



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

LA OLA QUE SALE DEL FONDO DEL MAR



REFERENCIA: **2ACH87**

Los desafíos ambientales

La ola que sale del fondo del mar

La energía del terremoto se propaga por el océano en forma de tsunami ● En alta mar, los barcos apenas perciben el fenómeno que será destructivo en la costa

ALICIA RIVERA
Madrid

Decenas de imágenes muestran estos días la brutal embestida del mar en las costas de Japón, arrasando todo al entrar en tierra y al salir del nuevo al mar, porque no hay que olvidar que la ola de regreso puede ser tan devastadora o más que la de entrada (una destroza y la otra arrastra lo destrozado, dicen los expertos). Se habla de una ola, pero no se parece una ola normal como las de la playa, ni siquiera las más fuertes que aprovechan los surfistas, sino una riada colosal, una plataforma de agua en movimiento. “Es que la ola del tsunami es muy larga, incluso de kilómetros, y muy plana, así que dura mucho tiempo; un tsunami es un desplazamiento brutal de agua”, dice el matemático Luis Vega. Él se dedica a la modelización de este fenómeno que, a efectos científicos, es un caso complejo de física de fluidos. Y sobre modelizaciones —y sensores oceánicos— descansa precisamente la capacidad de alertar a la población ante la inminencia del desastre natural.

Para entender fácilmente cómo se desencadena un tsunami basta con recordar una piscina de olas artificiales, con una plataforma en el fondo que se eleva para crear la ola que se propaga por el agua. A partir de ese origen, el tsunami está en marcha.

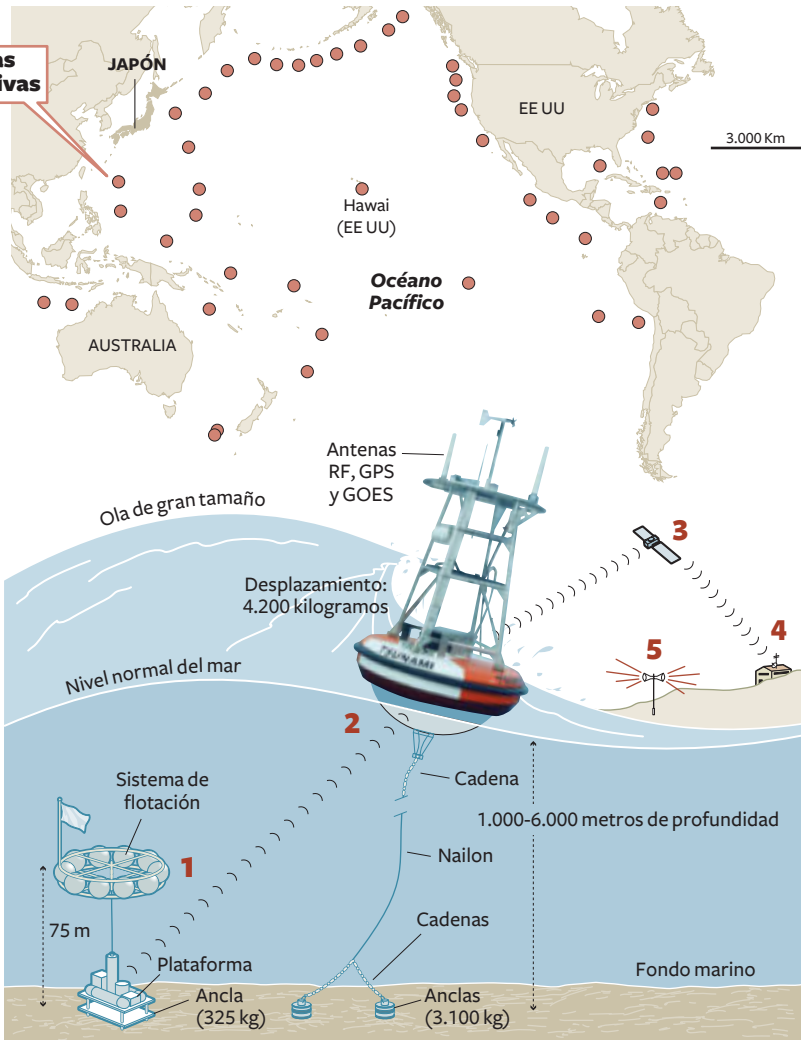
En el caso reciente de Japón, el desencadenante ha sido la presión de la placa tectónica de América del Norte que se desliza bajo la del Pacífico hasta que la energía acumulada ha provocado la ruptura, ha producido el gran terremoto y la elevación consiguiente del fondo marino ha actuado, a gran escala, como la plancha de las piscinas de oleaje. Solo que la ola del tsunami es colosal. “La energía del terremoto se distribuye en el océano, y puede viajar a grandes distancias”, señala Sebastián Monserrat, físico de la Universidad de las Islas Baleares.

