disminución del flujo de agua río abajo. Estas barreras de deslizamiento pueden ser extremadamente peligrosas porque son de alta inestabilidad generalmente. Mientras el agua se acumula detrás de la barrera, el deslizamiento se satura con agua y puede romperse catastróficamente, inundando todas las áreas río abajo con poco o nula advertencia. Recuerde la inestabilidad de los materiales no consolidados saturados de agua observados durante el ejercicio de la licuefacción en la lección 7. Las tres amigas deben notificar a sus padres o a las autoridades de la ciudad inmediatamente de esta posibilidad para que ellos puedan determinar si un posible dique de deslizamiento se ha formado. Si se toma acción rápidamente, el agua detrás de la barrera puede ser liberada gradualmente antes que se eleve a niveles peligrosos. ¡Aún los niños pueden salvar comunidades enteras!*

Las tres amigas les dijeron a sus padres inmediatamente acerca del nivel del agua, quienes alertaron a las autoridades de la ciudad. Una pequeña barrera se había formado río arriba pero no era lo suficientemente grande para ser una preocupación. Todas las tres familias permanecieron en la casa de Gozen por unos pocos días mientras las réplicas se sintieron, pero ninguna de ellas fue tan grande como el terremoto original. Debido a que no hubieron deslizamientos en sus granjas durante esta serie de temblores, las familias se encontraban preocupadas sobre futuros terremotos o eventos que provocarán la pérdida de sus granjas y casas. Comenzaron a discutir acerca de las maneras de prevenir que ocurran deslizamientos en sus terrenos.

**Pregunta 7 . ;Qué cosas pueden hacer las familias para prepararse en caso de derrumbes y para prevenir que ocurran derrumbes en su tierra?**

**Posibles respuestas:** *Reconocer y comunicar las señales de terreno inestable a los oficiales de la ciudad y a los vecinos de la comunidad, y prevenir posterior desarrollo humano que pueda causar un derrumbe o poner más vidas en peligro (tal como construir más estructuras humanas sobre tierra inestable) son los primeros pasos para mitigar futuros riesgos.*

*Pida a los estudiantes que hagan una lista de qué personas contactarían si sospecharan que existe una emergencia relacionada con derrumbes. El juego podría ser situar la lista en orden de aquellos a los que los estudiantes deberían contactar primero después de que un evento o señal de peligro ha ocurrido. De acuerdo al tiempo y recursos permitidos, esta lista puede ser organizada en una carta, enviado al oficial local de servicios de emergencia, y evaluada de acuerdo a su habilidad técnica. El oficial de servicios de emergencias local debe estar disponible para dar guía acerca de los recursos adicionales en la comunidad que no fueron identificados, y y cómo las respuestas y acciones de los estudiantes en una emergencia pueden ayudar u obstaculizar a las actividades de ayuda previstas.*

*El segundo paso es la preparación para futuros eventos estableciendo lugares de encuentro de emergencia seguros en tu comunidad. La gente debe también almacenar comida, agua, sabanas y artículos médicos en caso de que los servicios de emergencia no se encuentren disponibles para localizarlos después de muchos días después de un terremoto o derrumbe. Los estudiantes serán enseñados a prepararse para las emergencias en lecciones posteriores.*

*Los pasos más difíciles involucran como estabilizar terreno que ya ha mostrado señales de inestabilidad. Plantar árboles en cuestas expuestas o abiertas puede ayudar a reducir el agua dentro del suelo, la cual puede provocar más fácilmente los deslizamientos. Los sistemas de raíces profundas de los árboles pueden ayudar a unir la tierra y residuos sueltos que de otra manera serían fácilmente liberados durante un deslizamiento de tierra. Hay otros, pasos de ingeniería más costosos tales como la creación de barreras de deslizamiento y asegurar el drenaje adecuado a través de las carreteras que pueden ser llevados a cabo a nivel de la comunidad para mitigar los riesgos de deslizamientos. Siempre que sea posible, estos pasos deben estar coordinados con otros miembros de la comunidad para ayudar a reducir los costos y para asegurar que todos son conscientes del riesgo de deslizamientos de tierra.*

Sumario de ejercicios de simulación y Discusión posterior a los ejercicios:

Muchas señales de advertencia de zonas inestables propensas a deslizamiento de tierra pueden ser visibles en la superficie de la Tierra. Ahora que los estudiantes han completado el ejercicio, pídale que hagan una lluvia de ideas acerca de que evidencia deben buscar para indicar las zonas propensas a deslizamientos de tierra. Haga que comparen y contrasten lo que sabían o no sabían antes del comienzo del ejercicio con lo que aprendieron mientras el ejercicio progresaba. Haga énfasis en que el punto de este ejercicio era poner a los estudiantes en una situación sin respuestas claras dadas antes del comienzo de la situación, lo cual es lo más cercano a cómo se desarrollan las situaciones de emergencia en la vida real.

Las pendientes escarpadas, cicatrices de deslizamientos anteriores, y nuevas grietas en la superficie son las señales más obvias de la posibilidad de deslizamientos de tierra. Otras indicadores sutiles pueden incluir cercas, carreteras o líneas de tendido eléctrico desplazados, postes apoyados en el suelo, nuevos manantiales o filtraciones de agua en lugares que nunca habían estado húmedos anteriormente, ventanas y puertas pegajosas debido al cambio de los marcos de la casa e inusuales incrementos o disminución en los niveles de agua de los arroyos que no puedan atribuirse a los patrones de lluvias o el clima.

#### **Experimento de simulación:** Deslizamiento hecho en casa

Ahora que los estudiantes han simulado algunas experiencias comunes de deslizamientos o derrumbes, tendrán la oportunidad de crear, estudiar y describir una demostración de deslizamiento. Este simple experimento permitirá a los estudiantes observar las tres fases del desarrollo de un deslizamiento (fallo de pendiente, transporte de materiales, y la disposición final de los materiales del deslizamiento) y explorar las diferencias entre el experimento y los deslizamientos reales.

#### **Materiales**

Bandeja para hornear galletas o pan de 1-5 cms. de alto en sus bordes, alrededor de 40-60 centímetros de largo y ancho

Lápices

Transportadores

Arena

Tierra

Grava

Piedras planas

Tela o toallas de papel

Periódico para cubrir la superficie de trabajo

Jarra de agua con agua (opcional)

Palillos (opcional)

**¡Nota!** Esta actividad puede ser llevada a cabo con una clase entera con una sartén o, con muchas sartenes y suficiente supervisión en grupos. Como, esta actividad puede convertirse fácilmente desordenada no es recomendable que la clase se divida en más de 2-3 grupos. El comportamiento de la arena, tierra, grava, etc. dependerá de las propiedades particulares de los materiales que han sido reunidos. Es altamente recomendable que al menos un educador realice todas las actividades al menos una vez antes de conducir la clase para identificar cualquier posible problema con la instalación y para darse cuenta de los métodos para minimizar el desorden creado durante ciertas etapas de esta actividad. Puede ser necesario mover la actividad al exterior, o conducir todos los experimentos de inclinación dentro de una bandeja grande para atrapar el agua y el material que se derrame.

#### **Procedimiento**

1. Cubra con periódicos el área que desea usar para la demostración. Cree una tabla de datos para registrar los resultados de su serie de experimentos (un ejemplo se encuentra al final de la lección en la tabla 1). Anime a los estudiantes a añadir nuevas columnas o a experimentar con otros materiales que no se mencionan debajo, o a hacer

observaciones acerca del comportamiento del sistema que no encajen de manera precisa en alguna de las categorías.

2. Asigne deberes: Nombre a un estudiante que esté a cargo de alzar un lado de la bandeja para crear una inclinación como en la figura 3, diciendo al estudiante de levantarla lenta y suavemente, sin agitarla o parar la acción, hasta que el material de la bandeja comience a deslizarse. Asigne a otro estudiante que esté a cargo de medir el ángulo en el que se encuentra la bandeja usando el transportador. Este estudiante debe intervenir en el ángulo en incrementos de 5 grados cuando el material no se esté moviendo, y debe hacerlo también cuando el material se mueve (ejemplo: el material no se mueve hasta que alcance 23 grados donde inicia a romperse, entonces a los 27 grados colapsa: el estudiante podría leerlo así “5 grados... 10 grados... 15 grados... 20 grados... rompiéndose a los 23 grados (cuando comience a romperse), 25 grados, colapsando a los 27 grados (mientras colapsa). Este estudiante deberá concentrarse en la lectura del ángulo cuando ocurran eventos significativos, mientras los demás estudiantes toman notas específicas que describan lo que está sucediendo.

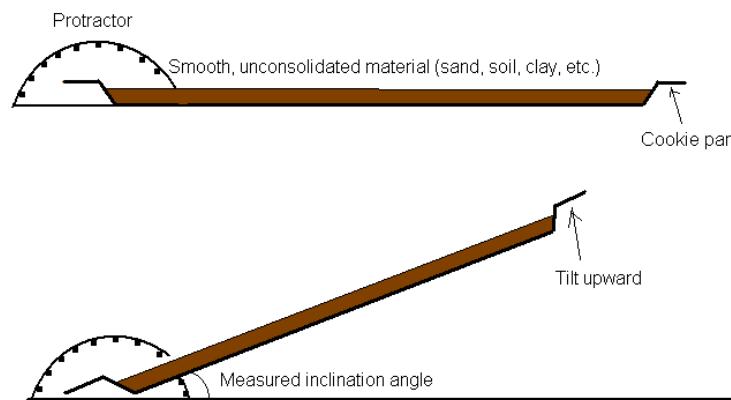


FIGURE 9.3

**Figura 3.** Vista lateral de la instalación de la bandeja de galletas, el transportador, y la orientación de inclinación para producir un deslizamiento simulado.

3. Comience el experimento con los materiales secos primero, determinando el orden por la facilidad de limpieza de los mismos (ejemplo: rocas planas, luego la grava, luego arena, después tierra). Haga que los estudiantes completen las entradas en la tabla que describen como ocurrió la simulación del derrumbe. Haga que los estudiantes documenten los detalles de la instalación del experimento antes de inclinar la bandeja, tales como qué material se usó, las dimensiones de la bandeja, cuan profundamente descansa el material en la bandeja. Tan pronto como el material comience a moverse cuando la bandeja se encuentra inclinada, anime a los estudiantes a describir y anotar lo que sucede en la tabla de datos en ángulos diferentes, como se estipula en la tabla 1 de abajo. Despues de que los materiales han colapsado, haga que los estudiantes tomen notas de *cómo* colapsó el material- ¿Lo hizo como un fluido, o viajó en bloques discretos o losas? ¿Descansa como un montón de suave material, o hay pequeñas protuberancias o grietas en el material derrumbado?

Complete la primera ronda con todos los materiales y discuta acerca de ello. Si el tiempo lo permite, haga más de un experimento para cada material. Cuando intercambie los materiales, use los trapos o toallas de papel para limpiar la bandeja con la finalidad de que las condiciones de los diferentes experimentos sean lo más parecidas posibles.

**¡Nota!** La clave para cualquier experimento científico es la reproducibilidad. Si la superficie de la bandeja no es limpiada regularmente entre los diferentes experimentos, entonces los resultados pueden variar debido a los desechos dejados sobre la superficie en los experimentos previos.

Discuta lo sucedido con los estudiantes y anímelos a obtener nuevas preguntas acerca de la instalación. ¿Hay algún patrón? ¿Qué materiales colapsaron en los ángulos más pequeños y cuáles lo hicieron en los más grandes? ¿Qué materiales colapsaron rápidamente y cuáles lo hicieron lentamente? ¿Fueron los materiales utilizados similares a los materiales que componen las montañas o colinas alrededor de su región? ¿Podrían los estudiantes identificar los movimientos o comportamientos en los materiales que colapsaron y que correspondían a las señales de advertencia

que las tres amigas observaron en los alrededores de su ciudad dentro del escenario del ejercicio de simulación?

4. Pida a los estudiantes que predigan que sucedería si repiten los experimentos otra vez, con los mismos materiales, excepto que esta vez la bandeja será girada o agitada suavemente mientras está siendo inclinada. Entonces repitan los pasos anteriores exactamente como lo habían hecho anteriormente con los mismos materiales, pero esta vez pida al estudiante asignado a inclinar la bandeja que agite suavemente o gire la bandeja mientras es inclinada. De instrucciones al estudiante para que mantenga el movimiento más o menos igual (en magnitud y frecuencia de movimiento) mientras continúa la inclinación de todos los materiales. Registre cualquier diferencia que los estudiantes observen acerca de los ángulos en los cuáles colapsan los materiales, qué tan rápido colapsan, las maneras en las cuales colapsan los materiales, etc.

El resultado final debe ser que el ángulo de colapso debe ser menor cuando la sartén se agita. Pida a los estudiantes que describan porque éste sería el caso, basado en su conocimiento del peso, dirección de la gravedad, fricción, y ángulo del ángulo de inclinación. Una respuesta es que los materiales como la arena, cuando son observados de forma muy cercana, se encuentran compuestos de pequeñas partículas, cada una de las cuales puede ser considerada como una piedra pequeña que reposa en muchas otras pequeñas piedras, rodeadas por bolsas de aire llamadas poros (recuérdese el ejercicio de licuefacción en la lección 7). Cuando los estudiantes agitan la bandeja inclinada con piedras, éstas tienden a rodar ya sea hacia debajo de la pendiente, o son expulsadas directamente lejos de la pendiente, lo que las hace “saltar” hacia debajo de la pendiente. Cuando usted sume todas las contribuciones de un sinnúmero de pequeñas piedras rebotando entre sí, el efecto neto es que la masa entera de material es empujada hacia abajo de la pendiente por sí misma ya que cada pequeña piedra salta una distancia corta hacia debajo de la pendiente.

5. Finalmente, para cada material, seleccione un ángulo que descansen directamente entre el ángulo de caída por agitación y el ángulo de colapso para el caso de no ser agitado (ejemplo: la arena colapsa a los 15 grados, 25 grados cuando no se agita, por lo tanto usted debe seleccionar el ángulo de 20 grados para este caso). Prepare cada material en la bandeja y levántela en el ángulo seleccionado para ese material. Pregunte a los estudiantes que creen qué sucederá si la bandeja es agitada y porqué lo creen así- la respuesta debe ser que colapsará, porque estamos moviendo el material de una situación estable a una inestable, lo que cambia su medio ambiente. Esto es análogo a un deslizamiento de tierra provocado por un terremoto. Haga que los estudiantes agiten la bandeja exactamente como lo hicieron antes, y que anoten los resultados.

**¡Atención!** Los resultados reales pueden variar, pero esto es también parte del ejercicio. En algunos casos el material colapsará tal como se predijo, y en otros, no lo hará. Hay una enorme variedad de factores que determinan cuándo, cómo y por qué se producirá un deslizamiento de tierra, tales como cuán compacto se encuentra el material asentado en la bandeja, las variaciones registradas en el momento de agitar la bandeja mientras es inclinada, y la disposición aleatoria de los granos de arena en los contactos con la bandeja, para nombrar unos pocos.

6. Resuma todas las observaciones formuladas. Anime a los estudiantes a discutir las limitaciones de este escenario en relación a un medio ambiente natural, y hágalos identificar algunos de los retos que los científicos de la tierra pueden enfrentar cuando intentan prevenir que los derrumbes afecten a comunidades humanas. Hay muchas respuestas posibles: los materiales naturales no son homogéneos, sino son una mezcla de diferentes materiales y consistencias. Las pendientes naturales son desiguales e irregulares, con superficies complejas, grietas, y fuerzas. La presencia de agua es también un factor complicado: para algunos materiales observados dentro de este tipo de instalación, el agua puede incrementar la cohesión y elevar el ángulo de colapso. Pero en el mundo real, demasiada agua tiende a reducir el ángulo de colapso debido al incremento de la presión en los poros.

7. Anime a los estudiantes a usar su imaginación y los materiales que tengan a mano con la arena, grava, y materiales del suelo para estabilizar la superficie. Algunas ideas pueden simplemente incluir colocar una toalla húmeda de papel sobre la superficie. Esto funciona de manera muy similar a una malla superficial y es una muy efectiva, aunque algunas veces cara, manera de estabilizar las superficies reales de los cortes al lado de carreteras y edificios. Otras ideas pueden incluir la construcción de muros de contención usando las rocas planas, o guijarros de grava, para contener el material. Haga que los estudiantes experimenten con diferentes maneras de organizar pilas de materiales y formas en la base de la bandeja mientras la inclinan hacia arriba, para ver quién puede crear la estructura que mejor prevenga los deslizamientos de tierra. Anime a los estudiantes a encontrar otros materiales en los alrededores del salón de clase tales como palos, cuerdas, lápices que puedan ser incorporados en las barreras de derrumbe.

(Opcional) si el tiempo lo permite, haga que los estudiantes experimenten con materiales húmedos. Haga que los estudiantes remojen completamente por algunos minutos algunos de los materiales (mientras más tiempo mejor). Haga que llenen la bandeja como antes y anoten los resultados de elevar la bandeja. Los resultados deben ser altamente impredecibles. En algunos casos, el material colapsará en un ángulo de menor profundidad. En otros, el material colapsará en un ángulo mayor pero el resultado será más catastrófico y repentino. Los estudiantes pueden simular infiltraciones de agua de lluvia vertiendo agua muy lentamente en el material desde la parte más alta de la bandeja mientras es elevada. Los estudiantes podrán también experimentar con inducir un terremoto en varios ángulos con materiales húmedos.

Otras actividades opcionales incluyen simular los efectos en la superficie del deslizamiento poniendo palillos, impulsados verticalmente dentro de la arena, tierra, o grava, e ir levantando poco a poco la bandeja como en los pasos anteriores. Para algunos materiales, los movimientos muy pequeños del material se reflejan en el movimiento de los palillos fácilmente antes del colapso de la pendiente

### Recursos útiles en Internet

Ingeniería para el mundo:

<http://www.engineering4theworld.org/>

Gran parte del Material utilizado para llevar a cabo el ejercicio y experimento de simulación puede ser localizado en línea en:

[http://www.bechberger.com/Mel/Landslide\\_Activity/](http://www.bechberger.com/Mel/Landslide_Activity/)

Terremoto de Kashmir 2005: Derrumbes



FIGURE 9.4

Derrumbe de tierra 1



**FIGURE 9.5**

Derrumbe de tierra 2



**FIGURE 9.6**

Derrumbe de tierra 3



Derrumbe de tierra 4

FIGURE 9.7



Derrumbe de tierra 5

FIGURE 9.8

Material	condiciones iniciales	ANGulos	fallas y modo de transporte(% de material restante)	gradualmente, rápidamente, o lentamente?	fluido o depósito grupal	notas sobre el colapso
Rocas						
Grava						

**TABLE 9.1:** (continued)

Arena	1) 20 cm x 40 cm x 4 cm 2) seco 3) profundidad consistente 4) no agrupado	15 grados 18 grados 22 grados 25 grados	pequeños flujos de escombro de arena (99%) pequeños flujos de escombro (90%) pequeños flujos de escombro (50%) colapso de arena, flujo de escombro (5% restante)	lentamente y GRADUALMENTE lentamente y GRADUALMENTE GRADUALMENTE RAPIDAMENTE	fluido fluido FLUIDO fLUIDO	la arena se libera gradualmente hasta colapsar a los 25 grados.
Tierra	1) 20 cm x 40 cm x 4 cm 2) seco 3) profundidad consistente 4) algunos terrones	26 grados 30 grados 38 grados	formación de grietas cerca d e la parte superior del material, losa de capas de suelo (100%) grietas más pronunciadas, algunos agrupamientos en la base del material (95%) colapso catastrofico, flujo de tierra y escombros (10%)	GRADUALMENTE RAPIDAMENTE rápidamente	terrones (1-5 cm) mayormente agrupado, algunos fluidos agrupados se convierten en fluidos después del movimiento.	EXCEPTO pOR terrenos en la cima, las capas de tierra estaban contiguas, hasta que colapsaron.

