

## Terratrèmols d'espaguetis

### Per què els grans terratrèmols són molt més destructius que els petits?

La "força" d'un terratrèmol s'ha mesurat tradicionalment amb l'Escala de Magnitud de Richter. Aquesta es basa en la quantitat de moviment amunt i avall (l'amplitud) de les ones superficials, enregistrades per un sismòmetre situat a 100 km de l'origen del terratrèmol. A causa de la gran variabilitat dels valors, s'usa una escala logarítmica, la qual cosa significa que per cada punt d'increment en l'escala, l'amplitud augmenta deu vegades.

Una mesura més útil és la de l'alliberament d'energia equivalent, o moment sísmic, que s'incrementa unes 30 vegades per cada punt de l'escala. Així, un terratrèmol de magnitud 6 és 30 vegades més potent que un de magnitud 5.

L'enorme increment de l'energia per cada punt es pot demostrar usant espaguetis de la forma següent:

- Preneu un espagueti per representar roques que es trenquen i creen un terratrèmol de magnitud, per exemple, 5, i mostreu com es pot doblegar i trencar fàcilment. (Useu espaguetis de diàmetre aproximat d'1 mm).
- Agafeu un manat de 30 espaguetis per representar un terratrèmol de magnitud 6 i mostreu que encara es pot doblegar (i trencar si no els voleu reutilitzar!), però que requereix molta més energia per fer-ho.
- Proveu-ho amb un terratrèmol de magnitud 7, amb un manat de  $30 \times 30 = 900$  espaguetis, que és molt més difícil de doblegar o trencar.

- Per a un terratrèmol de magnitud 8 caldria un manat de  $30 \times 900 = 27.000$  espaguetis. Això es pot mostrar fent servir una cartolina circular d'uns 16cm de diàmetre per representar els caps dels espaguetis si cadascun fa 1 mm de diàmetre (vegeu la foto).
- Per a un terratrèmol de magnitud 9, caldria un manat de  $30 \times 27.000 = 810.000$  espaguetis, representat per un cercle de paper d'uns 90 cm de diàmetre. L'efecte es reforça si el paper es manté plegat petit al principi i es va desplegant davant dels estudiants.



Demostració de "energia sísmica" usant espaguetis, mostrant un (poc visible), 30 espaguetis, 900 espaguetis, un cercle de cartolina representat els caps d'un manat de 27.000 espaguetis i un full gran que representa els caps de 810.000 espaguetis. (Foto: P. Kennett)

### Fitxa tècnica

**Títol:** Terratrèmols d'espaguetis

**Subtítol:** Per què els grans terratrèmols són molt més destructius que els petits?

**Tema:** S'usen manats d'espaguetis cada cop més grans per demostrar com cada unitat d'increment logarítmic a l'escala de magnitud es correspon amb un increment 30 vegades més gran en l'alliberament d'energia.

**Edat dels alumnes:** 14-18 anys

**Temps necessari:** 15 minuts, incloent un videoclip

**Aprenentatges dels alumnes:** Els alumnes poden comprendre que:

- la majoria de terratrèmols es produeixen per la fracturació de masses de roques;
- l'energia s'allibera ràpidament a l'origen del terratrèmol quan es produeix la fractura;
- l'escala de magnitud amb què es mesuren els terratrèmols és molt àmplia i, per tant, s'usa una escala logarítmica;
- cada increment en l'escala de magnitud del terratrèmol representa un increment enorme de l'energia alliberada, aproximadament 30 vegades per cada punt de l'escala de magnitud.

**Context:** Una demostració de l' "energia sísmica" usant espaguetis, per ajudar els estudiants a apreciar l'ús d'escales logarítmiques quan es mesuren quantitats amb gran dispersió de valors.

