

Projectant CN3: Risk Zone

Material per l'alumnat.

Aquest document recull tota la documentació elaborada per Jordi Domènech Casal relacionada amb el projecte Risk Zone, compilada i enregistrada per tal de preservar el seu llegat digital. El document inclou infografies, lectures, tasques i activitats i altres documents rellevants per implementar el projecte en un centre educatiu.

L'itinerari i els seus materials s'ofereixen sota la llicència Creative Commons (CC BY-NC 4.0) que permet usar i modificar l'obra i redifondre-la amb la condició de citar-ne la font i sense finalitats comercials.



Algunes de les imatges tenen la seva pròpia llicència, especificada en cada cas.

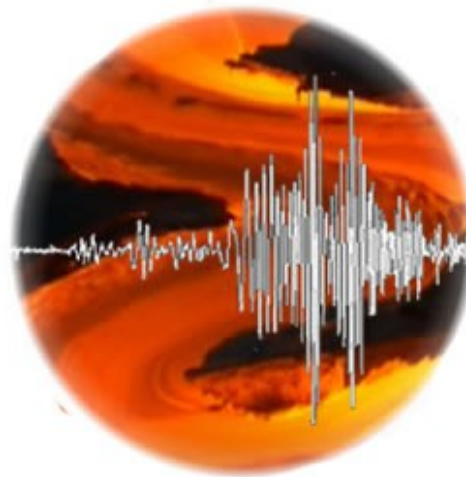
Citar com:

Domènech-Casal, J. (2024). [Títol del material].

Taula de Continguts: Risk Zone

1. Versió de 2020:
 - 1.1. Dossier de l'alumnat: Geodynamics
 - 1.2. Article: Eureka 2019 Risk Zone
 - 1.3. Document de Riscos Interns
 - 1.4. Presentació: Risk Zone
2. Versió de 2022
 - 2.1. Dossier de l'alumnat: Risk Zone 2022
 - 2.2. Plantilla Informe Riscos
 - 2.3. Presentació: Risk Zone
 - 2.4. Banderes

Risk Zone



Índex

1. Un estrany fenomen que parteix el món.....	2
2. Anàlisi del cas (I).....	5
3. Un planeta dinàmic: models científics per a interpretar l'escorça.....	7
4. Anàlisi del cas (II).....	12
5. Riscos i tècniques d'investigació.....	13
6. Anàlisi del cas (III).....	17
7. Els Zahorís, el Feng-Shui i els pèndols endevinadors.....	18
8. Informe de riscos i mesures.....	20
9. Assaig.....	24
Avaluació.....	25
Guia didàctica, Crèdits, Llicències i Contacte.....	26

1. Un estrany fenomen que parteix el món

#falles #sismes #volcans

Lectura article <http://www.lavanguardia.com/natural/20180401/442030705153/rfit-africa-geologia-kenia.html>

EL RIFT SE EXTIENDE

África se divide en dos mitades

Aparece una grieta de quince metros de profundidad y más de veinte de largo en una de las zonas del Rift africano con menor actividad sísmica



El Rift africano o el Gran Valle del Rift es una gigante fractura geológica de casi 5.000 kilómetros (Thomas Mukoya / Reuters)



Comparte en Facebook



Comparte en Twitter



7

LORENA FARRÁS PÉREZ

01/04/2018 00:08 | Actualizado a 01/04/2018 01:03

El **continente africano** se está separando en dos. Es el que se conoce como el **Rift africano** o el **Gran Valle del Rift**, una gigante fractura geológica de casi **5.000 kilómetros** de extensión que va desde **Etiopía** a **Mozambique**. Es un proceso lento, muy lento, de unos pocos milímetros al año, y deberán pasarán todavía millones de años hasta que el mar inunde completamente el valle, como sucedió en la zona del Mar Rojo.

La reciente aparición de una grieta de **quince metros de profundidad** y más de **veinte de largo** en el condado de Narok (**Kenia**) forma parte de esta división de África, pero ha sorprendido a locales y a expertos por haber aparecido sin que se haya detectado ningún **terremoto** con la fuerza suficiente. “La división del continente africano se produce a copia de sismos. Cuando se dice que cada año se separa unos milímetros se trata de una media. En realidad sólo hay separación cuando se produce un terremoto”, aclara la Dra. Eulàlia Masana Closa, de la Facultad de Geología y Ciencias de la Tierra de la Universidad de Barcelona.



<https://youtu.be/wO7s5zlhX6k>

“La zona donde ha aparecido la grieta se encuentra sobre una estructura profunda alineada con el Rift de Kenia y, por tanto, está afectado por **vulcanismo y fallas**. El vulcanismo en el área es importante y da lugar a intrusiones magmáticas que producen deformaciones en el subsuelo profundo pero los esfuerzos acumulados no son lo suficientemente grandes como para producir sismos importantes. Es, de hecho, la zona con menos actividad sísmica del Rift de Kenia. El último sismo importante tuvo lugar el año 1928, con una magnitud de 6,9 en la escala de Richter. Desde entonces casi no ha habido actividad sísmica”, explica Sara Figueras Vila, del Área de Geofísica y Sismología del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Si no ha sido por un sismo, ¿a qué se debe la aparición de esta gran grieta? “El fenómeno se ha producido por una combinación de factores. En los días previos se registraron **lluvias intensas y persistentes**. El agua caída ‘lavó’ las **capas de cenizas** del subsuelo aportas por el vulcanismo, creando esta gran grieta”, afirma Sara Figueras. Esto explica, añade la Dra. Masana, que las dos partes estén a la misma altura: “Cuando la grieta es consecuencia de un terremoto, una parte siempre queda más elevada o más baja que la otra”.

<https://youtu.be/b9FY57z2cXI>



Que se separara la tierra en dos no ha hecho ninguna gracia a la **población local**. La grieta ha partido una **concurrida carretera** y ha afectado un área de **tierra cultivable y fértil**. Varias **construcciones** también se han visto dañadas e incluso algunos vecinos han optado por cambiar su lugar de residencia por miedo a que vuelva a repetirse. Por desgracia para los habitantes de la zona, esta gran grieta no deja de ser sólo una de las decenas, quizás cientos, de **puntos susceptibles** de sufrir fenómenos parecidos a lo largo de todo el Rift africano.

A los **geólogos**, en cambio, el Rift africano les brinda la posibilidad de poder estudiar este fenómeno en vivo y en directo y “les ayuda a entender qué está pasando en la **Dorsal Atlántica**”, señala la experta del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. En la Dorsal Atlántica chocan también dos **placas tectónicas** pero resulta de difícil estudio puesto que se extiende por el fondo del océano Atlántico.

Temas relacionados : Etiopía Kenya Atlántico



Comparte en Facebook



Comparte en Twitter



7

Preguntes guia per a l'anàlisi

(Literals)

Quan es produeix realment separació de les parts del continent?

Quin va ser l'últim terratrèmol important a la zona? Amb quina magnitud?

A mesura que passin els anys i les pluges, què acabarà passant amb aquesta zona?

(Inferencials)

Si la pluja ha "netejat" capes de cendres...quin altre fenomen del que no parla l'article està present en aquesta zona?

(Avaluatives)

Fins a quin punt consideres segures les interpretacions que fan els diversos entrevistats? Perquè?

(De Judici)

Es volen fer prospeccions per a una explotació petroliera a la zona. Penses que és convenient? Perquè?

Discutim en grup els nostres resultats i relacionem el text amb el que ja sabem. Anotem els punts rellevants:

2. Anàlisi del cas (I)

S'han detectat esdeveniments peculiars en diferents zones del planeta. **Cal que caracteritzeu la zona amb totes les dades possibles.** Cada equip s'ocuparà d'una de les zones. Cada zona són els 10 km a la rodona de cadascuna de les coordenades a continuació:

Equip 1: 40.763853, 29.972607

Equip 6: -3.687255, 102.295452

Equip 2: 37.698863, -121.924322

Equip 7: 36.947784, 74.840732

Equip 3: 65.263178, -14.402333

Equip 8: 37.627692, 15.121763

Equip 4: -41.447139, -72.951534

Equip 9: 13.207859, 40.869386

Equip 5: 36.628846, 138.564555

Equip 10: 34.377105, 45.386730

2.0. Fitxa de dades de la vostra zona:

Coordenades: _____

Ubicació en mapa polític (Ciutats, país) _____

Dibuixa el mapa i ubica la zona

2.1. Caracterització del relleu

Usa Google Maps en 3D per a observar i descriure en un breu text les principals característiques del relleu de la zona: si hi ha vegetació, si hi ha muntanyes o formacions rocoses, mar, rius o llacs...

Anota la teva descripció.

2.2. Analitza l'història de fenòmens geològics (terratrèmols, volcans) de la teua zona i zones properes. Usa les bases de dades en temps real a continuació. Anota dates i magnituds d'esdeveniments relacionats o propers a la teua zona.

https://www.iris.edu/hq/inclass/software-web-app/iris_earthquake_browser

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>

<https://www.volcanodiscovery.com/volcano-map.html>

2.3. Busca mitjançant internet notícies de diari que vinculin la teua zona i terratrèmols o volcans. Anota els esdeveniments que trobes (data, magnitud, impacte en nombre de víctimes o danys) i conserva'n els enllaços

2.4. Analitza possibles vulnerabilitats de la zona És una zona poblada? Quants habitants hi ha en els 10 km al voltant? Hi ha infraestructures? Hi ha poblacions? Hi ha zones susceptibles de patir esllavissades, inundacions o desertització?

Habitants _____

Infraestructures (ports, centrals elèctriques, preses, autopistes, trens, parcs
naturals...) _____

Zones d'interès econòmic (explotacions agràries, polígons industrials, refineries,
oleoductes...) _____

Fenòmens geològics locals (desertització, inundacions,...) _____

3. Un planeta dinàmic: models científics per a interpretar l'escorça.

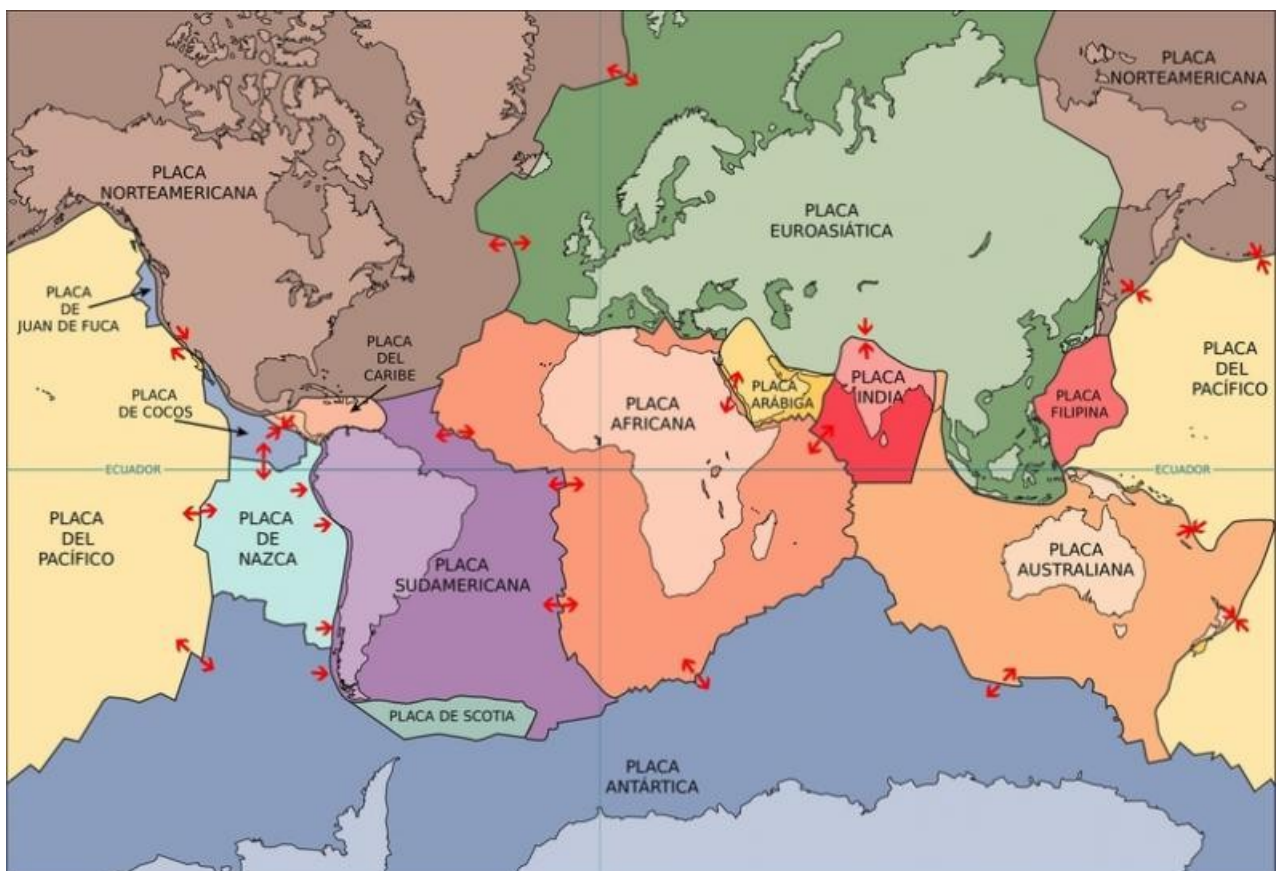
#dorsal oceànica #tectònica de plaques #deriva continental #expansió oceànica #límits convergents
#límits transformants #límits divergents #volcans #cicle de les roques #escorça oceànica #escorça
continental #fossa de subducció #orogen #falla #volcans #arcs d'illes

Visionat de vídeo: tectònica de plaques

- <https://www.youtube.com/watch?v=T2WqVjeOpXo> 2:40 min
- https://www.youtube.com/watch?v=b8wDRoz4I_Q 48 min

Anotem les idees que pensem que poden ser rellevants per al nostre cas:

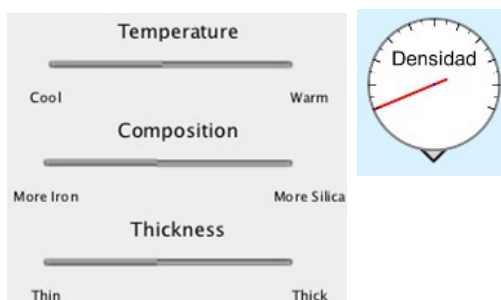
3.1. Ubica la teva zona en aquest mapa.



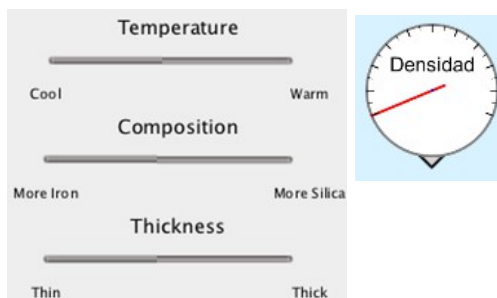
Treballem amb el simulador: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/plate-tectonics>

- 1) Obriu el simulador i dediqueu una estona a provar els diferents comandaments per a descobrir com funciona.
- 2) Seleccioneu la pestanya **Corteza** a la part superior de la simulació. A sota, a l'apartat *Ver*, seleccioneu, sempre que pogueu, *Ambas* i *Mostrar etiquetas*. Tot seguit, responeu a les qüestions següents:

1. Intenteu duplicar l'**escorça continental** amb la precisió més gran possible. Mostreu al diagrama on configureu cada variable (en altres paraules, marqueu on col·loqueu la falca del control de cada variable) i determineu la seva densitat (empreu la *Caja de herramientas*).



2. Ara, intenteu duplicar l'**escorça oceànica** amb la precisió més gran possible. Mostreu al diagrama on configureu cada variable (en altres paraules, marqueu on col·loqueu la falca del control de cada variable) i determineu la seva densitat (empreu la *Caja de herramientas*).



3. Tenint en compte les variables que heu investigat, descriviu com l'escorça continental difereix de l'oceànica i per què tenen diferent "flotabilitat" sobre el mantell.

Seguidament, allunyeu el *zoom* al màxim.

4. Compareu la densitat i la temperatura (empreu la *Caja de herramientas*) de totes les capes de la Terra identificades al simulador, ordenant-les de major a menor.

- 3) Tot seguit, seleccioneu la pestanya *Movimiento de placas* a la part superior de la simulació. A sota, a l'apartat *Ver*, seleccioneu sempre que pogueu *Ambas*, *Mostrar etiquetas* i *Mostrar agua del mar*. A continuació, responeu a les qüestions següents:

Límits de placa convergents (Destructius)

5. Investigueu els **límits de placa convergents** (fletxes verdes). Anoteu les vostres troballes a la taula següent:

Escorça esquerra	Escorça dreta	Quina escorça és més densa?	Quina escorça subdueix*?	Quina és la conseqüència d'aquest moviment tectònic?
				#orògen #fossa de subducció #arcs d'illes #volcans
Continental	Continental			
Continental	Oceànica antiga			
Continental	Oceànica nova			
Oceànica antiga	Oceànica nova			

* **Subducció**: procés en què una part de la litosfera es destrueix en introduir-se en el mantell.

** **Orògens**: serralades.

6. Tenint en compte les diferents combinacions i els patrons de densitat, expliqueu quan i per què es porten a terme els processos de **formació d'orògens** i de **subducció**.

7. Exploreu com el límit de placa convergent continental/oceànica vella difereix del continental/oceànica nova i expliqueu les diferències de distància entre els volcans i la **fossa oceànica** entre ambdós casos.

Límits de placa divergents (Constructius)

8. Investigueu els **límits de placa divergents** (fletxes vermelles) i descriviu el seu moviment relatiu entre totes les combinacions de plaques possibles.

9. Expliqueu què es genera a totes les **dorsals**, tant continentals com oceàniques.

Límits de placa transformants (Neutres)

10. Investigueu els **límits de placa de transformació** (fletxes blaves) i descriviu el seu moviment relatiu entre totes les combinacions de plaques possibles.

Síntesi

Una escorça fragmentada

L'interior de la Terra està calent, mentre que la superfície és rígida i freda. Aquesta superfície no forma una capa única perquè està dividida en peces irregulars de diferents formes i mides anomenades **plaques litosfèriques** o **tectòniques**. Les plaques "floten" i es desplacen sobre el mantell terrestre a una velocitat mitjana de diversos centímetres l'any. Segons la tipologia d'escorça que les constitueixen poden ser **continentals** o **oceàniques** (també n'hi ha de mixtes).

L'escalfor interna, motor del moviment

La terra emet constantment calor cap a l'exterior perquè grans masses de magma calent pugen des del mantell profund. A més d'aquest ascens, el material del mantell també es desplaça en horitzontal creant una **dinàmica de convecció**: puja material calent, es desplaça lateralment i arrossega la placa i, quan es refreda, baixa a les zones de subducció.

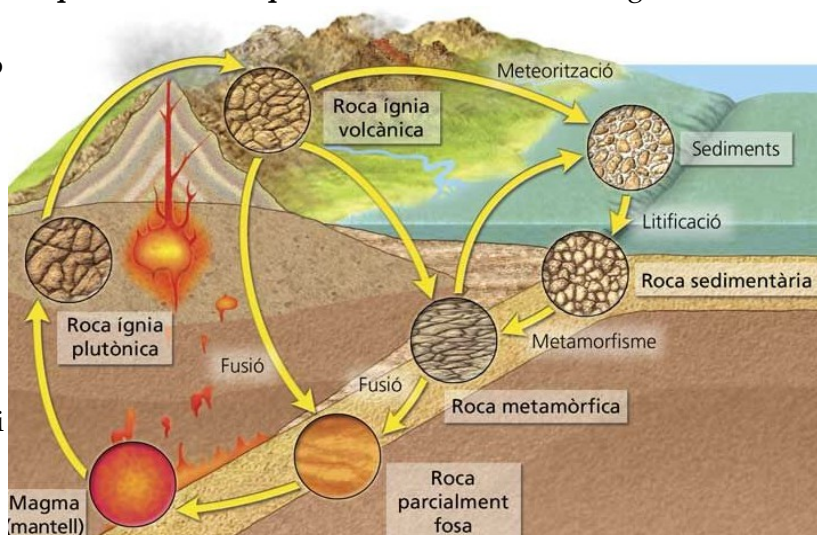
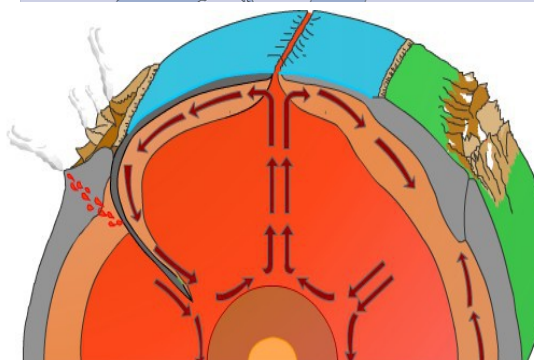
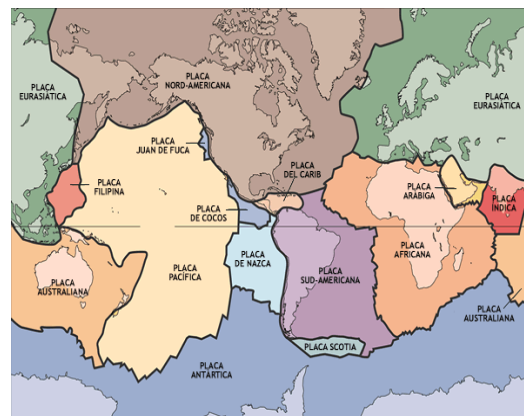
Així doncs, el moviment de plaques és una conseqüència de la pèrdua de calor terrestre.