**Tabla 1** . Ejemplo de Tabla de datos para registro de fallos iniciales de inclinación, transporte y modos de desecho de deposición finales del simulador de deslizamientos de tierra. Esta tabla ha sido adaptada de la descripción de la actividad “Landslides to Seafloors” encontrada en el archivo web que se encuentra enlistado debajo de Recursos útiles de Internet.

## CONCEPT

## 10

# Lección número 9- Peligros estructurales.docx

## Lección número 9: Peligros estructurales

Esta lección introducirá a los estudiantes a algunos de los conceptos básicos detrás de los riesgos estructurales en el contexto de los terremotos. Muchas ciudades tienen gran variedad de tamaños, formas, materiales, y estilos arquitectónicos en sus edificios. Esta lección cubre las ideas básicas con respecto a cómo las estructuras responden a los terremotos, utilizando un ejercicio con tablero y tres actividades. El ejercicio consiste en un análisis visual de fotografías tomadas en áreas afectadas por un terremoto en Asia Central. Las actividades explorarán como responden las estructuras a cargas aplicadas.

En esta lección, la actividad con tablero ha sido adaptada de material de Rathjen (2004) y las actividades de Beven et al. (1995)

El ejercicio con tablero tiene una duración esperada de 45-60 minutos. Las actividades en total deben tomar de 2-3 horas.

### Introducción:

1. Comience por repasar con los estudiantes los dos tipos de ondas de terremotos: Ondas P y S. Compare y contraste sus diferencias (las ondas P son compresivas, longitudinales y generalmente menos destructivas que las ondas S; las ondas S son ondas transversales que se mueven perpendicularmente a la trayectoria de propagación). Las ondas de la superficie son una combinación de ondas P y S que causan la mayor parte de la destrucción por terremoto debido a que provocan movimiento en forma de onda a través de los ejes tanto verticales como horizontales que causan daño estructural. Favor de referirse a la Lección 6 para más información acerca de las ondas semi sísmicas.

2. Hay tres tipos diferentes de fuerzas aplicadas (cargas) que se cubrirán en esta lección: compresión, tensión y trasquilado. Compresión es cuando se aplica una fuerza hacia adentro en contra de la cara de un elemento estructural, haciéndolo más corto. La tensión es cuando se aplica una fuerza que tira hacia afuera de la cara del elemento estructural, estirándolo (por ejemplo, cuando una liga se estira). Trasquilar es cuando se aplica una fuerza en paralelo a la cara estructural del elemento, en un ángulo perpendicular a las fuerzas de compresión o de tensión. Adapte un pedazo de plastilina a un cilindro y pida a los estudiantes que dupliquen estos tipos de cargas aplicadas, atestiguando la deformación del elemento estructural. Recuerde a los estudiantes la Lección 4 donde utilizaron una bola de masa de pizza para demostrar esto. Informe a los estudiantes que incluso las piezas sólidas estructurales, hechas de acero o piedra se deforman de esta manera en respuesta a cargas, incluso si el ojo humano no alcanza a discernir el ligero desplazamiento de la pieza. Se presenta un diagrama de los diferentes de tipos de carga y la resultante deformación del elemento estructural en la Figura 1.

3. Algunos materiales y formas pueden soportar mejor que otros diferentes tipos de cargas. Por ejemplo, los materiales de piedra pueden manejar bien la compresión, pero por ser crispados no pueden atenuar bien la tensión. La mayoría de los metales, como el aluminio y el acero, pueden manejar bien todos los tipos de cargas si se moldean apropiadamente. Como ejemplo, un tubo circular puede manejar bien las cargas, pero el más mínimo defecto en la forma (como una abolladura o un agujero) debilitará la carga en gran medida. Para demostrar esta idea, comience con dos tubos de papel higiénico idénticos. Tome uno de los tubos y doble en un ángulo de 90 grados, después regreselo a su forma original. Coloque ambos tubos verticalmente en una superficie plana separados 30 centímetros. Coloque objetos pesados (como libros) encima de cada uno. El tubo que fue doblado no soportará tanto peso como el que no lo fue.

4. Diferentes materiales pueden usarse combinados para construir elementos que reaccionan bien ante todos los tipos de cargas. El concreto, un material rocoso, puede utilizarse para construir una estructura con barras de acero a lo largo para que, durante una compresión, el material rocoso lleve la carga, pero durante una tensión, el acero sea el que la cargue.

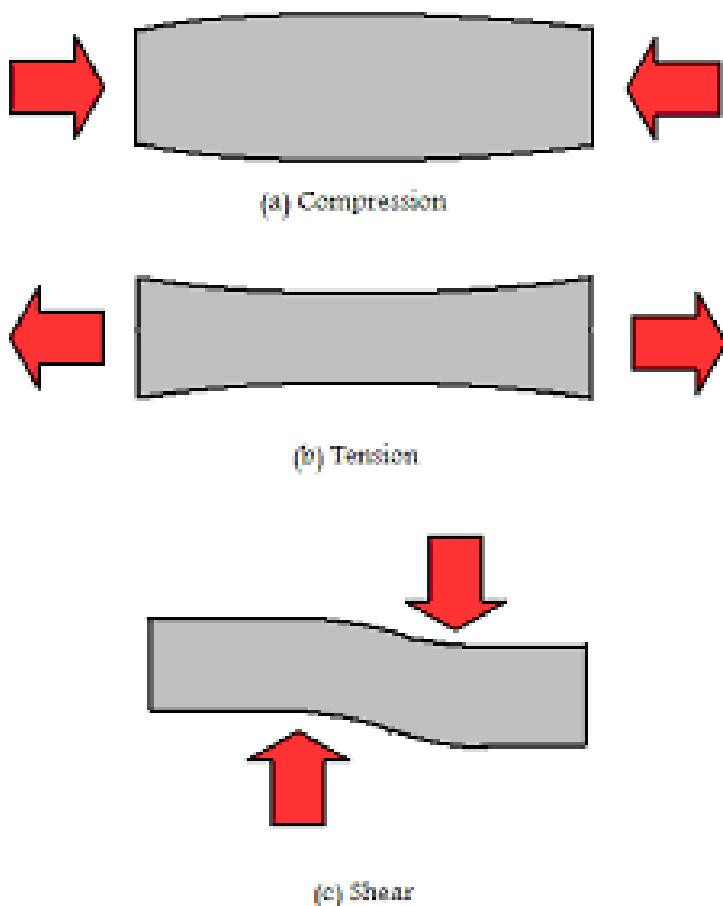


FIGURE 10.1

**Figura 1:** Diferentes tipos de carga aplicada. (a) Compresión, (b) Tensión (c) Esquilado.**Ejercicio de Mesa:** Tío Arquitecto

**¡Nota!** Este ejercicio fue desarrollado para ayudar a explicar los peligros estructurales asociados con los terremotos. Los peligros estructurales varían dependiendo de la topografía, geología y arquitectura empleadas de región en región, así como la mano de obra y la calidad de los materiales utilizados en las estructuras independientes. Este ejercicio explorará algunas de las lecciones básicas que pueden aprenderse observando estructuras reales que han sobrevivido terremotos, y estructuras construidas después de los terremotos.

Lea el siguiente escenario, deténgase para hacer preguntas y discutir el material con sus estudiantes en los puntos indicados, o cuando los estudiantes hagan preguntas relevantes a la discusión de los peligros por terremoto:

Sami vive con su familia en una ciudad. Un terremoto muy poderoso recientemente destruyó muchas partes de su ciudad. Afortunadamente, la familia de Sam estaba preparada para el terremoto con algunos suministros básicos (específicamente: un kit de primeros auxilios, algo de comida y agua y un plan de comunicación de familia/comunidad; las precauciones para terremotos se discutirán en detalle en la lección 11). Ahora que el terremoto ha pasado, muchas personas están iniciando la difícil tarea de reconstruir su ciudad.

El tío de Sami, el señor Jamali, es un arquitecto y ahora está muy ocupado atendiendo día y noche a gente que quiere reconstruir sus hogares, hacer reparaciones a edificios dañados, o modificar sus edificios para que resistan el siguiente terremoto. El señor Jamali está tan ocupado que muchos de sus mejores asistentes están abrumados con trabajo, así que le pidió ayuda a Sami. Empezará como aprendiz del señor Jamali y le darán tareas que lo entrenarán para reconocer los mejores aspectos de los edificios que les permitieron sobrevivir a los terremotos. El primer trabajo de Sami es inspeccionar los edificios que se mantuvieron en pie durante el terremoto. Manejó alrededor de la ciudad

con su hermano, tomaron muchas fotos y notas y ahora está revisándolas para encontrar patrones.

Al principio habían tantas fotos que Sami no sabía por dónde empezar.

**Pregunta 1:** ¿Cuáles son algunas formas en las que las fotos pueden ayudar a que Sami reconozca porqué algunos edificios pueden sobrevivir terremotos mientras otros colapsan? ¿Porqué es importante tomar notas que acompañen a las fotos?

**Nota!** Esta pregunta se propone de forma muy general y está diseñada para alentar a los estudiantes a darse cuenta de las limitaciones del proceso de recolección de información. Hay varias posibles respuestas que pueden o no tener nada que ver con los riesgos estructurales. Aliente a sus estudiantes a compartir sus ideas, y si es necesario, hágalos observar las fotografías y notas para ayudarlos a obtener algunas ideas sobre cómo empezar.

**Respuestas Posibles:** *La memoria humana y el pensamiento se enfocan selectivamente en temas específicos o puntos de interés, mientras que las fotos capturan una escena completa. Las fotos contienen mucha información a la que los humanos podrían no haber prestado atención desde el principio o que los humanos podrían necesitar más tiempo para procesar, por lo tanto son un medio muy útil para grabar información sobre estructuras.*

*Es importante tomar notas que acompañen a las fotografías porque es fácil olvidar dónde o cuándo específicamente se tomó una fotografía, especialmente si se tomaron muchas fotografías en un solo día. También, las fotos no graban información importante que podría ayudar a entender porqué un edificio en particular sobrevivió, como la edad del edificio, o si la tierra estaba húmeda o floja, o si el edificio estaba en una pendiente. Estos detalles pueden ser importantes para predecir futuros problemas que podrían experimentar los edificios, así como la licuefacción (ver Lección 7) o derrumbes (ver Lección 8).*

Sami decidió enfocarse en las fotografías que mostraban edificios que resistieron durante el terremoto junto a los que colapsaron parcial o totalmente (como las fotografías de la 1 a la 6). De esa forma, la fuerza del terremoto y la composición de la tierra sobre la cual están las estructuras sería similar en las fotografías. Esto ayuda a comparar y contrastar las estructuras que colapsaron o las que no colapsaron durante el terremoto bajo condiciones similares.

**Pregunta 2:** Compare la fotografía 1 con la fotografía 2. ¿Qué es igual y qué diferente de los estilos y materiales y construcciones? ¿Cuáles son algunas posibles razones de por las cuales las construcciones en la fotografía 1 no colapsaron por completo mientras que las de la fotografía 2 sí?

**Posibles Respuestas:** *De acuerdo con las notas, ambas fotografías se tomaron cerca de las ruinas antiguas de la ciudad. Ambos edificios utilizaron ladrillos, pero las ruinas antiguas usaron ladrillos de lodo y las de los edificios viejos modernos ladrillos de piedra. Aún así, las ruinas antiguas son mucho más viejas que los edificios que colapsaron en la fotografía 2, y han sobrevivido al terremoto sin que sus techos colapsaran. Presumiblemente, las ruinas antiguas también han sobrevivido otros terremotos poderosos en los pasados cientos de años.*

*Algunas razones posibles: las ruinas antiguas usaron arcos redondeados para soportar el techo, mientras que parece que los nuevos edificios parecen haber usado paredes derechas y ángulos rectos, así que los arcos y los domos podrían resistir mejor los terremotos que las paredes derechas y edificios en forma de caja. Esta idea es respaldada por la fotografía 1, que demuestra que mientras que el techo y las paredes conectadas todavía están de pie, la pared que no es parte de los arcos ha colapsado. Alternativamente los edificios antiguos en la fotografía 1 pueden haber sido construidos con mejor mano de obra que los de la fotografía 2. Sami debería investigar estas ideas volviendo a visitar los edificios y recolectar más información antes de llegar a conclusiones definitivas.*

Mientras observaba sus fotografías, Sami se dio cuenta de que se estaba enfocando solamente en los edificios, pero que había más que sólo edificios que habían sobrevivido al terremoto.

**Pregunta 3:** Mire a las fotografías 3 y 4. ¿Qué otros objetos, además de los edificios, no colapsaron durante el terremoto? ¿Qué características de estos objetos los hicieron capaces de sobrevivir, mientras que otros edificios colapsaron? ¿Hay otros peligros relacionados con estos edificios, diferentes a los asociados con los edificios?

**Posibles Respuestas:** *Antice muchas respuestas diferentes de sus estudiantes para estas preguntas. Algunos de los objetos incluyen árboles, postes de cables de luz y teléfono, carros y señales.*

*Los árboles son muy resistentes a los terremotos porque tienen un sistema muy profundo de raíces que los ancla al piso, y están bien balanceados en todos los lados. La madera, como material, es muy fuerte y ligera. Sin embargo, mientras los árboles pueden sobrevivir mejor que algunos edificios, también producen ramas que se pueden caer durante los terremotos por lo que no deberían de utilizarse como refugio al menos de que sea absolutamente necesario. En general, es mejor minimizar la cantidad de material sobre la cabeza de uno durante un terremoto.*

*Los postes de luz y teléfono también están anclados al piso, pero a veces no tan bien como un árbol. Deben soportar peso que puede jalar en dirección del cable, así que cualquier trastorno en el balance (por ejemplo causado por edificios colapsando, ramas de árboles caídas en los cables, etc) pueden provocar que se caigan. Los carros y las señales están muy cercanos al piso y no soportan ningún peso externo, por lo cual sobreviven muy bien a los terremotos a menos de que sean aplastados por algo más alto que ellos.*

*Los árboles pueden tener ramas que se caen. Los postes de teléfono y electricidad pueden llevar fuentes de shock eléctrico a dónde está la gente cuando colapsan. Los carros tienen gasolina combustible que puede liberarse si algo les cae encima. Los edificios deberían diseñarse para reducir estos riesgos para la gente cuando sea posible.*

Sami notó que mientras que los edificios en las fotografías 4 y 5 también utilizó pilas de piedras y ladrillos como los que utilizó el edificio de la fotografía 2 que colapsó, muchos de estos edificios todavía están en pie mientras que otros alrededor no.

**Pregunta 4 :** Mire con mucha atención a los edificios en las fotografías 4,5 y 6. ¿Qué es diferente en estos edificios? Y ¿Por qué estas diferencias les ayudarían a sobrevivir mejor a los terremotos?

**Posibles Respuestas:** *Si mira con atención, verá que las paredes que están de pie en las fotografías 4,5 y 6 están reforzadas con acero, aunque la manera de hacer el refuerzo es diferente en cada fotografía. La foto 4 muestra un ejemplo de uso del acero en vigas transversales con paredes de incrustaciones de ladrillo. En el edificio de la foto 5, las paredes están hechas de cemento y piedras, y las paredes delanteras no reforzadas han colapsado. Pero todas las paredes expuestas sobrevivientes de la foto 5, muestran varillas de acero a través de toda la pared (hay varillas de acero sobresaliendo la cara frontal de la pared superior. Las varillas de acero pueden verse en paralelo a longitud de las paredes del piso inferior en algunos lugares en donde el cemento está cuarteado o desprendido). En la foto 6, una estructura similar al edificio de al lado pero más pequeña, tiene acero sobresaliendo de las superficies superiores, y tal vez estaba siendo construida por la misma gente que construyó el gran edificio que está detrás. Es evidente, por la pared expuesta a la derecha de la parte más baja del edificio grande, que no es completamente de ladrillo, sino sólo paredes con incrustaciones de ladrillo dentro de marcos reforzados. Las grietas a la derecha del piso superior del edificio grande muestran dónde el marco fue separado de los ladrillos, aunque la pintura exterior sigue intacta.*

*El refuerzo de acero es muy importante al darle fuerza a las paredes de piedra porque le agrega fuerza de tracción (la habilidad de resistir cargas de tensión). Esto significa que la pared puede estirarse (a lo largo o a los lados) sin romperse fácilmente. Las rocas y ladrillos pueden manejar cargas de compresión muy bien. Sin embargo, cuando una pared de piedra o ladrillo es estirada en extendida en respuesta a tensión o carga trasquilada, se quebrará o colapsará con cargas mucho menores que las que pueden soportar bajo compresión. Durante un terremoto, las vibraciones estiran, comprimen y trasquilan todas las piezas de una estructura. El acero es un material mucho más flexible que la piedra. Por lo tanto, la combinación de acero con ladrillo piedra significa que una pared puede comprimirse, estirarse o trasquilarse y todavía resistir un terremoto.*

Sami empezó a notar durante el día que paredes colapsando no significa necesariamente que el techo vaya a colapsar, especialmente cuando las paredes están reforzadas con acero. Pero, mientras Sami hablaba con las personas alrededor de la ciudad, escuchó una y otra vez que el riesgo de que el techo colapsara era un riesgo serio. Mucha gente había sido lastimada, atrapada o había muerto cuando pesados materiales del techo les habían caído encima al colapsar la estructura.

**Pregunta 5:** Compare las fotografías 7 y 8. ¿Qué tienen de diferente los techos en estos edificios, comparados con los techos de los edificios en otras fotografías? ¿Por qué podrían sobrevivir mejor estos techos a un terremoto?

**Posibles Respuestas:** Los techos de la mayoría de los edificios en las fotos 7 y 8 están hechos de materiales ligeros y flexibles, a saber madera y delgadas láminas de metal. Los materiales del techo en otras fotografías son principalmente pedazos de lodo, ladrillo, piedra o cemento, pesados e inflexibles.