#### **Ampliació de l'activitat:**

- Useu el videoclip referenciat al final per a la seva introducció o com a ampliació.
- Demaneu als estudiants que intentin trencar un llistó o un retall de fusta i que notin les ones de xoc viatjant al llarg dels seus braços. És semblant al viatge cap enfora de les ones de xoc d'un terratrèmol. (Assegureu-vos que tenen els ulls protegits i que tenen cura de no patir rascades a la pell amb estelles de fusta).
- Pregunteu "hi podria haver mai un terratrèmol de magnitud 10?" (Els alumnes avançats poden suggerir que l'escorça només pot acumular una certa quantitat d'esforç abans de trencar-se. Una escorça continental de 30-35 km continental (amb la seva composició) es trencaria abans d'assolir el llistó d'un terratrèmol de magnitud 10. Només es podria produir un terratrèmol de magnitud 10 si es trenqués al mateix temps una àrea de proporcions globals. La magnitud màxima teòrica per a un terratrèmol normal a la Terra és d'aproximadament 9,7. Tanmateix, s'ha estimat que l'impacte del Chicxulub a l'Amèrica Central al final del Període Cretàcic podia haver estat de fins 11).

#### **Principis subjacents:**

- La "força" d'un terratrèmol s'ha mesurat tradicionalment amb l'Escala de Magnitud de Richter, que es basa en l'amplitud de les ones superficials, enregistrada per un sismòmetre situat a 100 km de l'origen del terratrèmol.
- Com que hi ha una gran dispersió de valors, s'usa una escala logarítmica; això significa que per a cada punt d'increment de l'escala, l'amplitud s'ha incrementat deu vegades.
- És més interessant mesurar l'energia alliberada equivalent, o moment sísmic, que s'incrementa unes 30 vegades per cada punt de l'escala.
- Així, un terratrèmol de magnitud 6 és 30 vegades més potent que un de magnitud 5.

#### **Desenvolupament d'habilitats cognitives:**

S'estableix un model a mesura que es trenca cada nou grup d'espaguetis o la seva representació.

Es pot produir conflicte cognitiu si els estudiants estan familiaritzats amb increments lineals de valors però tenen poca experiència amb escales logarítmiques. Relacionar el model d'espaguetis amb terratrèmols reals permet establir noves connexions.

#### **Material:**

- Un paquet de 500 g d'espaguetis crus. (Nosaltres fem servir espaguetis d'1 mm de secció aproximada). Preneu un espagueti per representar un terratrèmol de magnitud 5: compteu-ne 30 per a una magnitud de 6 (això pesa uns 9 g); estimeu-ne uns 900 per a la magnitud 7 (uns 270 g). Lligueu els manats amb gomes elàstiques.
- paper o cartolina tallades a mida per representar els caps de manats gruixuts d'espaguetis – diàmetre de 16cm per a 27.000 (magnitud 8) i de 90cm per a 810.000 (magnitud 9). Es poden colorejar per representar els caps dels espaguetis.

#### **Enllaços útils:**

Activitats d'Earthlearningidea: per a activitats senzilles relacionades amb aquest tema, vegeu: *"Sacsejats però no remenats? - Com afecten els terratrèmols als edificis"*  
*"Predicció de terratrèmols. Quan colpejarà el terratrèmol? - Una simulació de l'acumulació d'estrès i el seu alliberament sobtat que causa els terratrèmols"*  
*"Un terratrèmol des de la finestra què veuríeu? Què sentiríeu? Els alumnes descriuen com es veuria un terratrèmol des de la seva finestra".*

**Font:** Dissenyat a partir d'un vídeo del web d'IRIS, - Incorporated Research Institutions for Seismology, dels USA. Amb permís [https://www.iris.edu/hq/inclass/video/pasta\\_what\\_modeling\\_magnitude\\_scale\\_using\\_spaghetti](https://www.iris.edu/hq/inclass/video/pasta_what_modeling_magnitude_scale_using_spaghetti) posat en coneixement d'Earthlearningidea per David Rowley, Wells Cathedral School. Agraïm al Dr. Ian Stimpson de la Universitat de Keele pels seus consells tècnics sobre aquest tema.

(En aquest estudi s'han utilitzat materials proporcionats per l'IRIS Education and Public Outreach Program. Les instal·lacions del IRIS Consortium són finançades per la National Science Foundation sota el Cooperative Agreement EAR-1261681).

© **L'Equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària.

No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïrem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres.

Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.