Els límits de plaques, constructors del relleu

Les plaques poden ser de tipus continental (espesses i poc denses) o oceànica (primes i denses), i floten més o menys segons la seva densitat i composició. En els seus moviments, les plaques poden xocar, separar-se o fregar entre elles. Quan xoquen, poden formar grans serralades anomenades orògens (continental+continental), o fosses de subducció (continental+oceànica, que sol implicar també la formació d'una cadena de volcans a la placa continental). Quan es separen formen dorsals, llargues cadenes de volcans oceàniques (al mar) o valls de rift (al continent) amb molt s vulcanisme. Quan freguen entre si provoquen plecs, falles i terratrèmols en la superfície.

La transformació dels materials origina els diferents tipus de roques. Cicle de Wilson.

Cada procés tectònic genera diferents tipus de roques: les grans pressions i temperatures dels orògens i fosses de subducció genera **roques metamòrfiques**. El refredament del magma a les dorsals i zones volcàniques genera **roques magmàtiques**. L'acumulació de sediments en l'erosió dels orògens i en zones que formen conques (rifts) forma **roques sedimentàries**. Els processos tectònics transformen les roques formant un **cicle de les roques**: les roques ígnies de volcans o dorsals poden ser transformades en metamòrfiques en fosses o orògens i aquestes de nou a ígnies en ser absorbides en una fossa.



4. Anàlisi del cas (II)

D'acord amb la ubicació i dades que ja tens en relació als límits de plaques:

- explica les possibles causes dels fenòmens que observes en la teva ubicació
- **fes una predicció del tipus de roques** que s'hi poden trobar,
- fes una estimació de com anirà canviant els propers milions d'anys la configuració del relleu en aquesta zona.

4.1. Dibuixa la teva zona i representa en el dibuix la situació tectònica interna. Usa el simulador per a reproduir-la. Identifica també quin tipus de roques (sedimentàries, metamòrfiques, ígnies) es podran trobar.

4.2. Fes una predicció de com evolucionarà la zona, representant-la amb un dibuix i descrivint amb una frase breu (lèxic científic!) el que passarà

A curt plaç: durant els propers 50 anys	A llarg plaç: d'aquí a 30 milions d'anys

5. Riscos i tècniques d'investigació

#terratrèmols #tsunamis #volcans #gasos #lava #piroclasts #escala Mercalli #escala Richter #sismograma #Ones S #Ones P #sistemes Satel·litals #xarxa de detectors sísmics #fenòmens pre-erupció

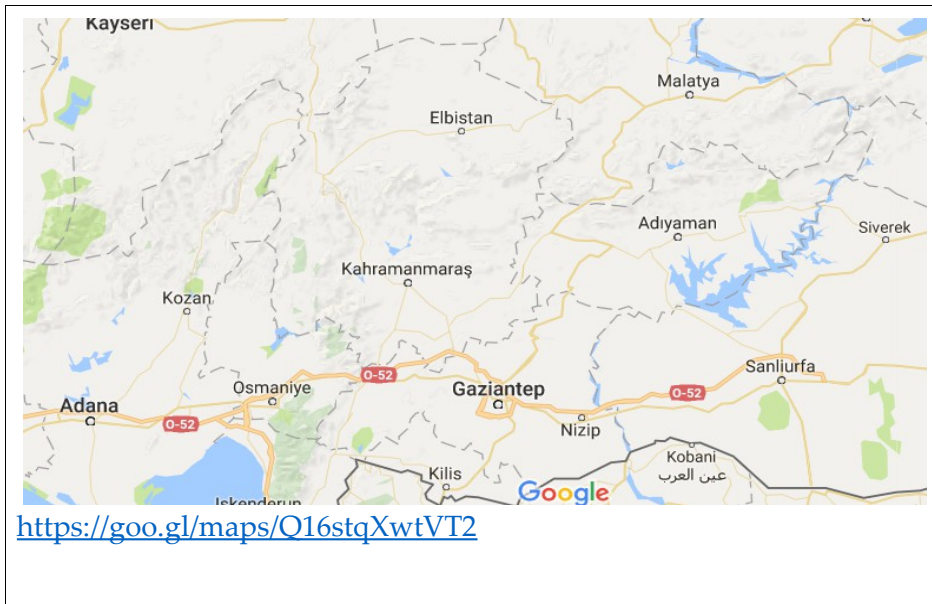
1) El recent incident de Fukushima ens demostra que en ocasions els terratrèmols poden tenir efectes més enllà de la força de les sacsejades: la destrucció d' infraestructures com centrals nuclears pot provocar riscos secundaris, com l'alliberament de materials radioactius. Per això es reclama sovint que els edificis construïts en zones sísmiques estiguin dotats de sistemes “amortidors” que absorbeixin les vibracions que provoquen els terratrèmols. Per a mesurar la força dels terratrèmols hi ha dues escales: l'escala Mercalli (que mesura el grau de destrucció que provoca el terratrèmol) i l'escala Richter (que mesura la força de les sacsejades), que es basa en l'ús de sismògrafs. A la taula següent tens el nivell de les dues escales Mercalli i Richter de diferents terratrèmols en diferents ciutats. Identifica quines afirmacions es poden treure de les dades (V/F).



Escala de Mercalli (destrucció)						
XI-XII	Alteració del nivell del sòl i destrucció d'infraestructures					
IX-X	Esfondraments d'edificis		Airal			
VII-VII	Danys en infraestructures			Okinawa		
V-VI	Cauen objectes, en mouen mobles				LeVille	
III-IV	Vibració d'objectes		Bintu	Antina		
I-II	Moviment petits objectes					
Escala de Richter (Intensitat equivalent a Kg de TNT)		1 o 2 6 kg	3 o 4 6 t	5 o 6 1270 t	7 o 8 6450000 t	9 o 10 6300 M t

- Els edificis de Bintu són molt més resistent que els d'Airal.....
- Airal està més preparada per als terratrèmols que LeVille.....
- Okinawa està més preparada per als terratrèmols que Airal.....
- Okinawa està més preparada per als terratrèmols que Antina.....
- LeVille està més preparada que Okinawa.....

2) Els volcans i terratrèmols poden predir-se de forma aproximada. Abans d'una erupció, els volcans solen alliberar gasos i provocar petites vibracions. Els terratrèmols solen ser l'alliberament d'una tensió en una zona, i es solen produir de manera periòdica a mesura que la tensió es desplaça al llarg d'un límit transformant. A la zona de Turquia, un límit transformant provoca terratrèmols. A continuació se't donen unes dades dels terratrèmols que es coneixen i la seva intensitat. Fes una predicció de quan i on es produirà el proper terratrèmol i de quina intensitat serà.



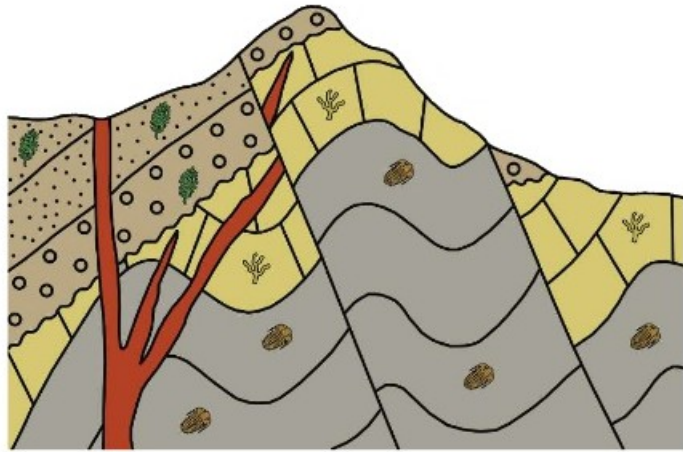
<https://goo.gl/maps/Q16stqXwtVT2>

Lloc	Data	Intensitat
Eibistan	1998	6,5
Adiyaman	1994	6
Osmaniye	2015	6,9
Gaziantep	2005	6,8
Malatya	1992	5

- a) Nizip (2019) 6,5
- b) Adana (2030) 7
- c) Kozan (2030) 5,5
- d) Nizip (2030) 6
- e) Adana (2019) 7
- f) Eibistan (2030) 6

Justifica la resposta (com que, ja que, per tant...)

3) Les roques pateixen transformacions com a part del cicle de les roques (sedimentàries, metamòrfiques, ígnies) i alteracions, en doblegar-se (plecs) o trencar-se (falles). En ocasions, roques ígnies aconseguixen obrir-se pas entre esclotxes, omplint-les de magma que es solidifica, el que anomenem “dics”. Observa la disposició dels diferents tipus de roca en aquest esquema.



Ordena els esdeveniments geològics que han provocat aquesta distribució. Interpreta la seqüència.

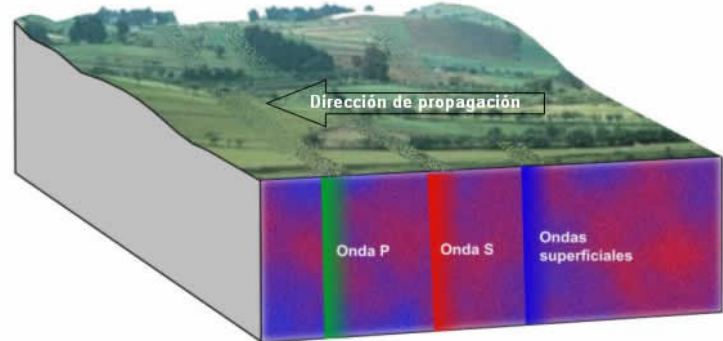
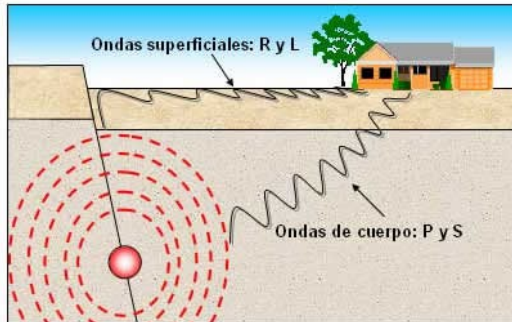
- S'ha format un plec en el terreny
- S'han format una falla
- S'ha sedimentat nou material
- Hi ha hagut una ascensió de magma que ha format dics de roca magmàtica
- S'ha erosionat la roca

Ordena aquí els processos (algun pot haver-se repetit, i no cal que usis totes les caselles).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Justifica la teva resposta representant la seqüència(*com que, ja que, per tant...*)

4) Els terratrèmols són també una manera d'estudiar l'interior de la Terra. Cada terratrèmol emet des del seu centre (hipocentre) dos tipus d'ones per sota terra: les ones P es propaguen de manera molt ràpida, a través de qualsevol material, provocant vibracions en la direcció en què es mouen, com ho faria el so. Les ones S es propaguen més lentament, no es propaguen a través de l'aigua i provoquen vibracions perpendiculars a la direcció de transmissió.



Aquestes ones es poden detectar amb un sismòmetre, que detecta primer una onada d'ones P i després una onada d'ones S. A continuació tens les dades que s'han rebut des de dues estacions sísmiques, anomenades E1 o E2. Escull quin dels punts (A,B,C,...) és l'hipocentre més probable del terratrèmol.

E1



E2

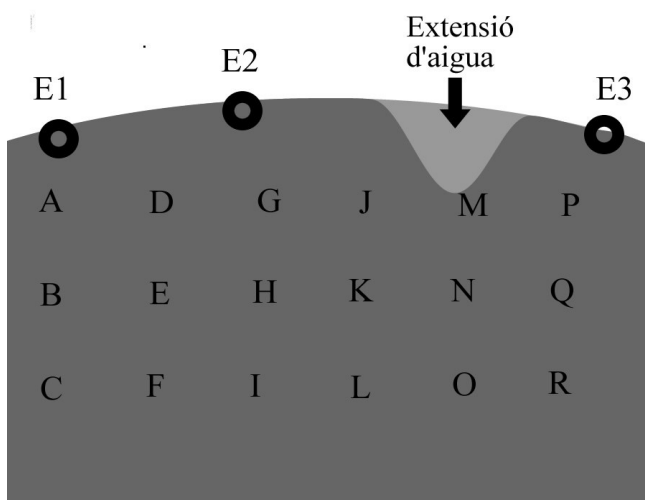


E3



La meua resposta és:

Justifica la teua resposta (*com que, ja que, per tant...*)



Algunes preguntes-guia si no saps per on començar: 1) compara els gràfics de E1, E2 i E3: què és el primer conjunt de vibracions (front)? I el segon? Perquè a E3 només hi ha un front?

6. Anàlisi del cas (III)

D'acord amb la ubicació i dades que ja tens (anàlisi del cas I), i els teus coneixements tectònics i prediccions (anàlisi del cas II), identifica **de la manera més concreta possible** (Milions d'euros, persones afectades o mortes, nombre d'anys a trigar a recuperar, Km quadrats d'espais protegits afectats...) els riscos en la zona que estudies i proposa mesures de prevenció i atenuació. Usa el document de consulta que trobaràs amb el nom *DocumentRiscosInterns* a

<https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviwhr2g1n6dmr73qxxqvulb>

	Riscos	Prevenció / Atenuació
PERSONES	Molt probable / Poc probable / Possible	
	Molt probable / Poc probable / Possible	
ECONOMIA	Molt probable / Poc probable / Possible	
	Molt probable / Poc probable / Possible	
MEDI AMBIENT	Molt probable / Poc probable / Possible	
	Molt probable / Poc probable / Possible	

7. Els Zahorís, el Feng-Shui i els pèndols endevinadors

Llegeix els textos que tens a continuació, escull-ne un, intenta respondre't les preguntes que es proposen al final de l'article i ja per acabar completa l'anàlisi que se't proposa en aquesta taula.

A la columna de l'esquerra, cal que distribueixis els arguments que identifiquis en el text, tant si són a favor com en contra, i els anotis en forma de frase, a diferents caselles, segons el tipus. A la columna del mig has de dibuixar, al costat de cada argument, un cercle que identifiqui la veracitat que dónes a l'argument (més gran, més veracitat) i pintar-lo segons si és a favor (en blau) o en contra (en vermell) dels zahorís o el Feng-Shui. A la columna de la dreta has de situar una creu en el nivell de certesa (quant segur o creïble penses que és) que dónes a la pregunta: Funciona? És creïble?

Tipus d'arguments (frases o afirmacions en què el que es diu es basa en...)	Sentit/Valor (cercles del valor i sentit de cada afirmació)	Nivell de Certesa (quant certa és l'afirmació)
Model (...com funciona un sistema)		TOTALMENT SEGUR
		10.
		9.
Dades (...estadístiques o dades quantitatives)		8.
		7.
		6.
		5.
Autoritat (...la fiabilitat de qui parla)		4.
		3.
		2.
Hàbits (...el valor afegit que dóna la tradició o el canvi)		1.
		GENS SEGUR

Propostes de lectura

Els Zahorís son persones que afirmen tenir la capacitat de detectar metalls o aigua sota terra, habilitat que usen per a guanyar diners indicant on cap cavar pous o mines. Solen usar un pèndol, branca o varetes que tenen a les seves mans que reaccionarien a la presència de metalls i aigua a les profunditats de la terra.

Actualment, també algunes persones afirmen que el Feng Shui permet detectar corrents d'aigua sota terra, i que aquestes són capaces de -a distància- alterar el benestar de les persones que hi viuen.

A continuació tens diversos documents. Consulta quins t'interessin més i fes una anàlisi usant la taula de la pàgina anterior intentant respondre la pregunta: Funcionen aquestes habilitats sensibles de detecció a distància?

Text 1:

El timo del Zahorí <http://cerebrodarwin.blogspot.com.es/2008/01/el-timo-del-zahor.html>

Qué es un Zahorí: <https://www.enbuenasmanos.com/que-son-los-zahories>

Grup de Recerca i Comunicació Científica: <http://infopseudociencia.es/radiestesia/>

Text 2:

Feng Shui: geobiólogo <http://www.abc.es/sociedad/20130519/abci-como-afectan-ondas-salud-201305161546.html>

El timo del Feng Shui: <http://magonia.com/2009/11/09/el-timo-del-feng-shui/>

Grup de Recerca i Comunicació Científica: <http://infopseudociencia.es/feng-shui/>

8. Informe de riscos i mesures

Cal que prepareu una exposició oral riscos per economia, persones i medi ambient. Analitzar entorn: fàbriques, infraestructures, població. Seguiu l'estructura proposada a la plantilla de presentació que trobareu a: <https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviwhr2g1n6dmr73qxxqv1b> Cal usar obligatòriament en la presentació les eines TIC que hem usat (GoogleMaps, simuladors i bases de dades de terratrèmols o volcans).

En la presentació, avaluem les presentacions dels altres equips i recollim els arguments que ens ofereixen per els que s'hauria d'invertir diners a mesures de prevenció a la seva zona.

Equip 1: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 2: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 3: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 4: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 5: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 6: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 7: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 8: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 9: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

Equip 10: _____		Zona: _____	
Contextualització		<u>Descripció i Arguments</u>	
Evidències geològiques			
Explicació tectònica			
Predicció de l'evolució			
Riscos			
Mesures			
Ús de #vocabulari científic			
Ús d'eines TIC			
GLOBAL/10			

9. Assaig.

Si tenim un pressupost limitat per a mesures de prevenció i només poguéssim dedicar-lo a dues de les zones: a quines de les zones estudiades el dedicariem? Tingues en compte la Perillositat, la Vulnerabilitat, el nombre d'afectats i els efectes sobre les persones, medi ambient i economia. (*ja que, per tant...*). 200 paraules. Pots usar com a suport el material que trobaràs a:

<https://app.box.com/s/4alo8zkn2sei5wsyk91nfa2ht6pen3lp>

Avaluació

He completat adequadament les etapes...	/10
Valora en cadascuna d'elles si t'has esforçat per aprendre, si has completat el que se't demanava i si has participat de forma correcta a l'activitat.	
Etapa 1: Lectura i preguntes article diari	
Etapa 2: Anàlisi del cas (I)	
Etapa 3. Activitats simulador, Models per a interpretar l'escorça	
Etapa 4: Anàlisi del cas (II)	
Etapa 5: Indagació. Riscos, tècniques i mesures de prevenció	
Etapa 6: Anàlisi del cas (III)	
Etapa 7: Pseudociències: Zahorís, Feng Shui i endevinadors	
Etapa 8: Anàlisi de riscos i elaboració de la presentació	
Assaig	
GLOBAL/10	

Considero que he après...	
Identificar riscos geològics interns	
Relacionar fenòmens geològics amb la tectònica de plaques	
Resoldre indagacions	
Identificar i ponderar arguments en una controvèrsia	
Comunicar en format d'informe científic	
Argumentar en forma d'assaig	
GLOBAL/10	

Auto-avaluació de la presentació	
Valora si el teu producte final s'ajusta al que s'ha demanat i s'hi aplica el que hem après.	
Contextualització	
Evidències geològiques	
Explicació tectònica	
Predicció de l'evolució	
Riscos	
Mesures	
Ús de #vocabulari científic	
GLOBAL/10	

Tenint present **el que he treballat, el que he après i com he estat capaç d'usar-ho** en el producte final (presentació), com a nota global de l'activitat qualifico amb:

...../ 10

Guia didàctica, Crèdits, Llicències i Contacte

Guia i marc metodològic i curricular

Aquest dossier, els textos i les fitxes per a treballar-hi són disponibles per a la seva descàrrega a l'adreça <https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviw7r2g1n6dmr73qxxqv1b>

L'activitat s'ha inclòs a l'itinerari d'activitats per a CCNN 3 ESO Projectant CN3: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/home>

Una descripció de l'activitat, justificació metodològica i anàlisi de l'aplicació estan disponibles a:

Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3201 (2019). J. Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-DS>

L'activitat s'enmarca dins la metodologia d'Estudis de Cas, en què es proposa un escenari a resoldre i al llarg de la seqüència es proposen continguts i perspectives perquè siguin transferits per l'alumnat en la resolució del cas. Els alumnes treballen en equips de 3, amb l'ajut d'ordinador, cada equip analitza una de les ubicacions proposades a la primera etapa. Alterna diverses dinàmiques d'aula (explicació, exercicis, treball en equip...) per a preveure i evitar riscos geològics associats a la situació tectònica de diverses ubicacions, acompanyant l'alumnat cap a la creació d'un informe tècnic final que es podria connectar amb un treball des de la matèria de Tecnologia. També pot ser interessant la creació d'una maqueta que permeti visualitzar més clarament els riscos i mesures. L'activitat inclou també el treball amb aspectes relatius a pseudociències.

