

# Una unidad para trabajar la percepción de riesgos ante los fenómenos geológicos internos en la programación de 1º de Bachillerato.

---

Trabajo de Fin de Máster. Septiembre 2017

Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Una unidad para trabajar la  
percepción de riesgos ante los  
fenómenos geológicos internos en la  
programación de 1º de Bachillerato.

---

**Autor: Javier García Pérez**

**Tutor: Miguel Ángel Negrín Medina**

**Septiembre 2017**

## Índice

Resumen .....	1
Abstract.....	1
<b>Introducción</b> .....	3
El Centro .....	7
Programación de la asignatura Biología y Geología. ....	9
<b>Planteamiento del problema</b> .....	13
<b>Metodología</b> .....	15
Unidad didáctica .....	15
<b>Resultados</b> .....	39
Kahoot! Tectónica de Placas:.....	39
Prueba objetiva tectónica: .....	41
Cuestionarios para la detección de ideas previas y errores conceptuales de los alumnos en la SAI: .....	42
Rutina de pensamiento “¿Percibes el riesgo?” .....	47
Cuestionario para el análisis de la percepción de los alumnos en la SAI: .....	48
<b>Conclusiones y propuestas de mejora</b> .....	53
<b>Agradecimientos</b> .....	58
<b>Bibliografía</b> .....	59
<b>Anexos</b> .....	61

## Resumen

La sociedad canaria habita en una región volcánica y sísmicamente activa, de tal manera que es imprescindible la comprensión de los riesgos causados por estos fenómenos geológicos internos. Es por ello que la educación es la herramienta más útil para lograr estos fines. En este trabajo de fin de máster se ha elaborado una unidad didáctica modelo sobre la percepción de los riesgos por fenómenos geológicos internos para 1º de Bachillerato del centro público I.E.S. Cabrera Pinto de San Cristóbal de La Laguna, usando las metodologías expositivas-interactivas, aprendizaje colaborativo y rutinas de pensamiento, para el desarrollo en el alumnado de ciertas capacidades necesarias, para una sociedad preparada para actuar correctamente ante estas situaciones.

**Palabras Clave:** Canarias, Educación, Fenómenos geológicos internos, IES Cabrera Pinto, Riesgo, Unidad didáctica.

## Abstract

The canarian society habits a volcanic and seismically active region, in such a way that it's essential to understand the risks caused by these internal geological phenomena. That's why education is the most useful tool to achieve these ends. In this paper, a model didactic unit has been elaborated on the perception of the risks by internal geological phenomena for 1º of Bachillerato of the public center I.E.S. Cabrera Pinto in San Cristóbal de La Laguna, using interactive-expositive, collaborative learning and thinking routines methodologies, for the development of the students' skills necessary for a society prepared to act correctly in these situations.

**Keywords:** Canarias, Didactic unit, Education, IES Cabrera Pinto, Internal geological phenomena, Risk.

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE No. 71 de 23-03-2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC No. 45 de 05-03-2010). Toda referencia a personas, colectivos, representantes, u otros, contenida en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a ambos sexos, y, por tanto, la posibilidad de referirse a mujeres y hombres.

## Introducción

El término percepción de riesgo tiene una larga tradición. El término denota el proceso de recoger, seleccionar e interpretar señales sobre los impactos inciertos de eventos, actividades o tecnologías. Estas señales pueden referirse a la experiencia directa (por ejemplo, presenciar una inundación o un volcán) o indirecta (por ejemplo, información de otros, leer acerca de un desastre natural en el periódico, etc.). Las percepciones pueden variar dependiendo del tipo de riesgo, el contexto del riesgo, la personalidad del individuo, y el contexto social. Varios factores como el conocimiento, la experiencia, los valores, las actitudes, y las emociones influyen en el pensamiento y el juicio de los individuos sobre la gravedad y la aceptabilidad de los riesgos. (Wachinger et al., 2013).

En una región determinada el riesgo tiene relación directa con la peligrosidad, evaluada temporalmente por la probabilidad de existencia de un suceso. Además, de la proporción de población que habita en zonas peligrosas y del valor de las instalaciones que pueden quedar afectadas por estos fenómenos naturales.

Desde el punto de vista de la geología podemos clasificar los riesgos en dos grupos, riesgos causados por fenómenos geológicos externos (dependen del clima y de las características litosféricas de la zona) y riesgos causados por fenómenos geológicos internos (originados por volcanes y terremotos).

A lo largo de la historia de Canarias se han registrado numerosos eventos naturales de alto riesgo que han dejado muchos daños personales y materiales en el archipiélago. Los fenómenos geológicos externos han provocado riadas tales como el Diluvio de San Dámaso que afectó a la localidad de Garachico en la isla de Tenerife el 11 de diciembre de 1645, donde se calcula que murieron más de cien personas, destruyendo hogares y embarcaciones (La Opinión, 2011). Otro caso es el Temporal de San Florencio (1826), el cual se ha verificado que puede calificarse como ciclón tropical. Según las crónicas se llevó la vida de 253 personas, cientos de animales y dejó pérdidas por valor de 350.000 libras esterlinas de la época (Museos de Tenerife, 2012). Además, en 1957 ocurrió La Tragedia del Llanito unas potentes riadas causadas por un temporal que afectó a la isla de La Palma que dejaría una treintena de muertos. Este suceso es la mayor tragedia ocurrida en la isla en el siglo XX (El Diario de Avisos, 2017).