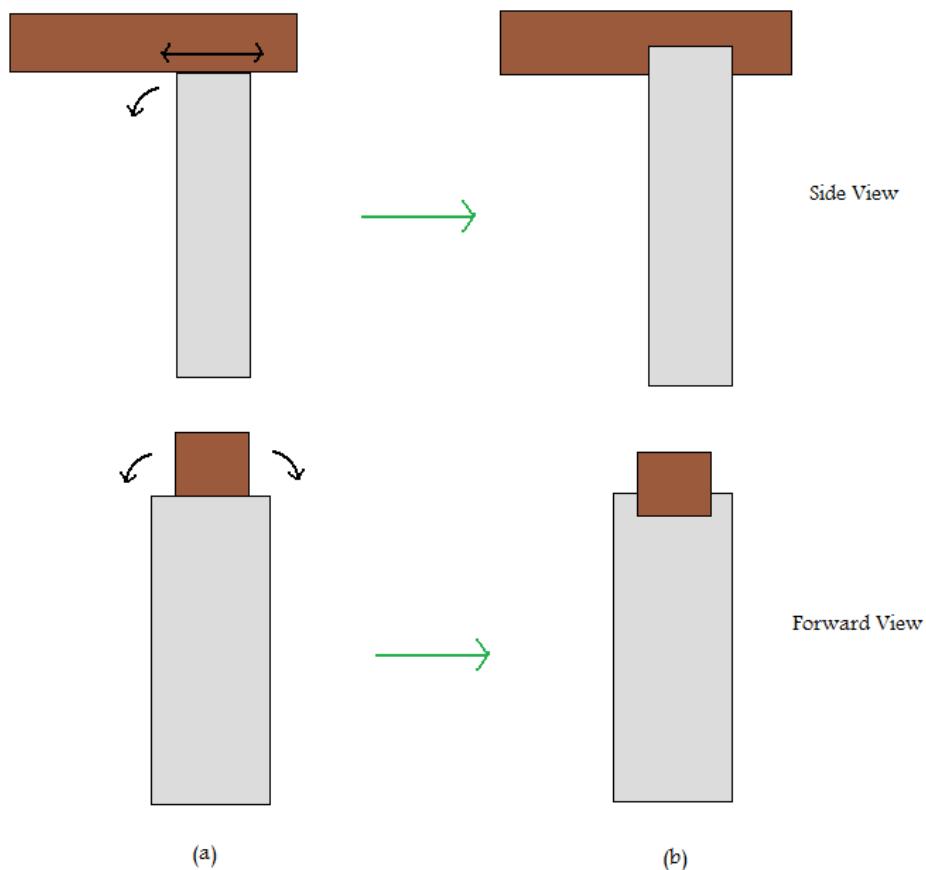
La madera o metal son mejores que los materiales pesados en áreas propensas a terremotos por muchas razones. La más obvia es que cuando estas estructuras ligeras colapsan, los materiales del techo son mucho menos pesados, y por lo tanto causan menos daño a la gente atrapada dentro de los edificios, si colapsan. Además, ya que los materiales ligeros son más flexibles, también mantienen sus formas cuando se caen durante un terremoto. Esto quiere decir que pueden haber más espacios vacíos dentro de una estructura colapsada en los cuales la gente puede sobrevivir cuando el edificio colapsa alrededor de ellos (en contraste con un techo de piedra o ladrillo que tenderá a colapsar en una pila con pocos espacios vacíos en el interior).

Sami visitó el hogar que estaba siendo construido por su tío con un techo ligero, pero algo en la forma en que las vigas estaban unidas a las columnas de cemento reforzadas le molestaba. Tomó fotos de estos acoplamientos y se los llevó a su casa para pensar en lo que le estaba molestando- Mientras hablaba con los sobrevivientes del terremoto, Sami se enteró de que las paredes, columnas, vigas y tablones de madera se agitan tanto que de hecho pueden cambiar de un lado a otro, o incluso brincar de arriba abajo dentro de sus puntos de acoplamiento mientras ocurre el terremoto.

**Pregunta 6:** Mire al acercamiento del acoplamiento del techo en la fotografía 8. ¿Qué cree que le molestó a Sami acerca de la forma en la que la viga del techo está posicionada sobre la columna? ¿Cómo podría usted diseñar diferente el acoplamiento para que resista terremotos?

**Posibles Respuestas:** Las vigas de madera son resistentes en una superficie plana sobre una columna de cemento. Si las vigas y tablones de madera pueden agitarse de un lado a otro, de adelante para atrás o de arriba hacia abajo, es probable que éstas vigas de madera se agiten fuera de la columna, provocando tal vez, el colapso de la estructura del techo.

Una mejor manera de diseñar el acoplamiento sería crear una hendidura u hoyo en el que las vigas de madera puedan descansar. Esto hace mucho más difícil que la madera se agite fuera del punto acoplamiento, y después de que el edificio termine de agitarse, la viga de madera regresará a descansar dentro del hoyo, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 2:** Un diagrama que demuestra la montura de una viga de madera en una columna de superficie plana (a) y en una columna con superficie agujerada (b). Las flechas negras muestran posibles direcciones de movimiento durante un terremoto que provocarían que una viga de madera cayera de la columna en el ejemplo (a), pero estos movimientos están restringidos por los agujeros en el ejemplo (b)

**Experimento de Tablero:** Construyendo y reforzando estructuras.

Ahora que los estudiantes han tenido la oportunidad de observar y pensar acerca de estructuras reales que han o no sobrevivido a terremotos, tienen la oportunidad de explorar peligros estructurales y técnicas de mitigación en la siguiente lección de 3 días. En el Día 1, los estudiantes construyen estructuras modelos y describen qué podría pasarles cuando se les aplique una carga. En el Día 2, los estudiantes construyen y prueban modelos en una mesa agititable para entender como una estructura reacciona a las vibraciones de diferentes frecuencias, y exploran el fenómeno de la resonancia. En el Día 3, los estudiantes construirán un modelo de pared para aprender cómo los elementos estructurales como abrazaderas diagonales, paredes trasquiladas, y conexiones rígidas fortalecen una estructura.

## Materiales

### DÍA 1:

1 Set de bloques de espuma de poliestireno de varios tamaños.

Pedazos de hilo, cada una de 30 centímetros de largo.

Clips para papeles.

Palillos

Un ladrillo u otro objeto pesado

Una sierra (para cortar los bloques de poliestireno)

Popotes.

Alfileres derechos.

### DÍA 2:

1 mesa de terremoto- vea: [http://www.exo.net/~donr/activities/Shake\\_Table.pdf](http://www.exo.net/~donr/activities/Shake_Table.pdf)

1 set de bloques de madera, de varios tamaños

1 set de bloques de poliestireno de varios tamaños.

### DÍA 3:

Copias de la hoja No. 1<sup>a</sup> y 1b (una por grupo, entregada al final de la lección)

#### Material para una pared modelo

21 palitos artesanales jumbo, de 15 cm x 2 cm x 2mm de ancho.

Taladro eléctrico con punta de 3/16”

1 pieza de madera delgada (~2 mm de grosor) 45 cm x 6 cm (~18in. X 2 in)

1 pieza de madera gruesa (2 x 6) para una base de alrededor de 45 cm de largo.

16 tornillos de máquina, 10 x 24, alrededor de 2 cm de largo.

16 tuercas de máquina, 10 x 24

32 empaques #8

7 tornillos de madera pequeños.

#### Elementos de Refuerzo para una pared:

2 pedazos de cordón, cada uno de ~25 cm de largo

1 pieza de cartulina delgada ~ 15 cm x 15 cm

8 pequeños tornillos de papel para sujetar la cartulina.

**¡Nota!** La mesa y el modelo de la pared deben de estar preparados y probados antes de que inicie la lección. Se recomienda, cuando sea posible, que los estudiantes estén involucrados en la construcción de los escenarios.

### Procedimientos (DÍA 1)

1. Divida a los estudiantes en pequeños grupos. Provea a cada uno con piezas de poliestireno, hilos, clips para papel y palillos. Explique a cada grupo que son un equipo de ingenieros sísmicos, y se espera que construyan la estructura más fuerte posible utilizando los materiales listados arriba para las actividades del Día 1. Dígales que tienen 20 minutos para esta actividad. Esta actividad está diseñada para que los estudiantes se diviertan, y sus esfuerzos no deben ser criticados.
2. Pida a cada equipo que seleccione un portavoz. El portavoz deberá intentar llevar la estructura al frente del salón y describirla (explicando por qué construyeron lo que hicieron).
3. Ahora pídale a los estudiantes que predigan lo que pasaría si coloca un objeto muy pesado (como el ladrillo) en su estructura. Explique a los estudiantes que el objeto pesado simula la fuerza estática de la gravedad (carga vertical) que todas las estructuras deben cargar. Explique a los estudiantes que el poliestireno es bastante fuerte para su peso, así que el objeto pesado también puede representar el peso de los elementos no estructurales de un edificio (por ejemplo, pisos, cubiertas de pared, cableado eléctrico, etc). Explique a los estudiantes que algunos materiales de edificios son fuertes, capaces de soportar mucho peso mientras que otros pueden ser débiles, colapsando si se les coloca demasiado peso.
4. Ahora pregunte a los estudiantes qué pasaría si agitan la base de sus estructuras. Permítales probar esto en sus estructuras con gentileza e invítelos a compartir sus observaciones

**¡Nota!** Las estructuras con formas triangulares pueden soportar el ser agitadas mejor que las estructuras cuadradas (o de bloques). Pregunte a los estudiantes por qué podría ser este el caso. Para mejorar su comprensión, provea a cada grupo con 4 popotes y cuatro palillos y únales de la siguiente manera (forma A):

### Abrazadera diagonal

#### B

Pida a los estudiantes que tomen un cuadrado por las orillas opuestas y lo apriete (forma A). Notarán lo fácil que es cambiarle su forma. Ahora pídale que agreguen otro popote (uno un poco más largo) que conecte dos esquinas opuestas (forma B). Los estudiantes deberían de notar cómo el popote diagonal endurece la estructura. Dígales que acaban de crear triángulos y abrazaderas diagonales para crear una estructura más fuerte. Esto es porque las cargas aplicadas (la fuerza en la estructura provocada por apretar las esquinas) estiran o comprimen cada uno de los popotes en los triángulos. Las piezas estructurales angostas son más fuertes cuando se les estira o comprime pero son más débiles cuando deben doblarse, trasquilarse o cuando la carga es transmitida a través de articulaciones. Para la forma B, la abrazadera diagonal está comprimida y carga la mayor parte de la carga aplicada, por lo tanto la abrazadera diagonal fortalece la estructura.

(Opcional) Pida a los estudiantes que determinen, sin tocar la estructura, si la abrazadera diagonal en la estructura B también ayuda a soportar la estructura si la estructura es apretada por las orillas a las que la abrazadera diagonal no está unida ¿Porqué o porqué no? Después de que los estudiantes hayan discutido y formado una hipótesis, permítales probar sus hipótesis utilizando el modelo. La respuesta debería ser afirmativa, si soporta la estructura incluso si ésta se aprieta en las orillas a las que la abrazadera diagonal no está unida. En este caso la abrazadera se estira mientras que las uniones transmiten la carga a través de la estructura. Ya que las piezas estructurales angostas como los popotes son más fuertes cuando se les estira o comprime la estructura todavía está tensa. Haga que los estudiantes discutan sus respuestas y las comparan al comportamiento del modelo.

5. Ahora pídale que predigan que pasaría si sostienen la base de sus estructuras y empujan horizontalmente hacia arriba. Permítales probar esto con gentileza en sus estructuras y que compartan sus observaciones en el salón. Explique que los edificios experimentan fuerzas horizontales durante los terremotos, y que una manera de estimular estas fuerzas es simplemente empujar o jalar una estructura de uno de sus lados. Estas fuerzas causan compresión, tensión y trasquilado a través de la estructura de un edificio, dependiendo de cómo esté construida la estructura.

### Procedimiento (DÍA 2)

1. Divida a los estudiantes en pequeños grupos, provea a cada uno con un set de bloques de madera. Pida a cada grupo que construya una estructura simple, pero lo suficientemente fuerte para sobrevivir las vibraciones de una mesa que se agita. Explique cómo pueden usar tantos bloques como quieran para construir su estructura. Permita tomar 10 minutos para esta parte de la actividad.

**¡Nota!** Podría querer explicar a sus estudiantes qué es una mesa agitable, particularmente si no le ayudaron en su construcción. Dicha mesa es un artefacto que simula un terremoto. Los ingenieros y técnicos de terremotos las utilizan para observar cómo sus modelos de edificios responden a los terremotos. Muestre a los estudiantes la mesa que van a utilizar para probar sus estructuras. Permítales ver sus componentes de cerca. Explique el propósito de cada uno de los componentes. Refiérase al vínculo proveído al final de la lección para información detallada acerca de la mesa.

2. Ahora pídale al orador de cada grupo que lleve su estructura al frente de la clase. El orador deberá describir la estructura de su equipo antes de colocarla en la mesa. Anime a todos los estudiantes a predecir que le pasará a la estructura cuando la mesa empiece a vibrar. Explique que la velocidad del motor se ajusta con el potenciómetro, permitiéndole a la mesa vibrar a diferentes velocidades. Pida al orador iniciar con un movimiento lento y gradualmente ir aumentando la velocidad del motor. Pida a todos los estudiantes que observen que le sucede a la estructura. Permita a que todos los grupos prueben sus estructuras.

3. Anime a los estudiantes en cada grupo a discutir porqué sus estructuras colapsaron o porqué no. Pida que presten atención a la altura, peso, y forma de sus estructuras cuando discutan la respuesta de sus estructuras a los temblores. Los estudiantes podrían discutir que los edificios altos colapsaron más rápido que los bajos, o que las estructuras amplias sobrevivieron mejor que las angostas. Pida a los estudiantes predecir qué pasaría si edificios de diferentes alturas estuvieran uno junto al otro cuando ocurra un terremoto. Permita que los estudiantes prueben esto utilizando dos modelos estructurales lado a lado en la mesa. Los edificios podrían golpearse entre ellos o colapsarse uno sobre el otro durante terremotos poderosos.

4. Ahora es el momento de introducir los conceptos de altitud, frecuencia y resonancia. Pregunte a los estudiantes qué saben sobre dichos conceptos. Algunos estudiantes podrían saber, por ejemplo que la resonancia y la frecuencia se utilizan al describir el tono de instrumentos musicales y de la calidad del sonido producido por diferentes técnicas de grabación y músicos. Al explicar la amplitud, recuerde a los estudiantes lo que aprendieron en la Lección 6 (energía sísmica). La amplitud es la medida de energía de una onda. En esta actividad, la amplitud es que tan lejos hacia el lado se mueve una estructura o un bloque. La frecuencia es el ritmo con el cual un movimiento se repite (u oscila). En esta actividad, frecuencia se refiere al número de oscilaciones que tiene una ola de terremoto repitiéndose cada segundo y cada minuto. Dentro de la ingeniería de terremotos, la frecuencia es el ritmo con el cual la parte superior de un edificio oscila. Podría querer dibujar algo similar a la Figura 3 al discutir esta terminología. La resonancia es un aumento en la amplitud de un sistema físico (los modelos estructurales de los estudiantes en este caso) que ocurre cuando la frecuencia de los temblores de la mesa es cercana a la frecuencia natural de las estructuras.

Defina para los estudiantes la frecuencia de la vibración (oscilación) que exhibirá un objeto o sistema de objetos (un edificio por ejemplo) de acuerdo con su diseño estructural y materiales de construcción. Para ayudar a los estudiantes a entender la idea de frecuencia natural y resonancia, discuta ejemplos de frecuencia natural que rodean a los estudiantes en la vida diaria. Cuando un estudiante está jugando en un columpio, el estudiante se está moviendo en la frecuencia natural del sistema columpio/ estudiante. Cuando un amigo empuja al columpio para que llegue más alto, el amigo está empujando en la frecuencia natural del sistema columpio/ estudiante. Esto provoca resonancia, así que cada vez que el estudiante es empujado el estudiante se eleva más en el columpio y la amplitud del balanceo aumenta. Si el amigo no empuja en la frecuencia natural del sistema, el estudiante no llegará muy alto y la resonancia se perderá. El mismo efecto le ocurre a los edificios durante un terremoto. Si las vibraciones del terremoto empujan a un edificio cerca o justamente en su frecuencia natural, comenzará a resonar, causando que el edificio se mueva con mayor amplitud hasta que alguna parte del edificio colapse o el edificio se caiga.

### Amplitud

Alta Frecuencia

**Figura 3.** Amplitud de una onda, y frecuencia alta contra baja.

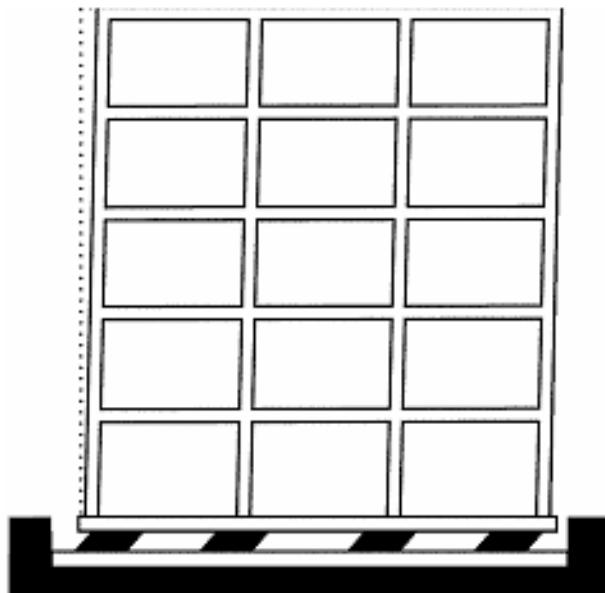
5. Ahora haga una conexión entre los conceptos anteriores. Explique a los estudiantes que todos los objetos o todas las estructuras (que son colecciones de objetos unidos) tienen frecuencias naturales. Explique que durante un terremoto, los edificios oscilan, y si la frecuencia de oscilación está cerca a la frecuencia natural, la resonancia puede causar daños severos. Ahora coloque una de las estructuras de bloques de madera en la mesa oscilatoria y aliente a los estudiantes a buscar la presencia de la resonancia mientras la mesa tiembla. Por ajustes particulares del motor, pueden haber ciertos lugares donde la estructura esté prácticamente quita, mientras que en otros lugares vibra ampliamente. Esto puede ser cierto para algunas partes de la estructura pero no para toda. Por ejemplo, parte de la estructura puede exhibir vibración notable en un ajuste particular del motor mientras que con otro (más rápido o más lento) provoque casi ninguna vibración. También es posible que una estructura pierda el equilibrio bajo condiciones que difícilmente causan que otra vibre.