Referències sobre la metodologia d'Estudis de Cas:

Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Septiembre 2017 (número extraordinario) 5177-5183. Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-uE>

Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs Pràctics i controvèrsies. 28 experiències i reflexions per a ensenyar Ciències. J.Domènech Casal. Rosa Sensat, Barcelona. <https://wp.me/p25seH-DC>

Les activitats de l'apartat 1 tenen per objectiu connectar el tema amb el que l'alumnat ja sap i amb el format comunicatiu de l'article de diari. S'hi fan diverses preguntes estructurades per nivells, tal com es proposa a:

Apuntes lingüísticos para el tránsito a la competencia científica. Leer para indagar en el aula de ciencias. *Didacticae, Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 5, 85-98. Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-zk>

Les activitats de l'apartat 5 tenen per objectiu el desenvolupament d'habilitats de raonament científic, en la línia del que es proposa com a activitats TSS a:

- Protocol TestingScienceSkills: una eina senzilla per a dissenyar preguntes d'examen per a l'avaluació de les habilitats científiques de l'alumnat. *Revista Ciències* (2015) 30, 20-28. Elisa Goytia, Isabel Besson, Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-oB>
- Evaluar habilidades científicas. Indagación en los exámenes. ¿Una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* (2015), 79. Goytia, E., Besson, I., Gasco, J., Domènech, J. <https://wp.me/p25seH-oB>

L'activitat de l'apartat 6 usen marcs de treball amb pseudociències creats en el marc del projecte

KMK, iniciat al betacamp17. Els marcs i les seves aplicacions completes es descriuen a:

- Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con pseudociencias. *Revista Ápice* (en edició). J.Domènech-Casal
- <https://blogcienciasnaturals.wordpress.com/2017/12/21/balanca-darguments-eina-per-al-treball-amb-controversies/>
- <https://blogcienciasnaturals.wordpress.com/2017/12/26/escala-de-certeses-eina-epistemica-per-a-les-ciencies/>

L'apartat 9 usa materials de suport per a l'elaboració d'assajos que formen part del marc de treball amb controvèrsies CSCFrame, disponible a <https://sites.google.com/site/cscframe/home> i descrit a:

- Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (2017) 14(3), 601–620. Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-tP>

Continguts (segons Currículum oficial Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015)

Teories i fets experimentals. Controvèrsies científiques. Diferència entre ciència i pseudociència (CC16)
o Lectura de recerques fetes per altres i anàlisi dels procediments emprats per a la recollida de dades i de les evidències que es mostren.
o Limitacions que condicionen tant les investigacions científiques com les seves aplicacions.

Investigació i experimentació (comú a tots els blocs) (CC15)
o Fases d'una investigació. Disseny d'un procediment experimental.
o Plantejament de preguntes i identificació dels models científics teòrics que poden ser més útils per respondre-les.
o Disseny d'investigacions per validar hipòtesis que comportin controlar variables.
o Argumentació de les conclusions.
o Projecte d'investigació en grup.

Ecosistemes i activitat humana (CC12, CC13, CC25, CC26, CC27)
o Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera, la hidrosfera i el sòl. Diferenciació entre contaminació i contaminant; impacte d'alguns contaminants.
o Riscos derivats dels processos geològics interns: sismicitat i vulcanisme. Zones de risc en el marc de la tectònica de plaques. Impacte, predicció i mesures de prevenció. Lectura de mapes geològics.

Criteris d'avaluació (segons Currículum oficial Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015)

1. Elaborar conclusions en funció de les evidències recollides en un procés de recerca, identificar els supòsits que s'han assumit en deduir-les, i argumentar-les.
2. Argumentar el punt de vista propi sobre temes sociocientífics controvertits a partir de llegir críticament documents sobre recerques fetes per altres per poder valorar els procediments i les raons aportades.
3. Identificar i valorar alguns riscos derivats dels processos geològics interns i externs i la seva relació amb algunes activitats humanes.

Crèdits. Llicències i contacte



Aquesta activitat ha estat creada per Jordi Domènech-Casal, professor de Ciències a l'Institut Marta Estrada (Granollers). Contacte: jdomen44@xtec.cat | [@jdomenechca](https://jorjdomenechportfolio.wordpress.com/) | <https://jorjdomenechportfolio.wordpress.com/>

Els materials de l'etapa 3 formen part d'un taller de plaques tectòniques elaborat per Jordi Ferrer, professor a l'Institut Montserrat Colomer de Sant Esteve de Sesrovires. Els materials vinculats als riscos geològics de l'etapa 5 s'han modificat d'una proposta disponible a: http://tecnosiverafont.weebly.com/uploads/2/4/9/5/24951573/15_la_geosfera_riscos_geolo%CC%80gics.pdf

Aquests materials citats anteriorment poden tenir la seva pròpia llicència.

L'activitat s'ofereix amb llicència CopyLeft, es permet el seu ús, reproducció i generació de versions amb l'única limitació de que no pot ser amb finalitats econòmiques i s'ha de compartir amb una llicència similar. Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual CC BY-NC-SA.

Excepcions a aquesta llicència: les imatges, vídeos i els materials de l'etapa 3 tenen la seva pròpia llicència i no se'n permet la seva distribució ni reproducció sense consultar-ne els autors originals.

Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos

Jordi Domènech-Casal

¹*Institut de Secundària Marta Estrada (Granollers). Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. Barcelona. España.*

jdomen44@xtec.cat

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7324-0000>

[Recibido: 2 Enero 2019. Revisado: 17 Marzo 2019. Aceptado: 15 Junio 2019]

Resumen: La capacidad de identificar y tomar decisiones sobre riesgos geológicos es parte del desarrollo de la Competencia Científica. Esto implica diseñar actividades orientadas al desarrollo de habilidades de razonamiento y toma de decisiones. Se ha diseñado y testado una actividad didáctica que combina la metodología de Estudios de Caso y las Controversias científicas para la enseñanza sobre riesgos geológicos. Se analizan los resultados en relación a la capacidad del alumnado de identificar, priorizar y tomar medidas ante riesgos geológicos y se ofrecen consideraciones para el diseño de actividades.

Palabras clave: Riesgos geológicos, Controversias Socio-Científicas, Estudios de Caso, Tectónica de Placas

Risk Zone, a teaching activity combining Case Studies and Socio-Scientific Issues on Geological Risks

Abstract: Identifying and taking decisions on geological risks is part of the development of Scientific Competence. Teaching sequences on geological risks must promote scientific thinking skills and decision taking abilities. We have designed and applied a teaching activity combining Case Studies and Socio-Scientific Issues methodologies to teach on geological risks. We analyze students' skills to identify, put priorities and take actions on geological risks and offer considerations for the design of teaching activities.

Keywords: Geological risks, Socio-Scientific Issues, Case Studies, Plate Tectonics

Para citar este artículo: Domènech-Casal, J. (2019) Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3201. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3201

Introducción

La enseñanza de las ciencias en secundaria tiene por objetivo preparar al alumnado para la participación como ciudadano/a en contextos participados por la ciencia. Uno de los aspectos de esta preparación es el conocimiento y la preparación para la toma de decisiones relacionadas con los riesgos geológicos (Pedrinacci 2010, 2016). Por su importancia en el desarrollo de una ciudadanía competente, los riesgos geológicos ocupan un lugar importante en los currículos de la Educación Secundaria Obligatoria en distintas materias -especialmente en Ciencias Naturales y Sociales de 1º de ESO, Biología y Geología de 3º y 4º de ESO- si bien, en la práctica, en ocasiones no llega a desplegarse completamente su vertiente de preparación para la ciudadanía (Pedrinacci 2014, 2016). La reciente conferencia española de decanos de geología (CEDG 2018) concluía que éste es un tema clave ante el que la sociedad no está suficientemente preparada. Esto sucede en un momento histórico en el que -en muchas ocasiones debido a la acción humana- se acrecientan distintos riesgos geológicos (Morcillo 2009, Pedrinacci 2010). Noticias y temáticas puntuales como el *Fracking* o eventos trágicos resultado de terremotos o inundaciones se superponen a los constantes avisos sobre

el cambio climático, sin que la sociedad disponga de una competencia suficiente sobre riesgos geológicos para posicionarse (González 2013).

Los riesgos geológicos pueden tener alcance local o global y tienen importantes implicaciones económicas y sociales. Lo son, por ejemplo, el cambio climático, la desertización, los huracanes y los terremotos. Según su origen, se distinguen en riesgos derivados de la dinámica externa (erosión, dinámica fluvial, eólica y marina, riesgos meteorológicos y climáticos) y riesgos derivados de la dinámica interna (sísmicos, volcánicos,...) (Llorente y Laín 2009). Éstos últimos están vinculados a la Deriva continental y la Tectónica de Placas, modelos científicos clave en la enseñanza de la geología.

El concepto de *riesgo* implica no sólo la posibilidad o *peligro* de que un evento se produzca (y cómo puede incrementarse y disminuirse esta posibilidad) sino también los impactos que éste pueda ocasionar (Llorente y Laín 2009). Por ello, la toma de decisiones y actuación frente a los riesgos geológicos se aborda en base a tres actos: *predicción*, *previsión* y *prevención* (Brusi y Roqué 1998). La predicción consiste en anunciar, antes de que suceda un fenómeno, la localización (el lugar o espacio en que se va a producir), el tiempo (el momento e intervalo), el desarrollo y la intensidad con que va a actuar. Esto suele conllevar la elaboración de mapas de riesgos asociados a la cartografía geológica. La previsión implica acotar la frecuencia de los sucesos y una evaluación de las consecuencias e implicaciones sociales. Esto suele conllevar la consideración de vulnerabilidades y evaluación de daños (población, infraestructuras, situaciones medioambientales particulares,...). La prevención supone el diseño de medidas que pretenden disminuir al mínimo los daños que puede provocar un riesgo geológico. Estas medidas pueden ser estructurales (por ejemplo, la construcción de diques, canalizaciones,...) o no estructurales (relativos a la ordenación del territorio y sistemas de alerta, como sistemas de alerta sísmica o planes y protocolos de actuación) (Llorente y Laín 2009).

Estos tres actos requieren de dos tipos de habilidades científicas concretas. Por un lado, habilidades de razonamiento científico (Pedrinacci, Caamaño, Cañal y De Pro 2012) como sacar conclusiones de datos, diseñar experimentos, identificar pautas, realizar predicciones... Por el otro, implican también desarrollar capacidades como análisis de riesgos, uso de valores y posicionamientos éticos (vinculados a la sostenibilidad y los derechos humanos) o análisis de consecuencias inmediatas y secundarias (Suárez y Regueiro 1997).

Esta necesidad formativa se ha atendido desde distintos enfoques educativos e iniciativas en los últimos años, como la Educación Ambiental y para la Sostenibilidad (España y Prieto 2009, Vilches, Gil y Cañal 2010), o la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Acevedo-Díaz 2004). Así mismo, nuevos programas educativos, como el marco STEM (siglas en inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics) tienen como uno de los ejes la necesidad de una ciudadanía capaz de interpelar a la Ciencia y la Tecnología, y de interpelar su entorno mediante ellas (Bybee 2010, Couso 2017). Desde un punto de vista didáctico, algunos autores recomiendan que el trabajo sobre riesgos geológicos se realice de forma contextualizada, por ejemplo en base a noticias de prensa, o el análisis de señales de tráfico o pólizas de seguro (Brusi y Roqué 1998, Brusi 2008, Brusi, Alfaro y González 2008, Pedrinacci 2010) o con apoyos que permitan la visualización o experimentación, como simulaciones, producciones cinematográficas, datos remotos o laboratorios virtuales (Alfaro *et al* 2007, Brusi 2008, Calvo *et al* 2008). Sin embargo, superar el dintel de la práctica divulgativa (describir los riesgos y concienciar sobre ellos) y promover su despliegue competencial (desarrollar habilidades de razonamiento científico y capacitar para tomar decisiones) implica un salto metodológico complejo que puede requerir activos específicos muy vinculados a distintas definiciones de Competencia científica.

Marco teórico

Sobre competencia científica podemos distinguir entre definiciones que se centran en los aspectos epistémicos de la ciencia, en “construir la ciencia” (en su corpus de conocimiento y en cómo se produce y valida ese conocimiento) y definiciones que se centran en los aspectos contextuales de la ciencia, en “hacer cosas” con la ciencia (su aplicación a contextos, su uso tecnológico y sus implicaciones sociales).

Como ejemplo del primer tipo, encontramos la definición de la OCDE (2013), que propone que la Competencia científica estaría formada por tres dimensiones. La dimensión conceptual identifica la capacidad relacionar modelos científicos con fenómenos naturales o contextos para su interpretación o relacionar distintos modelos entre sí. La dimensión procedimental refiere a la capacidad de usar habilidades de razonamiento científico, como identificar pautas, inducir, deducir, o diseñar experimentos. Algunos autores identifican esta dimensión con las “Inquiry skills”, si bien es un aspecto controvertido (Couso 2014). La dimensión epistémica se asocia al modo que tiene la ciencia de validar el conocimiento. Por ello, implica una cierta apropiación de la Naturaleza de la Ciencia, y reclama el desarrollo de capacidades de uso de pruebas y argumentación. Aunque la OCDE insiste a nivel teórico en el desarrollo de esas dimensiones “para” tomar decisiones, lo cierto es que las pruebas PISA que derivan de esa definición raramente evalúan la toma de decisiones o análisis de riesgos y se centran en los aspectos epistémicos. Esto no obvia el hecho que -en especial la procedimental, que parece contener el grupo de “habilidades de razonamiento científico” mencionadas al principio de esta introducción- puedan participar en esas tomas de decisiones.

La actuación de la ciudadanía en contextos participados por la ciencia no suele vincularse a conflictos científicos “puros”. Los conflictos del mundo real suelen estar entremezclados con intereses, prioridades individuales y sociales y perspectivas éticas (Kolsto 2001). Esto hace necesario definiciones de Competencia científica que pongan el acento en “hacer cosas” *desde* la ciencia *hacia y en* la sociedad, y que impliquen el desarrollo de otro grupo de habilidades (Okada y Sherborne 2018). Estas habilidades se pueden agrupar en tres instancias: comprender (analizar críticamente y descifrar contextos participados por la ciencia), decidir (en conflictos participados por la ciencia pero no sólo por ella, calculando riesgos y consecuencias) y actuar (de forma directa o mediada por instituciones) (Domènech-Casal 2018). Si bien las tres instancias son interdependientes entre ellas la instancia “decidir” incluye las habilidades relativas a análisis de riesgos y toma de posicionamientos éticos que en el inicio de la introducción hemos mencionado también de importancia para los riesgos geológicos.

Desde un punto de vista metodológico, existen distintas aproximaciones para el despliegue de estos dos aspectos (“procedimental” y “decidir”) de competencia científica. A continuación nos centraremos en describir las usadas en esta experiencia y justificar su elección.

Los Estudios de Caso

Los Estudios de Caso son un tipo concreto de Aprendizaje Basado en Proyectos, dentro de la categoría de Kilpatrick (1918) en la que el propósito de la actividad se orienta a “Resolver un Problema”. En ellos se propone a lo largo de distintas etapas un escenario real o verosímil, con pruebas a interpretar (Wasserman 1999). El alumnado afronta la interpretación del escenario mediante la instrumentalización de los modelos teóricos que se pretenden enseñar y el desarrollo de habilidades de razonamiento científico (analizar datos, sacar conclusiones), la discusión y argumentación sobre las evidencias. Esta metodología es ampliamente utilizada en la enseñanza universitaria de las ciencias sociales (derecho, economía, administración de empresas...) en la forma de casos de denuncias, situaciones concretas de empresas,...en los que el alumnado debe interpretar la problemática y proponer soluciones. También en ciencias

de la salud se utiliza este método, en la forma de “pacientes” virtuales (una descripción de los síntomas) para que en su diagnóstico, pronóstico y tratamiento el alumnado aprenda de forma instrumental sobre circulación sanguínea, metabolismo y sistema inmunitario (Herreid 1994, Cliff y Wright 1996). Los distintos conceptos y habilidades se aportan como “Inputs” en distintas formas (explicaciones del docente, consulta de documentos, ejercicios específicos) para que sean los alumnos quienes -en la transferencia al análisis del caso- construyan su significado y relaciones. Incidiendo en este aspecto, varios autores (Cliff y Nesbit-Curtin 2000) proponen una concreción del método como “Estudios de Caso Dirigido” en el que las pruebas y evidencias no se aportan todas desde un inicio, sino que se aportan de forma progresiva, emulando la forma en que la Ciencia aborda los problemas (Herreid 2003).

Varios autores proponen que los Estudios de Caso Dirigido son un método privilegiado para el desarrollo de las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica de la competencia científica, al implicar el uso de modelos y razonamientos científicos y la determinación del grado de certidumbre de las conclusiones (Hudson y Buckley 2004, Domènech-Casal 2017a, 2019). Por su naturaleza contextualizada y la reproducción de escenarios técnicos o profesionales (equipos de abogados, equipos médicos, servicios financieros) son también un espacio para el despliegue de prácticas gamificadas y juegos de rol, tal como se ha hecho en actividades sobre riesgos geológicos (Hales y Casham 2008, España, Rueda y Blanco 2013).

Las Controversias Socio-Científicas

Las controversias socio-científicas son cuestiones o dilemas socialmente relevantes con vínculos conceptuales con la Ciencia. Son preguntas complejas, abiertas en las que participan valores personales y aspectos éticos y legales (Kolsto 2001, España y Prieto, 2010, Sadler 2011). Las controversias pueden vincularse a distintos ámbitos: sostenibilidad, salud, seguridad, desarrollo tecnológico... (Díaz y Jiménez-Liso 2012) y se orientan a la toma de decisiones de distinta magnitud: personales (*¿Qué coche me compro? ¿Me vacuno?*) o sociales (*¿Hay que prohibir el diésel? ¿Tiene que ser la vacunación obligatoria?*).

El uso de controversias da lugar a situaciones comunicativas de análisis crítico, razonamiento y argumentación que pueden plasmarse en el aula como debates o ensayos (Domènech-Casal 2017b) y que promueven el uso de pruebas (Jiménez-Aleixandre 2010, Solbes 2013). Además, implican la contextualización de los modelos científicos (Sadler, 2011) y su uso instrumental, haciendo emerger concepciones alternativas (Domènech-Casal 2014). Por último, promueven la formación en aspectos sociales y éticos en contextos cercanos a los que habrá de utilizarlos el alumnado como ciudadano/a (Sadler 2009, Simoneaux y Simonneaux 2009). La relación con los aspectos sociales y tecnológicos que promueven las controversias sociocientíficas las convierte en un acercamiento metodológico candidato para el trabajo con cuestiones relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad (Domènech-Casal 2014) y el caso concreto de los riesgos geológicos (Pedrinacci 2010), ya que permiten tratar de forma integrada distintas perspectivas (las personas, la economía, el medio ambiente) que se vinculan a estos riesgos y suelen entrar en conflicto (Brusi y Roqué 1998).

En este artículo describimos el despliegue de una actividad sobre riesgos geológicos, promoviendo las componentes de competencia científica “procedimental” y “Decidir” mediante la combinación de las metodologías de Estudio de Caso y Controversia socio-científica.

Objetivos del trabajo

- Describir y testar una secuencia didáctica para el trabajo de los riesgos geológicos combinando la metodología de Estudio de caso y Controversias Socio-Científicas.

- Describir las capacidades del alumnado en lo relativo la identificación de riesgos y medidas de prevención en el contexto de los riesgos geológicos.
- Describir el uso de argumentos del alumnado en relación a decisiones sobre riesgos geológicos.