Asimismo, se han producido tragedias recientes como la Riada del Barranco de las Angustias en 2001, donde cuatro turistas fallecieron durante su visita al Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, en la Isla de La Palma (El País, 2001) y la Riada de Tenerife en 2002, que ocasionó 8 muertos, 12 desaparecidos y decenas de heridos. Además de las pérdidas humanas, causó cuantiosos daños materiales, calculados en 90 millones de euros (El País, 2002). Otro caso reciente es la Tormenta tropical Delta que afectó a las Islas Canarias entre el 28 y el 29 de noviembre de 2005. El paso de la tormenta se cobró la muerte de un hombre en Fuerteventura y la de seis inmigrantes subsaharianos que naufragaron en su cayuco a 200 km al sur de Gran Canaria. También hubo varios heridos y destrozos de consideración. En Gran Canaria, el Dedo de Dios, hasta entonces uno de los símbolos de la isla y atracción turística, no pudo resistir a la fuerza de los elementos y se fracturó (El Mundo, 2005).

Por otro lado, en el archipiélago hay varios registros históricos de deslizamientos gravitacionales (fenómeno geológico interno). Hace 160.000 ó 170.000 años uno de los mayores tsunamis del mundo se produjo en Tenerife a consecuencia del volcán del Teide. La ola, que llegó a alcanzar una altura de 150 metros, se originó a raíz de una erupción volcánica en el edificio previo al Teide, que causó el deslizamiento de todo el flanco de la zona norte de la Isla afectando especialmente a la zona baja, en el extremo Noroeste. (La Opinión, 2013). Igualmente, hace 80.000 años el valle de El Golfo, en El Hierro, movió el doble de rocas y materiales de lo que se calculaba hasta ahora: 318 km<sup>3</sup>, casi el 6 % del volumen total de la isla. (EcoDiario, 2016).

También, existen varios estudios científicos que señalan que uno de los flancos del volcán Cumbre Vieja, de La Palma, ha comenzado a desplazarse hacia el océano, lo cual indica un posible deslizamiento gravitacional en esta zona de la isla. Su caída provocaría un desastre equiparable al impacto de un meteorito contra la superficie terrestre. (Canarias7, 2017).

Canarias posee una extensa historia relacionada con daños personales y materiales debidos a erupciones volcánicas. Cuatro personas murieron por el estallido del volcán de San Antonio, en la isla de La Palma, entre el 12 de noviembre de 1667 y el 21 de enero de 1678, que también causó importantes destrozos. Luego, a comienzos de 1705, los terremotos desencadenados por la expulsión del volcán de Sietefuentes (Tenerife) causaron la muerte de dieciséis personas e importantes daños. El volcán de

Arenas Negras de Tenerife en el año 1706, destruyó el puerto comercial de Garachico, hasta entonces el más importante de las islas Canarias. La erupción del Timanfaya, en Lanzarote, entre 1730 y 1736, causó grandes destrozos en viviendas, campos y ganado, aunque no se sabe con certeza si hubo víctimas mortales. En 1949 el volcán de Nambroque, Duraznero y Llano del Banco, en La Palma destruyó tierras de labor y los terremotos que le acompañaron destruyeron algunas viviendas. Por último, la erupción del Teneguía se produjo entre el 26 de octubre y el 18 de noviembre de 1971 y causó una víctima por inhalación de gases. Además, fue acompañada por movimientos sísmicos que provocaron alarma entre la población del municipio de Fuencaliente. (Gevic, 2002) (La Provincia, 2011).

En España, el mayor riesgo por fenómenos geológicos internos actual está presente en las Islas Canarias, donde existe actividad sísmica y volcánica.

En los eventos sísmicos y volcánicos, la peligrosidad se relaciona directamente con la energía liberada en la superficie, aunque en el caso de las erupciones volcánicas depende de las distintas modalidades de dispersión de los productos ígneos y características del magma. Después de cada seísmo o evento volcánico se puede medir con bastante precisión la magnitud e intensidad de cada fenómeno expresándola numéricamente mediante diversas escalas.

El interior de la Tierra es la segunda fuente de energía. El calor que queda de cuando se formó nuestro planeta y el calor que está siendo continuamente generado por la desintegración radiactiva impulsan los fenómenos geológicos internos que producen los volcanes y los terremotos (Tarbuck *et al.* 2005).

La actividad volcánica suele percibirse como un proceso que forma una estructura pintoresca en forma de cono que, como el monte Santa Elena, Vesubio o el propio Teide, podría hacer erupción de manera violenta. Cuanto más viscoso es un material, mayor es su resistencia a fluir. Algunas erupciones pueden ser muy explosivas, pero muchas no lo son. Un magma asociado con una erupción explosiva puede ser cinco veces más viscoso que el magma expulsado de una manera tranquila. Los principales factores que influyen son la composición del magma, su temperatura y la cantidad de gases disueltos que contiene. Estos factores afectan, en grados variables, a la movilidad, o viscosidad del magma.

Un terremoto es la vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía. Lo más frecuente es que los terremotos se produzcan por el deslizamiento de la corteza terrestre a lo largo de una falla. La energía liberada se trasmite en todas las direcciones desde su origen, el hipocentro, en forma de ondas que irradian a través de la Tierra. El temblor del terreno siembra la devastación en edificios y otras estructuras. Además, cuando se produce un terremoto en un área poblada, suelen romperse las tuberías del gas y las líneas de energía, lo que causa numerosos incendios.

Algunas instituciones resaltan la importancia de la inserción en el currículo educativo, de los contenidos relacionados con la percepción de riesgos por fenómenos geológicos internos. De esta manera se espera que se pueda asegurar que todo estudiante, independientemente de su nivel, tenga la oportunidad de vivir y compartir experiencias de aprendizaje que les permita una educación más efectiva en este campo.