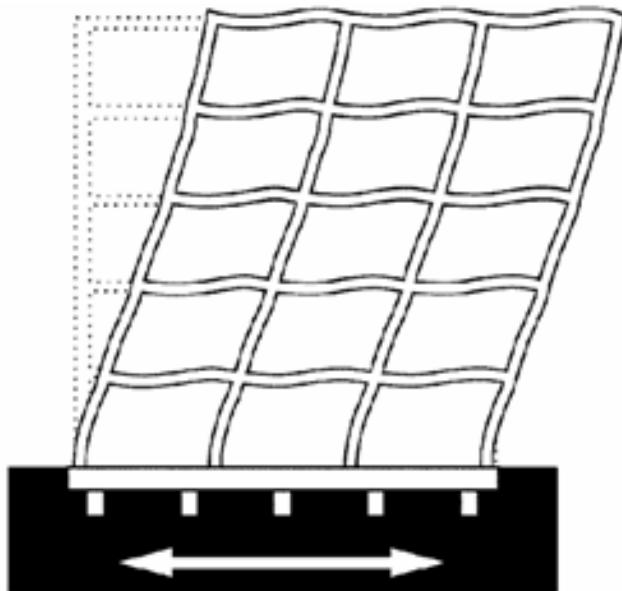
Permita a los grupos probar sus estructuras (un solo bloque de madera) para hacer nuevas observaciones. Para

hacerlo, pida a un estudiante que coloque un bloque verticalmente en la mesa. Que el estudiante utilice la perilla de la mesa oscilatoria para probar diferentes frecuencias. En frecuencias bajas el bloque puede no responder mucho. A una cierta frecuencia, el bloque empezará a agitarse excesivamente y tal vez caerse. Esta es la frecuencia natural del bloque. Si el estudiante cambia de esta frecuencia a otra rápidamente, la reacción del bloque no será tan excesiva y el bloque podría seguir de pie aun cuando la mesa se esté moviendo más rápido. Algunos bloques pueden tener una frecuencia natural que esté fuera del rango que la mesa puede proveer. Pida al estudiante que intente identificar la frecuencia natural de diferentes extensiones de bloques, estructuras de bloques u otros objetos largos y delgados del salón que puedan mantenerse en pie de manera similar a los bloques. Permita mucho tiempo de más para que los estudiantes experimenten con la tabla y sus estructuras o bloques y pídale que intenten responder sus propias preguntas.

6. Explique a los estudiantes que una manera de proteger a un edificio de resonar con un terremoto es aislar su fundación o la base del piso, con dispositivos muy parecidos a ruedas. Esta técnica se conoce como “aislamiento de base” utilizada por ingenieros estructurales que colocan los edificios sobre mecanismos que absorben la energía para que el movimiento del piso no se transfiera directamente al edificio (Figura 4). Una analogía apropiada sería la relación entre los automóviles y su sistema de suspensión con amortiguadores para saltos e impactos, que protegen a los ocupantes de un paseo ajetreado.

(Opcional): Si el tiempo lo permite, provea a los estudiantes con pequeñas llantas estándar para que las agreguen a sus modelos. Permítales probar sus estructuras (con las llantas unidas a su base) una vez más en la mesa oscilatoria.





**Figura 4.** La respuesta a los terremotos de un edificio con aislamiento de base contra uno con base convencional (de: <http://06earthquake.org/new-technologies.html> )

Para quitarle velocidad a la oscilación de una estructura y disipar la energía sísmica, los ingenieros sísmicos pueden usar disipadores. Estos son mecanismos montados entre algunos elementos del edificio. Durante un terremoto, los disipadores están expuestos a movimientos que son relativos el uno al otro. Los disipadores bajan la velocidad de la vibración al disipar energía viscosa y de fricción cuando la estructura oscila.

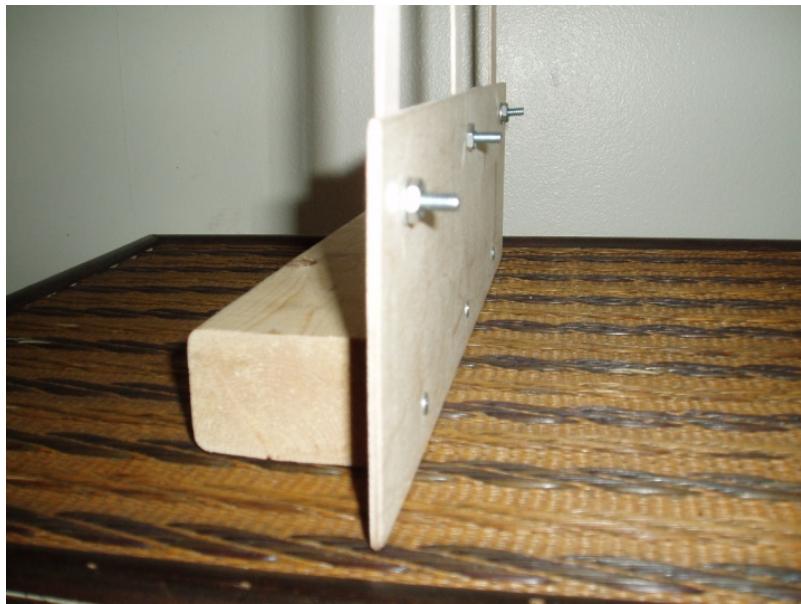
7. Aliente a los estudiantes a idear otras maneras de reducir la resonancia en un edificio. Pregúntele qué otros elementos estructurales podrían agregar a sus edificios para que soporten mejor las cargas de los terremotos. Este tema se discute más a fondo durante el Día 3.

### Procedimientos (DÍA 3)

1. Diga a los estudiantes que van a ensamblar un modelo de pared y predecir qué le pasaría si empujaran la base de la pared (simulando un terremoto). Se les proporcionarán materiales para reforzar su modelo y probar de nuevo.
2. Divida a los estudiantes en pequeños grupos. Provea a cada grupo con suficiente material (base, palos de trabajo, tuercas y arandelas) para ensamblar un modelo de pared (Figura 5). Pídale que se aseguren que las juntas están solamente lo suficiente ajustadas para mantener la figura vertical de la pared, pero lo suficientemente flojas para que se puedan mover con facilidad. También puede decidir ensamblar su propio modelo y usarlo al frente del salón.



**Figura 5a.** Modelo de pared frente y espalda.



**Figura 5b.** Vista más de cerca de la base.

3. Ahora pida a los estudiantes que describan los componentes de la pared y pregúnteleles “¿Qué sostiene ésta pared?” La respuesta está en la interacción de los elementos verticales y horizontales para soportar la carga de la estructura. Explique a los estudiantes que a lo que se refieren como peso será llamado la fuerza de gravedad en esta actividad. Pida a los estudiantes que predigan qué pasaría si se empuja la base de la pared de un lado a otro (como muestran las flechas en la figura 5b), simulando un terremoto.

**¡Nota!** Los terremotos pueden causar que la tierra se agite en varias direcciones (véase la Lección 6), pero en esta actividad los estudiantes representarán los temblores en una sola dirección.

4. Instruya a un estudiante de cada grupo para que mueva con gentileza el pie del modelo de la derecha o izquierda inferiores hacia adelante o hacia atrás. (como muestran las flechas en la Figura 5b). Al empujar fuerte, el modelo debería colapsar solamente hasta el primer piso. Pregunte a los estudiantes porqué los demás pisos no colapsaron. Pídale que señalen dónde están basadas las partes más débiles de la pared en el patrón colapsado. (El primer piso colapsó porque era demasiado débil para transferir suficiente fuerza horizontal que se moviera a los pisos superiores. No pudo transferir el temblor a los pisos superiores)

5. Explique a los estudiantes que empujar la base del edificio es equivalente a aplicar fuerza horizontalmente a los pisos superiores. Invite a los estudiantes a aplicar gentilmente fuerzas horizontales en diferentes puntos del modelo para simular los temblores de un terremoto.

6. Ahora pregunte a los estudiantes qué podría hacerse para reforzar el modelo de pared. Los estudiantes necesitan pensar en diferentes maneras a través de las cuales la carga pueda viajar al piso cuando fuerzas poderosas actúen en la estructura. Provea a cada grupo con piezas de cartulina, abrazaderas de papel, hilo, palos de trabajo extra y una copia de la hoja 1a y 1b. En el diagrama de la Hoja 1a pida a cada estudiante que dibuje una flecha de fuerza (vector) y trace el camino que toma la fuerza hacia el piso. Revise los diagramas de los estudiantes para asegurarse que entiendan el concepto.

7. Ahora rete a los estudiantes a que diseñen y construyan tres diferentes arreglos de elementos estructurales. Cada vez que modifiquen el diseño, deben modificar el diagrama para mostrar el nuevo camino de carga. Los estudiantes deben probar la fuerza de sus modelos para asegurar la supervivencia de todos los pisos cuando se aplica la carga. Cuando una estructura está correctamente reforzada, los estudiantes deben ser capaces de empujar el piso superior y mover toda la estructura sin que ninguna de las paredes decaiga.

**¡Nota!** Hay muchas configuraciones posibles que producirán una estructura que puede resistir fuerzas aplicadas. Sin embargo, la configuración debe incluir al menos un camino de carga de la parte superior izquierda hacia la base de la estructura.

8. Invite a los estudiantes a discutir las preguntas listadas en la Hoja No. 1b. Pida a un estudiante por grupo que anote la respuesta del grupo. Después de que todos los grupos terminen las preguntas, pida a un orador de cada grupo que presente las respuestas de su grupo a una de las preguntas. Permita que la clase llegue a un consenso en sus respuestas a dicha pregunta y luego proceda con otro grupo hasta que se hayan discutido todas las preguntas.

**¡Precaución!** Discuta con los estudiantes las similitudes y diferencias entre el modelo y lo que experimentan las paredes reales durante un terremoto. La diferencia principal es que las ondas que generan los terremotos en la superficie agitan los edificios de adelante hacia atrás (de manera horizontal) Y de arriba hacia abajo (vertical), mientras que este modelo solamente simula fuerzas horizontales. Además, el movimiento tembloroso de un terremoto aplica fuerzas que cambian de dirección y magnitud de forma complicada, pero este modelo es mejor para estudiar cargas aplicadas estables y unidireccionales. Las cargas estables y unidireccionales también son conocidas como estáticas mientras que las cargas cambiantes son conocidas como cargas dinámicas.

9. Explique a los estudiantes que los ingenieros sísmicos utilizan métodos similares para proveer a edificios existentes de refuerzos contra terremotos. Los ingenieros tienden a utilizar una combinación de técnicas para complementar las fuerzas y debilidades de cada edificio, lo que incluye el uso de vigas diagonales, paredes trasquiladas, y conectores rígidos. Las vigas diagonales (palitos de trabajo en esta actividad) se utilizan normalmente en una pared para agregar fuerza. Las paredes trasquiladas (las piezas de cartulina en esta actividad) se agregan a una estructura para cargar fuerzas horizontales trasquiladas. Éstos son usualmente elementos sólidos y no están diseñados necesariamente para soportar la carga vertical de la estructura. Los conectores rígidos (las abrazaderas de papel en este ejercicio) no permiten ningún movimiento de los elementos estructurales relacionados el uno con el otro.

10. Concluya esta actividad ayudando a los estudiantes a conectar el comportamiento de sus paredes modelo a sus imágenes mentales de edificios reales durante un terremoto. Enfatice que el movimiento hacia adelante y atrás, el componente horizontal de los temblores de la tierra es la fuerza más dañina para los edificios. Los edificios están principalmente diseñados para cargar hacia abajo el peso de la gravedad, pero para soportar los temblores de un terremoto necesitan ser capaces de soportar tirones y empujones de un lado a otro, es decir horizontales.

## Referencias

Beven, R.Q., Crowder, J.N., Dodds, J.E., Vance, L., Marran, J.F., Morse, R.H., Sharp, W.L., Sproull, J.D., 1995, Detectives de Temblores y Sismos: paquete de un maestro de 7º a 12º grado (segunda edición), Unión Americana de Geofísicos y Agencia de Dirección Federal de Emergencias UDFE 253, 364 p.

Rathjen, D., 2003, Mesa de temblores, Instituto de maestros del Exploratorium, San Francisco, California, p. 1-4, disponible en línea aquí: [http://www.exo.net/~donr/activities/Shake\\_Table.pdf](http://www.exo.net/~donr/activities/Shake_Table.pdf)



**Fotografía 1.** Ruinas antiguas de una ciudad. Ladrillos de Lodo. Terreno Plano 200-300 años de antigüedad



**Fotografía 2.** Parte vieja de la ciudad, cerca de ruinas antiguas. Ladrillos standard. 30-70 años de antigüedad. El edificio original era de 3 pisos de alto; sólo quedan partes de la pared trasera. Las vigas de metal no eran parte del edificio original que colapsó. Terreno plano.



**Fotografía 3.** Zona industrial de la ciudad, enfrente de la fundidora de acero. Ladrillos estándar y chozas de acero. Terreno plano. 10-30 años de antigüedad.



**Fotografía 4.** Margen norte de la zona industrial de la ciudad, junto al área residencial. El único edificio sobreviviente de la cuadra. Los edificios colapsados estaban hechos de ladrillo estándar. Terreno plano. 10-30 años de antigüedad.



**Fotografía 5.** Centro del área residencial. Las paredes frontales colapsadas eran de ladrillo apilado, mezclado con cemento y argamasa. Las restantes paredes estructurales quedaron intactas. Terreno ligeramente inclinado. 10-30 años de antigüedad



**Fotografía 6.** Orilla este del área residencial cerca de las montañas. Terreno plano. Todos los edificios azules fueron construidos por la misma compañía con métodos similares. Daño estructural mínimo, un poco de daño en las paredes.



**Fotografía 7.** Orilla occidental del área residencial, cerca del río. Terreno plano. EL edificio de metal colapsó casi completamente. Daño estructural mínimo en los edificios de metal. 10- 30 años de antigüedad.



FIGURE 10.2

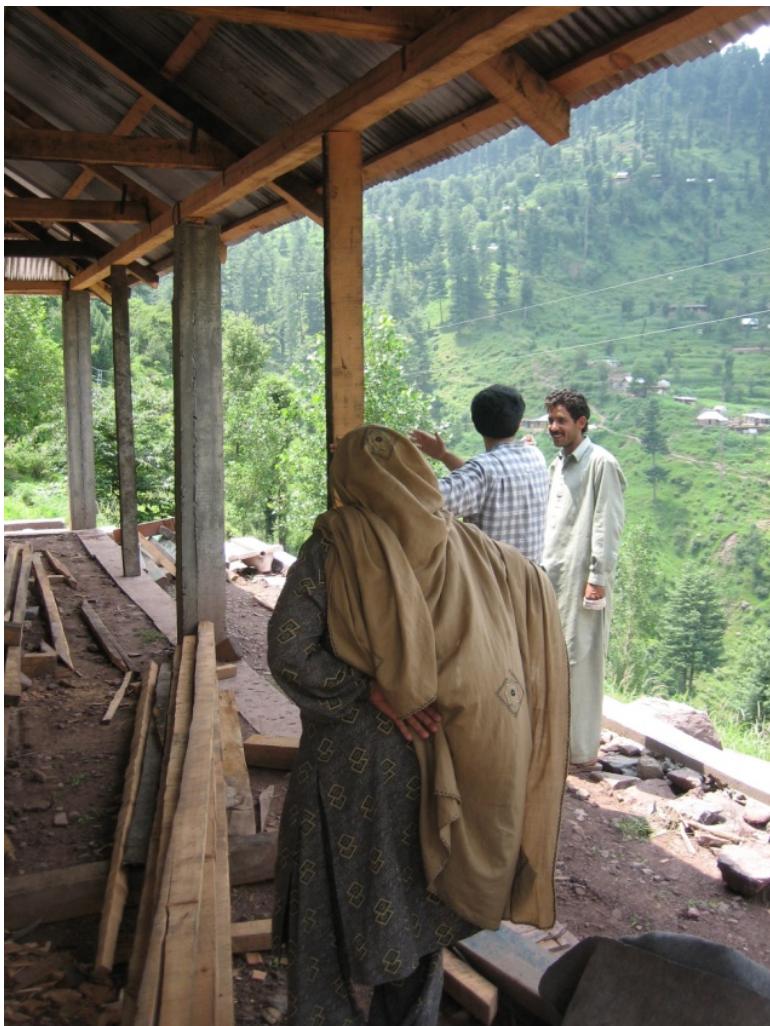


FIGURE 10.3



FIGURE 10.4



FIGURE 10.5

**Fotografía 8.** Extremo este del área residencial cerca de las montañas. Terreno inclinado. Nueva zona de construcción (después del terremoto)

Hoja No. 1a Nombre:

Esta tabla fue adaptada de Beven et al. (1995)

**Senda de Carga con Elementos Estructurales adicionales.**

Utiliza los material que se proporcionan para agregar elementos estructurales a tu pared y crea caminos para que las fuerzas horizontales, o cargas, viajen a través de la pared.

TABLE 10.1:

**TABLE 10.1:** (continued)

<p>1. Empuja el tercer nivel de tu pared. Si los elementos que agregaste proporcionan un camino de carga hacia la base, la base de la pared debería moverse. Si no, la pared se vencerá en algún punto. Cuando descubras un conjunto que funcione, has un diagrama y bosqueja los caminos de carga con flechas en la columna derecha adyacente. Identifica si cada uno de los elementos está soportando cara por tensión, compresión o trasquilado.</p>	
<p>2. Diseña y construye otro conjunto adicional de elementos estructurales. Dibuja el camino de carga aquí. La base de la pared modelo debería moverse cuando se aplique una fuerza lateral en los elementos superiores.</p>	
<p>3. Diseña y construye un tercer conjunto de elementos estructurales. Utiliza tan pocos elementos adicionales como te sea posible. Dibuja el camino de carga y pide a tu instructor que lo revise. Prueba tus caminos de carga removiendo los elementos que no estén en el camino para ver si el edificio se sostendrá ante una fuerza.</p>	

### HOJA DE RESPUESTAS

Hoja No. 1a Nombre: \_\_\_\_\_

Esta tabla fue adaptada de Beven et al. (1995)

### Sendero de Carga con Elementos Estructurales Adicionales

Utiliza los material que se proporcionan para agregar elementos estructurales a tu pared y crea caminos para que las fuerzas horizontales, o cargas, viajen a través de la pared.