Descripción de la secuencia y metodología

La secuencia se aplicó con 29 alumnos de 14 años durante el curso 2017-2018 y consta de 12 sesiones de 1h, distribuidas en dos partes (Tabla 1). La primera parte sigue una estructura de Estudio de Caso: se propuso al alumnado formar parte de un Centro de Gestión de Riesgos Geológicos. Cada equipo de tres alumnos recibía unas coordenadas GPS que identificaban un punto distinto del planeta. Los puntos fueron elegidos por representar distintos eventos geológicos relativos a la dinámica interna (límites de placa sísmicos, zonas volcánicas o donde se han producido tsunamis) y distintos niveles de desarrollo y riqueza (países en desarrollo y países ricos) y se hallan disponibles en un dossier diseñado *ad hoc* (disponible para su descarga¹) para la actividad. A lo largo de distintas etapas los alumnos investigaron aspectos

geológicos, sociales y ecológicos de su ubicación, que relacionaron con el modelo de la Tectónica de Placas (tipos de límites de placa y manifestaciones asociadas). Con ello los alumnos elaboraron un informe de predicción, previsión y prevención de riesgos geológicos internos sobre su ubicación, incluyendo los aspectos sociales, económicos y ambientales.

En la segunda parte de la actividad cada equipo presentó al grupo-clase su informe justificando qué medidas debían tomarse en base a los distintos riesgos para las personas, la economía y el medio ambiente. Después de escuchados y debatidos los informes de cada equipo, con el pretexto de un presupuesto limitado, cada alumno debía escoger sólo tres de las ubicaciones donde llevar a cabo las medidas y justificar en un ensayo breve las razones de su elección. En la escritura de los ensayos, el alumnado usó como andamios didácticos los propuestos en otras publicaciones (Domènech-Casal 2017b).



Figura 1. El Centro de Gestión de Riesgos Geológicos encarga a cada equipo el análisis de una ubicación.

¹Web para la descarga de los materiales la actividad: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/riskzone>

Tabla 1. Etapas y actividades

ESTUDIO DE CASO	
1. Análisis del Caso (1) 2h.	El alumnado sitúa su ubicación, estudia su historial geológico mediante noticias de prensa y distintas bases de datos e identifica las vulnerabilidades (habitantes, infraestructuras, zonas de interés económico o ecológico,...).
2. “ <i>Input</i> ”: Modelo de la Tectónica de placas. 2h.	Se explica al alumnado la Deriva Continental y Tectónica de Placas, con especial atención a los fenómenos asociados a los límites de placa, en los que el alumnado profundiza con el trabajo con un simulador.
3. Análisis del Caso (2). <i>Predicción</i> . 1h.	El alumnado deduce de la localización geográfica la situación tectónica de su ubicación y realiza predicciones del tipo de rocas y posible evolución y fenómenos geológicos a corto y largo plazo.
4. “ <i>Input</i> ”. Desarrollo de Habilidades de razonamiento y técnicas de análisis. 2h.	Se proponen al alumnado 4 ejercicios breves de razonamiento en los que debe realizar predicciones e inducir explicaciones de fenómenos geológicos.
5. Análisis del Caso (3). <i>Previsión y prevención</i> . 2h.	Los alumnos, -de forma individual y con la ayuda de un documento marco- identifican los riesgos para las personas, la economía y el medio ambiente, y medidas de prevención correspondientes. Ponen en común sus propuestas con su equipo, elaborando un informe del Caso.
CONTROVERSIA SOCIO-CIENTÍFICA	
6. Presentación de Casos y debate. 2h.	Cada equipo elabora una presentación de síntesis y presenta a los demás equipos su Caso. Todos los equipos colectan la información y debaten los riesgos, urgencia e importancia de los mismos.
7. Escritura del Ensayo y argumentación. 1h.	Cada alumno/a (individualmente) debe decidir y justificar en un ensayo qué 3 ubicaciones prioriza para el despliegue de las medidas propuestas.

Recogida y análisis de datos

Se realizaron anotaciones de observaciones durante el desarrollo de la actividad y se recogieron los informes de riesgos y medidas elaborados individualmente (Etapa 5) y los ensayos del alumnado (Etapa 7).

En los informes de riesgos y medidas del alumnado se realizó un análisis de contenido cualitativo-cuantitativo siguiendo el método propuesto por otros autores (Wu y Tsai 2007, Domènech y Márquez 2010): después de una primera lectura se identificaron categorías emergentes. Se identificó a qué categorías hacía aportaciones cada alumno/a en su informe y se cuantificaron: por un lado, qué categorías habían sido más utilizadas y por el otro a cuántas categorías hacía aportaciones cada alumno/a. En los ensayos se siguió el mismo método para identificar qué tipos de argumentos (de ámbito social, ético, económico,...) usaba el alumnado para justificar sus decisiones de qué ubicaciones debían priorizarse en la prevención.

Resultados

Desarrollo de la actividad

El alumnado acogió con interés la propuesta, en parte debido al uso de aplicaciones interactivas (Google Earth y Bases de Datos) en la primera Etapa, y en parte debido al formato investigativo de la actividad.

En la Etapa 1 el alumnado desarrolló un cierto “sentido de la propiedad” de la ubicación de la que había sido responsabilizado y desarrolló en general una actividad de investigación bastante profunda mediante la búsqueda de artículos de periódico de eventos geológicos anteriores en

la zona. En algunos casos, llegaron a realizar cronologías como primera aproximación a la realización de predicciones. En el análisis de vulnerabilidades, el uso de *Google Earth* permitió identificar infraestructuras (autopistas, aeropuertos,...), poblaciones y asentamientos, polígonos industriales de interés económico y reservas naturales.

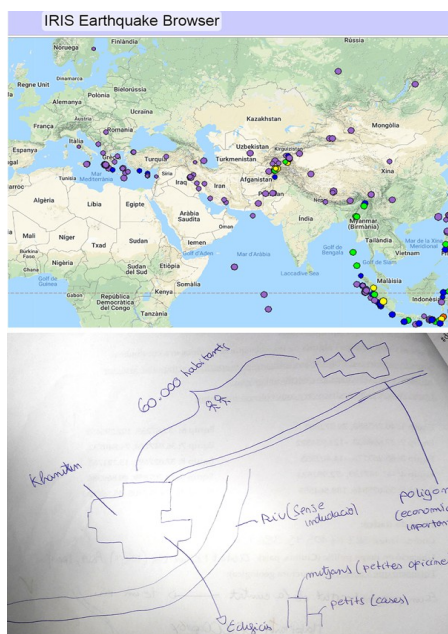


Figura 2. Pantalla de una de las bases de datos de terremotos utilizadas junto con un análisis inicial de las vulnerabilidades de una de las ubicaciones.

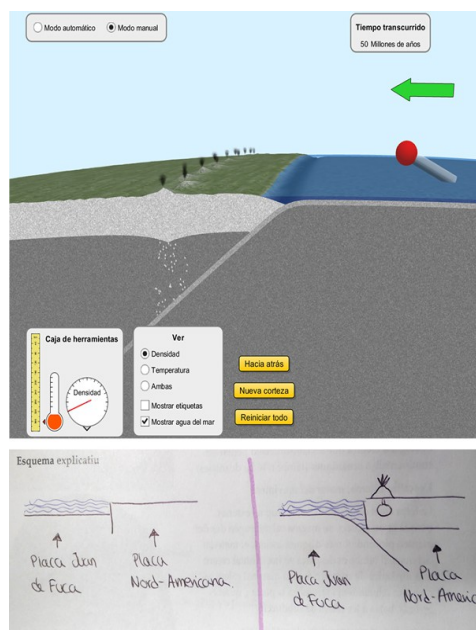


Figura 3. Uso de simuladores para predecir la evolución geológica de la zona de interés.

En la etapa 3 el alumnado instrumentalizó los modelos sobre los límites de placa y manifestaciones asociadas trabajados en la Etapa 2 sobre las dinámicas tectónicas y los límites de placa para identificar la situación tectónica de su Caso (el tipo de límite de placa) e intentar realizar y justificar predicciones -con la ayuda de un simulador- mediante esos modelos, también de acuerdo con la información recogida en la Etapa 1.

La etapa 4 resultó importante, pues permitió compartir con el alumnado un vocabulario sobre habilidades de razonamiento (inducir, deducir, detectar pautas...) -que emergió luego en las presentaciones de los casos- y modelizar el tipo de razonamiento que se pedía en la realización de predicciones. Jugó también un papel importante de distensión: después de dos etapas intensas centrados en el caso, los equipos agradecieron la dinámica de aula más ligera, cercana a la resolución de enigmas, que supuso esta etapa.

En la etapa 5, los alumnos volvieron a centrarse en la resolución del Caso. Con la ayuda de una infografía (disponible en los materiales) que relacionaba vulcanismo y movimientos sísmicos con distintos peligros y posibles medidas de prevención, cada alumno analizó individualmente los riesgos que generaban estos peligros en función de las vulnerabilidades de su ubicación. Para promover una reflexión más allá del concepto de riesgo físico, se dio instrucciones al alumnado para que en la identificación de riesgos y medidas de prevención se evaluaran por separado los vinculados a las personas, a la economía y al medio ambiente. En esta etapa, algunos alumnos se percataron que su análisis inicial no había sido suficientemente profundo (no habían anotado la población, o la presencia de motores económicos en la zona). Una vez completado y evaluado el informe (individual) el profesor ofreció consejos de mejora y cada equipo generó, con la ayuda de una plantilla de presentación, una presentación de la predicción, previsión y prevención de su Caso.

Las presentaciones orales finales de los informes técnicos de los Casos fueron muy desiguales. En particular, algunos grupos hicieron un esfuerzo por concretar impactos económicos en Euros o número de personas o edificios, mientras otros sólo hicieron menciones genéricas a la afectación de distintos aspectos. Esto hizo difícil comparar la urgencia o importancia de distintos Casos y es un aspecto a mejorar en el diseño de la actividad.

Informes técnicos

Los informes técnicos del alumnado permitieron identificar un total de 11 categorías distintas en lo que respecta a riesgos (Fig. 4). La mayor parte del alumnado identifica los riesgos de muerte de personas, destrucción de infraestructuras y de vegetación. Aparecen con menos frecuencia distintos riesgos económicos como la pérdida de fertilidad de los campos, pérdidas patrimoniales o efectos en el turismo y comercio. En lo que respecta a las medidas, una parte muy importante del alumnado se centra en la construcción o refuerzo de edificios o búnkers y sistemas de detección y alarma, mientras que otras opciones (como educación y seguros) son propuestas menos frecuentemente. Al evaluar la diversidad de propuestas alumno por alumno (Fig. 5), apreciamos que hay diversidad en la cantidad de riesgos distintos que identifica cada alumno, pero la mayoría de ellos restringe a pocas opciones (2) su propuesta de medidas prevención.

Ensayos

Los ensayos escritos por el alumnado fueron de poca calidad, comparado con actividades anteriores en las que los mismos alumnos habían realizado ensayos, posiblemente por una cierta fatiga por el momento del curso (antes de las vacaciones navideñas). Sólo 18 de los 29 alumnos presentaron el ensayo. En más de la mitad de los ensayos se usaron argumentos relativos al modelo científico o datos (Fig. 6) (“como hay una falla transformante, los terremotos se seguirán produciendo” o “un terremoto en 1999 tuvo una magnitud de 7,4 grados en la escala Richter”) o consideraciones de tipo social (“las personas estarían siempre inseguras y no vivirían tranquilas”). Algunos (pocos) alumnos usan como argumentos la presentación de axiomas de tipo ético (“los países ricos debemos ayudar a los pobres”) o componentes

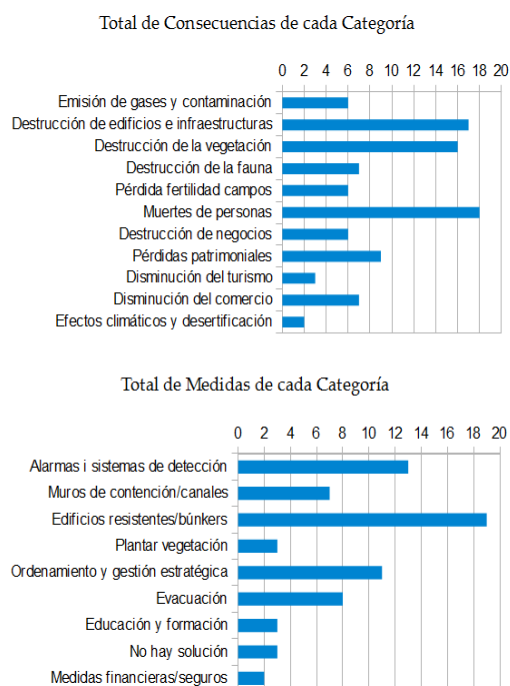


Figura 4 . Presencia de distintos riesgos y medidas de prevención en los informes técnicos del alumnado.

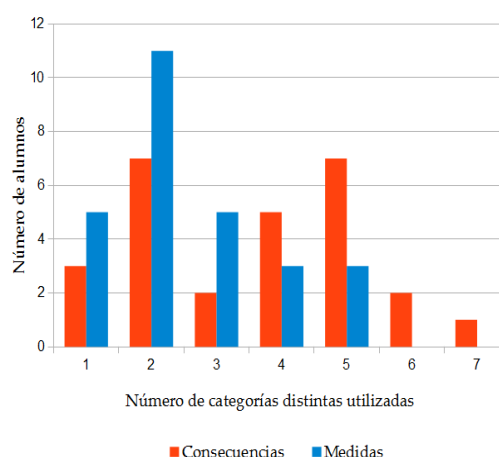


Figura 5. Distribución del uso de distintos riesgos y medidas en el grupo-clase.

ambientales. La mayoría de alumnos usan sólo dos o tres tipos de argumentos, y sólo 4 alumnos han usado más de tres tipos de argumentos distintos.

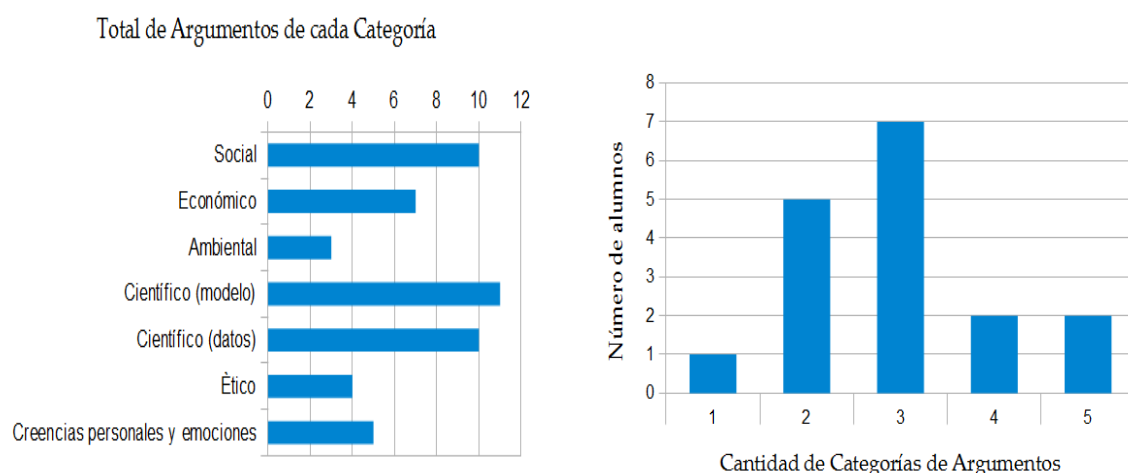


Figura 6. Presencia y distribución del uso de distintas categorías de argumentos al justificar la toma de decisiones en los ensayos del alumnado.

Conclusiones y orientaciones para la práctica

Testar la combinación de Estudio de caso y Controversias como vía para el trabajo de los riesgos geológicos

La combinación de Estudio de Caso y Controversia Socio-Científica ha permitido atender en una misma actividad los dos requerimientos para la enseñanza de los riesgos geológicos: las habilidades de razonamiento científico y la toma de decisiones en contextos de índole social participados por la ciencia. Consideramos que la actividad propuesta despliega adecuadamente aspectos relativos a la relación entre modelos y contextos y al pensamiento indagativo propios de las dimensiones conceptual y procedimental de la Competencia científica. En cambio, a pesar de una breve parte de la actividad en la que se tratan las Pseudociencias en relación a la dinámica interna de la Tierra (no descrita en el artículo, pero disponible en el dossier del alumnado) consideramos que la dimensión epistémica no se ha desplegado en esta actividad. En otras experiencias de trabajo con Estudios de Caso sobre Tectónica de Placas en las que el alumnado debía reconstruir la historia tectónica de un planeta ficticio a partir de pruebas (Domènech-Casal 2015) sí se consiguió desplegar esta dimensión. Nuestra apreciación es que en el diseño de las actividades de enseñanza de las ciencias en algún momento se enfoca a alguna de las dos visiones de la Competencia científica: a “construir ciencia” (y por tanto desplegar los aspectos epistémicos) o a “usar la ciencia” (en una visión más tecnológica orientada al desarrollo de la competencia científica para la ciudadanía). Para el alumnado -y también para la sociedad en general- es complejo valorar en una cuestión al mismo tiempo los aspectos epistémicos (Cuán seguros estamos de los modelos que manejamos y por qué) y los aspectos sociales (Qué prioridades tenemos en la aplicación de estos modelos para posicionarnos). De hecho, es raro que en actividades de aula de controversias socio-científicas el dilema se asocie a un modelo científico que sea también controvertido (controversia científica). Posiblemente esto se deba a la excesiva carga cognitiva, incertidumbre y dominio de la Naturaleza de la Ciencia que requerirían actividades de toma de decisiones en contextos participados por modelos científicos todavía controvertidos. Por ejemplo, discutir sobre si debemos o no invertir en construir naves para viajar a otros universos a través de agujeros de gusano cuando todavía no está clara científicamente su existencia puede ser una conversación entretenida, pero con objetivos didácticos difíciles de concretar.

Consideramos que la dinámica final de presentación de informes y debate sobre la oportunidad, urgencia e importancia de las distintas ubicaciones para priorizarlas en la aplicación de medidas puede desarrollarse más mediante dinámicas de gamificación. Fijar un presupuesto y un coste concreto para cada medida concreta podría generar discusiones interesantes sobre la utilidad e impacto de cada medida, además de suponer una oportunidad para el trabajo interdisciplinar de ecuaciones con matemáticas. Así mismo, encontrar modos para que todo el alumnado pueda ofrecer en su presentación del Caso una cuantificación de costes para las personas, la economía y el medio ambiente y se puedan comparar costes entre los distintos Casos. Aunque sea una simplificación algo burda, permitiría dinámicas de posicionamientos y debates más ricos y cercanos a las situaciones reales de establecimiento de prioridades presupuestarias.

Describir las capacidades del alumnado en lo relativo la identificación de riesgos y medidas de prevención en el contexto de los riesgos geológicos.

A pesar de distintos ejemplos y la infografía propuesta para ampliar los referentes del alumnado en cuanto a riesgos geológicos y medidas de prevención, lo cierto es que el alumnado ha priorizado en la identificación de riesgos dos aspectos (la Destrucción de Infraestructuras y la Muerte de personas) que probablemente ya conoce por su relación con el cine de catástrofes. Esto se produce aún cuando para la preparación del informe técnico se ha establecido que deben proponerse de forma separada riesgos para las personas, la economía y el medio ambiente. Para el ámbito económico los alumnos prevén riesgos bastante diversos, asociados al análisis de vulnerabilidades realizado en la primera etapa de la actividad. En cambio, en relación al medio ambiente, el alumnado prioriza el riesgo de destrucción de flora, obviando a menudo la fauna y la contaminación. Posiblemente, hubiera sido de utilidad como apoyo para el análisis algún soporte que promoviera la identificación de consecuencias secundarias para cada riesgo (que se destruyan infraestructuras -como cañerías de agua- puede provocar en segunda instancia problemas sanitarios graves -por ejemplo por falta de agua potable-, o impactos en la actividad económica, más allá del coste de su reconstrucción). Esto habría permitido incorporar en la actividad otros modelos científicos, además de la geodinámica externa (enfermedades infecciosas) y modelos sociales (como el papel del estado en dotar de infraestructuras la actividad económica). En cuanto a las medidas de prevención, de nuevo se priorizan pocas acciones y reciben especialmente poca atención algunas medidas no estructurales como la Educación, o las medidas financieras. Analizando la cantidad de riesgos que identifica cada alumno/a y la cantidad de medidas de prevención que propone, detectamos un sesgo: la mayoría de alumnos propone gran diversidad (3-6) de riesgos distintos, pero al mismo tiempo la mayoría de alumnos propone sistemáticamente las mismas medidas para los distintos riesgos. Esto sugiere que -de forma general para las actividades sobre riesgos geológicos- conviene reforzar el conocimiento y análisis de medidas, y -de forma particular para esta actividad- se podría hacer quizás incorporando una actividad de co-evaluación entre distintos equipos antes de la elaboración del informe técnico.