Por lo tanto, existe la necesidad de educar, como un esfuerzo permanente para la información de nuevas percepciones y actitudes sobre este tema y de educar, no solo para responder a posibles desastres, sino para combatir sus causas, de manera especial, la vulnerabilidad existente, tanto en el centro educativo, como en la comunidad. Este tipo de educación debe ofrecer el máximo de vivencias posibles, para que los escolares puedan comprender las amenazas a las que se están expuestos y el grado de vulnerabilidad en que se encuentra con respecto al contexto físico y social. De tal forma que, puedan enfrentar con éxito cualquier situación de riesgo que se pueda producir. Es importante lograr que la educación contribuya y facilite el logro de una cultura de prevención, y que la población y las comunidades se preparen y actúen frente a este tipo de riesgos y sus posibles desastres. (Arauz, 2008).

De acuerdo con Coca *et al.*, 2003. Los principales aspectos psicológicos, vinculados con el medio ambiente que se relacionan con el desarrollo de la educación para la prevención de riesgos y con la gestión ambiental, en un proceso constructivo frente a la pedagogía de la prevención, son los siguientes:

<b>Elementos psicológicos/ objetivos carta de Belgrado</b>	<b>Características</b>
Sensibilizar	Busca que el individuo comprometa sus afectos <b>AFECTIVIDAD</b> con cada elemento que constituye y construye la vida, es el <b>AUTOCUIDADO</b>
Concienciar	La conciencia ambiental compromete el raciocinio (observa, interpreta, asimila, comprende, analiza y adquiere compromisos de ellos y ellas) frente al estado de cada uno de los elementos del medio ambiente. <b>CONCIENCIA SOBRE EL RIESGO Y (LOS DESASTRES)</b>
Conocimientos	Ayuda a las personas y grupos sociales a adquirir comprensión y análisis básico sobre el medio ambiente y la <b>PREVENCIÓN</b>
Cambio de actitudes	Una vez que él, ellas o ellos se han sensibilizado, han tomado conciencia, aceptan y toman un cambio en su forma de actuar frente al mundo que les rodea, <b>FRENTE AL RIESGO, FRENTE A LA PREVENCIÓN.</b>
Desarrollar aptitudes	Busca involucrar a ellas y ellos en el desarrollo de habilidades y fortalece las presentes en pro de la conservación de la vida y la del planeta <b>PREVENIR-PROYECTAR EL RIESGO.</b>
Participar	Solo se logra participar cuando ellos y ellas han cumplido los pasos anteriores y entonces su trabajo es de entrega... a la comunidad... no se participa si no existe la sensibilización, la conciencia y el cambio de actitud para ello.

Las actuales propuestas educativas apuntan hacia una interpretación incompleta sobre los riesgos y sus posibles desastres, que a su vez distorsiona el significado y alcance de la prevención. De esta forma, es conveniente desarrollar un nuevo enfoque educativo, que permita el análisis global de los riesgos por fenómenos geológicos internos. (Arauz, 2008).

Por ello, el objetivo de este trabajo es desarrollar una propuesta curricular que permita trabajar la educación en prevención de riesgos desde el currículo de Biología y Geología de 1º de Bachillerato.

## **El Centro**

La parte experimental de este Trabajo Final de Máster se ha realizado en el IES Canarias Cabrera Pinto, debido a que en el mismo el autor realizó sus prácticas de máster.

El IES Cabrera Pinto, es un Centro Público de Educación Secundaria en el que se imparten las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Los colegios adscritos a este centro son: C.E.I.P. Las Mercedes, C.E.I.P. Camino Largo, C.E.I.P. Las Carboneras, C.E.I.P. Sor Florentina y C.E.I.P. Agustín Cabrera Díaz. Se

encuentra ubicado en pleno casco histórico de San Cristóbal de la Laguna en la Isla de Tenerife.

El centro cuenta con un Proyecto CLIL (Contents and Language Integrated Learning) en la ESO, por el que se imparten diversas materias (Tecnología, Educación Física, Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, ATU y Cultura Clásica) en lengua inglesa en todos los niveles.

También posee el programa BACHIBAC. El alumnado que sigue este programa recibe, al menos, un tercio del horario lectivo en lengua francesa en el conjunto del Bachillerato

Existe además un especial interés por el aprendizaje de otras lenguas, por lo que se cuenta con una oferta idiomática de tres lenguas extranjeras: inglés, francés e italiano. El Bachillerato se imparte en la modalidad presencial en turno de mañana (Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales, Modalidad de Ciencias y Tecnología y Bachibac) y en la modalidad semipresencial en turno de noche (Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y Modalidad de Ciencias y Tecnología).

En cuanto al Equipo Docente, el centro cuenta con la labor profesional y diaria de 80 profesores que imparten clase tanto en Educación Secundaria como en Bachillerato que se distribuyen en los siguientes departamentos didácticos:

<b>DEPARTAMENTOS DIDÁCTICOS</b>	
BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	INGLÉS
DIBUJO	ITALIANO
ECONOMÍA	LATÍN
EDUCACIÓN FÍSICA	LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA
FILOSOFÍA	MATEMÁTICAS
FÍSICA Y QUÍMICA	MÚSICA
GRIEGO	ORIENTACIÓN
FRANCÉS	TECNOLOGÍA
GEOGRAFÍA E HISTORIA	

El centro está formado por un total de alumnos distribuidos de la siguiente manera:

ENSEÑANZA Y CURSOS		ALUMNOS
ESO	1º de Educación Secundaria Obligatoria (LOMCE)	123
	2º de Educación Secundaria Obligatoria (LOMCE)	127
	1º Curso del Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR)	12
	3º de Educación Secundaria Obligatoria (LOMCE)	147
	2º Curso del Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR)	17
	4º de Educación Secundaria Obligatoria (LOMCE)	146
BACHILLERATO	1º de BAC Modalidad de Ciencias y Tecnología (LOMCE)	144
	1º de BAC Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (LOMCE)	86
	2º de BAC Modalidad de Ciencias y Tecnología (LOMCE)	115
	2º de BAC Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (LOE)	59
	1º de BAC-SP Modalidad de Ciencias y Tecnología (LOMCE)	9
	1º de BAC-SP Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (LOMCE)	19
	2º de BAC-SP Modalidad de Ciencias y Tecnología (LOMCE)	24
	2º de BAC-SP Modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (LOMCE)	48
Fuente PíncelEka de octubre 2016		1.076

### Programación de la asignatura Biología y Geología

El Departamento de Biología y Geología del IES Cabrera Pinto, consta de seis profesores que se reparten los distintos grupos, de tal forma que, dos de ellos se encargan de impartir la docencia en 1º de Bachillerato.

Para la elaboración de la programación de la asignatura de Biología y Geología, este departamento tiene en cuenta la estructura de las Ciencias que integran esta asignatura, al alumnado y su entorno, y basándose en la publicación del Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato (BOE n.º 3, de 3 de enero de 2015), que fija la ordenación general y el currículo básico correspondiente a la ESO y Bachillerato, así como la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato (BOE n.º 25, de 29 de enero) y el correspondiente desarrollo según sus competencias en el BOC n.º 169 donde la Comunidad Autónoma establece la ordenación de la ESO y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC n.º 169, de 31 de agosto 2015). Por otro lado, hacen uso de los objetivos y fines de la ESO y Bachillerato publicadas en ese decreto,

programando así el currículo de las materias de este Departamento de Biología y Geología. (IES Cabrera Pinto, 2016).

Tras analizar esta programación en la etapa de 1º de Bachillerato se ha comprobado la existencia de contenidos, criterios de evaluación y estándares evaluables, según el caso, relacionados directa o indirectamente con los riesgos derivados de los fenómenos geológicos internos, los cuales se encuentran resaltados en negrita:

#### Bloque de aprendizaje VIII: Los Procesos Geológicos y Petrogenéticos

- **Criterio de evaluación 8:** Relacionar la Tectónica de placas con los procesos petrogenéticos y las deformaciones, analizando los riesgos derivados de los procesos internos, así como ordenar y clasificar los distintos tipos de rocas atendiendo a su proceso de formación, su composición y textura, reconociendo las aplicaciones de interés social o industrial de determinados minerales y rocas.

#### Contenidos:

- Uso de claves para la identificación de los minerales y las rocas más comunes.
- **Descripción de los procesos magmáticos intrusivos y efusivos.**
- Interpretación del magnetismo en la Tectónica de placas.
- **Relación entre los procesos, productos y formas del vulcanismo canario con los tipos de actividad eruptiva en el archipiélago. Valoración del riesgo volcánico.**
- Identificación e interpretación de los procesos sedimentarios.
- Identificación e interpretación de los conceptos de facie.
- Determinación de los factores fisicoquímicos que condicionan los tipos de metamorfismo.
- Estudio de los procesos metamórficos en los diferentes contextos tectónicos.
- Análisis de los tipos de deformación en las rocas.
- **Estudio del riesgo sísmico derivado de los procesos internos y su prevención.**

**Estándares Evaluables:**

**117.** Identifica las aplicaciones de interés social o industrial de determinados tipos de minerales y rocas.

**118.** Explica la relación entre el magmatismo y la tectónica de placas, conociendo las estructuras resultantes del emplazamiento de los magmas en profundidad y en superficie.

**119.** Discrimina los factores que determinan los diferentes tipos de magmas, clasificándolos atendiendo a su composición.

**120.** Diferencia los distintos tipos de rocas magmáticas, identificando con ayuda de claves las más frecuentes y relacionando su textura con su proceso de formación.

**121.** Relaciona los tipos de actividad volcánica, con las características del magma diferenciando los distintos productos emitidos en una erupción volcánica.

**122.** Analiza los riesgos geológicos derivados de los procesos internos. Vulcanismo y sismicidad.

**123.** Clasifica el metamorfismo en función de los diferentes factores que lo condicionan.

**124.** Ordena y clasifica las rocas metamórficas más frecuentes de la corteza terrestre, relacionando su textura con el tipo de metamorfismo experimentado.

**125.** Detalla y discrimina las diferentes fases del proceso de formación de una roca sedimentaria.

**126.** Describe las fases de la diagénesis.

**127.** Ordena y clasifica las rocas sedimentarias más frecuentes de la corteza terrestre según su origen.

**128.** Asocia los tipos de deformación tectónica con los esfuerzos a los que se someten las rocas y con las propiedades de éstas.

**129.** Relaciona los tipos de estructuras geológicas con la tectónica de placas.

**130.** Distingue los elementos de un pliegue, clasificándolos atendiendo a diferentes criterios.

**131.** Reconoce y clasifica los distintos tipos de falla, identificando los elementos que la constituyen.

## Planteamiento del problema

La Macaronesia está compuesta por cinco archipiélagos situados en la parte norte del Océano Atlántico que comparten, entre otras características, un origen volcánico, siendo las Islas Canarias uno de ellos. Vivir en un entorno volcánico y sísmicamente activo, como dichas islas, justificaría que la población que reside tenga la necesidad de ser educada sobre los diferentes riesgos y peligros asociados a los fenómenos geológicos internos, para conseguir que sus habitantes estén informados y que por lo tanto sean menos vulnerables a dichos eventos.