**TABLE 10.2:**

**TABLE 10.2:** (continued)

<p>1. Empuja el tercer nivel de tu pared. Si los elementos que agregaste proporcionan un camino de carga hacia la base, la base de la pared debería moverse. Si no, la pared se vencerá en algún punto. Cuando descubras un conjunto que funcione, has un diagrama y bosqueja los caminos de carga con flechas en la columna derecha adyacente. Identifica si cada uno de los elementos está soportando cara por tensión, compresión o trasquilado.</p>	
<p>2. Diseña y construye otro conjunto adicional de elementos estructurales. Dibuja el camino de carga aquí. La base de la pared modelo debería moverse cuando se aplique una fuerza lateral en los elementos superiores.</p>	
<p>3. Diseña y construye un tercer conjunto de elementos estructurales. Utiliza tan pocos elementos adicionales como te sea posible. Dibuja el camino de carga y pide a tu instructor que lo revise. Prueba tus caminos de carga removiendo los elementos que no estén en el camino para ver si el edificio se sostendrá ante una fuerza.</p>	

Hoja No 1b Nombre: \_\_\_\_\_

Estas preguntas son de Beven et al (1995)

Discute las respuestas a las siguientes preguntas. Sólo un estudiante debe escribir.

1. ¿Qué es un camino de carga?
2. ¿Porqué se deben de agregar elementos estructurales a una pared antes de que pueda cargar fuerzas horizontales?
3. ¿Cuántos elementos adicionales externos fue necesario agregar?
4. ¿Porqué la fuerza no toma un camino diferente al del diagrama?

### HOJA DE RESPUESTAS

Hoja No 1b Nombre: \_\_\_\_\_

Estas preguntas son de Beven et al (1995)

Discute las respuestas a las siguientes preguntas. Sólo un estudiante debe escribir.

1. ¿Qué es un camino de carga?

*El camino que la carga (fuerza) sigue a través de los elementos estructurales de un edificio.*

2. ¿Porqué se deben de agregar elementos estructurales a una pared antes de que pueda cargar fuerzas horizontales?

*Normalmente, los edificios sólo tienen que soportar una fuerza vertical (gravedad). Cuando se aplican fuerzas horizontales, como durante un terremoto, son necesarios elementos adicionales para soportarlas.*

3. ¿Cuántos elementos adicionales externos fue necesario agregar?

*Cada unión necesitaba un elemento estructural adicional. Solamente se necesita que una unión de cada piso cargue la fuerza horizontal que se transmite a través de toda la pared, en este modelo.*

4. ¿Porqué la fuerza no toma un camino diferente al del diagrama?

*El diagrama muestra los lugares que son lo suficientemente fuertes para soportar la carga. Si hubiera más de un lugar, la carga (o fuerza) viajaría a través de los dos.*

**Lección número 10: Peligros no estructurales**

Muchos componentes no estructurales en construcciones, tales como el amoblado y equipo, enseres eléctricos y mecánicos, características arquitectónicas (como cielos rasos colgantes), gabinetes de almacenamiento, estantes y vidrios, pueden representar peligros al resbalarse, volcarse, caerse o colapsar durante un terremoto. El movimiento y colapso de estos componentes puede provocar lesiones, víctimas mortales, daño a la propiedad e incluso fallas estructurales en algunos casos. Por lo tanto, es fundamental identificar y eliminar los peligros no estructurales. En esta lección, los estudiantes aprender a identificar los peligros potenciales de un terremoto, relacionados con los componentes no estructurales de su escuela y construcciones residenciales, entregando recomendaciones para disminuirlos.

El experimento es una adaptación de los materiales elaborados por Beven y otros (1995). Las ilustraciones de este ejercicio de simulacro provienen de un informe realizado por Educational Facilities Research Center (2005), National Institute for Educational Policy Research, Japón. La “actividad de seguridad en el dormitorio” es de Field et al. (1995).

Esta lección está diseñada para una clase de 1 hora.

**Introducción**

Pídale a los estudiantes que distingan entre los componentes estructurales y no estructurales de una construcción. Los componentes estructurales de una construcción son las partes no ornamentales que contribuyen a la resistencia estructural de la construcción, mientras que los componentes no estructurales de una construcción no son fundamentales para un diseño estructural y no contribuyen a la resistencia estructural. Pídale a los estudiantes que mencionen algunas características estructurales y no estructurales. Como alternativa, escriba una lista de ambas características en el pizarrón, y pídale a los estudiantes que mencionen cuáles son estructurales o no estructurales. La lista puede incluir las siguientes características: parapetos, paredes, soportes de pilares verticales, ventanas, cimientos, pisos, cornisas, salientes decorativos, luces colgantes, aparatos como refrigeradores o estufas, etc.

Pídale a los estudiantes que imaginen cómo se vería su salón de clases durante un terremoto. Ponga varios libros en un escritorio y pídale a un estudiante que lo mueva. Pídale los estudiantes que describan lo que observaron. Explíquenles que los libros pueden resbalarse y caerse de la mesa durante un terremoto, causando lesiones directas y/o obstruyendo su camino a la salida.

Dígales a los estudiantes que en esta lección identificarán las características no estructurales de su salón de clases que podrían representar peligros durante un terremoto.

**Ejercicio de simulación: ¡Emergencia en la escuela!**

**¡Nota!** Este ejercicio de simulación se desarrolló para ayudar a explicar los riesgos no estructurales relacionados con los terremotos. Los riesgos no estructurales varían según la zona y construcción, dependiendo, en gran medida, de cómo se utiliza, decora, amuebla, ordena y mantiene la construcción. Este ejercicio explorará algunas de las lecciones básicas que se pueden aprender observando los riesgos no estructurales reportados en las escuelas de Japón. En estas áreas, los terremotos son frecuentes y lo suficientemente destructivos para garantizar el reacondicionamiento de objetos que, aparentemente, no revisten peligro y son estables, como pianos y refrigeradores.

Lea la siguiente situación hipotética, ya no haga preguntas y discuta el material con los estudiantes en los puntos indicados, o cuando los estudiantes realicen preguntas que sean relevantes a la discusión de los riesgos de un terremoto:

Tres amigos están bromeando antes de comenzar su día en la escuela. Todos han asistido a la misma escuela durante los últimos 3 años, y conocen muy bien la construcción. Cada uno va en diferentes salones para realizar sus

actividades escolares esta mañana: Reza irá al gimnasio para su clase de educación física, Farbod irá a la biblioteca a recopilar información para un informe de ciencias, y Amin irá a la clase de química.

Luego de 20 minutos, se escucha un estruendo. En un principio, Reza no se da cuenta que el piso se está moviendo porque está jugando futbol. Es en ese momento cuando nota que las personas a su alrededor están confundidas y ya no corren. Siente que el piso tiembla, pero no demasiado. Incluso, el profesor supervisor no toma medidas inmediatas. Además de que el piso tiembla levemente, sólo existen dos indicios notorios de que algo está sucediendo: las luces del gimnasio se mueven bastante, y por las grandes ventanas del gimnasio pueden verse los árboles moviéndose de un lado a otro.

Tú, como amigo de Reza en la clase de educación física, te acercas a él y le dices lo que ambos deberían hacer. Reza parece un poco nervioso, pero te dice que como el piso no está temblando mucho, no necesitan hacer nada pues no están en peligro. Dice que si algo malo sucede, las puertas de salida sólo están a 30 metros de distancia. Reza toma el balón y marca un gol, mientras todo permanece en calma durante el terremoto.

**Pregunta 1:** ¿Cuáles son los primeros indicios de que está ocurriendo un terremoto? ¿Qué te parece la reacción de Reza respecto a esta situación? ¿Cuáles son las posibles razones por las que Reza se dice a sí mismo que su reacción es la mejor? ¿Seguirías el consejo de Reza o tomarías tu propia decisión? ¿Por qué o por qué no? ¿Existen riesgos dentro y fuera del gimnasio?

**Nota!** Esta pregunta tiene como objetivo fomentar el pensamiento crítico acerca de la situación misma (estar en un gimnasio o en otro salón grande durante un terremoto) y además, poner atención a la naturaleza y limitaciones de los procesos de toma de decisiones que ocurren normalmente entre los jóvenes, en situaciones de emergencia. El objetivo es permitir que cada estudiante evalúe independientemente la situación, elija un curso de acción, y tomar las mejores decisiones posibles que garanticen su sobrevivencia. Esto incluye situaciones donde los amigos o adultos dan malos consejos a los estudiantes. La situación hipotética tiene diversos detalles importantes que pueden debatirse. A continuación, se entrega un resumen de los puntos principales relacionados con los terremotos y riesgos no estructurales. Probablemente, los estudiantes indiquen ciertos puntos de la situación que no se explican posteriormente. Por favor, discuta todos los comentarios que los estudiantes sugieren, enfatizando la importancia permanecer conscientes ante la situación y tener un pensamiento críticos respecto a la emergencia ante un terremoto.

**Respuestas potenciales:** *Algunas veces, las personas pueden percibir los terremotos cuando las ondas de terremoto viajan a través del suelo. Las ondas P son ondas de sonido y, mientras sus tonos son demasiado bajos para que los escuchen los humanos, los terremotos algunas veces pueden generar ondas de sonido en el rango de frecuencia audible, antes de percibir cualquier movimiento físico perceptible. Otros indicios incluyen las luces de arriba y los árboles moviéndose. Los objetos colgantes o de gran tamaño, pueden ser sensibles a pequeños movimientos del suelo.*

*Reza no parece estar muy preocupado por el terremoto. Aunque el pánico no es la mejor reacción y, normalmente, se dice que lo mejor es permanecer en calma durante una situación potencialmente peligrosa, Reza parece demasiado tranquilo respecto a esta situación. Uno puede estar en estado de preparación y alerta sin entrar en pánico.*

*Reza podría decir esto, porque a él le enseñaron a pensar de esta forma, o porque le parece razonable, en base a sus experiencias previas con los terremotos que no han sido especialmente desoladores. Como alternativa, Reza podría decir esto porque no quiere parecer un cobarde o fingir que está nervioso y que realmente no sabe qué hacer.*

*Independientemente de las razones que influyen en su comportamiento, y de las acciones (o inacciones) del profesor, no se recomienda el curso de acción sugerido por Reza. Dos terremotos nunca son iguales, y el hecho de que los otros terremotos en esa área hayan sido similares a este y que no hayan causado un daño severo, no significa que este terremoto podría convertirse inesperadamente en un terremoto de mayores proporciones. No hay manera de predecir si este terremoto será desolador antes o mientras ocurre.*

*Existen muchos peligros estructurales y no estructurales en esta situación. Aunque el terremoto no parece lo suficientemente devastador como para destruir el gimnasio, no hay forma de saber esto con seguridad. Un pequeño defecto en la construcción o una resonancia en la estructura del gimnasio, puede provocar movimientos fuertes en la construcción u otros elementos dentro de la habitación, si el terremoto está produciendo ondas cerca de*

*las frecuencias naturales de los objetos en la habitación (recuerde la Lección 9: Peligros estructurales, para definiciones de la frecuencia natural y resonancia). Las luces moviéndose de un lado a otro son un ejemplo perfecto. Si las luces se desprenden pueden caer fácilmente, o el cristal de las luces puede quebrarse y caer sobre los estudiantes.*

*Los árboles moviéndose de un lado a otro también constituyen un peligro potencial. Pueden provocar la caída de las ramas, o golpear las ventanas si están muy cerca de éstas, quebrándolas y cayendo vidrio dentro y fuera del gimnasio. La mayoría de las ventanas de cristal son muy frágiles (recuerde la Lección 3: Propiedades de las materias de la Tierra, para una definición de frágil) y se desprenderán de sus soportes con sólo pequeños movimientos, debido a su fragilidad. Las ventanas de cristal también pueden quebrarse si la construcción se mueve ligeramente durante un terremoto.*

*Debido a estos riesgos, en general, es mejor que los estudiantes salgan del gimnasio tan rápido como sea posible, evitando las ventanas de cristal y los árboles, si es posible. Es mejor para permanecer seguros, incluso si el terremoto es leve, en lugar de esperar y observar si un gran terremoto pondrá a los estudiantes en peligro antes de que éstos puedan reaccionar. Recuérdale a los estudiantes que durante terremotos muy fuertes es difícil o imposible permanecer de pie, caminar por sí solos o correr por motivos de seguridad. Incluso una distancia corta, como 30 metros para una salida o entrada, puede ser un alivio falso si el terremoto se intensifica.*

*Aunque estos objetos no se mencionaron como parte de la descripción de la situación hipotética, existen otros objetos comunes encontrados en un gimnasio que pueden causar un riesgo. Éstos pueden incluir objetivos colgados, como aros de básquetbol o redes de voleibol, o aparatos eléctricos como grandes luces o altavoces.*

*Por favor, consulte la ilustración del Grupo 1, para estudiar las escenas reales de peligro dentro de los gimnasios y otras áreas de la comunidad en las escuelas de Japón.*

Farbod estaba en la biblioteca del segundo piso de la escuela, estudiando para su informe de ciencias. Le gustaba estar en la biblioteca durante el verano, pues era el único salón de la escuela con un sistema de aire acondicionado en la ventana (el aire acondicionado ayuda a proteger a los libros del daño durante los cálidos veranos, debido a la humedad y cambios de temperatura que pueden afectar el papel de los libros). Además, había una gran TV en un carro con ruedas en la biblioteca cerca de la puerta, la cual el bibliotecario le permitía usar a Farbod para ver videos interesantes de ciencia que la biblioteca tenía en el cuarto interior.

Cuando el suelo comenzó a temblar, Farbod no estaba seguro lo que estaba sucediendo afuera. Estaba en la sección de consultas de la biblioteca, mirando las enciclopedias y libros de mapas. Lo primero que percibió fue que se sentía como si un gran camión estuviese afuera, por lo que no le dio mucha importancia. Luego, escuchó sonidos estridentes que provenían de entre los grandes estantes de madera, como si alguien estuviese parado arriba del estante, delante de él, e intentando moverse de un lado a otro.

Farbod caminó hasta el final del estante, hacia la parte central de la biblioteca, para ver lo que hacían los demás y saber lo que estaba sucediendo. Vio al bibliotecario y a otros estudiantes mirando por la ventana, intentando ver si un gran camión o avión eran los que provocaban esos ruidos extraños. Vieron que los árboles se movían frente al gimnasio y alguien gritó: “!Es un terremoto! ¡La tierra está temblando!”

**Pregunta 2: ¿Farbod está expuesto a algún peligro en la biblioteca? Si es así, ¿cuáles son estos peligros? ¿Hay algo que Farbod debería hacer en esta situación?**

*Respuestas posibles: Sí, Farbod está expuesto a peligros en la biblioteca. Está expuesto a los peligros no estructurales en la biblioteca, y a cualquiera que pueda existir en la ruta de escape de la escuela, para acceder a un sitio seguro. Farbod se encuentra en el segundo piso de la escuela, lo que significa que también está expuesto a los riesgos estructurales de estar dentro de una construcción con varios pisos.*

*Las ventanas pueden quebrarse fácilmente durante un terremoto, por lo tanto, el profesor y los niños que están mirando por la ventana, también están expuestos a los peligros. En las bibliotecas, muchas veces, los estantes están completamente colmados de libros, de manera que cualquier movimiento leve provoca que los libros se caigan de éstos, o que los estantes se caigan. Esto debió ser lo que provocó que Farbod escuchara los sonidos estridentes entre los estantes. Los estudiantes deberían tener en mente que si sólo un estante se cae sobre otro estante, esto puede*

provocar que todos los estantes se caigan, uno tras otro.

También existen otros riesgos en el lugar, como la gran televisión en el carro con ruedas. Probablemente, la televisión no está bien asegurada al carro, y éste puede moverse fácilmente o caerse, ya que no está fijada al suelo. Se menciona que el carro está cerca de la puerta, lo que significa que los estudiantes pueden verse lastimados si el carro se cae cuando éstos estén saliendo del lugar, o que la televisión que ya se cayó, estorbe el paso de los estudiantes que intentan salir, si ésta cae sobre el piso antes de que los estudiantes salgan del lugar.

Otro peligro para los estudiantes fuera de la construcción, es el sistema de aire acondicionado de la ventana. Normalmente, estas unidades no están muy seguras a la construcción o al marco de la ventana, y se encuentran en la parte más alta de éste, con muy poco o sin ningún apoyo estructural. Los aires acondicionados como éste, se desprenden de las ventanas, cayendo sobre la construcción o en la acera durante un terremoto.

Farbod debería saber los riesgos que observa, tanto para el profesor como para los estudiantes alrededor de él. En cualquier terremoto, lo mejor es acceder a un sitio seguro lo más pronto posible, independientemente de la fuerza percibida del terremoto. En un principio, un terremoto leve puede convertirse fácilmente en un terremoto devastador, sin previo aviso.

Por favor, consulte la Ilustración del grupo 2, para estudiar los casos reales de daño dentro de las bibliotecas de las escuelas de Japón.

Después de dejar a sus amigos en la entrada de la escuela, Amin fue a la clase de química. Ese día, estaban estudiando una reacción química que implicaba el calentamiento de los reactante, tema que siempre era su parte favorita de los experimentos químicos. También disfrutaba manipular cuidadosamente los reactantes que podrían fácilmente quemar su piel, si no tenía las precauciones necesarias. Estaba utilizando gafas protectoras y una chaqueta especial, para proteger su ropa de los químicos que estaban utilizando en la clase. Cada grupo de estudiantes tenía pequeños percheros (un mechero Bunsen) en sus mesas, que enganchaban a una tanque de gas, detrás del salón, mediante una serie de tubos y válvulas, que podían verse fluyendo a través de las tuberías y cableado eléctrico montados cerca del techo del salón.

Amin estaba detrás del salón, lavando los objetos de cristal que estaba utilizando para hacer el experimento, cuando escuchó un sonido como el de un camión pasando por ahí. También escuchó los sonidos estridentes de los objetos de cristal de la clase de química, en los gabinetes a su alrededor. Siguió lavando sus objetos de cristal, pero los sonidos no cesaban. Luego, su profesor(a) de química gritó: ¡Terremoto! Los estudiantes abandonaron la escuela inmediatamente. Reúnanse en la esquina de la calle, frente a la escuela". El profesor siguió dando instrucciones conforme los estudiantes salían: "Salgan rápido pero permanezcan tranquilos, no lleven nada consigo y no se detengan en el camino".