Describir el uso de argumentos del alumnado en relación a decisiones sobre riesgos geológicos.

Las categorías obtenidas en las argumentaciones del alumnado son similares -aunque algo más diversas- que las propuestas por otros autores para otras controversias (Patronis *et al* 1999, Yang y Anderson 2003, Domènech y Márquez 2010). Más que tipos de argumentos, las categorías resultantes identifican lo que Toulmin (1958) llama la “Garantía”, el modelo o valor que asumimos como cierto como comunidad para dar certidumbre a una proposición.

Las garantías más frecuentes han sido las que se basan en aspectos sociales y en el modelo científico (la Tectónica de Placas) o datos científicos (Estadísticas, gráficos), si bien para estos

dos últimos no podemos descartar que esto sea el resultado del uso como apoyo de distintos andamios para la escritura de ensayos que promueven esta aproximación (Domènech-Casal 2017b).

Los aspectos ambientales, éticos y de creencias personales o emociones son los menos presentes, si bien sólo el primero formaba parte de las presentaciones de los Casos a partir de las cuales los alumnos han justificado su decisión en forma de ensayo. Varios autores reclaman la necesidad de incluir los elementos emocionales y éticos de forma explícita en las actividades. Estos aspectos no han aparecido en las producciones del alumnado, posiblemente porque -más allá de su comentario en el debate- la actividad no ha previsto su tratamiento explícito (trabajo sobre desigualdades, identificación de emociones...).

Consideramos que de lo analizado en la actividad puede extraerse que:

- 1) el alumnado tiene poco conocimiento o capacidad de uso de medidas de prevención ante riesgos geológicos, incluso en actividades orientadas explícitamente a ello.
- 2) Los aspectos éticos y emocionales son importantes en la toma de decisiones en controversias socio-científicas, pero participan poco en actividades escolares dedicadas a ellas, quizás debido a la falta de etapas de la actividad que los tengan como objetivo explícito.
- 3) La mayoría de alumnos argumenta a partir de 3 tipos distintos de garantías, principalmente el uso de modelos y datos científicos y aspectos sociales. El resto de garantías están menos representadas en las argumentaciones escolares y requieren trabajo explícito para ser incluidas.

Detectamos en la revisión y conversaciones con el alumnado que la actividad puede generar concepciones alternativas debido a la selección de Casos y el uso de simuladores, que conviene corregir, entre ellas:

- Los riesgos geológicos internos sólo se producen en los límites de placa.
- Los límites de placa siempre implican riesgos.
- El tiempo geológico tectónico se corresponde con el tiempo de predicción de riesgos (la erupción del volcán se produce en el mismo período de tiempo en el que la placa subduce).

La actividad forma parte del itinerario de actividades para la enseñanza de las ciencias en 3º de ESO ProjectantCN3 (<https://sites.google.com/site/projectantcn3/home>) y tiene una aproximación similar a otra actividad “Una casa a l'Empordà” sobre riesgos geológicos externos también disponible en la web del itinerario. El uso de simuladores o herramientas con datos remotos para el estudio de la Tectónica de Placas y los riesgos asociados no ha sido objetivo de análisis en este artículo, pero ha sido descrito con más profundidad para otras actividades sobre Tectónica de Placas (Alfaro *et al* 2007, Calvo *et al* 2008, Alfaro 2008, Domènech-Casal y Díaz 2012).

Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la reflexión metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P).

Referencias

- Acevedo-Díaz J.A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(1), 3-16.
- Alfaro P. (2008). Recursos para un estudio contextualizado de los terremotos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 55, 20-31.
- Alfaro P., Espinosa J., Falces S., García-Tortosa F.J. y Jiménez-Espinosa R. (2007). Actividades didácticas con Google Earth. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15(1), 2-15.
- Brusi D. (2008). Simulando catástrofes. Recursos para la enseñanza de los riesgos naturales. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 55, 32-42.
- Brusi D., Alfaro P. y González M. (2008). Los riesgos geológicos en los medios de comunicación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 16(2), 154-166.
- Brusi D. y Roqué C. (1998). Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(2), 127-137.
- Bybee R. W. (2010). What is STEM Education? *Science*, 329 (5995), 996–996.
- Calvo J.M., Cortés A.L., Gil M.J., Martínez B., Busquets P. Serra J. y Vives J. (2008). OIKOS: un entorno didáctico web para el aprendizaje de los riesgos geológicos. *Geo-Temas*, 10, 1567-5172.
- Cliff W. H. y Nesbitt-Curtin L. (2000). The directed case method. *Journal of College Science Teaching*, 30(1), 64-66.
- Cliff W. H. y Wright A. W. (1996) Directed case study method for teaching human anatomy and physiology. *Advances in Physiology Education*, 15, 19-28.
- Conferencia Española de Decanos de Geología (CEDG) (2018). *La falta de cultura geológica: un problema social*. Reunión Anual de Decanos de Geología, Salamanca, Febrero de 2018.
- Couso D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía)*.
- Couso D. (2017). Perquè estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències*, 34, 21-29.
- Díaz N. y Jiménez-Liso M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Domènech A.M. y Márquez C. (2010). ¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando toman decisiones ante un problema sociocientífico? *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Baeza (Jaén).
- Domènech-Casal J. (2014). Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 22(3), 287-296.
- Domènech-Casal J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 186-197.

- Domènech-Casal J. (2017a). Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Congreso Enseñanza de las Ciencias*, Septiembre 2017 (número extraordinario) 5177-5183.
- Domènech-Casal J. (2017b). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(3), 601–620.
- Domènech-Casal J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (1), 1105.
- Domènech-Casal J. (2019). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics i Controvèrsies. 28 propostes i reflexions per a ensenyar Ciències*. Associació de Mestres Rosa Sensat: Barcelona.
- Domènech-Casal J. y Díaz, J. (2012). Sacudiendo el aula: una experiencia sísmica de colaboración entre profesores y divulgadores. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 84-91.
- España E. y Prieto T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6, 345-354.
- España E. y Prieto T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.
- España E., Rueda J.A. y Blanco A. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10, 763-779.
- González L.I. (2013). El reto de dar respuesta a los riesgos geológicos. *El País*, 27/12/2013.
- Hales T. y Casham K. (2008). Simulating social and political influences on hazard analysis through a classroom role playing exercise. *Journal of Geoscience Education*, 56, (1), 54-60.
- Herreid C. F. (1994). Case studies in science: A novel method for science education. *Journal of College Science Teaching*, 23 (4), 221-229.
- Hudson J. N. y Buckley P. (2004). An evaluation of case-based teaching: Evidence for continuing benefit and realization of aims. *Advances in Physiological Education*, 28, 15-22.
- Jiménez-Aleixandre M.P. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona, Graó.
- Kilpatrick W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. New York: Teachers college, Columbia University.
- Kolstø S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Llorente M. y Laín L. (2009). Riesgos geológicos: técnicas de análisis y mitigación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 17(3), 232-241.
- Morcillo J.G. (2009). Riesgos geológicos y educación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 17(3), 230-231.
- OCDE (2013). *PISA 2015 draft science framework*. <http://www.oecd.org/>
- Okada A. y Sherborne T. (2018). Equipping the Next Generation for Responsible Research and Innovation with Open Educational Resources, Open Courses, Open Communities

- and Open Schooling: An Impact Case Study in Brazil. *Journal of Interactive Media in Education*, 2018(1), 18.
- Patronis T., Potari D., Spiliotopoulou V. (1999). Student's argumentation in decision making on a socio-scientific issue: Implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21, 745-754.
- Pedrinacci E. (2010). Catástrofes y sostenibilidad: algunas ideas para el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 374-387.
- Pedrinacci E., Caamaño A., Cañal P., De Pro A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Graó, Barcelona.
- Pedrinacci E. (2014). La geología en la Educación Secundaria: situación actual y perspectivas. *Macla, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14, 32-37.
- Pedrinacci E. (2016). Qué debe saber todo ciudadano acerca del planeta en que habita. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* 83, 7-12.
- Sadler T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. En: Sadler, T. D. (Ed.) *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). Netherlands: Springer.
- Simonneaux L. y Simonneaux J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of Education for Sustainable Development. *Cultural Studies in Science Education*, 4, 657-687
- Solbes J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo de pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (1), 1-10.
- Suárez L. y Regueiro M. (eds). (1997). *Guía ciudadana de los riesgos geológicos*. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España: Madrid.
- Toulmin S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Vilches A., Gil D. y Cañal P. (2010). Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 71, 5-15.
- Yang F. Y. Y Anderson O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25, 221-244.
- Wasserman S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Amorroutu Editores: Buenos Aires.
- Wu Y.T. y Tsai C.C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.

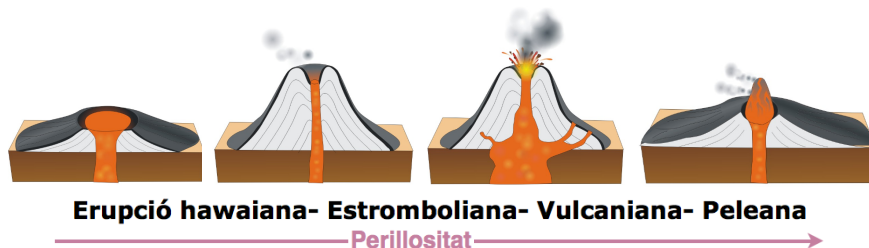
a. **Perills volcànics:** Poden classificar-se en perills directes de la pròpia erupció i perills indirectes:

Perills volcànics directes	Descripció	Danys
Emanacions de gasos	Els gasos que inicialment es troben dissolts en el magma, se separen d'aquest durant l'erupció i surten a l'atmosfera a altes temperatures i velocitats . Són, principalment: vapor d'aigua, diòxid de carboni, diòxid de sofre i sulfur d'hidrogen .	Molèsties respiratòries, podent arribar a la mort per asfíxia de persones i animals.
Colades de lava	Són rius de lava fluida. El camí que seguirà una colada de lava i la seua velocitat depenen fonamentalment de la topografia, de les propietats físiques de la lava (especialment de la viscositat) i del ritme d'emissió. En anar-se refredant la lava, la seua viscositat augmenta ràpidament i la seua velocitat disminueix. Lluny del centre d'emissió, la velocitat típica de les laves és de pocs metres per hora.	Incendis, danys en cultius i vies de comunicació i destrucció de poblacions
Pluges de piroclasts	Els piroclasts són fragments de roca de grandàries diverses (cendres<lapil·lis<bombes) llançats a l'aire durant l'erupció. Les cendres són partícules molt fines que poden quedar en suspensió durant mesos o anys. Les bombes volcàniques tenen un diàmetre superior als 64 mm i poden ser llançades a distàncies molt grans originant un doble perill: per impacte i per incendi. Les cendres	Destrosses en cultius, danys per impacte, incendis i descens de la temperatura per increment de l'albedo (percentatge de la radiació solar que és reflectida a causa del núvol de cendres)
Explosions	L'explosivitat d'un volcà depèn de la viscositat de la lava . Les laves viscoses solen ser més explosives que les fluïdes. Així els volcans es poden classificar en efusius (lava líquida, formen colades de lava) o explosius (laves viscoses, donen lloc a explosions)	Les fortes explosions provoquen emissions de piroclasts, desprendiments dels vessants del volcà i formació de núvols ardents o calderes volcàniques.
Formació d'un núvol ardent	És la manifestació volcànica de major gravetat . S'origina quan la columna eruptiva, en lloc d'ascendir, cau bruscament i descendeix ràpidament pel vessant del volcà com un núvol de foc, poden recórrer grans distàncies a molt velocitat.	Gravíssimes cremades, incendis, mort per asfíxia, destrucció total de les zones per on passa.
Formació d'una caldera	Després d'una gran explosió pot passar que la cambra magmàtica quede molt buida i inestable i acabe desplomant-se el sostre, engrandint-se el cràter i donant lloc a una caldera. Si la caldera s'ompli d'aigua de pluja o desglaç, es transforma en un llac de cràter.	Terratrèmols, tsunamis.

Perills volcànics indirectes	Descripció	Danys
Lahars	Els lahars són rius de fang formats per cendres i altres materials piroclàstics barrejats amb aigua (generalment provinent de la fusió dels gels acumulats a la cimera d'un volcà)	Arrasament total de poblacions i cultius sota un riu de fang que després s'endureix en assecar-se.
Moviments de vessant	La majoria dels cons volcànics estan formats per l'acumulació dels materials de successives erupcions sense cohesió entre ells. Aquest fet facilita la possibilitat de desprendiments (caigudes aïllades de roques) o esllavissades (moviments d'una gran massa de sòl)	Destrucció de béns materials per la caiguda de materials sobre aquests (poblacions, vies de comunicació...) i possibles inundacions derivades del taponament de valls
Tsunamis	Un tsunami és una ona gegant que pot endinsar-se desenes de metres sobre la línia de costa. Els tsunamis poden ser un perill secundari generat per una erupció volcànica, bé per un moviment de vessant d'un gran edifici volcànic sobre l'aigua o per una erupció submarina.	Inundacions que arrossegueu tot al seu pas

b. Factors de risc volcànic:

- **Perillositat:** La perillositat d'una erupció depèn de la probabilitat de que aquesta es produïska i de la magnitud de la mateixa. Per determinar la probabilitat d'erupció d'un volcà s'estudien dades històriques i així es pot calcular el temps de retorn (així 1/100 significa que el fenomen es repetix cada 100 anys). La magnitud del fenomen dependrà del tipus de volcà (volcans efusius o explosius). Així podem ordenar les erupcions segons la seua perillositat en:



- **Vulnerabilitat:** La susceptibilitat davant dels danys d'una erupció dependrà de l'existència de mitjans de prevenció: alertes a la població, estat de les infraestructures i els habitatges, capacitat econòmica de les persones i els països per a la recuperació dels béns danyats, etc.
- **Exposició:** En general les àrees volcàniques solen estar superpoblades degut a què els volcans proporcionen terres fèrtils i recursos minerals. Aquest fet incrementa enormement el nombre de persones i béns exposats al perill.

c. Prevenció de riscos volcànics:

- **Mètodes de predicció:** Les erupcions volcàniques, amb freqüència ocorren sense previ avís i ocasionen efectes devastadors, a causa de la rapidesa amb que es produeixen. Actualment els mitjans que s'utilitzen per a predir una erupció són:
 - Intentar conèixer la història de cada volcà (registre històric), tant la freqüència de les erupcions com la intensitat de les mateixes, per a intentar determinar el període de tornada. Aquestes mesures són molt poc fiables.
 - Analitzar els símptomes del començament de les erupcions mitjançant observatoris situats en els volcans, que gràcies a petits sismògrafs poden detectar petits tremolors i sorolls.
 - Canvis produïts en la topografia i canvis en la forma del volcà que es poden mesurar per mitjà de satèl·lits.
 - Escalfament de l'aigua en els aqüífers i en general augment de la temperatura en el subsòl, així com canvis elèctrics i magnètics de la zona.
 - Anàlisi dels gasos emesos.
 - Elaboració de mapes de risc amb totes les dades anteriors
- **Mesures preventives:** La principal mesura preventiva consisteix en polítiques d'ordenació del territori que impedeixen l'assentament de la població o l'explotació econòmica de les àrees potencialment perilloses. No obstant açò les zones volcàniques són zones molt fèrtils, per la qual cosa presenten una gran densitat de població fent impossible aquestes mesures preventives. Altres mesures són:
 - Construir canals per a desviar els corrents de lava cap a llocs deshabitats o dics de contenció per a guanyar temps per a l'evacuació.
 - Construir túnels de descàrrega de l'aigua dels llacs del cràter per a evitar la formació de lahars.
 - Construcció d'habitatges amb teulades inclinades que eviten l'acumulació de cendres i piroclasts així com el seu enfonsament a causa del pes d'aquests materials.
 - Evacuació de la població.
 - Contractació d'assegurances que cobrisquen les pèrdues de les propietats o cultius

6. TERRATRÈMOLS:

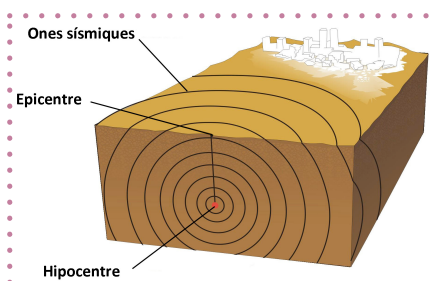
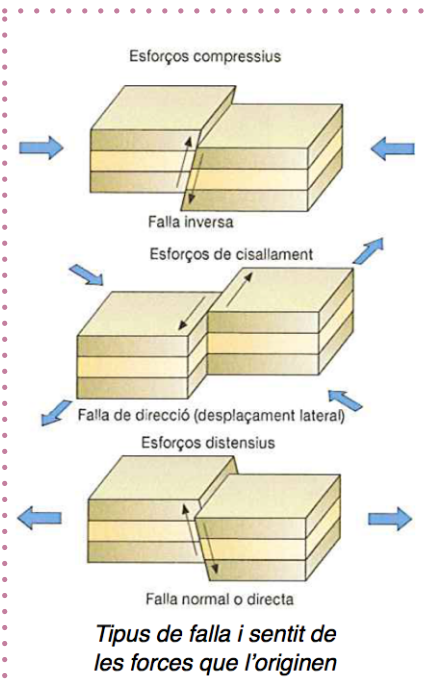
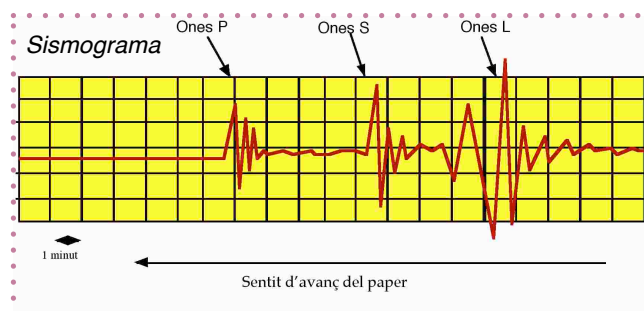
Un **terratrèmol o sisme** és un fenomen de **sacsejada brusca i passatgera** de l'escorça terrestre produïda per l'**alliberament d'energia** acumulada en forma d'ones sísmiques.

a. Causes d'un sisme:

- **Terratrèmols d'origen tectònic:** Són el resultat de l'alliberament brusc d'energia acumulada pels desplaçaments i les friccions de les diferents plaques de l'escorça terrestre.
- **Terratrèmols per erupcions volcàniques o enfonsament de coves**
- **Terratrèmols d'origen antròpic:** Causats per explosions nuclears, assentament de grans embassaments, etc.

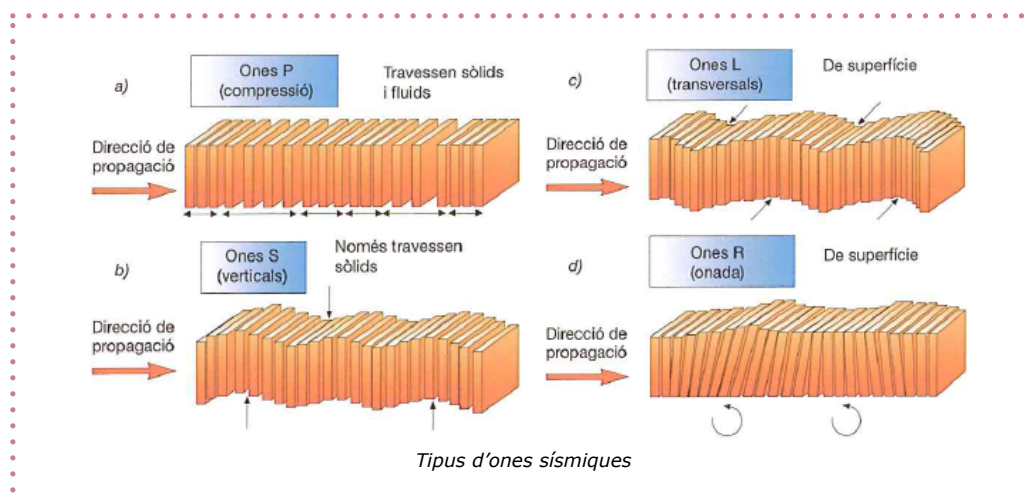
b. **Terratrèmols d'origen tectònic:** Els sismes d'origen tectònic estan íntimament relacionats amb la formació de **falles geològiques**: les roques sotmeses a esforços de deformació, acumulen energia elàstica fins un cert límit, en el qual es produeix la ruptura, originat una falla i alliberant l'energia acumulada, en forma de calor i ones sísmiques. Aquest alliberament es correspon amb el terratrèmol, després del qual la deformació comença a acumular-se novament. Els esforços sobre la litosfera poden ser de tres tipus: compressius, distensius o de cisallament.