La finalidad de la educación es la formación del individuo para que se asuma las transformaciones que demanda la sociedad, capacitarlo en la organización social, productiva, política, etc. Además, se considera como uno de los espacios fundamentales que necesitan cambios continuos.

En Canarias el papel que ha desempeñado la geología en la educación se ha visto disminuido a lo largo de los últimos años por múltiples inconvenientes, lo que ha traído como consecuencia una serie de transformaciones en la población que se ven traducidas en desconocimiento. La disminución de estos contenidos en el currículum educativo, constituye un grave error epistemológico y pedagógico e, inevitablemente, promueve una enseñanza deformada y una visión distorsionada de la comprensión sistémica de los fenómenos geológicos. Es necesario recalcar la gravedad del problema que señalamos, donde la omisión de dichos saberes impide una adecuada Formación Ciudadana y, por ende, se propicia el analfabetismo geológico. Todo ello, tiene como consecuencia que los políticos tengan dificultad a la hora de reflexionar, sostener miradas críticas y argumentar adecuadamente acerca de las problemáticas ambientales referidas a los riesgos geológicos (Lacreu, 2014).

Por ello, sería conveniente que el sistema educativo canario con la finalidad de enfrenar dichas dificultades realice reformas educativas a todos los niveles con el fin de reforzar la “*Geología Comunitaria*”, dicho término intenta aportar a la comprensión de la interrelación entre el conocimiento del entorno geológico por parte de una comunidad y los actores político-sociales relacionados a ésta; y la expresión de estos conocimientos en una sociedad (Jara *et al.*, 2015). Por lo tanto, sería preciso que desde el sistema educativo, se completen en las diferentes etapas, aquellos contenidos que no solo expliquen el origen de Canarias y los procesos que ocurren, sino que también vayan

creando un conocimiento real y útil sobre las consecuencias de habitar en una zona volcánica y sísmicamente activa, los riesgos que supone este hecho y los mecanismos de vigilancia destinados a los fenómenos geológicos internos.

Logrando esta integración de los conocimientos en los distintos currículos de las etapas educativas, sería viable lograr una interiorización de los mismos para conseguir una sociedad informada, consciente y preparada.

En este Trabajo de Fin de Máster, se propone una unidad didáctica para trabajar la percepción de riesgos ante los fenómenos geológicos internos en una programación de la asignatura de Biología y Geología para la etapa de 1º de Bachillerato.

## Metodología

Con este trabajo se pretende conocer la percepción del riesgo provocado por la acción de fenómenos geológicos internos por parte del alumnado de 1º de Bachillerato en un centro educativo de San Cristóbal de La Laguna, en la isla de Tenerife y la realización de una situación de aprendizaje dentro de una Unidad Didáctica relacionada con dicho tema. Se aplicarán diferentes técnicas didácticas para su ejecución.

Este trabajo ha sido desarrollado dentro del periodo de prácticas del máster de formación de profesorado de la ULL en el centro público I.E.S Canarias Cabrera Pinto, situado en el casco histórico de San Cristóbal de La Laguna.

## Unidad didáctica

**La unidad didáctica, "*Estamos activos*"**

### 1. Identificación de la unidad didáctica

#### 1.1 Título:

*"Estamos activos"*

#### 1.2 Justificación:

Según el Decreto 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC n.º 136, de 15 de julio) que desarrolla en nuestra comunidad el nuevo currículo de la LOE en los términos que emanan de la LOMCE, los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje, contenidos y competencias que se encuentran directamente relacionados con el vulcanismo y terremotos forman parte del bloque de aprendizaje VII: *Estructura y Composición de la Tierra* y al bloque de aprendizaje VIII: *Los Procesos Geológicos y Petrogenéticos*, del primer curso de Bachillerato. Es por ello que este trabajo se centrará en que el alumnado conozca la aplicación de las nuevas tecnologías en la investigación geológica y establecer la estructura actual de la Tierra y los procesos que en ella tienen lugar, relacionando la Tectónica de placas con los procesos petrogenéticos y las deformaciones con el fin de analizar, los riesgos derivados de los procesos internos, en consonancia con lo establecido en los criterios de evaluación 7 y 8.

Esta unidad didáctica tiene como finalidad mostrar al alumnado la relevancia que ha tenido para la historia de la ciencia, las observaciones realizadas por científicos insignes y la investigación profunda de los estos datos y otros obtenidos en el laboratorio en los avances de la Geología, especialmente en el estudio de los fenómenos geológicos internos. Es fundamental que el alumnado tome conciencia de los peligros y la trascendencia de los riesgos que pueden derivar de la acción de los procesos internos y que, a su vez, relacionen cada descubrimiento, a lo largo de la historia de la geología, con la prevención y reducción estos riesgos.

Asimismo, se justifica la necesidad de mostrar a los alumnos y alumnas la potencialidad de la teoría de Tectónica de placas para dar explicación al origen de muchos eventos volcánicos y sísmicos. La unidad que aquí se presenta ha pretendido simplificar algunos conceptos bastante complejos para que el alumnado los asimile y entienda de una forma más significativa, intentando, además, la concientización colectiva del grupo al que va dirigida sobre el hecho de que vivimos en una región volcánica y sísmicamente activa y, por tanto, debemos comprender los riesgos y peligros que supone.

## **2. Datos técnicos**

La Unidad Didáctica ha sido diseñada para ponerse en práctica en el primer curso de Bachillerato (1ºBachillerato), la cual será impartida por el área de Biología y Geología del centro.