“Se puede originar el tsunami al elevarse el fondo o al hundirse, y en el primer caso es mayor la probabilidad de que se formen olas muy estables capaces

Red de vigilancia de maremotos en el Pacífico

■ FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN

- 1 Una estación submarina capta los temblores y el aumento del nivel del mar.
- 2 Envía los datos mediante ondas acústicas a una boya que se encuentra en la superficie.
- 3 Sobre el océano, los equipos miden el viento, la presión atmosférica, la conductividad, la humedad relativa y la temperatura. Todos los datos son comunicados a tierra mediante un sistema de comunicación por satélite.
- 4 Los centros de vigilancia analizan la información y alertan a la población en caso necesario.
- 5 Si hay riesgo de maremoto, se da la alerta por correo electrónico, teléfono, sirenas, medios de comunicación...



Fuente: NOAA (Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU.).

EL PAÍS

Atlántico y Mediterráneo sufren tsunamis, pero menos frecuentes

En 1755 un seísmo causó daños en Lisboa, Cádiz y Huelva

de propagarse durante miles de kilómetros por el océano sin deformarse, hasta que llegan a un obstáculo, como la costa o una isla”, apunta Vega, de la Universidad del País Vasco.

Es curioso, pero en alta mar no se aprecia en los barcos el

paso de un tsunami que horas después provocará una terrible destrucción en la costa. Hasta el punto de que hay relatos de pescadores en el Pacífico que no notaron anormal y al volver a su pueblo lo encontraron arrasado por esas olas, señala Gemma Arcilla, del Instituto de Ciencias del Mar CMIMA-CSIC, en Barcelona. “Es que en alta mar no se ve la ola, estás como en un mar elevado, pero no se percibe”, apunta Monserrat. Sin embargo, el tsunami, un tren de olas —porque no se genera una sola sino varias espaciadas—, viaja a gran velocidad —hasta 800 o 1.000 kilómetros puede recorrer a la hora— y es una columna de agua en movimiento desde el fondo hasta la superficie.

Al aproximarse a la costa, con menos profundidad, la co-

lumna de agua se deforma y disminuye su velocidad, incrementándose la energía y la amplitud de la ola. Y ahí depende mucho también de la geografía costera. Es el momento de la destrucción, del agua arrasándolo todo.

El pasado viernes, los sistemas de alerta funcionaron inmediatamente tras el terremoto: “Los datos del nivel del mar confirman que se ha generado un tsunami que puede causar daños extensos”, decía, desde el otro lado del Pacífico, la nota de la Agencia estadounidense NOAA. Indicaba la hora (terremoto, a las 14.46 hora de Japón) y las primeras estimaciones que advertían de sucesivas olas de tsunami espaciadas entre cinco minutos y una hora, así como los tiempos de su llegada a las costas (desde apenas 40 minu-

tos tras el terremoto, en Japón, hasta más de un día más tarde en Suramérica).

En el caso de la costa nipona más afectada, tan próxima al epicentro del terremoto, desde luego no habría tiempo para evaluar y caracterizar la propagación del tsunami, sencillamente se daría la alarma automáticamente sabiendo que el riesgo era altísimo. Pero para tiempos más dilatados, los expertos hacen previsiones con alta precisión gracias a los modelos que simulan el fenómeno y a los datos reales que toman las boyas y los sensores submarinos al paso de las olas. “La propagación del tsunami se modeliza bien si tienes caracterizada la ola, con buenas mediciones; la generación es más complicada de modelizar y la inundación depende mucho de las condiciones costeras”, señala Monserrat.

Para que se genere el tsunami es imprescindible el desplazamiento vertical, la placa que se eleva o se hunde, “y puede provocarse por una rotura del fondo marino —como en el caso

La ola es muy larga y muy plana, así que dura mucho tiempo

Al disminuir la profundidad, la columna de agua se frena y gana altura

de este terremoto de Japón—, por una erupción volcánica, por deslizamientos de tierra submarinos o costeros e incluso por un iceberg”, señala Ercilla.