- **Focus o hipocentre:** Punt interior de la Terra on s'origina el sisme.
- **Epicentre:** Zona de la superfície situada en la perpendicular a l'hipocentre, on repercuteixen les ones sísmiques amb major intensitat.
- **Ones sísmiques:** El moviment sísmic es propaga mitjançant ones elàstiques (similars a les del so) a partir de l'hipocentre. Les ones sísmiques són captades pels **sismògrafs** i enregistrades en uns gràfics anomenats **sismogrames**.



Les ones sísmiques són de dos tipus principals:

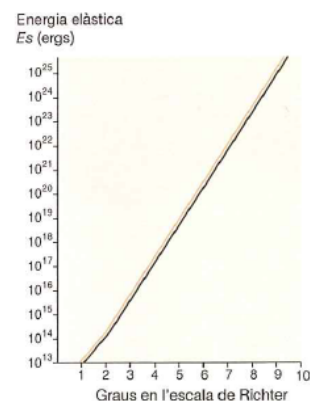
- **Profundes:** Es formen a partir de l'hipocentre i es transmeten en forma esfèrica. Es divideixen en primàries (P) i secundàries (S):
 - **Ones primàries o P.** Són ones longitudinals que es propaguen a velocitats de 8 a 13 km/s en el mateix sentit que la vibració de les partícules. Circulen per l'interior de la Terra, on travessen líquids i sòlids. Són les primeres que registren els sismògrafs.
 - **Ones secundàries o S.** Són ones transversals, més lentes que les anteriors (entre 4 i 8 km/s). Es propaguen perpendicularment en el sentit de vibració de les partícules. Travessen únicament sòlids. En els sismògrafs es registren en segon lloc.
- **Ones superficials.** Són les més lentes: 3,5 km/s. Resulten de la interacció de les ones P i S al llarg de la superfície terrestre. Són les que causen els majors danys derivats d'un sisme i poden ser de dos tipus : les **L (Love)** i les **R (Rayleigh)**. Es propaguen a partir de l'epicentre. Són similars a les ones que es formen sobre la superfície del mar. En els sismògrafs es registren en últim lloc.



7. RISCOS SÍSMICS:

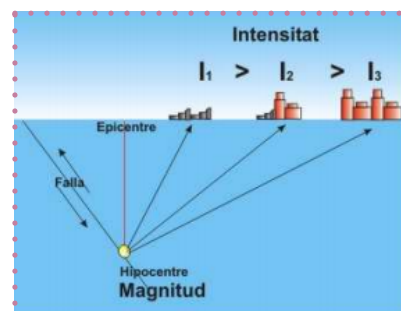
Per quantificar els terratrèmols s'utilitzen dos paràmetres distints: la magnitud i la intensitat:

a. Magnitud d'un sisme: Permet quantificar l'energia alliberada durant un sisme. Es tracta d'una escala objectiva ja que no depèn de la situació de l'observador. La més coneguda és l'escala de **Richter**, que mesura l'amplitud de les senyals de les ones P i S enregistrades per un sismògraf. És una escala logarítmica que pren valors entre 1 i 9 (valor més gran d'un terratrèmol enregistrat). En ser una escala logarítmica, un sisme de grau 3 serà 10 vegades més gran que un de grau 2. A partir de magnituds de l'ordre de 4.5 graus en l'escala de Richter és possible que es produïsquen danys als edificis i a les infraestructures, depenent evidentment del tipus de sòl i de les característiques pròpies del sisme.



Graus en l'escala de Richter i magnitud d'un sisme (energia alliberada)

b. Intensitat d'un sisme: Es tracta d'un valor subjectiu ja que varia amb la distància a l'epicentre. La intensitat ens indica els efectes que produeix el sisme sobre les persones, els objectes, les construccions i el terreny. Aquesta escala s'escriu amb números romans i varia entre I i XII, que es defineix pel col·lapse total de les edificacions. L'escala d'intensitats més coneguda és la de **Mercalli**. La màxima intensitat d'un sisme es trobarà en l'epicentre i disminuirà conforme ens allunem d'aquest.



c. Danys causats pels sismes:

- Danys als edificis. Danys en vies de comunicació, que dificulten les tasques d'evacuació
- Inestabilitat de vessants
- Trencament de conduccions de gas i aigua
- Tsunamis
- Desaparició d'aqüífers

d. Prevenció de riscos sísmics:

- **Mètodes de predicció:** La predicció dels sismes és un problema no resolt ja que per ara resulta impossible anunciar el moment exacte en què es produiran.
- **Mètodes de prevenció:** En l'àmbit de la prevenció és aconsellable l'elaboració de **mapes de perillositat** i la localització de les **falles actives** mitjançant **imatges de satèl·lit** amb la tècnica **d'interferometria de radar**. Aquesta tècnica consisteix en prendre dues imatges satèl·lit d'una zona en dies diferents, de forma que queden enregistrats els moviments del terreny mitjançant una sèrie de bandes acolorides.

-**Mesures estructurals:** La seguretat de les edificacions és de vital importància. En moltes ocasions els danys ocasionats per un terratrèmol són conseqüència directa de la vulnerabilitat de les construccions. Les normes de construcció sismoresistent són:

- ▶ Evitar al màxim modificar la topografia del terreny
- ▶ Edificar en terreny pla evitant les zones pròximes als talussos
- ▶ Construir edificis amb fonaments aïllants capaços d'absorbir les vibracions del terreny, reforçar els murs exteriors amb contraforts d'acer, eliminar els balcons i disposar una marquesina a la planta baixa on es dipositen els vidres caiguts.
- ▶ Instal·lar conduccions de gas flexibles o que es tallen automàticament en cas d'escapament.

• Mesures no estructurals:

- ▶ Ordenació del territori per a prevenir la construcció en zones de major risc
- ▶ Protecció civil, amb sistemes d'alarma i d'evacuació en cas d'accident.
- ▶ Educació per al risc: simulació de terratrèmols per a preparar a la població davant d'una situació real.
- ▶ Establiment d'assegurances

ESCALA D'INTENSITATS DE MERCALLI

I, no perceptible = no es percep per la majoria de persones, només els aparells el detecten

II, molt feble = es percep per algunes persones, poden moure's petits objectes

III, feble = vibració general lleu percebuda per les persones

IV, moderat = pot despertar gent adormida, vibració alarmanant d'objectes, alguna caiguda

V, moderadament fort = caiguda d'objectes

VI, fort = tothom el percep, caiguda d'objectes, trencadisses, els mobles es mouen de lloc

VII, molt fort = la gent perd l'equilibri, danys en algunes infraestructures

VIII, destructiu = possibles esfondraments i afectació general en infraestructures

IX, violent = pànic generalitzat, afectació de fonaments, grans danys infraestructurals.

X, intens = desviació de vies de tren, afectació a carreteres, esfondraments d'edificis

XI, extrem = destrucció general d'infraestructures

XII, cataclisme = alteració significativa del nivell de terra, destrucció general de la zona

Risk Zone

Aquesta presentació és una plantilla per a ser usada per a l'elaboració del producte final de l'activitat Risk Zone sobre riscos d'agents geològics interns, disponible a:

<https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviwhr2g1n6dmr73qxxqv1b>

Alumnes:

Presentació de la Zona

Ubicació amb Google Maps 3D, mapa polític, descripció de característiques de la zona (infraestructures, polígons industrials, poblacions i nombre habitants, aspectes medioambientals d'interès)

Evidències geològiques

Dades recollides amb bases de dades sobre la zona, Fenòmens geològics observables, notícies de diari...

Explicació Tectònica

Quina situació tectònica explica tot el que passa:
hi ha una fossa de subducció? És un límit
constructiu?....

- Usar el simulador per a mostrar-ho

Predicció de l'evolució

Explicar com continuarà el procés, què ens esperem que passi en un futur proper (desenes d'anys) i futur llunyà (milions d'anys)

Riscos

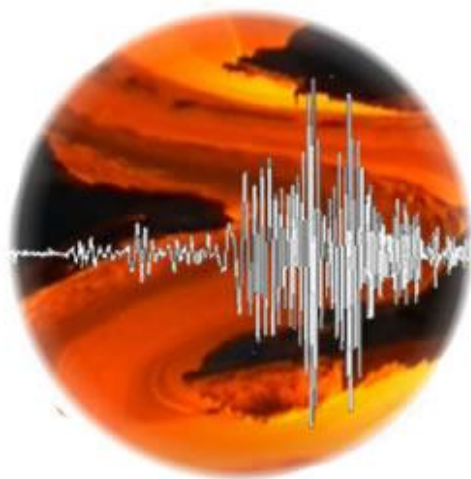
Quins són els riscos que hi ha en aquesta zona.
Descriure de forma separada els riscos per:

- Les persones
- L'economia
- El medi ambient

Mesures

Quines mesures de prevenció caldria entomar per a atenuar o evitar els riscos.

RISK ZONE



En aquesta activitat treballareu en petits equips com a Centre de Crisis Geològiques. Haureu de fer un informe sobre els riscos geològics d'una zona concreta del planeta i argumentar quines mesures de protecció caldria fer servir per a les persones, l'ecosistema i l'economia.

Ho farem seguint les etapes:

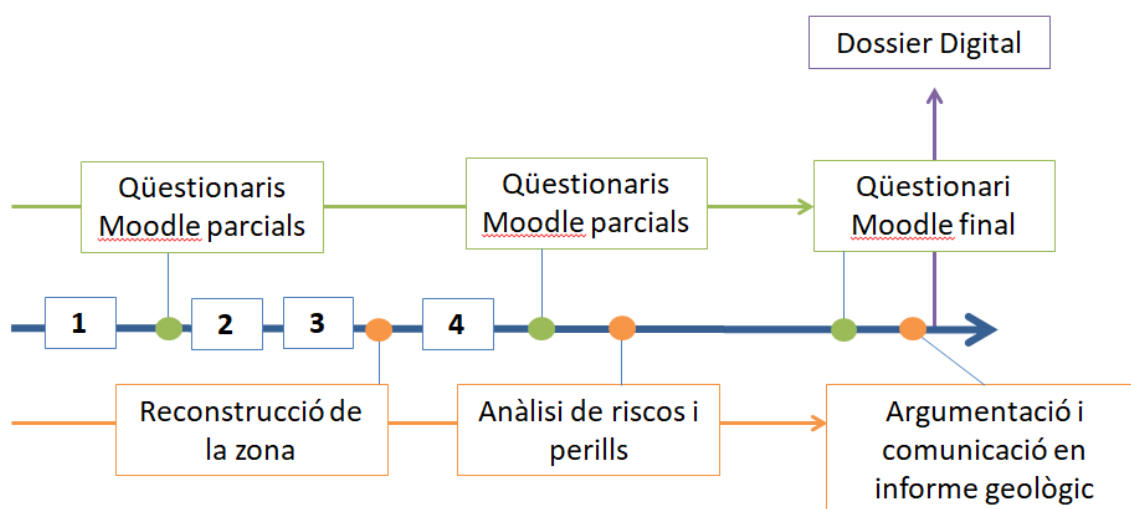
- 1) Caracterització de la zona
- 2) Anàlisi de riscos i perills, presa de decisions sobre mesures
- 3) Comunicació i argumentació: Informe Geològic

Per a fer-ho, usarem diversos materials que anireu incorporant paulatinament, i trobareu disponibles a: <https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviw2g1n6dmr73qxxqv1b>

Nom i Cognoms: _____

Continguts

0. Objectius d'aprenentatge i Avaluació	3
Lèxic Clau.....	4
2. Caracterització del nostre Punt Crític.....	7
3. Tècniques de recerca i anàlisi de riscos	10
4. Anàlisi de perills, riscos i mesures.....	15
5. Informe de riscos geològics	19
6. Comitè de Crisis Geològiques	20
7. Informe/Assaig individual.....	23
Guia didàctica, Crèdits, Llicències i Contacte	24



0. Objectius d'aprenentatge i Avaluació

He completat adequadament les etapes... Valora en cadascuna d'elles si t'has esforçat per aprendre, si has completat el que se't demanava i si has participat de forma correcta a l'activitat.	Comento (Honest, Concret i Constructiu)
	<i>Estic /no estic satisfet...</i>
	<i>M'ha costat/no</i>
	<i>Hauria hagut de...</i>
	<i>Ha estat una estratègia útil...</i>
	<i>Per properes activitats, miraré de...</i>
GLOBAL/10	

Considero que he après...	
Interpretar les causes de volcans i terratrèmols	<i>He après/ no he après...</i>
Identificar riscos a partir de la teoria de la tectònica de plaques	<i>Relaciono el que he après amb....</i>
Resoldre indagacions: Induir, Deduir, Comprendre i dissenyar experiments	
Comunicar científicament i argumentar en un informe geològic	
Argumentar científicament en presentació oral i assaig	
Lèxic fonamental de la UD	
GLOBAL/10	<i>Podria aplicar-ho...</i>

Auto-avaluació del producte final	
Contextualització	<i>Ho he pogut mostrar quan..</i>
Situació tectònica	<i>Ho he usat en la part on...</i>
Anàlisi de perills i riscos	
Presa de mesures	<i>Per exemple, quan he...</i>
Predicció de l'evolució	
Argumentació	
GLOBAL/10	

Tenint present **el que he treballat, el que he après i com he estat capaç d'usar-ho** en l'assaig final com a nota global de l'activitat qualifico amb:

...../ 10

Lèxic Clau

(vés marcant les paraules d'un altre color a mesura que les aprens)

placa tectònica	límit transformant	Flux piroclàstic
dorsal oceànica	magma	Lava
fossa de subducció	convecció	Bombes volcàniques
vall de rift	sismògraf	Lapilli
arc d'illes	Mercalli	perill geològic
orògen	Richter	Risc geològic
deriva continental	Ones S	Prevenció
límit convergent	Ones P	Mitigació
límit divergent	Erupció	Correcció

Frayer

Característiques fonamentals		Característiques secundàries	
.		.	
.		.	
		.	
	ESCULL UN TERME PER ANALITZAR		
Exemples		No exemples	
.		.	
.		.	
.		.	

Característiques fonamentals		Característiques secundàries	
.		.	
.		.	
		.	
	ESCULL UN TERME PER ANALITZAR		
Exemples		No exemples	
.		.	
.		.	
.		.	

1. Presentació 1: Deriva continental i tectònica de plaques

Visionat del vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=T2WqVjeOpXo> 2:40 min

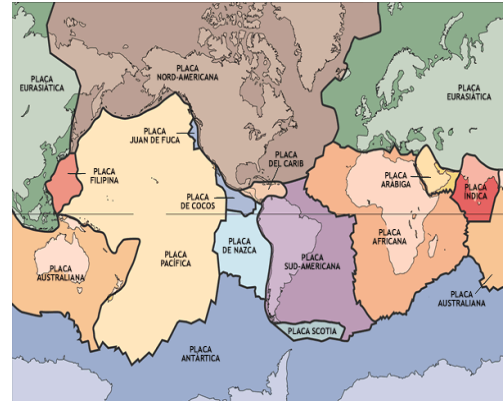
(inserir aquí els teus apunts. Recorda que han de ser:

- **Exhaustius** (incloure tots els termes de lèxic que hem tractat
- **Esquemàtics** (mostrar d'alguna manera –fletxes, colors,...-les relacions entre termes)
- **Accessibles** (usar dibuixos, negretes, majúscules o anotacions al marge que faciliti l'accés a les idees)

Material de suport:

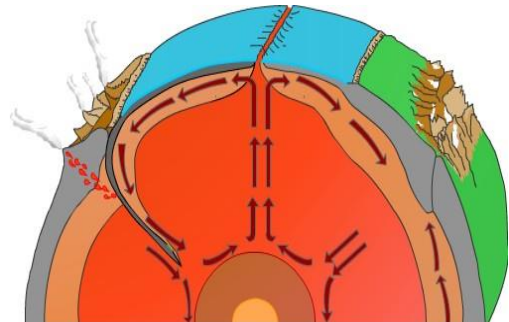
Una escorça fragmentada

L'interior de la Terra està calent, mentre que la superfície és rígida i freda. Aquesta superfície no forma una capa única perquè està dividida en peces irregulars de diferents formes i mides anomenades **plaques litosfèriques** o **tectòniques**. Les plaques "floten" i es desplacen sobre el mantell terrestre a una velocitat mitjana de diversos centímetres l'any. Segons la tipologia d'escorça que les constitueixen poden ser **continentals** o **oceàniques** (també n'hi ha de mixtes).



L'escalfor interna, motor del moviment

La terra emet constantment calor cap a l'exterior perquè grans masses de magma calent pugen des del mantell profund. A més d'aquest ascens, el material del mantell també es desplaça en horitzontal creant una **dinàmica de convecció**: puja material calent, es desplaça lateralment i arrossega la placa i, quan es refreda, baixa a les zones de subducció.



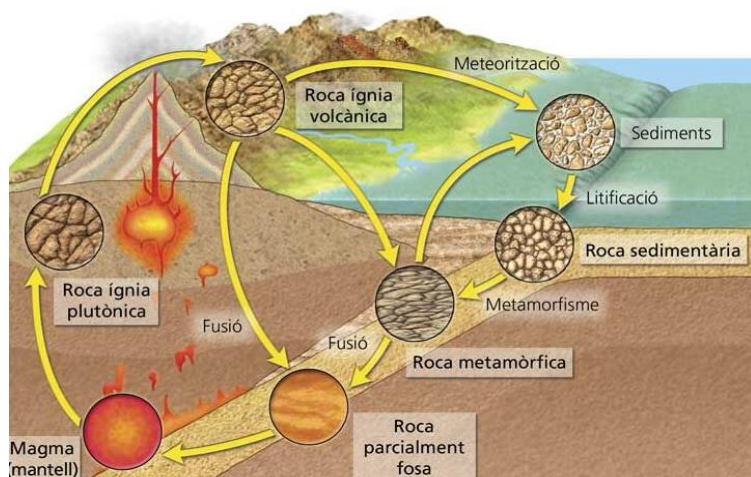
Així doncs, el moviment de plaques és una conseqüència de la pèrdua de calor terrestre.

Els límits de plaques, constructors del relleu

Les plaques poden ser de tipus continental (espesses i poc denses) o oceànica (primes i denses), i floten més o menys segons la seva densitat i composició. En els seus moviments, les plaques poden xocar, separar-se o fregar entre elles. Quan xoquen, poden formar grans serralades anomenades *orògens* (continental+continental), o *fosses de subducció* (continental+oceànica, que sol implicar també la formació d'una cadena de volcans a la placa continental). Quan es separen formen *dorsals*, llargues cadenes de volcans oceànics (al mar) o *valls de rift* (al continent) amb molt s vulcanisme. Quan freguen entre si provoquen plecs, falles i terratrèmols en la superfície. Ocasionalment, alguna placa és molt prima en alguna zona i és fàcil per al magma travessar-la, formant volcans: això s'anomena *Ploma volcànica*.

La transformació dels materials origina els diferents tipus de roques. Cicle de Wilson.

Cada procés tectònic genera diferents tipus de roques: les grans pressions i temperatures dels orògens i fosses de subducció genera roques metamòrfiques. El refredament del magma a les dorsals i zones volcàniques genera roques magmàtiques. L'acumulació de sediments en l'erosió dels orògens i en zones que formen conques (rifts) forma roques sedimentàries. Els processos tectònics transformen les roques formant un cicle de les roques: les roques ígnies de volcans o dorsals poden ser transformades en metamòrfiques en fosses o orògens i aquestes de nou a ígnies en ser absorbides en una fossa.