## **3. Fundamentación curricular**

Esta Unidad Didáctica se centra en todos los aspectos referentes al currículo de Primero de Bachillerato que se detallan en los siguientes apartados.

### **3.1 Objetivos**

- **Objetivo general:** lograr que los alumnos y alumnas comprendan e identifiquen que es un fenómeno geológico interno (volcanes y terremotos) y que relacionen estos eventos con la Tectónica de placas. Además, que entiendan y comprendan los riesgos que supone habitar una región volcánica y sísmicamente activa como es el archipiélago canario.

### - **Objetivos específicos:**

Los alumnos deben ser capaces de:

1. Conocer los precursores y autores de las teorías de la Tectónica de placas.
2. Comprender en que se basa la teoría de la Tectónica de placas.
3. Relacionar la Tectónica de Placas con los fenómenos geológicos internos.
4. Aprender cuáles son los fenómenos geológicos internos. Entender que es un volcán y un terremoto y porqué se producen.
5. Conocer y debatir las teorías sobre el origen de Canarias.
6. Asimilar los riesgos derivados de los procesos geológicos internos.
7. Comprender los riesgos que supone vivir en una región volcánicamente y sísmicamente activa como Canarias.
8. Conocer cuáles son las instituciones encargadas del estudio volcánico y sísmico de Canarias.

### **3.2 Competencias**

Teniendo en cuenta el criterio de evaluación utilizado para el diseño de esta Unidad Didáctica, se pondrán en práctica las siguientes competencias:

- **CL: Competencia lingüística.** Es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes. Precisa de la interacción de distintas destrezas, ya que se produce en múltiples modalidades de comunicación y en diferentes soportes. Desde la oralidad y la escritura hasta las formas más sofisticadas de comunicación audiovisual o mediada por la tecnología, el individuo participa de un complejo entramado de posibilidades comunicativas gracias a las cuales expande su competencia y su capacidad de interacción con otros individuos.
- **CMCT: Competencia matemática y competencia científica tecnológica.** Las competencias básicas en ciencia y tecnología son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos. Además, contribuyen al desarrollo

del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, el contraste de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social. Implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto.

- **CSC: Competencia social y cívica.** Conllevan la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales.

Por otro lado, la competencia cívica se basa en el conocimiento crítico de los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos humanos y civiles. Las destrezas de esta competencia están relacionadas con la habilidad para interactuar eficazmente en el ámbito político y para manifestar solidaridad e interés por resolver los problemas que afecten al entorno escolar y a la comunidad, ya sea local o más amplia. Conlleva la reflexión crítica y creativa; y la participación constructiva en las actividades de la comunidad o del ámbito mediato o inmediato, así como la toma de decisiones en los contextos local, nacional o europeo y, en particular, mediante el ejercicio del voto y de la actividad social y cívica.

- **AA: Competencia para aprender a aprender.** Es fundamental para el aprendizaje permanente que se produce a lo largo de la vida. Requiere conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje para ajustarlos a los tiempos y las demandas de las tareas y actividades que conducen al aprendizaje. La competencia de aprender a aprender desemboca en un aprendizaje cada vez más eficaz y autónomo.

### 3.3 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación utilizados para el diseño de las dos situaciones de aprendizaje que componen la unidad didáctica “*Estamos activos*” son los siguientes:

- **Criterio de evaluación 7:** Caracterizar los diferentes métodos de estudio de nuestro planeta reconociendo sus aportaciones y limitaciones así como la

aplicación de las nuevas tecnologías en la investigación geológica y establecer la estructura actual de la Tierra y los procesos que en ella tienen lugar a partir del análisis de los modelos geoquímicos y geodinámicos con la finalidad de precisar los aspectos fundamentales de la Tectónica de placas y reconocer la importancia que tuvo para su desarrollo la teoría de la deriva continental de Wegener.

- **Criterio de evaluación 8:** Relacionar la Tectónica de placas con los procesos petrogenéticos y las deformaciones, analizando los riesgos derivados de los procesos internos, así como ordenar y clasificar los distintos tipos de rocas atendiendo a su proceso de formación, su composición y textura, reconociendo las aplicaciones de interés social o industrial de determinados minerales y rocas.

### **3.4 Contenidos**

Los contenidos a desarrollar en esta Unidad Didáctica corresponden a algunos de los presentes en los criterios de evaluación 7 y 8 del primer curso de Bachillerato, que se detallan a continuación.

#### **Contenidos pertenecientes al criterio de evaluación 7:**

1. Interpretación de los datos proporcionados por los diferentes métodos de estudio de la Tierra y reconocimiento de los avances tecnológicos en la investigación de nuestro planeta.
2. Análisis y representación de las placas litosféricas y los fenómenos asociados en sus bordes.
3. Recopilación y exposición de los aspectos fundamentales de la deriva continental y la Tectónica de placas.

#### **Contenidos pertenecientes al criterio de evaluación 8:**

4. Descripción de los procesos magmáticos intrusivos y efusivos.
5. Interpretación del magnetismo en la Tectónica de placas.
6. Relación entre los procesos, productos y formas del vulcanismo canario con los tipos de actividad eruptiva en el archipiélago. Valoración del riesgo volcánico.

7. Estudio del riesgo sísmico derivado de los procesos internos y su prevención.

Además, se han impartido otros contenidos que se exponen a continuación:

- Islas Canarias según la tectónica de placas y origen de las mismas.