**Pregunta 3: ¿De cuáles riesgos debe estar consciente el profesor de química, al realizar las clases de química en un área de alto riesgo para un terremoto? ¿Por qué el profesor les diría a los estudiantes que no lleven nada consigo? Compare y contraste la reacción del profesor con las reacciones de los otros profesores, respecto al terremoto.**

*Respuestas posibles: El profesor de química necesita estar consciente de los diversos peligros existentes en el salón de clases. Si los objetos de vidrio se caen fácilmente de los gabinetes, incluso un terremoto leve provocaría que los cristales se cayeran, quebrándose en el piso, lo cual podría evitar que los estudiantes salieran del salón, o causaría que no pudieran salir rápidamente (dependiendo del calzado que los estudiantes estén utilizando). Si algo cae en los tubos de gas, desde el tanque de gas hasta los percheros del salón, podría ocurrir una fuga de gas en el salón. Esto podría provocar un riesgo de incendio, enfermedades o pérdida de conciencia en cualquiera de los estudiantes atrapados, si éstos están forzados a respirar este gas. El profesor debería tener un método rápido para cerrar el gas y asegurar el tanque de gas en casos de emergencia, y a los estudiantes se les debería enseñar la ubicación y uso de estos aparatos, en caso de que el profesor no esté presente o no pueda asegurar el salón durante una emergencia. Cualquier daño en el cableado eléctrico o tuberías montados cerca del techo, podría exponer a los estudiantes a un alto voltaje, o aguas residuales, calientes o frías, de las tuberías con fugas.*

*El profesor de química parece haber mucho mejor estado preparado para responder ante una situación de emergencia que el profesor de la clase de física. El profesor de química tiene un plan de emergencia en caso de terremoto, incluyendo la ubicación y uso de los tanques de gas y los percheros, y le ha enseñado a los estudiantes lo que deben hacer en caso de terremoto. El profesor de la clase de física no ha mencionado tener un plan de emergencia en caso de terremoto.*

cia, que los profesores que estaban con Farbod y Reza. Los mensajes que el profesor de química gritó fueron claros, concisos y en orden de importancia: la identificación del problema, seguida de una orden simple para dirigirse a un lugar seguro, y las órdenes finales para cerciorarse de que los estudiantes no se detuvieran por ningún motivo hasta que llegaran al sitio seguro, como llevarse sus pertenencias personales. Aunque pueden existir algunos lugares en la escuela donde la opción más segura es quedarse donde estén, un salón con líneas de gas, tuberías, cableado eléctrico y objetos de cristal, probablemente no es uno de estos lugares. Lo importante es notar que el profesor estaba preparado para reconocer y actuar en una situación peligrosa, dando instrucciones claras a los estudiantes. Los estudiantes y los profesores deberían estar preparados para tomar la decisión más segura, en cualquier parte de la construcción, dependiendo de las circunstancias y diseño de la escuela.

Por favor, consulte la Ilustración del grupo 3, para estudiar los casos reales de daño dentro de las instalaciones de los salones en las escuelas de Japón.

**Experimento:** Inspección visual rápida (RVS, por sus siglas en inglés)

En el ejercicio de simulación, los estudiantes aprendieron que es importante evaluar independiente los riesgos de muchos lugares dentro de la escuela. También aprendieron que la opción más segura puede ser diferente para cada lugar, dependiendo de los peligros estructurales y no estructurales presentes.

Para este experimento, los estudiantes evaluarán los riesgos presentes en su salón de clases y en sus casas, utilizando la técnica de RVS. Esta técnica está diseñada para ser la primera herramienta que le permita a un estudiante estar preparado para los terremotos, evaluando su ambiente y los factores que contribuyen a los riesgos ante un terremoto. Se motivará a los estudiantes para que compartan los resultados de estas evaluaciones con los profesores, padres y otros adultos de su comunidad, para tomar conciencia respecto a los peligros ante un terremoto.

**Materiales**

Papel y lápices

Tiza o marcadores para el pizarrón

Copias de la Guía No. 10a (lista de verificación de los riesgos no estructurales ante un terremoto)

Copias de la Guía No. 10b (actividad de seguridad en la habitación)

**Procedimientos**

Pídale a los estudiantes que escriban el nombre de una característica no estructural o un objeto de su salón de clases, que podría representar un peligro durante un terremoto. En el pizarrón, recopile una lista de los peligros que los estudiantes observaron. Pídale que expliquen por qué los consideraron como peligrosos.

Divida a los estudiantes en grupos pequeños. Entréguele a cada grupo una copia de la Guía No. 10a (lista de verificación de los riesgos no estructurales ante un terremoto). Explíquenles que tienen 15 minutos para trabajar en grupo y terminar la lista de verificación. Los estudiantes deberían marcar sí o no, para cada uno de los ítems de la lista, y no considerar los ítems que no son aplicables a su salón de clases. Posteriormente, los estudiantes de cada grupo deberían discutir el ítem que han marcado como peligroso, y recomendar una solución para disminuir o eliminar el peligro. Si el tiempo lo permite, los estudiantes también deberían discutir por qué su grupo ha marcado algunas características como resistentes a un terremoto. Permita que los estudiantes agreguen nuevos ítems a la lista, cuando sea apropiado. Cada grupo debería seleccionar a un vocero para que resuma sus observaciones y sugerencias, en una breve presentación en la clase. La presentación no debe tomar más de 5 minutos por grupo.

Explíquenles a los estudiantes que sólo realizaron una inspección visual rápida de posibles peligros en su salón de clases, una herramienta común que muchos expertos utilizan para evaluar la seguridad de las estructuras y desarrollar planes para reacondicionar esas estructuras, para tener seguridad ante un terremoto. Motive a sus estudiantes para que presenten sus observaciones y sugerencias al directo de su escuela respecto a la mejoría en la seguridad en el salón de clases, y sugíraleles que hagan voluntariamente todo o parte del trabajo. Explíquenles a los estudiantes que, aunque identificar los riesgos y proporcionar sugerencias para disminuirlos son pasos importantes hacia su seguridad, los estudiantes deben asegurarse de que sus preocupaciones son tomadas en cuenta por las personas indicadas, y que sus palabras se han tomado en consideración apropiadamente.

Pídale a los estudiantes que regresen a sus grupos. En esta ocasión, entregue a cada grupo una copia de la Guía No.10 (actividad de seguridad en la habitación). Pídale a los estudiantes que comparan y contrasten las dos habitaciones de la guía, y decidan cuál es más segura durante un terremoto y por qué. Forme un debate en el salón, respecto a las observaciones de los estudiantes. Ahora, motive a los estudiantes para que desarrollen una lista de verificación visual rápida para sus hogares, en base a su inspección del salón de clases y a la actividad de seguridad en la habitación. No sólo motive a los estudiantes, sino también a los miembros de sus familias, y prepare un informe de sus hallazgos y sugerencias para disminuir el daño durante un terremoto.

### Recursos útiles en Internet

Guía y lista de verificación de los riesgos no estructurales ante un terremoto en las escuelas de California (2003): <http://www.documents.dgs.ca.gov/dsa/pubs/SB1122.pdf>

### Referencias

Beven, R.Q., Crowder, J.N., Dodds, J.E., Vance, L., Marran, J.F., Morse, R.H., Sharp, W.L., Sproull, J.D., 1995, Detectives Sísmicos - Terremotos: Un paquete para maestros del grado 7 al 12 (segunda edición), Unión Geofísica Americana y la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias , FEMA 253, 364 p.

Field, N., Schepige, A., 1995, Descubriendo los terremotos, Dog-Eared, Middleton, 40 p.

“Estudios de caso de reforzamientos sísmicos no estructurales en las escuelas,” por el Centro de Investigación para la Educación y el Instituto Nacional de Investigación Política de la Educación (2005), disponible en línea en: <http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/e-jirei.pdf>

**Arriba, izquierda: una ventana grande no reforzada puede quebrarse fácilmente, si se monta muy rígidamente en la estructura de la construcción. Abajo, izquierda: Los aparatos de iluminación y del techo se desprenden durante los terremotos, cayendo en el suelo. Derecha: Artículos especiales específicos para las áreas de deporte y la comunidad , tales como equipo de deporte, altoparlantes y letreros pueden caerse al suelo.**

Terremoto en la prefectura al norte de Miyagi en2003

**Terremoto cerca de la costa al oeste de la prefectura de Fukouka, 2005**

(a)Terremoto en Chuetsu, 2004, Niigata

**Ilustración del grupo 3: Daños en el salón de clases y recursos especiales**

Terremoto en Chuetsu, 2004, Niigata Terremoto en Chuetsu, 2004, Niigata Terremoto en Chuetsu, 2004, Niigata

## Guía No. 10a: Inspección visual rápida en el salón de clases

Grupo No. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**¡Nota!** Esta encuesta puede que no incluya todos los recursos del salón de clases, diseños e instalaciones. Esta encuesta hace referencia a los peligros comunes que están presentes en la mayoría de los salones de clases, pero puede que no mencione todos los riesgos existentes en éstos. Para que esta encuesta pueda completarse debidamente, debería realizarse en conjunto con un ingeniero experto, que conozca los riesgos ante un terremoto. Para los riesgos mencionado posteriormente, se recomienda que los comentarios específicos se registren al lado de cada cuadro, para describir cualquier peculiaridad en el salón que provocó confusión en la decisión.

Esta guía es una adaptación de Beven y otros (1995).

1. ¿Los gabinetes, estanterías y armarios están bien adheridos a las paredes, para prevenir que éstos se caigan?

Sí  No

2. ¿Hay artículos pesados que estén guardados en los estantes de arriba?

Sí  No

3. ¿Los libros o materiales guardados en los estantes están asegurados, para evitar que caigan de éstos?

Sí  No

4. ¿Las puertas de los gabinetes tienen seguro?

Sí  No

5. ¿Los televisores y computadores están bien adheridos a los espacios de trabajo?

Sí  No

6. ¿Los pupitres y sillas están ubicados en dónde éstos no se deslicen ni bloqueen las salidas?

Sí  No

7. ¿Los objetos pesados y cortantes/adornos de la pared/mostradores suspendidos están bien asegurados?

Sí  No

8. ¿Los químicos del laboratorio o los materiales de limpieza están bien asegurados, para que no se caigan ni derramen?

Sí  No

9. ¿Los muebles pesados o equipos sobre ruedas están protegidos para que se muevan?

Sí  No

10. ¿Los extinguidores están soportados firmemente?

Sí  No

• 11. ¿Los pizarrones están asegurados correctamente?

Sí  No

12. ¿Si hay plantas en macetas u otros objetos pesados en la parte superior de los gabinetes, están asegurados?

Sí  No

13. ¿Los paneles decorativos en el techo o enrejados están bien asegurados?

Sí  No

14. ¿Los aparatos de luces están bien asegurados?

Sí  No

15. ¿Las luces fluorescentes del techo tienen protección de rejillas u otros soportes?

Sí  No

16. ¿Las luces del techo se moverán sin golpearse entre sí, si se permite un movimiento mínimo de 45 grados?

Sí  No

17. ¿Si hay cielos rasos colgantes o decorativos en el salón de clases, están asegurados?

Sí  No

18. ¿Si hay tuberías expuestas (agua, gas, etc.), están aseguradas?

Sí  No

19. ¿Ven otros riesgos no incluidos en esta lista? Especifiquen.

Sí  No

Guía No. 10b: actividad de seguridad en la habitación

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### ¿Seguro o inseguro?

Comparen las dos habitaciones. ¿Qué diferencias hay? ¿Cuál es más segura y por qué? ¿Cuáles son los peligros en la otra imagen?

**A**

**B**

CONCEPT

# 12 Lección número 11- Simulacros de sismos, planeación y herramientas.docx

## Lección número 11: Simulacros de sismos, planeación y herramientas

Sismos recientes, tales como el de Sichuan, con magnitud de 7.9 en el 2008 y el de Cachemira, con magnitud de 7.6 en el 2005, demuestran que muchas comunidades no tienen escuelas resistentes a los sismos. Muchas de las escuelas que colapsan y matan niños son modernos y a veces situados cerca de edificios que pueden soportar temblores. El colapso de las escuelas puede ser atribuido a la construcción y manutención deficiente (visto en la Lección 9). Sin embargo, muchas muertes y lesiones son causadas frecuentemente por el desplome de elementos ajenos a la estructura de construcción (visto en la Lección 10). En las lecciones 9 y 10, los estudiantes aprendieron a identificar elementos de riesgo de estructura y no estructura en sus escuelas y hogares, y cómo mitigar el daño. En esta lección, los estudiantes aprenden a reconocer la importancia de planear por adelantado en el plan de respuesta de emergencias de su escuela y prepararlo. Aparte, los estudiantes podrán poner a prueba, evaluar, mejorar y presentar un plan de respuesta a emergencias a las autoridades correspondientes. La planeación, revisión, entrenamiento y la evaluación son componentes críticos de un plan efectivo de respuestas que puedan regresar a la normalidad rápidamente a una comunidad afectada. El objetivo primordial de esta lección es subrayar la importancia de planeamiento por adelantado y práctica.

**¡Nota!** Esta lección provee una guía para conducir y preparar un plan de emergencias y un régimen de simulacros en la escuela. Sin embargo, factores contribuyentes como lo son la locación de la escuela y la fuerza de su estructura juegan un papel importante en determinar la ruta más efectiva del plan de respuesta para la escuela. Por dicha razón, esta lección de ninguna manera provee una guía completa o apropiada de una preparación de un plan de respuesta a emergencias para cada escuela. Cuando sea posible, haga que el plan de respuesta a emergencias sea evaluado por las autoridades escolares pertinentes, especialistas de emergencias, investigadores científicos, organizadores administrativos y otros miembros de la comunidad (por ejemplo, jefes de bomberos y administradores de salud pública).

**¡Nota!** Puede que sea mejor conducir esta lección antes o después de la escuela, cuando haya pocos estudiantes presentes para interrumpir o distraer las actividades. En algunos casos, esta lección puede ser completada durante el periodo de clases cuando no haya estudiantes en los pasillos, pero debe ser llevado a cabo en silencio. El simulacro debe ser coordinado con el conocimiento de las autoridades escolares para prevenir alarmar en vano al resto de los estudiantes o educadores presentes.

**Permita bloques de dos horas para esta actividad.**

### Materiales

Mapas básicos de la escuela (alrededor de un mapa por cada 3 a 6 estudiantes)

Lápices de colores

Apuntes de las lecciones 7 a la 10 (específicamente, la lista de peligros ajenos a la estructura de los estudiantes)

Cámara de video (opcional)

### Introducción

1. Empiece por pedir a los estudiantes que piensen en las mejores maneras para responder rápidamente a una situación peligrosa (por ejemplo, un incendio, clima severo, envenenamiento, etcétera). Explique a los estudiantes que en conjunción con practicar numerosas veces un plan de respuesta bien desarrollado, son las formas más seguras de asegurar una respuesta segura, rápida y apropiada. Pida a sus estudiantes que enlisten signos que precedan a un

sismo. Algunos pueden ser movimiento de luces, tambaleo de objetos sensibles, como luces colgantes y objetos de vidrio; sonidos como rugidos o el movimiento de conexiones entre edificios o en algunos casos, comportamiento errático de animales con un sentido agudo del oído como perros o caballos. Explique a los estudiantes que reconocer estos signos tempranos de un temblor y una respuesta inmediata es crítica, ya que la intensidad total del sismo no puede ser determinada durante sus primeras etapas.

2. Diga a sus estudiantes que desarrollarán y pondrán a prueba un plan de respuestas de emergencias y un simulacro para su escuela en esta lección. Pida a sus estudiantes explicar la diferencia entre un plan de respuesta de emergencias y un simulacro. Explíquenles que el plan de respuesta a emergencias es un plan completo que incorpora la mayor cantidad de información posible de qué hacer en una emergencia, incluyendo rutas a seguir, peligros de estructura y ajenos a ésta, y recursos útiles, puntos de reunión y personal de emergencias clave para una locación en particular como lo es una escuela. El propósito de este plan, es el de describir y respaldar la mayor cantidad de respuestas prácticas posibles ante una variedad de circunstancias y de servir como guía al conducir simulacros para temblores. Un simulacro de sismos es un conjunto de circunstancias de emergencias simuladas, designadas a probar la habilidad de los miembros escolares de tomar las mejores decisiones para asegurar su seguridad. Los miembros escolares deberán comprender el plan de respuestas a emergencias lo suficiente para poder reaccionar apropiadamente durante el simulacro.

Explique a sus estudiantes que con planeación cuidadosa, es mucho más seguro sobre-reaccionar a un temblor pequeño que no reaccionar lo suficiente a un temblor intenso, ya que los sismos menores proveen una oportunidad conveniente para probar los tiempos de respuesta, los puntos de encuentro, la eficiencia de movimiento, la habilidad de controlar los peligros secundarios (por ejemplo, incendios, tuberías rotas, peligros ajenos a la estructura del edificio, etcétera) y la disposición de los recursos de emergencia. El objetivo de cualquier régimen de simulacro debe de ser la práctica continua, la evaluación y la mejora.

**¡Nota!** Existen algunas guías estándar para producir un plan de respuestas para sismos apropiados, ya que las circunstancias y los peligros pueden variar substancialmente por región, ciudad, locación o edificio para cuando un sismo suceda; sin embargo una regla vital es: ACTÚE TEMPRANO, ACTÚA RÁPIDO Y NO ENTRE EN PÁNICO.

### **Ejercicio de sobremesa: El Equipo Coordinador de Respuestas a Emergencias.**

Antes de comenzar con este ejercicio, por favor tenga un mapa de la escuela básico y sin marcaciones preparado para los estudiantes. Deberá haber al menos uno para cada grupo de estudiantes que ayudará a escribir el plan de respuestas de emergencias. Este mapa debería incluir un diagrama básico de la escuela incluyendo pasillos, salones, puertas, ventanas y estructuras de escape como escaleras de emergencia (si hay). Será la responsabilidad de los estudiantes usar este mapa para desarrollar el plan de emergencias.

Los estudiantes se acaban de graduar de la universidad y han encontrado trabajo como Coordinadores de Respuestas a Emergencias (CREs) en su país, especializándose en el ámbito escolar. Como parte de su trabajo, tienen la oportunidad de viajar de escuela a escuela a lo largo del país desarrollando simulacros efectivos que tomen en cuenta los peligros en particular que los estudiantes podrían encontrar durante un sismo.

**¡Nota!** Puede que sea mejor que se realiza esta actividad final cuando haya menos estudiantes presentes para distraer o interrumpir la actividad. En algunos casos, esta actividad puede ser completada durante el periodo de clases cuando no haya estudiantes en los pasillos, pero debe ser en silencio.