2. Caracterització del nostre Punt Crític

S'han detectat esdeveniments peculiars en diferents zones del planeta. **Cal que caracteritzeu la zona amb totes les dades possibles.** Cada equip s'ocuparà d'una de les zones. Cada zona són els 10 km a la rodona de cadascuna de les coordenades a continuació:

Equip 1: 40.763853, 29.972607

Equip 2: 37.698863, -121.924322

Equip 3: 65.263178, -14.402333

Equip 4: -41.447139, -72.951534

Equip 5: 36.628846, 138.564555

Equip 6: -3.687255, 102.295452

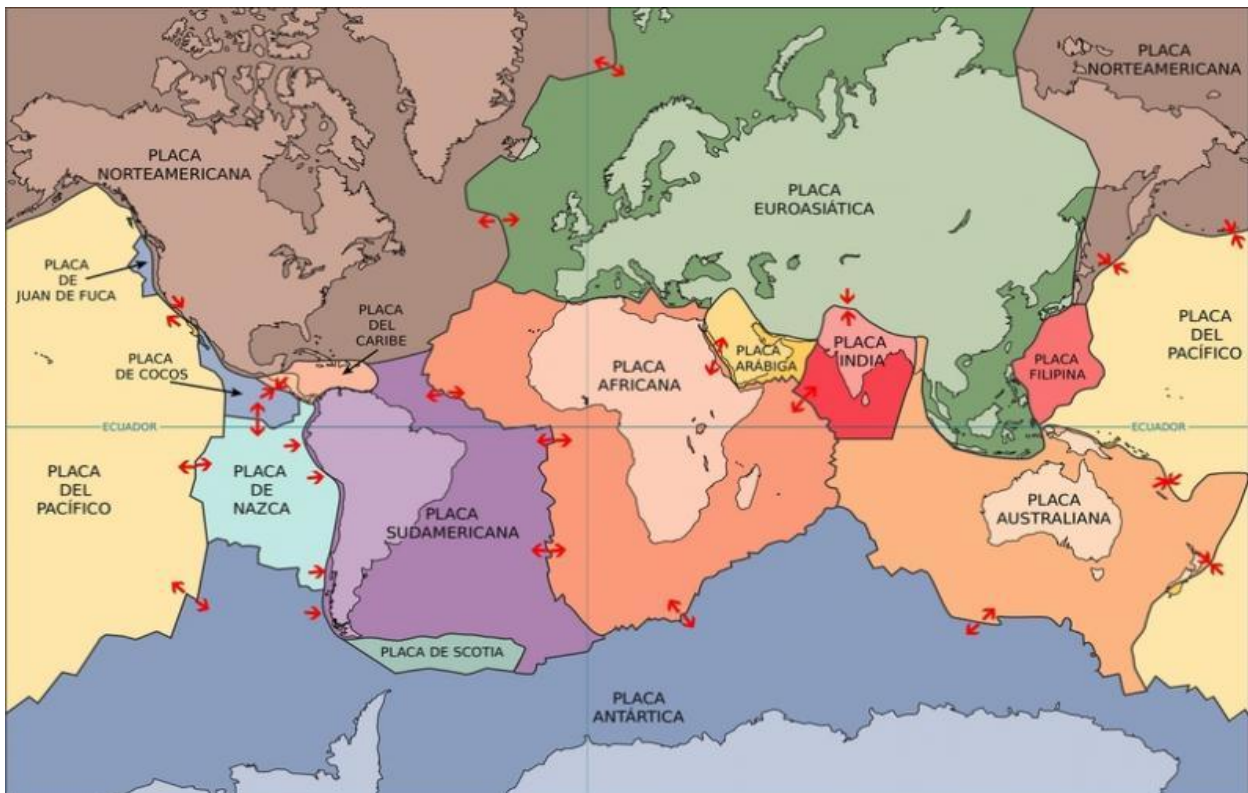
Equip 7: 36.947784, 74.840732

Equip 8: 37.627692, 15.121763

Equip 9: 13.207859, 40.869386

Equip 10: 34.377105, 45.386730

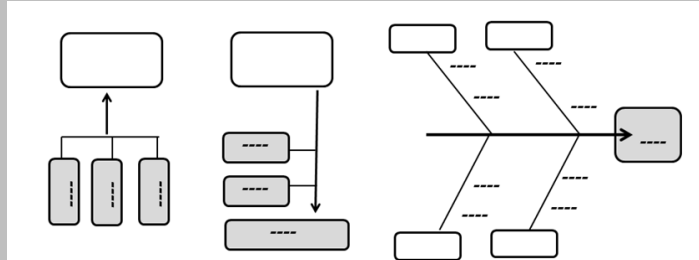
2.1. Ubica la teva zona en aquest mapa:



Equip i Coordenades:	
País:	
Ciutat més propera:	

2.2. Identifica quina és la situació tectònica de la teva ubicació (límit constructiu, límit destructiu, límit transformant...) i els fenòmens que hi serien esperables (arcs d'illes, dorsals, terratrèmols,...) **(Raonament Deductiu)**

Es deu a que, Pot ser degut a, la pauta és que...la causa és, en conseqüència, provoca que, és provocat per, el que passarà és que...Llavors, per tant, d'aquí que, el que passaria és que, si fos així, seria d'esperar/observar...



Lèxic: #dorsal oceànica #tectònica de plaques #deriva continental #expansió oceànica #límits convergents #límits transformants #límits divergents #volcans #cicle de les roques #escorça oceànica #escorça continental #fossa de subducció #orogen #falla #volcans #arcs d'illes

2.3. Analitza els antecedents de fenòmens geològics (terratrèmols, volcans) de la teva zona i zones properes. Anota en forma de llistat els esdeveniments geològics relacionats amb la teva zona (elimina el text d'exemple en blau).

Data, lloc i tipus (terratrèmol o volcà)	Magnitud i impacte (danys, víctimes,...)	Font (base de dades, notícia...)
<i>El dia 25 NOV 2016</i>	<i>Hi va haver un terratrèmol i es van produir x morts i danys per valor de xx milions euros. Magnitud 7 escala Richter.</i>	<i>Diari: http://...</i>

Pots escollir quines fonts fas servir entre les següents:

1) Bases de dades en temps real:

- https://www.iris.edu/hq/inclass/software-web-app/iris_earthquake_browser
- <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
- <https://www.volcanodiscovery.com/volcano-map.html>

2) Notícies de diari de terratrèmols o volcans: Per a trobar-les, fes cerques combinades al

cercador d'internet= [Nom del lloc, regió o País] + [esdeveniment: volcà, terratrèmol, erupció, sisme,...]

2.4. Genera una imatge o dibuix del que està succeint *per sota* a nivell tectònic en aquest *Punt Crític*. Pots fer servir, si vols, algun dels simuladors:

- <https://phet.colorado.edu/es/simulation/plate-tectonics>
- <https://tectonic-explorer.concord.org/?planetWizard=true>



3. Tècniques de recerca i anàlisi de riscos

3.1) Mesures i intensitats de terratrèmols

El recent incident de Fukushima ens demostra que en ocasions els terratrèmols poden tenir efectes més enllà de la força de les sacsejades: la destrucció d' infraestructures com centrals nuclears pot provocar riscos secundaris, com l'alliberament de materials radioactius. Per això es reclama sovint que els edificis construïts en zones sísmiques estiguin dotats de sistemes “amortidors” que absorbeixin les vibracions que provoquen els terratrèmols.

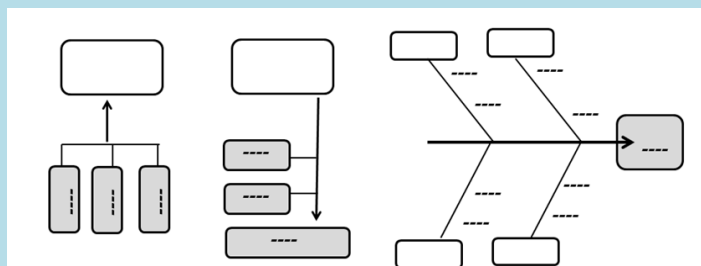


Per a mesurar la força dels terratrèmols hi ha dues escales: l'escala Mercalli (que mesura el grau de destrucció que provoca el terratrèmol) i l'escala Richter (que mesura la força de les sacsejades), que es basa en l'ús de sismògrafs. A la taula següent tens el nivell de les dues escales Mercalli i Richter de diferents terratrèmols en diferents ciutats. **Identifica quines afirmacions es poden treure de les dades (V/F).**

Escala de Mercalli (destrucció)						
XI-XII	Alteració del nivell del sòl i destrucció d'infraestructures					
IX-X	Esfondraments d'edificis		Airal			
VII-VII	Danys en infraestructures			Okinawa		
V-VI	Cauen objectes, en mouen mobles				LeVille	
III-IV	Vibració d'objectes		Bintu	Antina		
I-II	Moviment petits objectes					
Escala de Richter (Intensitat equivalent a Kg de TNT)		1 o 2 6 kg	3 o 4 6 t	5 o 6 1270 t	7 o 8 6450000 t	9 o 10 6300 M t

a)		V/F?
b)	Els edificis de Bintu són molt més resistents que els d'Airal.	V
c)	Airal està més preparada per als terratrèmols que LeVille.	
d)	Okinawa està més preparada per als terratrèmols que Airal.	
e)	Okinawa està més preparada per als terratrèmols que Antina	
f)	LeVille està més preparada que Okinawa	

Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...



3.2) Predicció de terratrèmols

Els volcans i terratrèmols poden predir-se de forma aproximada. Abans d'una erupció, els volcans solen alliberar gasos i provocar petites vibracions. Els terratrèmols solen ser l'alliberament d'una tensió en una zona, i es solen produir de manera periòdica a mesura que la tensió es desplaça al llarg d'un límit transformant. A la zona de Turquia, un límit transformant provoca terratrèmols.

A continuació se't donen unes dades dels terratrèmols que es coneixen i la seva intensitat. Fes una predicció de quan i on es produirà el proper terratrèmol i de quina intensitat serà, associant Lloc, Data i Intensitat.

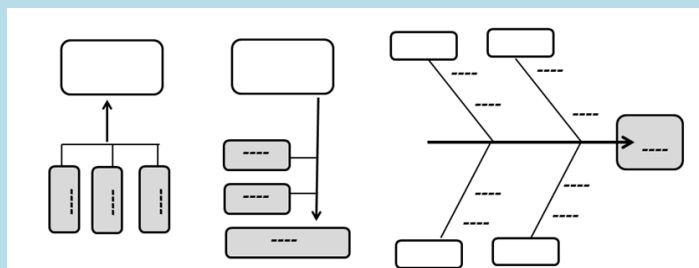


<https://goo.gl/maps/Q16stqXwtVT2>

Lloc	Data	Intensitat
Eibistan	1998	6,5
Adiyaman	1994	6
Osmaniye	2015	6,9
Gaziantep	2005	6,8
Malatya	1992	5

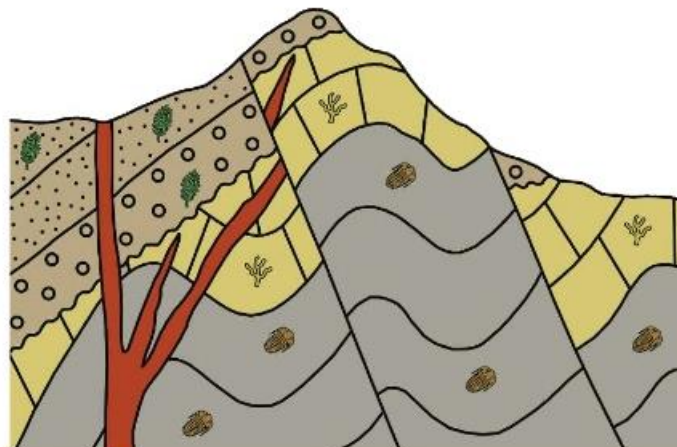
Resposta:	V/F
a) Nizip (2019) 6,5	F
b) Adana (2030) 7	
c) Kozan (2030) 5,5	
d) Nizip (2030) 6	
e) Adana (2019) 7	

Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...



3.3) Desxifrant esdeveniments a partir de roques

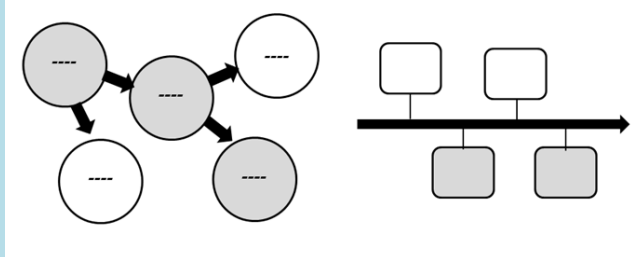
Les roques pateixen transformacions com a part del cicle de les roques (sedimentàries, metamòrfiques, ígnies) i alteracions, en doblegar-se (plecs) o trencar-se (falles). En ocasions, roques ígnies aconseguen obrir-se pas entre escletxes, omplint-les de magma que es solidifica, el que anomenem “dics”. Observa la disposició dels diferents tipus de roca en aquest esquema. **Ordena els esdeveniments geològics que han provocat aquesta distribució, posant la lletra de cada procés en la línia temporal (no cal usar totes les caselles). Interpreta la seqüència.**



Identifica amb un número l'ordre amb què ha passat cada cosa	
S'ha format un plec en el terreny	
S'han format una falla	
S'ha sedimentat nou material	1?
Hi ha hagut una ascensió de magma que ha format dics de roca magmàtica	
S'ha erosionat la roca	

Justifica la teva resposta representant la seqüència (com que, ja que, per tant...)

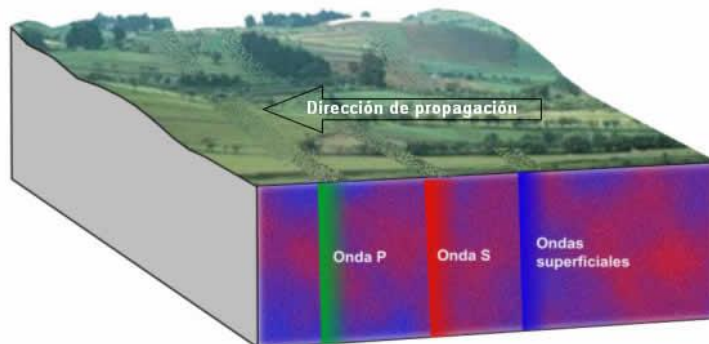
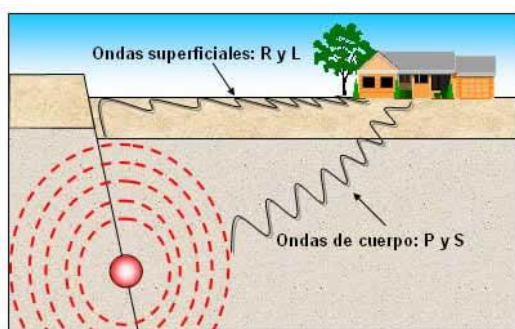
En primer lloc...a continuació...en darrer lloc...es divideix en les fases/etapes...progressa en ordre creixent/decreixent...abans, simultàniament, anteriorment, posteriorment...



3.4) Analitzem l'estructura interna de la terra mitjançant els terratrèmols

Els terratrèmols són també una manera d'estudiar l'interior de la Terra. Cada terratrèmol emet des del seu centre (hipocentre) dos tipus d'ones per sota terra: les ones P es propaguen de manera molt ràpida, a través de qualsevol material, provocant vibracions en la direcció en què es mouen, com ho faria el so. Les ones S es propaguen més lentament, no es propaguen a través de l'aigua i provoquen vibracions perpendiculars a la direcció de transmissió.

Aquestes ones es poden detectar amb un sismòmetre, que detecta primer una onada d'ones P i



després una onada d'ones S. A continuació tens les dades que s'han rebut des de dues estacions sísmiques, anomenades E1 o E2.

Pregunta: Escull quin dels punts (A,B,C,...) és l'hipocentre més probable del terratrèmol.

La meua resposta és:

Algunes preguntes-guia si no saps per on començar: 1) compara els gràfics de E1, E2 i E3: què és el primer conjunt de vibracions (front) ? I el segon? Perquè a E3 només hi ha un front?

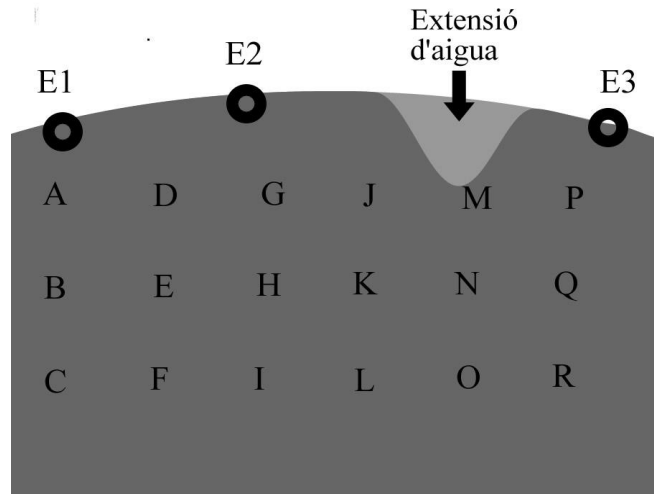
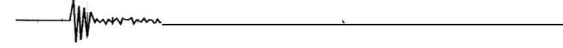
E1



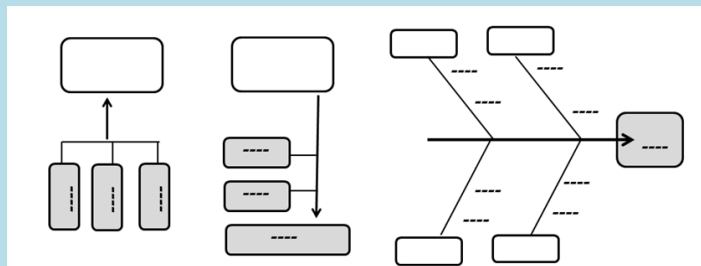
E2



E3



Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...



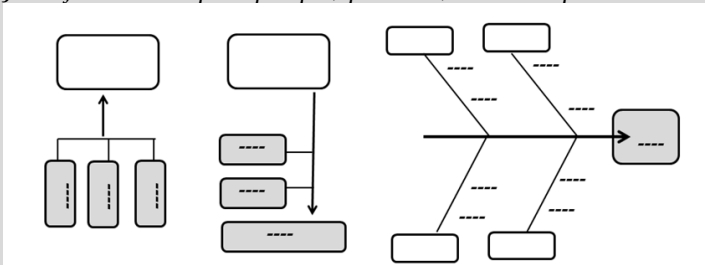
4. Anàlisi de perills, riscos i mesures

En aquesta etapa cada equip farà un informe geològic en el que representa el país de la seva zona. **Busqueu-ne la bandera i el mapa de la vostra regió i poseu-ne les imatges aquí:**

4.1. Perill Geològic

El perill geològic mesura la probabilitat de que es produeixi un esdeveniment i la seva magnitud (quant forta pot ser l'erupció o terratrèmol). **Indiqueu quin és el perill geològic** (probabilitat d'erupció, terratrèmol,...) per als 10 propers anys en la vostra zona ombrejant en vermell les cel·les (Seleccionar cel·les, botó dret, propietats de taula, ombrejat). Justifiqueu en base a què considereu que el perill és el que dieu.

Escala de perill geològic (1 gens probable – 10 molt probable)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i> 									

4.2. Risc Geològic

El risc geològic mesura l'impacte que tindria l'esdeveniment en cas de produir-se.

Identifiqueu el risc geològic que corre l'àrea 10 km al voltant de la vostra zona, ombrejant en vermell les cel·les en cada cas, i justificant en base a què considereu que aquest és el risc.

Risc per a les persones (en centenars de persones afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc per al medi ambient (en km2 d'espais naturals amb vegetació afectats)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc per a l'economia (en nombre d'infraestructures afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc Total (SUMA):									

4.3. Mesures de prevenció/ mitigació / correcció

A continuació tens diverses targetes d'actuació. Cada targeta mostra el cost que té l'actuació i com ajuda a reduir els riscos.

- Les mesures de **prevenció** s'apliquen abans dels esdeveniments.
- Les mesures de **mitigació** s'apliquen durant els esdeveniments.
- Les mesures de **correcció** s'apliquen després dels esdeveniments.

El vostre equip disposa d'un total de **15 punts** per finançar actuacions. **Seleccioneu les actuacions que necessiteu fer** (ombregeu-ne les cel·les de color gris). Cada actuació especifica el seu cost en Punts i quants punts aconsegueix restar per a cadascun dels riscos (codi de colors: **Persones**, **Medi Ambient** i **Economia**).

PREVENCIÓ	MITIGACIÓ	CORRECCIÓ
Campanya de formació ciutadana 2 p (-3, 0, -1)	Evacuació 5 p (-4, 0, +2)	Indemnitzacions per lesions o morts 4 p (-1, 0, +2)
Edificis i infraestructures resistents i reordenació del territori 7 p (-4, 0, +1)	Mobilització dels sistemes de protecció civil 3 p (-2, 0, 0)	Programes d'atenció sanitària i psicològica 1 p (-1, 0, +1)
Expansió de refugis i zones d'interès natural 5 p (0, -3, +1)	Seguiment i reconducció de colades de lava 2 p (0, -3, 0)	Campanya de repoblament i nidificació 2 p (0, -1, 0)
Sistemes de d'alerta sísmica 4 p (-4, -3, -3)	Mobilització dels sistemes de protecció forestal i evacuacions de fauna 3 p (0, -3, 0)	Reacondicionament del medi: cursos dels rius,... 4 p (0, -1, 0)
Contractació d'assegurances 2 p (-1, 0, -4)	Talls de serveis i corrent elèctric. Aturades d'activitat. 6 p (+1, 0, -2)	Indemnitzacions i ajudes a negocis 6 p (-1, 0, -2)

Calculeu la millora que suposa el vostre informe (reombrejant les escales 1-10).