#### **4. Fundamentación metodológica / Concreción**

##### **4.1 Modelos de enseñanza**

Los modelos de enseñanza utilizados a lo largo de la unidad didáctica son los siguientes:

- **Expositivo-interactivo:** El profesorado suministra mucha información, organizada y explicada. Es adecuado cuando son temas amplios y complejos. En este caso, tiene la particularidad de que el alumno se mantiene en una continua participación, intercambiando ideas con el docente.
- **Inductivo básico:** Los alumnos analizan datos e informaciones y realizan interrelaciones, interconexiones y reflexiones para lograr ir más allá del manejo concreto de la información y así poder abstraer y extrapolar lo aprendido.
- **Formación de conceptos:** No existe mucha diferencia con el anterior, salvo que en este se da un paso más en el proceso de la inducción: una vez hechas las categorizaciones, se trata de que el alumnado infiera el concepto en el que está inserto un ejemplar y así poder construir una definición personal.

##### **4.2 Fundamentos metodológicos**

Las metodologías que vamos a desarrollar en esta unidad didáctica son:

- **Metodología expositiva - interactiva:** Para presentar la teoría en el inicio de cada situación de aprendizaje de la Unidad Didáctica, o bien cuando se necesite introducir al alumno hacia un nuevo tema, es decir cuando el docente necesite presentar nuevas ideas o hechos. Esta metodología permite comunicar a los alumnos aquello que resulta importante, relevante o necesario de ser conocido. Pero, además ofrece la oportunidad de intervenir y participar a los alumnos en la exposición realizada por el profesor. Siendo de ese modo, un método que no sólo

efectúa técnicas tradicionales como las clases expositivas del docente, sino que también involucra una mayor intervención por parte del alumnado. De esta forma se aumentan el interés por el trabajo por parte de los alumnos, permite una mejor comprensión de los temas a tratar, capacitan al profesor para adaptar sus explicaciones a las necesidades e intereses de los alumnos, estimulan actitudes favorables en los alumnos, promueven a la reflexión e intervención de los alumnos y sirve como referencia para las exposiciones orales hechas por los alumnos.

- **Resolución de ejercicios y problemas:** Se plantean una serie de situaciones donde el alumno debe desarrollar e interpretar una serie de ejercicios y problemas.
- **Debate:** Se utilizará esta metodología con el fin de incentivar la reflexión crítica de los alumnos, en los últimos 10 minutos de las clases teóricas se realizaran debates sobre los contenidos impartidos durante la sesión.
- **Aprendizaje colaborativo:** queda definido como el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás. De esta forma este método es un tipo de aprendizaje donde el alumnado busca no solo su éxito individual, sino para todos los miembros del grupo (Del Pozo, 2009).

El aprendizaje colaborativo se basa en los siguientes elementos esenciales:

- Interdependencia Positiva: Los esfuerzos realizados por cada alumno trascienden en el grupo (compromiso con el éxito propio y con el de los integrantes del conjunto).
- Interacción cara a cara: La interacción dentro del grupo es fundamental, ya sea apoyando a un compañero, participando en una idea, compartiendo materiales y recursos o debatiendo un problema. Esta interacción debe estar fomentada por una disposición idónea, todos los componentes del grupo puedan ver y ser vistos.

- Habilidades interpersonales y de pequeño grupo: El hecho de trabajar en equipo debe reforzar habilidades como el liderazgo, la creación de un clima de confianza, la comunicación, la resolución de conflictos y el respeto hacia los demás.
- Responsabilidad individual: Todos los miembros del colectivo deben asumir su responsabilidad de alcanzar los objetivos. Cada miembro es responsable de cumplir con la parte del trabajo asignado dentro de su grupo.

Existen tres tipos de grupos de aprendizaje dentro del aprendizaje colaborativo (Del Pozo, 2009):

- Grupos informales de aprendizaje: se forman para solo unos minutos o como máximo una sesión de clase.
- Grupos formales de aprendizaje y grupos base cooperativos: son grupos a largo plazo con miembros estables a lo largo de un trimestre, un curso o una etapa escolar.

Para la realización de las actividades de la situación de aprendizaje II “*Conozcamos nuestros riegos*” se va a optar por la formación de grupos formales de aprendizaje. El objetivo de trabajar con grupos formales de aprendizaje durante esta situación de aprendizaje es que el alumnado trabaje en grupos durante varias sesiones para lograr objetivos de aprendizaje compartidos y completen juntos unas tareas o actividades específicas.

Para concluir, el aprendizaje colaborativo no es un conjunto de pasos para trabajar de manera ordenada en un grupo, sino que se trata “filosofía de vida”. Con esta técnica se pretende que el alumnado se aproxime de una manera práctica a lo que supone trabajar en equipo en la vida real y de esta manera, desarrolle habilidades y competencias cooperativas.

- **Rutina de pensamiento:** una rutina de pensamiento es un modelo o patrón sencillo de pensamiento que se puede usar repetidas veces y se puede integrar fácilmente en el aprendizaje y ayudan al alumnado a desarrollar su habilidad para pensar. (Hernández, 2016).

Se caracteriza por ser una metodología sencilla que se realiza en pocos pasos, fácil de enseñar, aprender y recordar. Además, se puede utilizar repetidamente, tanto en grupo como individualmente. También, tiene la ventaja de que se puede usar en una gran variedad de contextos. Las rutinas de pensamiento fomentan en el alumnado la reflexión, ya que se trabaja la conciencia y sensibilidad en su forma de pensar, llegando a desarrollar un patrón de conducta de pensamiento y de interacción. Desarrollan en el alumnado la automatización de la reflexión y ayuda reforzando la consideración de diferentes puntos de vista.