Los mapas del Pacífico están sembrados de puntos que indican la posición de boyas y sensores para detectar tsunamis y están permanentemente alerta equipos de predicción de su comportamiento. Los vecinos de uno y otro lado del océano comparten estos recursos y se informan mutuamente porque los terremotos son frecuentes en todo el llamado arco de fuego del Pacífico y los tsunamis se propagan en uno y otro sentido.

También en el Atlántico se pueden producir tsunamis, señala Ercilla, aunque son mucho menos frecuentes. Pero recuerda que en el Sur de la península Ibérica, originados en el sistema de la falla Azores Gibraltar, se han catalogado 22 tsunamis en los últimos 22 siglos. El 1 de noviembre de 1755, tras un terremoto de magnitud 8.7, un tsunami arrasó Lisboa, Huelva y Cádiz con olas de 10 metros.

En el Mediterráneo también hay tsunamis, como el de mayo 2003, que se originó en un terremoto cerca de Argel y que llegó a la costa balear 45 minutos más tarde causando daños en algunos puertos y calas. Aunque el Atlántico y el Mediterráneo son menos susceptibles a padecer estos desastres, no faltan científicos que reclaman el despliegue de un sistema de alerta eficaz.

Y además en elpais.com/sociedad/ciencia

astronomía

Reaparece el amenazador asteroide Apofis

Las buenas condiciones ópticas en la cumbre del volcán hawaiano de Mauna Kea han permitido obtener las primeras imágenes en tres años del asteroide Apofis, cuando emergía de detrás del Sol, en su órbita elíptica alrededor de la estrella. Este peque-



ño objeto celeste se hizo famoso en 2004, cuando se calculó que había una posibilidad sobre 37 de que chocara con la Tierra en 2029. Los cálculos posteriores descartaron el riesgo.

tribuna

Antes de curar hay que estudiar... y mucho

Es urgente asumir que lo fundamental es conocer, y que de ahí se derivan las aplicaciones de la ciencia a la salud, la industria o a economía, y hay que asumir que la investigación es un conductor lento hacia la innovación, escribe el científico Juan Lerma.



física solar

Un buen día de auroras boreales

El 10 de marzo fue el día de las auroras boreales en gran parte de América del Norte, espectáculos debidos a una gran tormentas solares detectada dos días antes.



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	La ola que sale del fondo del mar	
Autor:	Alicia Rivera	
Fuente:	<i>El País</i> (España)	
Resumen:	¿Qué es un tsunami? ¿Cómo se desencadena? ¿Es posible detectarlo antes de que llegue a la costa? Los terremotos en el fondo marino pueden tener consecuencias catastróficas en tierra firme. La ola gigantesca que generan puede penetrar varios kilómetros tierra adentro causando daños formidables. El conocimiento de este fenómeno marino resulta fundamental para limitar sus consecuencias destructoras en la costa.	
Fecha de publicación:	16/03/11	
Formato		Noticia
	☒	Reportaje
		Entrevista
		Artículo de opinión
Contenedor:		1. Los retos de la salud y la alimentación
	☒	2. Los desafíos ambientales
		3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
		4. La conquista del espacio
		5. El hábitat humano
		6. La sociedad digital
		7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	2ACH87	



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre los tsunamis:

1. En un tsunami es tan devastadora la ola que entra en la costa como la de retorno al mar.	V	F
2. A lo que más se parece un tsunami es a una ola del tipo de las que permiten hacer surf sobre ellas.	V	F
3. La separación de las placas tectónicas de América del Norte y del Pacífico es lo que provocó un tsunami con graves consecuencias en Japón.	V	F
4. Las olas de los tsunamis son estables durante unos cientos de kilómetros, por eso los terremotos que suceden a más de mil kilómetros de la costa no generan apenas daños en ella.	V	F
5. Los barcos en alta mar pueden no apreciar el paso de un tsunami que sin embargo puede resultar muy destructivo después en la costa.	V	F
6. Al llegar a la costa la columna de agua de un tsunami aumenta su velocidad, por eso resulta tan destructivo.	V	F
7. Los tsunamis pueden generarse por otras causas distintas de los terremotos.	V	F
8. Aunque son menos frecuentes que en el Pacífico, en el Atlántico también se producen tsunamis.	V	F
9. Las boyas para la detección de tsunamis son más abundantes en el norte del Pacífico que en el sur.	V	F
10. Las boyas para la detección de tsunamis están ancladas firmemente al fondo del mar por cadenas constituidas por eslabones de acero en toda su longitud.	V	F

2. Imagina que alguien que no hubiera leído ese reportaje quisiera saber en qué consiste un tsunami y te pide que se lo expliques en un texto que no supere las diez líneas. Intenta que la brevedad no sea incompatible con la claridad y la precisión.