**Pregunta 1: ¿Cuáles son algunas disciplinas universitarias que sean útiles para completar este tipo de trabajo? ¿Por qué el gobierno escogería contratar los Coordinadores de Respuestas a Emergencias en lugar de responder a los sismos cuando estos ocurran?**

**Posibles respuestas:** Muchas disciplinas son necesarias para respaldar el trabajo de los Coordinadores de Respuestas a Emergencias. Los CREs necesitan especialistas técnicos como lo son personas con experiencia en las geociencias, ingeniería o arquitectura para que la información más reciente sobre los peligros geológicos pueda ser interpretada en el contexto de detención y cuantificación de peligros sísmicos. Los especialistas del comercio, como lo son la carpintería y la enfermería, comprenden cómo las técnicas de planeación y la mitigación ante respuestas

sísmicas afectan la administración de recursos de emergencias y estructuras resistentes a los temblores. Los CREs también podrían necesitar de lingüistas que puedan traducir el trabajo en múltiples idiomas si es que hay varios grupos étnicos en lugares que sean sísmicamente activos a lo largo del país. Casi todos los grupos gubernamentales requieren contadores y planeadores que aseguren que el dinero del gobierno no se desperdicie debido a planeación deficiente. Finalmente, los especialistas en educación sísmica están requeridos a comunicar de manera efectiva las causas, efectos y las técnicas de mitigación de sismos a todas las partes de la sociedad, incluyendo niños, padres que trabajan *pudieron no estar en contacto con esfuerzos de planeación sísmica.*

*Un gobierno puede escoger contratar a los CREs porque la prevención es la mejor manera de salvar vidas y evitar costosas reparaciones a la propiedad antes de que un sismo suceda.*

Los CREs tradicionalmente han funcionado como equipos pequeños que trabajan de forma independiente para luego reunirse para discutir sus conclusiones y enfoques para crear simulacros sísmicos. Cada equipo está asignado con la misma tarea: crear planes de respuestas sísmicas que detallen las acciones que los estudiantes deberán tomar durante un temblor y luego conducir al menos un simulacro sismo para poner a prueba estas acciones.

**Pregunta 2: ¿Qué ventajas podrían haber en cuanto a que los equipos trabajen independientemente y luego comparen sus resultados? ¿Cuáles serían las desventajas?**

**Possibles respuestas:** *Con equipos pequeños trabajando para la misma meta, cada equipo podrá tomar un enfoque diferente que encaje con la experiencia del grupo, de esta manera también podrían llegar a una conclusión diferente o recalcar un área diferente comparado con el resto del equipo. Cuando los equipos comparen sus resultados al final de la actividad, la información de estas diferentes perspectivas pueden hacer el simulacro más completo, efectivo, flexible y comprensible.*

*Algunas desventajas podrían ser que pequeños grupos de personas carecen de los miembros necesarios para atacar la intensidad del trabajo esperado o que el grupo pueda no contar con participantes que tengan las suficientes habilidades diferentes.*

Los CREs (los estudiantes) ahora deberán estar divididos en 3 ó 4 equipos. Cada equipo trabajará de forma independiente usando información de las lecciones 7 a 10 para desarrollar un plan de emergencias para su escuela. La primera tarea será investigar si la escuela o comunidad cuentan o no con plan para sismos. Asigne un equipo para investigar esta posibilidad y resumir los hallazgos a los otros equipos antes de que comiencen con sus actividades de respuestas para sismos.

Mientras tanto, los equipos restantes serán asignados a trabajar de forma independiente para desarrollar una lista completa de un plan para sismos. Este simulacro deberá ser desarrollado específicamente para la escuela y deberá tomarse en consideración su ubicación geográfica y geológica, los peligros de estructura y no estructura, los alrededores (estructuras cercanas, árboles, cables de alta tensión, etcétera), y los recursos disponibles dentro de la comunidad. Para hacer esto, los equipos deberán tener permitido inspeccionar el salón de clases y la escuela para identificar todos los peligros presentes (dentro del salón de clases y los que puedan existir a lo largo de las rutas de escape), si es que esto no sea hecho ya en las lecciones previas. Los equipos deberán después averiguar todas las respuestas antes sismos y repasarlas, marcarlas en el mapa de la escuela tomar nota de los peligros que podrían presentarse en el camino, como tuberías sueltas, composturas eléctricas, muebles e inclusive lugares donde el flujo de estudiantes de otros salones pueda causar que los estudiantes se tropiecen entre sí. Aliente a los equipos a usar su imaginación para prever la mayor cantidad de posibles escenarios peligrosos, y a desarrollar soluciones de respuestas sencillos que reduzcan el riesgo asociado con estos escenarios lo más posible. Los peligros, las rutas de evacuación y herramientas útiles deberán estar codificadas y marcadas por color usando los lápices de colores.

Existen algunos procedimientos generales que todos en la comunidad deberían de seguir y que servirían como principios básicos de guía de cualquier plan de respuesta a emergencias:

No caiga en pánico

Aléjese de ventanas, objetos pesados, estantes, etc.

Tome cualquier kit de emergencia y aférrese a él

No use elevadores

Evacúe el edificio en una sola fila cuando sea posible

**¡Nota!** Puede que su escuela o salón de clases sólo tenga un plan de respuestas posible o práctica, dependiendo de la locación de su escuela y de los peligros a lo largo de la ruta de evacuación. De forma alternativa, las respuestas más prácticas para algunos estudiantes en algunas locaciones puede que sea refugiarse en el lugar. Lo más importante de conducir y evaluar un plan de respuestas a sismos efectivo es considerar todas las posibilidades, y luego inculcar en los estudiantes el razonamiento detrás de seleccionar el curso de acción que tiene mejores posibilidades de asegurar su supervivencia.

**Pregunta 3:** *¿Por qué es importante para el equipo recorrer múltiples rutas de escape e identificar los peligros a lo largo de las rutas? ¿Por qué no sólo deberían una ruta y desarrollarla completamente? ¿Cuáles son algunas ventajas y desventajas de este enfoque? ¿Existen planes de respuestas que no involucren al evacuación? ¿Por qué sí o por qué no?*

**Possibles respuestas:** *Cada equipo debe recorrer todas las rutas de evacuación porque muchas veces, los estudiantes están tan familiarizados con estas rutas es su vaivén diario que pasan por alto los peligros que pueden surgir durante los sismos. Por ejemplo, en muchas escuelas existen varias tuberías de vapor o de agua caliente corriendo por el techo que los estudiantes a duras penas reconocen. Durante un temblor, una tubería rota puede provocar que una ruta de evacuación de vuelva obsoleta. Recorrer la ruta y estar alertas para este tipo específico de peligros, puede ser una experiencia impactante. Las rutas también deberán ser comparadas en cuanto a la cantidad de tiempo que toma llevar a un punto seguro de encuentro designado.*

*Los equipos deberán desarrollar múltiples rutas en caso de un peligro o circunstancia que provoque que una ruta se vuelva obsoleta. Inclusive durante ese momento, no es aconsejado solamente decirle a los estudiantes cuál es la mejor ruta y esperar que la sigan; esto evade completamente toda la actividad de la planeación.*

*Los estudiantes deben comprender por qué una ruta es la preferida y qué alternativas existen dado el caso que la primera se vuelva inservible. Hacer que los estudiantes determinen cuál es la mejor ruta posible, y luego proveer las razones detrás de dicha selección, apodera a los estudiantes durante la inclusión en el proceso de la toma de decisiones y los entrena para usar su mejor juicio al momento de evaluar situaciones de emergencia reales o simuladas.*

*Algunas ventajas de este enfoque es que hay más posibilidades que pueden discutirse y evaluarse, los estudiantes tienen el poder de hacer decisiones que podrán salvar sus vidas así como se pueden eliminar, reducir o descubrir vulnerabilidades sistemáticas*

*en cuanto a sismos con poco o ningún costo para la escuela. Sin embargo, también hay unas desventajas a esta propuesta. Desarrollar, evaluar y seleccionar de las diferentes rutas de escape, puede consumir tiempo y ser confuso si los simulacros no son conducidos con regularidad para entrenar a los estudiantes; sin embargo, esta es la única manera de evadir el defender una respuesta a sismos poco realista de “una aplica para todas” ya que las circunstancias varían en gran medida de una ciudad a otra y de edificio a edificio.*

*Algunas respuestas sismológicas, como las de refugiarse en sitio, no involucran la evacuación. Estas respuestas pueden ser necesarias para temblores que son tan poderosos o destructivos que caminar o correr no es posible; o para edificios que son lo suficientemente fuertes para soportar el movimiento, pero puede que haya peligros de estructura a lo largo de las rutas de escape. Este es el caso de la mayoría de escuelas en el estado de California donde “Agacharse, Cubrirse y Agarrarse” es un procedimiento común. Para este procedimiento, los estudiantes deben refugiarse bajo sus escritorios o mesas y aferrarse a una pata de dicha mesa o escritorio y con la otra mano cubrirse el cuello para protegerse de los escombros. Los estudiantes deberán estar preparados para moverse con la mesa o el escritorio como sea necesario durante la emergencia. Si esta es una estrategia necesaria de un salón de clases, deberá ser practicada numerosas veces durante el simulacro del ejercicio de sobremesa que se explicará enseguida.*

*Para escenarios sobre refugiarse en sitio, los equipos deben evaluar de forma crítica cualquier recurso disponible (como las mesas) para saber su dicho recurso puede proveer de forma realística un refugio para peligros de*

*estructura, no estructura y secundarios. Si los recursos no son suficientes, valdría la pena examinar si éstos podrían colocarse antes de que suceda un sismo. Por ejemplo, un pequeño número de mesas pequeñas y endeble podrían ser intercambiadas por mesas más grandes, estables y firmes que se estén usando en otro lugar en la escuela (sin costo extra) que pueda refugiar a todos los estudiantes.*

Después de que los CREs hayan recorrido todos las posibles rutas de escape e investigado la escuela, pida a los CREs considerar la posibilidad de que un estudiante, grupo de estudiante o un adulto quede atrapado bajo los escombros (de estructura o no estructura) durante un sismo (si es que no lo han hecho todavía).

**Pregunta 4: ¿Cuáles son las acciones son las que sugieren los CREs para prepararse ante la posibilidad de que algunas personas queden atrapadas bajo los escombros de un sismo?**

**Posibles respuestas:** Una posible respuesta es la de un pequeño tubo de supervivencia que pueda ayudar a las víctimas de un sismo atrapadas en un edificio. El tubo podría tener un silbato, paquetes de agua estéril, un tubo de luz químico y una máscara. El silbato podría hacer sonidos más altos que una voz sin colocar tensión en la garganta, y también puede hacer ruido mientras la persona atrapada conserva el aire en un lugar confiando. El tubo deberá ser lo suficientemente pequeño para que los estudiantes puedan cargarlo en sus mochilas o atarlas bajo sus escritorios o mesas grandes para que estén a su alcance rápidamente.

Una de las preguntas más importantes a considerar es si los estudiantes deban o no ayudar a una persona herida o atrapada durante o inmediatamente después de un temblor. Esta es una pregunta difícil ya que hay tantas circunstancias diferentes y niveles de peligro que una persona herida enfrenta.

La primera tarea deberá ser llamar por ayuda o enviar a una persona cercana a encontrar ayuda mientras la otra se queda a consolar a la persona herida. Si la persona herida está en peligro inmediato y no hay nadie más alrededor, sólo entonces deberá acerca la decisión de mover o intentar mover a la persona herida para suministrarle cuidados. Los CREs querrán considerar proveer entrenamiento adicional a los estudiantes en técnicas de primeros auxilios del personal calificado si es que los trabajadores de respuesta a emergencias no están cerca cuando suceda el temblor.

Finalmente, los equipos deberán discutir y compilar los resultados de conducir una valoración de sus respuestas a sismos para que su planeación pueda ser desarrollada y finalizada. Los equipos deberán turnarse detallando cada respuesta posible, marcando el camino de esa respuesta en un mapa principal de un plan de respuestas. Todos los planes de respuesta deben concluir con una identificación y planeación de un punto de encuentro específico fuera de la escuela. Si ciertos recursos son necesarios o útiles para coordinar una respuesta (por ejemplo, un silbato para un rescate de emergencia, suministros médicos para heridas pequeñas durante un sismo), haga que los equipos produzcan una lista de estos recursos como parte de su plan de respuestas a sismos. Si la escuela ya tiene un plan de respuestas a sismos, haga que los estudiantes comparen sus evaluaciones independientes con la de la escuela.

Después de que los CREs hayan compilado y finalizado sus planes de respuestas a emergencias, el plan debe ser presentado al administrador escolar. El administrador escolar deberá decidir colocar kits de seguridad de emergencia por la escuela. El administrador de la escuela pide a los CREs ayuda para reunir los materiales para estos kits.

**Pregunta 5: ¿Cuáles son algunos de los artículos que deberán ser colocados en un kit de seguridad de emergencia comunitario o familiar? ¿Dónde deberán ser colocados estos kits?**

**Posibles respuestas:** Las necesidades primordiales de un ser humano, son comida, agua y refugio. Cualquier kit debe incluir (como mínimo) agua, tabletas purificadoras de agua, comida seca o enlatada (o cualquier tipo de comida que no requiera refrigeración, y cobijas de emergencia. Otras necesidades útiles son las de información, luz y suministros médicos. Si es posible, el kit deberá contener también un radio de baterías, una linterna, baterías extras, dinero, un kit de primeros auxilios, y fotografías de familia o de la clase para identificar o transmitir información vital sobre miembros de la comunidad o de la familia que se encuentren perdidos. Los estudiantes o los miembros de la comunidad con necesidades médicas especiales (como medicamentos vitales) deberán encargarse ellos mismos de que sus necesidades médicas se vean resueltas con los artículos en los kits de seguridad. Los kits deberán ser revisados periódicamente para asegurar la frescura y la cantidad de los suministros.

Los kits deberán ser colocados en lugares fáciles de encontrar que estén a una distancia segura de peligros de estructura y no estructura. Estas deberán ser locaciones que sean poco probables de verse cubiertas de escombros y

desechos en caso de que un temblor fuerte llegara a suceder.

**¡Nota!** Recuerde a los estudiantes que la mayoría de las organizaciones de respuestas recomiendan que los planes estén creados para proveer de cuidado completo (por ejemplo, comida, agua, ropa y suministros médicos) por un mínimo de 72 horas después de un desastre. Haga que discutan si este periodo de tiempo mínimo es suficiente para la locación de su escuela o comunidad, dada la accesibilidad de las formas de transporte primarias, clima local y la disponibilidad de los recursos críticos naturales del área, tales como agua fresca. Deje que los estudiantes sepan que puede ser una petición constructiva a la escuela que ésta provea todos estos recursos para todos los estudiantes. Planee que los estudiantes presenten los resultados de su evaluación incluyendo el plan de respuesta a sismos y todos los recursos críticos o herramientas necesarias para llevar a cabo este plan, al personal de seguridad comunitario (por ejemplo bomberos, policía u otros oficiales de la ciudad o escuela) para recibir retroalimentación y guianza sobre las personas adecuadas para estar en contacto y los pasos a seguir apropiados para después de que los estudiantes hayan respondido de forma segura a un temblor.

### **Experimento de sobremesa: El simulacro de sismo.**

Ahora de que el plan de valoración sismológico ha sido desarrollado, los estudiantes deberán evaluar su plan al conducir al menos un simulacro de sismológico. Hay dos razones principales por la cual los sismos son importantes. La primera razón es de que es una respuesta planeada nunca iguala una respuesta de verdad. Si algún punto del plan no quedó claro para algunos estudiantes, entonces puede que se pierda tiempo vital durante un sismo mientras los estudiantes averigüen qué es lo que deben hacer. Conducir sismos deberá exponer los problemas que permite a los CREs corregir. La segunda razón es que algunas funciones críticas cerebrales no funcionan bien durante situaciones de emergencia. Si una actividad ha sido practicada varias veces antes de que suceda una emergencia, (como correr por un pasillo o una escalera de emergencia), entonces es más probable que el cerebro inicie esa serie de acciones automáticamente bajo condiciones de capacidad cerebral reducida. Esto ayuda a prevenir la parálisis debido a miedo abrumador.

**¡Nota!** Este simulacro puede producir sentimientos de miedo o ansiedad para algunos estudiantes. Enfatice a esos estudiantes que estos sentimientos son normales y sanos, pero que aprender cómo evitar salir heridos incrementará sus oportunidades de sobrevivencia. Esté consciente que el optimismo inapropiado (“Eso no me pasará”) es tan disparatado como ansiedad y miedo extremo.

El educador es responsable de construir los escenarios para el simulacro. Escenarios múltiples son las mejores maneras para evaluar la efectividad del plan de respuesta a sismos ya que las circunstancias de un temblor pueden variar. Por ejemplo, un escenario puede ser un temblor pequeño, mientras que otro escenario involucre un terremoto tan intenso que haga caminar o correr casi imposible. Pequeños detalles de los escenarios pueden cambiar de simulacro a simulacro: en un escenario, peligros de estructura (como libreros grandes) puedan impedir la ruta de evacuación primaria, forzando a los estudiantes a utilizar las rutas secundarias. La locación donde se inicie el simulacro deberá cambiar también: un simulacro podría empezar en el salón de clases; y otro en un área común, como una biblioteca, gimnasio, laboratorio, autobús escolar o en las afueras, en un patio. El educador deberá recorrer el camino de evacuación para inventar diferentes variaciones a los escenarios. Durante el simulacro, cada esfuerzo deberá estar hecho para estimular los sonidos que se escuchan en un movimiento telúrico de verdad, incluyendo el temblor de ventanas, sillas o mesas moviéndose, el crujido de los vidrios usando mesas, sillas y ventanas de verdad situados en el aula.

**¡Nota!** Puede ser útil video grabar a los estudiantes durante el simulacro. Esto puede asistir a los estudiantes para evaluar si las decisiones que tomaron durante el simulacro fueron apropiadas o no.

Los maestros deberán estar listos para guiar/ayudar a los estudiantes durante un sismo. Deberán aceptar la responsabilidad de hacer, al menos, lo siguiente:

Mantener y traer consigo una lista de todos los estudiantes a su cargo: revisar la lista al final de las actividades para identificar rápidamente a las personas perdidas.

Mantener y cargar consigo un kit de primeros auxilios.

Deberán estar preparados para escoger rutas alternativas de evacuación (debido a fuego, por ejemplo)

Saber cómo apagar de forma segura las fugas de gas, agua y electricidad en las áreas que rondan el salón de clases.

Instruir a los estudiantes a evacuar después de que el sismo se haya detenido.

Dirigir al grupo en un área designada de encuentro.

Asegurar a todos de una posibilidad de réplicas.

Administrar los primeros auxilios necesarios.

No regresar al salón de clases a menos que se lo indique una autoridad apropiada.

Si un maestro resulta herido, dos alumnos deberán estar preseleccionados para liderar a los demás estudiantes.

Desarrollar e implementar un plan escolar, coordinado con la administración escolar, para reunir a los estudiantes con los miembros de su familia.

**¡Nota!** Use los teléfonos celulares para propósitos de emergencia solamente y esté preparado para situaciones donde los teléfonos no funcionen. En una situación de emergencia, es muy común, para un sistema telefónico, fallar o volverse inoperable, porque los sistemas y las líneas telefónicas pueden haber sufrido un daño, por que los sistemas se abruman ya que todos intentan usarlo al mismo tiempo, o ambos.