ABANS de les ACTUACIONS

Risc per a les persones (en centenars de persones afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc per al medi ambient (en km2 d'espais naturals amb vegetació afectats)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc per a l'economia (en nombre d'infraestructures afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Total (SUMA):									

DESPRÉS de les ACTUACIONS

Risc per a les persones (en centenars de persones afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc per al medi ambient (en km2 d'espais naturals amb vegetació afectats)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc per a l'economia (en nombre d'infraestructures afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Total (SUMA):									

5. Informe de riscos geològics

Preparar la presentació oral en relació a l'informe de riscos, seguint la plantilla disponible als materials.

Informe de Riscos Geològics Nom ubicació i localització Equip:	Contextualització i localització Caracterització i antecedents a la zona	Situació tectònica Justificar els antecedents amb la situació tectònica.
Anàlisi de perills i riscos Justificar amb dades els riscos i perills. Incloure imatges (google maps, etc...)  	Mesures Justificar mesures i comparar millora de riscos	Conclusions - Predir com continuarà evolucionant la zona d'acord amb la seva situació tectònica. - Enumerar els motius pels que caldria / no caldria donar prioritat a aquest punt crític

Rúbrica per a la presentació. Autoavaluació

Criteris	0	1	2
Contextualització (es descriu bé el punt crític, l'entorn i antecedents)			
Situació tectònica (queda clar el tipus de límit que és i la relació amb els antecedents)			
Anàlisi de perills i riscos (es detallen i fonamenten amb dades de diferents tipus)			
Presa de mesures (es justifiquen les mesures adoptades)			
Conclusions (es justifica la predicció de l'evolució futura de la zona i s'argumenta de manera convincent sobre el posicionament en relació al punt crític).			

6. Comitè de Crisis Geològiques

Som en una reunió de la comissió encarregada de repartir el pressupost de **60 punts** entre les diferents localitzacions. Cada equip haurà d'intentar convèncer els altres de que les actuacions que proposa són necessàries. Cadascú de vosaltres ha d'emetre un informe com a membre de la Comissió, per tant, és important que en recolliu bé les dades. Les haureu d'usar per a justificar l'informe.

Equip 1: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comentaris i anotacions per a l'informe										
Equip 2: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comentaris i anotacions per a l'informe										
Equip 3: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comentaris i anotacions per a l'informe										
Equip 4: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comentaris i anotacions per a l'informe										

Equip 5: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										
Equip 6: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										
Equip 7: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										
Equip 8: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										

Equip 9: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										
Equip 10: Recollida de dades										
Localització: _____					Autors _____					
Situació tectònica i antecedents _____										
Perill	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Persones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Medi Ambient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risc Economia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Comentaris i anotacions per a l'informe</i>										

7. Informe/Assaig individual

En acabar cadascú de vosaltres haurà d'escriure un breu Assaig identificant a quines de les localitzacions dedicaria el pressupost i perquè, com a informe expert. Criteris idèntics que els usats en la rúbrica de presentacions orals.

Considero que hem de repartir el finançament de 60 punts en les següents localitzacions

Considero que ho hem de fer així perquè....els arguments que m'han convençut són

...perill, risc,...

més important/menys important...

dorsal, límit transformant, fossa oceànica...

En canvi, considero que en les següents localitzacions no hi dedicaria finançament perquè...

Considero que ho hem de fer així perquè....els arguments que no m'han convençut són....

...perill, risc,...

més important/menys important...

dorsal, límit transformant, fossa oceànica...

Guia didàctica, Crèdits, Llicències i Contacte

Guia i marc metodològic i curricular

Aquest dossier, els textos i les fitxes per a treballar-hi són disponibles per a la seva descàrrega a l'adreça <https://app.box.com/s/r4mwj7l0bviwhr2g1n6dmr73qxxqvulb>

L'activitat s'ha inclòs a l'itinerari d'activitats per a CCNN 3 ESO Projectant CN3: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/home>

Una descripció de l'activitat, i anàlisi de l'aplicació estan disponibles a:

Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3201 (2019). J. Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-DS>

L'activitat s'enmarca dins la metodologia d'Estudis de Cas, en què es proposa un escenari a resoldre i al llarg de la seqüència es proposen continguts i perspectives perquè siguin transferits per l'alumnat en la resolució del cas. Els alumnes han de decidir a quines 2 de 8 localitzacions cal dedicar pressupost per a prevenir riscos geològics interns. Els alumnes es distribueixen en equips, i cada equip analitza les components del risc d'una de les ubicacions (situació tectònica, antecedents, possibles impactes sobre persones, economia i medi ambient,...) mitjançant GoogleMaps, simuladors, Dades remotes i els models científics per a interpretar la situació geològica de la zona, predir a quins riscos està subjecta i proposar mesures de precaució i seguiment. En l'etapa final, cada equip defensa els arguments de la seva ubicació i cada alumne/a ha d'escriure un assaig argumentant a quines dues ubicacions dedicaria el pressupost i perquè.

Referències sobre la metodologia d'Estudis de Cas:

Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Septiembre 2017 (número extraordinario) 5177-5183. Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-uE>

Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs Pràctics i controvèrsies. 28 experiències i reflexions per a ensenyar Ciències. J.Domènech Casal. Rosa Sensat, Barcelona. <https://wp.me/p25seH-DC>

Les activitats de l'apartat 5 tenen per objectiu el desenvolupament d'habilitats de raonament científic, en la línia del que es proposa com a activitats TSS a:

- Protocol TestingScienceSkills: una eina senzilla per a dissenyar preguntes d'examen per a l'avaluació de les habilitats científiques de l'alumnat. *Revista Ciències* (2015) 30, 20-28. Elisa Goytia, Isabel Besson, Jordi Domènech-Casal. <https://wp.me/p25seH-oB>
- Evaluar habilidades científicas. Indagación en los exámenes. ¿Una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* (2015), 79. Goytia, E., Besson, I., Gasco, J., Domènech, J. <https://wp.me/p25seH-oB>

Continguts (segons Currículum oficial Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015)

Investigació i experimentació (comú a tots els blocs) (CC15)

- o Fases d'una investigació. Disseny d'un procediment experimental.
- o Plantejament de preguntes i identificació dels models científics teòrics que poden ser més útils per respondre-les.
- o Disseny d'investigacions per validar hipòtesis que comportin controlar variables.
- o Argumentació de les conclusions.
- o Projecte d'investigació en grup.

Ecosistemes i activitat humana (CC12, CC13, CC25, CC26, CC27)

- o Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera, la hidrosfera i el sòl. Diferenciació entre contaminació i contaminant; impacte d'alguns contaminants.
- o Riscos derivats dels processos geològics interns: sismicitat i vulcanisme. Zones de risc en el marc de la tectònica de plaques. Impacte, predicció i mesures de prevenció. Lectura de mapes geològics.

Criteris d'avaluació (segons Currículum oficial Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015)

1. Elaborar conclusions en funció de les evidències recollides en un procés de recerca, identificar els supòsits que s'han assumit en deduir-les, i argumentar-les.
2. Argumentar el punt de vista propi sobre temes sociocientífics controvertits a partir de llegir críticament documents sobre recerques fetes per altres per poder valorar els procediments i les raons aportades.
3. Identificar i valorar alguns riscos derivats dels processos geològics interns i externs i la seva relació amb algunes activitats humanes.

Competències (segons Currículum oficial Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015)

- Competència 2. Identificar i caracteritzar els sistemes biològics i geològics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals
- Competència 3. Interpretar la història de l'Univers, de la Terra i de la vida utilitzant els registres del passat
- Competència 10. Prendre decisions amb criteris científics que permetin preveure, evitar o minimitzar l'exposició als riscos naturals
- Competència 11. Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana.

Crèdits. Llicències i contacte

Aquesta activitat ha estat creada per Jordi Domènech-Casal, professor de Ciències a l'Institut Marta Estrada (Granollers). Contacte: jdomen44@xtec.cat | @jdomenechca | <https://jordidomenechportfolio.wordpress.com/>

L'activitat s'ofereix amb llicència CopyLeft, es permet el seu ús, reproducció i generació de versions amb l'única limitació de que no pot ser amb finalitats econòmiques i s'ha de compartir amb una llicència similar.

Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual CC BY-NC-SA.



Excepcions a aquesta llicència: les imatges, tenen la seva pròpia llicència i no se'n permet la seva distribució ni reproducció

Informe de Riscos Geològics

Nom ubicació i localització

Equip:

Contextualització i localització

Caracterització i antecedents a la zona

Situació tectònica

- Justificar els antecedents amb la situació tectònica.

Anàlisi de perills i riscos

- Justificar amb dades els riscos i perills.
Incloure imatges (google maps, etc...)

Escala de perill geològic (1 gens probable – 10 molt probable)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									

4.2. Risc Geològic

El risc geològic mesura l'impacte que tindria l'esdeveniment en cas de produir-se.

Identifiqueu el risc geològic que corre l'àrea 10 km al voltant de la vostra zona, ombrejant en vermell les cel·les en cada cas, i justificant en base a què considereu que aquest és el risc.

Risc per a les persones (en centenars de persones afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc per al medi ambient (en km2 d'espais naturals amb vegetació afectats)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc per a l'economia (en nombre d'infraestructures afectades)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Justifica: Com que...perquè, per tant, en conseqüència...</i>									
Risc Total (SUMA):									

Mesures

Justificar mesures i comparar millora de riscos

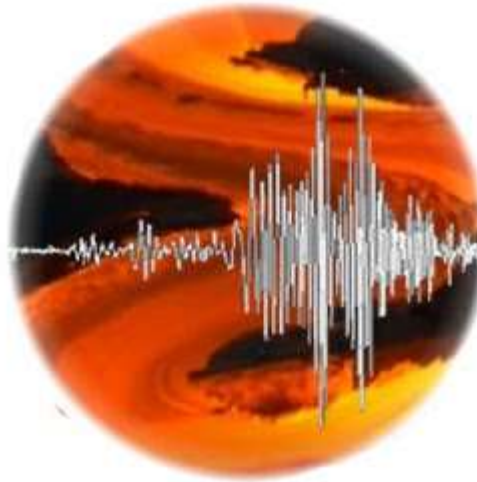
Conclusions

- Predir com continuarà evolucionant la zona d'acord amb la seva situació tectònica.
- Enumerar els motius pels que caldria / no caldria donar prioritat a aquest punt crític

Rúbrica

Criteris	0	1	2
Contextualització (es descriu bé el punt crític, l'entorn i antecedents)			
Situació tectònica (queda clar el tipus de límit que és i la relació amb els antecedents)			
Anàlisi de perills i riscos (es detallen i fonamenten amb dades de diferents tipus)			
Presa de mesures (es justifiquen les mesures adoptades)			
Conclusions (es justifica la predicció de l'evolució futura de la zona i s'argumenta de manera convincent sobre el posicionament en relació al punt crític).			

Risk Zone



Objectius

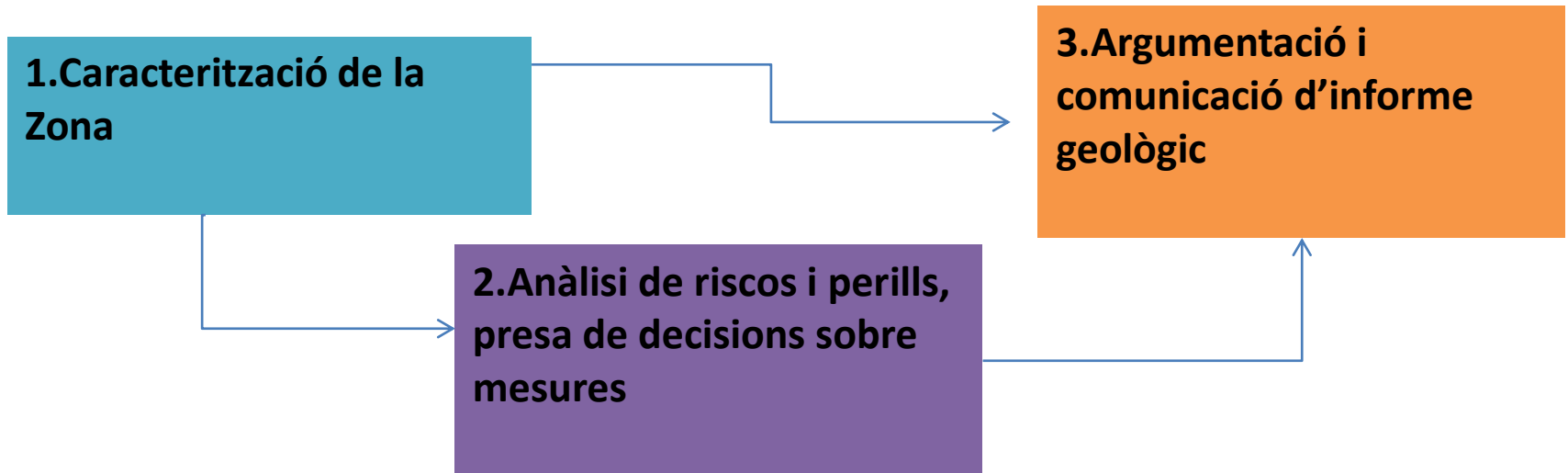
- Interpretar les causes de volcans i terratrèmols
- Identificar riscos a partir de la teoria de la tectònica de plaques
- Raonament Científic: Induir, Deduir, Comprendre i dissenyar experiments
- Comunicar científicament i argumentar en un informe geològic

Lèxic:

*#dorsal oceànica #tectònica de plaques #deriva continental #expansió oceànica
#límits convergents #límits transformants #límits divergents #volcans #cicle de les
roques #escorça oceànica #escorça continental #fossa de subducció #orogen
#falla #volcans #arcs d'illes*

Hi haurà 10 Spots (punts d'interès), cada equip n'analitzarà un.

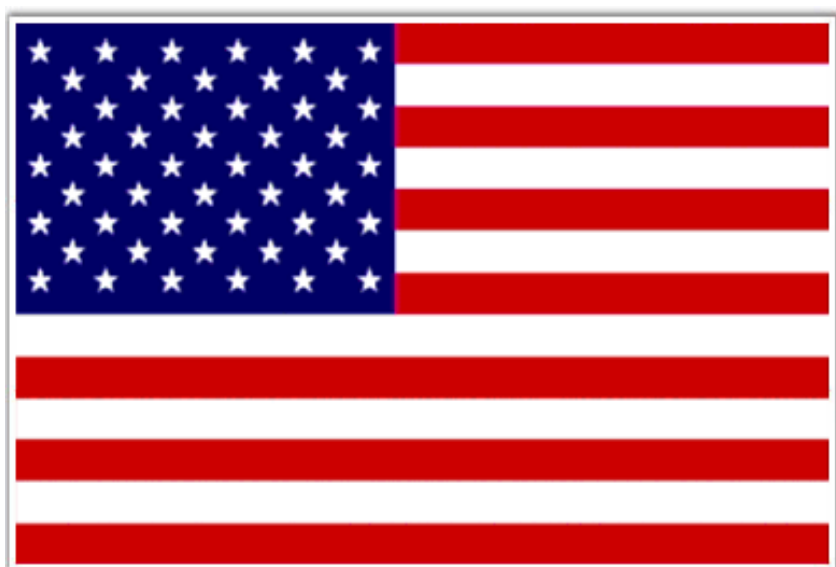
Etapes:



Equip 1: Turquia



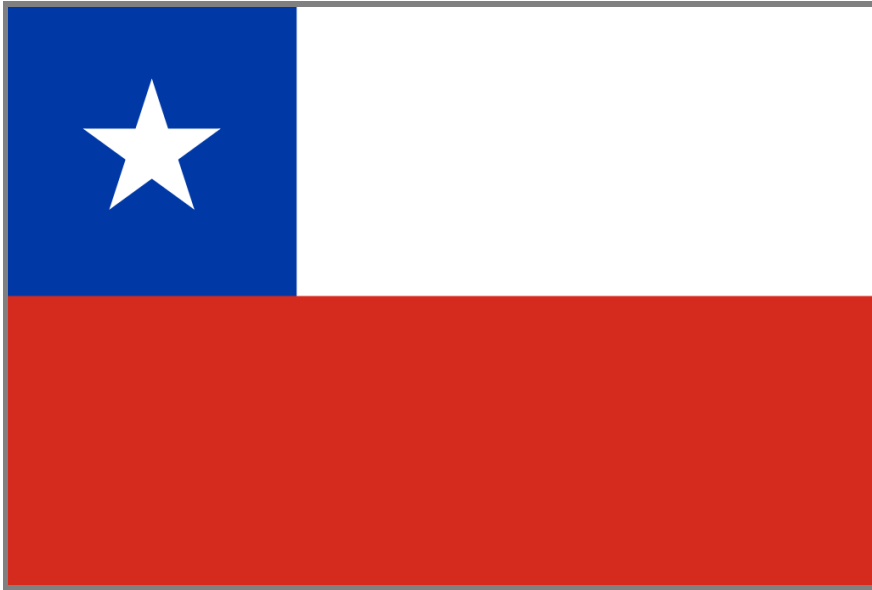
Equip 2: EEUU



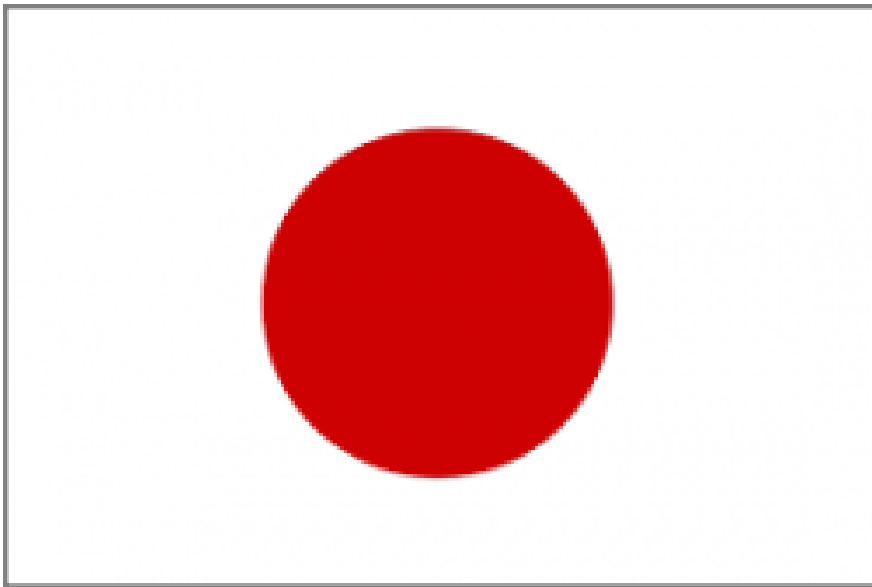
Equip 3: Islàndia



Equip 4: Xile



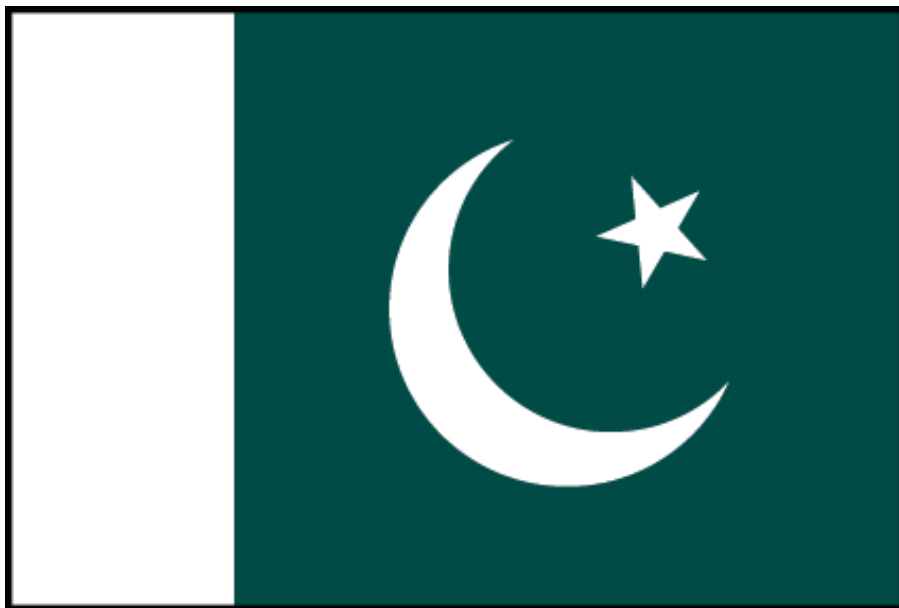
Equip 5: Japó



Equip 6: Indonèsia



Equip 7: Pakistan



Equip 8: Itàlia



Equip 9: Etiòpia



Equip 10: Iraq