3. ¿Por qué apenas se perciben los tsunamis en alta mar? ¿Por qué varía la velocidad del agua cuando la ola de un tsunami llega a la costa?

4. Escribe un texto que explique el sistema de detección y alerta de tsunamis que se recoge en el dibujo del reportaje.

5. Busca información sobre un tsunami reciente de importantes consecuencias. Por ejemplo, puedes seleccionar datos, imágenes y videos sobre el que sufrió Japón en marzo de 2011.

6. Busca información sobre algún maremoto histórico en el Atlántico. Por ejemplo, el que afectó a las costas de la península ibérica en 1755.

7. Diseña un dispositivo que permita modelizar cómo se desencadena un tsunami y cuáles son sus efectos. Puedes preparar un diseño que pudiera replicarse en un lugar físico (una pequeña balsa, un estanque...) o simularse de modo virtual en un ordenador.

8. Partiendo de los datos del tsunami de Japón de marzo de 2011 (altura de la ola que penetró en la costa, distancia del epicentro del terremoto), intenta evaluar los efectos que tendría un

fenómeno igual en la zona costera más próxima al lugar en el que vives. ¿Cuánto entraría tierra adentro una ola así en esa zona teniendo en cuenta su altura sobre el nivel del mar? ¿Qué poblaciones e infraestructuras se verían dañadas? ¿A cuántas personas afectaría? ¿Qué infraestructuras especialmente sensibles podrían verse afectadas?

9. Imagina que por una situación de emergencia fuera necesario trasladar a todas las personas que viven en un radio de veinte kilómetros del lugar en el que está tu escuela a sitios que se encuentren fuera de ese radio o a lugares que estén a más de cincuenta metros de altura de ella. Identifica los lugares a los que deberían trasladarse todas esas personas, los itinerarios que deberían seguir y estima cuál sería el número de evacuados en ese radio.

10. Imagina que se contara sólo con una o dos horas para avisar y evacuar a todas las personas de ese entorno. ¿Cómo debería alertarse a la población? ¿Cómo se podría garantizar que todos son evacuados en ese plazo? ¿Qué indicaciones deberían darse para ese traslado?

11. ¿Hay en el lugar en el que vives planes de emergencia y organizaciones de protección civil capaces de gestionar situaciones como las que se plantean en la hipótesis anterior? ¿Qué riesgos podrían hacer necesarias en el lugar en el que vives medidas rápidas de evacuación y protección civil? ¿Qué actuaciones deberían tenerse previstas para el momento inmediato tras una catástrofe, así como para el medio y largo plazo tras ella?



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. Las actividades 2, 3 y 4 se centran en distintos aspectos de los contenidos del reportaje. Las actividades 5 y 6 proponen compilar información (datos, imágenes y, en el primer caso, vídeos) sobre dos tsunamis ocurridos en lugares distantes espacial y temporalmente: el de Japón de 2011 y el de Lisboa de 1755. La actividad 7 sugiere modelizar el fenómeno físico por el que se produce un tsunami mostrando su desarrollo en un dispositivo sencillo real o virtual. La actividad 8 propone evaluar los efectos que tendría en la costa más próxima una situación análoga a la vivida en Japón en marzo de 2011. Las actividades 9, 10 y 11 se centran en las medidas de emergencia y protección civil que deberían ponerse en marcha en el propio entorno ante la hipótesis de una situación de características similares a la de un tsunami.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 7, 8 y 9.
- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 10 y 11. Tales apreciaciones pueden ser útiles para entender las percepciones que los jóvenes tienen acerca de los sistemas de protección civil existentes en su entorno. Trasladar a los responsables de los mismos tales percepciones o promover otras actividades relacionadas con estos (como visitas a parques de bomberos o encuentros con responsables locales de los sistemas de emergencia...) podría ser también oportunas en relación con estos temas.