### Evaluación post-simulacro

Los estudiantes deben siempre revisar qué peligros pueden ocurrir después de que un simulacro haya terminado (por ejemplo, réplicas, desplomes de edificios, avalanchas, atender heridas médicas o gente aún en estado de conmoción, etcétera). Sólo porque el simulacro haya terminado, y los estudiantes se hayan colocado en una locación segura, no quiere decir que la exposición a los peligros haya terminado. Los estudiantes deberán saber los pasos a seguir después de que el simulacro haya terminado, como administrar primeros auxilios y reunir la información necesaria sobre la emergencia mediante un radio o ponerse en contacto con las autoridades apropiadas para recibir más instrucciones.

Después de conducir cada sismo los estudiantes deberán evaluar inmediatamente la efectividad de las decisiones tomadas durante el simulacro. ¿Los estudiantes han tomado decisiones seguras dadas las circunstancias del escenario del simulacro? ¿Existen algunas locaciones a lo largo de la ruta de evacuación donde los estudiantes puedan caer, tropezar o chocar con otros estudiantes que estén tratando de salir? ¿Qué puede ser hecho para minimizar este tipo de accidentes? Si serios problemas fueron descubiertos en un plan de respuestas a sismos en el simulacro, discútalo con los estudiantes sobre cómo corregir estas fallas en el plan apropiadamente.

La decisión final debe ser decidir cuándo será conducido el nuevo simulacro. La fecha deberá ser acordada pero no a la hora que se llevará a cabo, para mantener los elementos de sorpresa para aquellos que participen en el simulacro. Los sismos repetidos con diferentes circunstancias durante un cierto periodo de tiempo preparará a los estudiantes y a los educadores para lidiar con emergencias no esperadas de forma rápida y segura.

**¡Nota!** Considere la posibilidad de extender el simulacro a familias y hogares, y discutir la necesidad de desarrollar un plan familiar ya que es probable que los estudiantes estén esperados de sus familias después de un sismo. Sugiera a los estudiantes que designen un contacto telefónico fuera del área y llevarlo consigo todo el tiempo. Los estudiantes deberán saber cómo apagar el gas, el agua y la electricidad en sus hogares.

Los planes de respuestas a sismos y los mapas codificados por color hecho por los estudiantes deberán ser presentados a las autoridades escolares y administradores gubernamentales locales. Los estudiantes deberán ser motivados a discutir sus hallazgos con figuras públicas responsables de la seguridad pública. Cuando sea posible, los estudiantes también deberán tener la oportunidad de enmarcar y poner a la vista su mapa para que el resto de los estudiantes en la escuela conozcan su trabajo.

## CONCEPT

## 13

# Lección número 12- Haciendo un diario.docx

## Lección 12: Haciendo un diario

Codificar actividades es una oportunidad para los estudiantes que ofrecen o inventan un contexto que une el concepto de plan de estudios. En el caso de la educación terremoto, una actividad codificada podría ayudar a los estudiantes a reforzar los conceptos que hacen que la ciencia del terremoto arriesgue la conciencia y arriesgue la prevención de tres aspectos de una totalidad unificada: seguridad en un temblor. En esta lección los estudiantes usan información de sus lecciones anteriores para escribir historias sobre individuos o comunidades afectadas por un temblor y publican sus historias en un libro ordinario.

Esta lección es adaptada desde una letra hasta un proyecto original literario, desarrollado por el proyecto en preparación de la Universidad de Washington (Stickler, 2000).

Da de 3 a 4 horas para esta actividad.

### Materiales

**¡Nota!** Los siguientes materiales son suficientes para construir un diario. Multiplicando los materiales de abajo por el número de libros que estas por hacer (un libro por estudiante). Sin embargo, algunas de los artículos (por ejemplo pegamento de barra, tijeras, aguja de coser y cinta) puede ser compartido entre los estudiantes.

1 papel de color (21.5cm x 28 cm)

6 hojas blancas (21.5 x 28)

Aguja de coser

1.5 pulgadas de hil

Clips para papel

2 trozos de mantel para mesa (15 cm x 23 cm)

Cinta plástica de color (4 cm de anchura)

Tijeras

Pegamento de barra

Papel contacto (opcional)

Colores, crayolas, marcadores, papeles, etc.

Una copia de los resúmenes escritos (adjuntado al final de esta lección)

### Procedimiento

#### Día 1

1. Decirle a los estudiantes que cada uno de ellos que ira escribiendo sobre un individuo o comunidad afectado por un temblor. Explicar a los estudiantes que pueden inventar el lugar, los personajes, citas, etc. para la historia, pero ellos son fomentados en incluir mucha información de las lecciones anteriores en sus historias como sea posible. Distribuye las copias de los resúmenes escritos (uno por estudiante) y diles que llenen toda la sección. Los estudiantes pueden trabajar juntos en grupos para esta fase. Da de 10 a 15 minutos.

2. Ahora dile a cada estudiante cada hagan un mapa del tiempo usando ilustraciones, palabras u oraciones. Explica a los estudiantes que creando un mapa del tiempo podrá ayudarles en escribir la historia. Ver la figura 1 como un ejemplo del mapa del tiempo. Para conseguirlo, comience preguntando a los estudiantes las siguientes preguntas: ¿Quién podría estar en su historia? ¿Dónde se situara la historia? ¿Qué pasara primero? Los estudiantes pueden

elegir juntos la lluvia de ideas o trabajar individualmente. Fomente a los estudiantes que piensen sobre qué tipo de información de sus lecciones anteriores (la lección de la ciencia y sus riesgos) lo que a ellos les gustaría incluir en sus historias y por qué. Da 30 minutos o más para completar el mapa del tiempo.

3. Junta los mapas del tiempo de los estudiantes al terminar la clase.

*Día 2*

4. Regresa a los alumnos sus mapas del tiempo a lo largo con un espacio en la hoja (o más). Diles que hoy irán terminando sus mapas del tiempo (si ellos no lo han terminado todavía) y empezaran a escribir el primer borrador de sus historias (en la hoja en blanco). Fomenta a los estudiantes a devolver sus historias del mapa del tiempo cuando escriban sus primeros borradores si ellos lo necesitan. De otra manera los estudiantes deberán sentirse libres de separarse de sus mapas del tiempo para agregarle nueva información como ellos avancen a completar su primer borrador. Da el resto de la clase para esta actividad.

5. Junta los primeros borradores y mapas del tiempo de los estudiantes al finalizar la clase.

*Día 3*

**¡Nota!** Antes de iniciar la clase, crea un poco de foto libros en el salón de clase donde los estudiantes estarán haciendo sus libros en grupos de 4-5. En cada grupo permite suficiente material para cada estudiante para hacer el libro. Cada grupo deberá tener por lo menos un par de tijeras, un pegamento de barra, un poco de cinta plástica de diferentes colores, trozo de mantel (2 por estudiante) y un par de agujas de coser e hilo.

6. Explica a los estudiantes que irán haciendo un diario. Proporciona a cada estudiante seis hojas blancas. Diles que las 6 hojas blancas son para hacer 24 páginas del libro. Informa a cada estudiante una hoja de color (para el guarda). Usted podría querer dejar a los estudiantes que elijan el color de sus guardas. Introduzca a los estudiantes en doblar sus 6 hojas de papel por la mitad (figura 2). Ellos pueden usar sus hojas de colores en el exterior. Explícales que las hojas de colores serán sus guardas.

7. Informa a los estudiantes que ensarten el hilo de 1.5 pulgadas en la aguja. Diles que no necesitan atar un nudo, pero deberían nivelar los hilos así ellos tienen 2 hilos iguales. Los estudiantes podrán querer la seguridad de sus páginas del folder para ir poniendo 2 clips en las hojas en lados opuestos como se muestra en la figura 3. Ahora dígales a los estudiantes que marquen 4 puntos uniformemente en el exterior del folder de su materia. Estos puntos servirán como guías para coser. Comenzando en uno de los puntos o en cualquiera finalizando la materia, los estudiantes serán informados para bajar la punta de la aguja atravesando la parte de arriba de la hoja y después subirán al siguiente punto. Ellos después deberían coser hacia abajo pasando los siguientes puntos y regresar al último punto (figura 4). Ahora, los estudiantes deberán traer el resto de sus hilos juntos y hacer un doble nudo en la mitad del folder de la materia. Ellos después podrán cortar el final, dejando suficiente hilo para que así el nudo no se deshaga.

8. Ahora es tiempo de escoger las fundas. Para sus libros los estudiantes necesitaran 2 piezas de mantel para mesa de 15 x 23 cm. Dígale a los estudiantes que corten una pieza de 28 cm de cinta plástica y pégala en una superficie plana. Después ellos podrían poner sus portadas y contraportadas en la parte de abajo como se muestra en la figura 5 dejando a lo menos 1 cm de espacio entre cada cubierta. Después ellos podrían doblarlos después de finalizado la parte de la portada sobre la parte de arriba del botón para coser las fundas.

9. Ahora los estudiantes deberán ser informados del uso del pegamento para pegar la primera pieza de papel de la parte de adentro de la portada de enfrente de sus libros. Para hacer esto, se recomienda que los estudiantes cierren el libro y ajusten hasta que encaje en la parte de atrás de la hoja, después abran el libro y peguen la parte de atrás de guardado (ó portapapeles) dentro de la cubierta trasera (Figura 5).

**¡Advertencia!** Si los estudiantes pegan ambos portapapeles abajo sin cerrar el libro adecuadamente la página de atrás, esto también podría jalarlo, ajustarlo o rasgarlo.

10. Si el tiempo lo permite, regresa los primeros borradores de los estudiantes y su mapa del tiempo, así que ellos pueden terminarlo. En esta fase los estudiantes no podrán estar anexando sus historias en sus libros. Los estudiantes que hayan terminado sus borradores, pueden empezar a trabajar en escribir una página de autobiografía. La autobiografía puede ser adherida después al final de sus libros en una página “sobre el autor”, donde ellos pueden

poner una fotografía (o dibujo) de ellos mismo.

**¡Nota!** Puedes escoger tomar una foto del autor de cada estudiante para esta actividad, asegurándolo después deberán firmarlo con la aprobación de sus padres o autoridades apropiadas.

11. Junta las narraciones y libros de los estudiantes al finalizar la clase.

#### Día 4

**¡Nota!** Antes de empezar la clase crea un poco de estación de arte donde los estudiantes estarán ilustrando sus historias y decorando sus libros. Cada escenario deberá tener lápices de colores, crayolas, marcadores, hojas de color y un par de tijeras.

12. Regrese a los estudiantes sus narraciones, dibujos y libros. Explica a los estudiantes que ellos estarán entrando a la versión final de sus historias dentro de sus libros, ilustrando sus historias y decorando la cubierta de sus libros. Divídelos en grupos de 4-5 estudiantes y guíalos en cada escenario. Explica a los estudiantes como comenzar, para agregar sus historias dentro de sus libros permitiendo un espacio en cada página por una ilustración que debe ser acompañada por un texto. Los estudiantes podrán escoger el dibujar una caja vacía de diferentes dimensiones en cada página donde una ilustración puede ser adecuada. Cada ilustración puede estar acompañada por 2 ó 3 líneas de la historia o más.

**¡Nota!** Dar a los estudiantes sus fotografías del día 3 (o dibujos del portarretratos). Los estudiantes lo pueden pegar al final de la página de sus libros a lado de su autobiografía. Explica a los estudiantes que pueden agregar en una parte una página para el título y una página para la dedicatoria al inicio de sus libros. La hoja del título puede incluir el título del trabajo, el nombre del autor y la fecha de publicación. Ayuda a los estudiantes a cubrir la parte final del producto con una hoja transparente para protegerlo (opcional).

13. Felicita a los estudiantes por sus libros publicados. Si el tiempo lo permite, los estudiantes pueden tomar turnos para leer sus historias a otro estudiante. Los estudiantes deberán tener cuidado con sus libros. Usted puede elegir el hacer fotocopias de las páginas de sus libros para después evaluar cada aprendizaje de los estudiantes durante este plan de estudios.

**¡Nota!** Esto es fuertemente recomendado para dedicar un día a celebrar los logros de los estudiantes durante los cuales ellos recibieran un certificado finalización exitosa de todas las lecciones y serán reconocidos como autores. Los estudiantes pueden presentar sus historias a sus familiares, con maestros y escuelas administradoras en el día de la celebración. En algunas escuelas, los estudiantes pueden dejar una copia de sus libros en la biblioteca de las escuelas, donde podrán ser leídos y apreciados por otros estudiantes.

#### Recursos útiles de Internet.

La Universidad de Preparación de Proyectos de Washington: <http://www.washington.edu/uwired/pipeline/>

Colaboración de maestros y escritores: <http://twc.org/>

#### Referencias

Beven, R.Q., Crowder, J.N., Dodds, J.E., Vance, L., Marran, J.F., Morse, R.H., Sharp, W.L., Sproull, J.D., 1995, Detectives de Temblores y Sismos: paquete de un maestro de 7º a 12º grado (segunda edición), Unión Americana de Geofísicos y Agencia de Dirección Federal de Emergencias UDFE. 253, 364 p.

Stickler, C., 2000, Haciendo un diario – así como lo hice en el festival de libros del Noroeste, preparado para el festival de libros del Noroeste del 2000, Seattle, Washington.

**Escribiendo resúmenes Nombre:** \_\_\_\_\_

Esta hoja es adaptada por Beven y Al 1995).

1. Agrega la información de la historia en la parte de abajo:

Fecha y hora del temblor (real o hipotético):\_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Cálculo de la fuerza e impacto: \_\_\_\_\_

Intensidad máxima Mercalli si saben: \_\_\_\_\_

Muertes: \_\_\_\_\_

Propiedades dañadas: \_\_\_\_\_

Fecha del último temblor en esta región: \_\_\_\_\_

2. Ahora usa la siguiente información para dibujar un mapa del tiempo aquí:

## Story Map

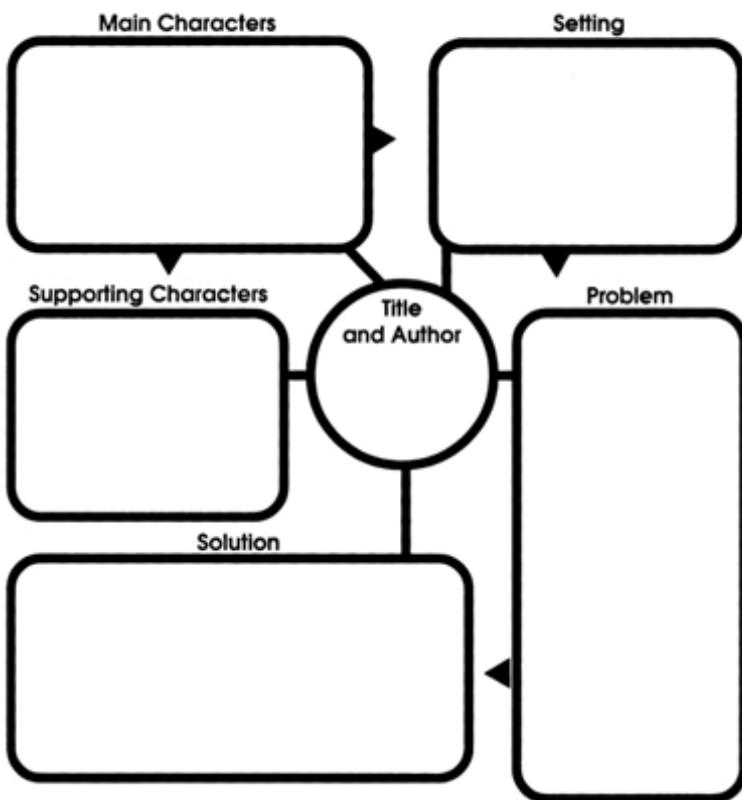


FIGURE 13.1

**Figura 1.** Ejemplo de un mapa de historia.

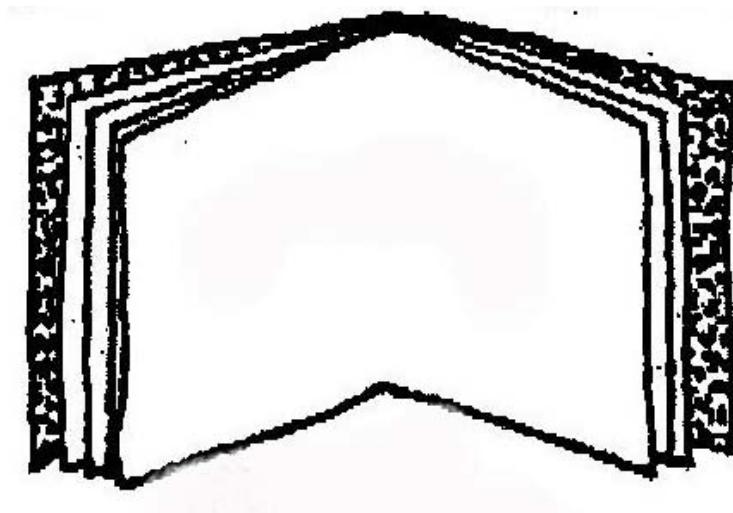


FIGURE 13.2

Figura 2

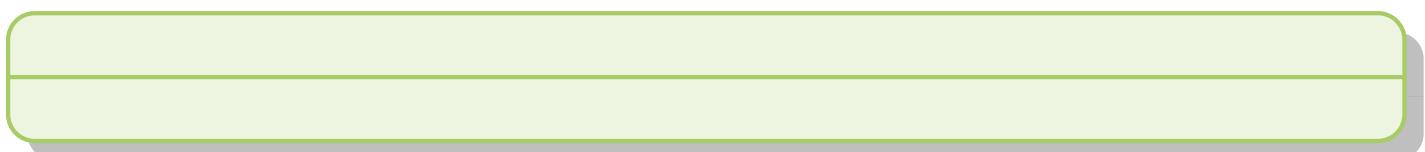


Figura 3



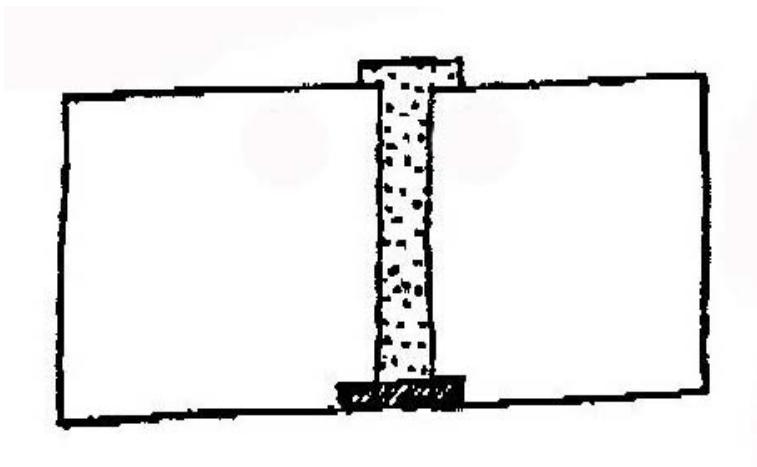


FIGURE 13.3

Figura 4

**Punto**

Guarda o portapapeles

Figura 5