En esta unidad didáctica se trabaja con la rutina de pensamiento Veo-Pienso-Me pregunto. Este tipo de rutina, hace que el alumnado sea minucioso en las observaciones e interpretaciones. Con la ayuda de una plantilla que contiene tres columnas, una correspondiente a *Veo*, ¿Qué es lo que observas?; otra a *Pienso*, ¿Qué es lo que piensas que significa? y una última a *Me Pregunto* ¿Qué te preguntas? el alumnado realiza la rutina de pensamiento trabajando sobre una imagen determinada, que es de donde parte la rutina.

A partir de todas estas técnicas didácticas expuestas anteriormente, se va a vertebrar la propuesta de la unidad didáctica en la que también se incluye dos cuestionarios para averiguar las ideas previas de nuestros alumnos, “¿Qué sabes sobre la tectónica de placas y el origen de Canarias?” y “¿Qué sabes sobre los riesgos geológicos internos y su percepción?”.

#### **4.2.1 Medidas de atención a la diversidad (NEAE)**

Antes de comenzar la unidad didáctica contaremos, con antelación, de la información sobre el alumnado con el que trabajaremos. En nuestro caso, ninguno de ellos necesitaba medidas de atención especiales. Aun así, si queremos que la enseñanza del alumnado sea significativa, hay que adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje a las características que encontremos en cada clase. Por ello, se adaptará la metodología y el nivel de exigencia, incluyendo actividades de ampliación para aquellos alumnos o clase cuyo ritmo sea superior al de la media y de refuerzo para los que requieran un ritmo más pausado, en caso de que sea necesario.

### 4.3 Secuencia de actividades

Esta Unidad Didáctica se compone de dos Situaciones de Aprendizaje en la que se desarrollan un total de siete actividades relacionadas con el ámbito de la Tectónica de placas y los Riesgos derivados de fenómenos geológicos internos, relacionado todo ello con Canarias.

#### 4.3.1 Situación de aprendizaje I

A. **Título**

*“Tectónica de placas”*

B. **Descripción:**

En esta primera Situación de Aprendizaje se llevará a cabo la explicación de la teoría de la unidad relacionada con la Tectónica de placas. Para ello se utilizarán presentaciones PowerPoint, con todos los contenidos, animaciones, esquemas y vídeos para una mejor asimilación de los conceptos. Los alumnos contarán con un libro de texto para seguir las clases. En esta situación de aprendizaje se utilizará las metodologías, expositiva-interactiva y debate. Además, en cada una de las sesiones teóricas se mandará a los alumnos unos ejercicios para trabajar en casa que serán recogidos por el profesor para su posterior evaluación. Asimismo, se llevarán a cabo las siguientes actividades propuestas.

#### **Actividad 1, "Kahoot! Tectónica de placas"**

Descripción: Para esta actividad se realizará un cuestionario con la aplicación Kahoot! Este tendrá como objetivo el repaso de los conceptos dados durante las sesiones anteriores. Consiste en veinte preguntas con cuatro opciones de las cuales solo una es correcta. La puntuación de cada una de ellas depende de si es correcta o no y del tiempo que tarda el alumno en contestar. Los tres primeros, recibirán un premio, además de una puntuación extra para la evaluación de la unidad didáctica. Además, para poder hacer esta actividad, es necesario que los alumnos utilicen un ordenador o sus teléfonos móviles. En nuestro caso, debido a que las aulas carecen de wifi, se realizó la actividad en una de las aulas de informática.

Duración: 25 minutos.

Organización del alumnado: gran grupo.

### **Actividad 2, “Documental Deriva Continental”**

Descripción: El objetivo de esta actividad es que los alumnos vean este documental para poder afianzar los conocimientos adquiridos durante la unidad didáctica.

Duración: 30 minutos.

Organización del alumnado: gran grupo.

### **Actividad 3, "Prueba objetiva, Tectónica"**

Descripción: Con esta actividad el alumno tendrá que responder a una serie de preguntas sobre los contenidos impartidos durante esta primera situación de aprendizaje, para luego ser evaluado por el profesor. Esta prueba estaba compuesta por ocho preguntas de diferente dificultad y tipología (desarrollo, respuesta corta y de completar esquemas y tablas) y por ello, de diferente puntuación (una pregunta de dos puntos, dos preguntas de un punto y medio y cinco preguntas de un punto).

Duración: 55 minutos.

Organización del alumnado: individual.

### **C. Productos / Instrumentos de evaluación:**

A partir de las actividades que forman parte de esta Situación de Aprendizaje, se obtendrán los siguientes productos que serán claros instrumentos de evaluación:

- Actividades del libro de texto.
- Kahoot!
- Prueba objetiva.

### **D. Sesiones**

La situación de aprendizaje “*Tectónica de placas*” consta de un total de seis sesiones de 55 min repartidas de la siguiente manera. Una primera sesión donde averiguaremos las ideas previas de nuestros alumnos mediante un cuestionario sencillo para luego adaptar el nivel de esta primera situación de aprendizaje a nuestro grupo. Dos sesiones para trabajar exclusivamente los conceptos teóricos de la unidad. Dos

sesiones para las actividades “Kahoot! Tectónica de placas” y “Documental Deriva Continental Documental”. Por último, se hará la sesión “Prueba objetiva, Tectónica”.

E. **Recursos**

Para la correcta realización de esta situación de aprendizaje necesitaremos los siguientes materiales: ordenador, proyector, pizarra, rotuladores y libro de texto. Para la prueba objetiva serán necesarios folios y grapadora.

F. **Espacios**

La situación de aprendizaje I se realizará en el aula de cada clase para impartir la asignatura de Biología y Geología y en el aula de informática del centro.

#### ***4.3.2 Situación de aprendizaje II***

A. **Título**

***“Conozcamos nuestros riesgos”***

B. **Descripción**

En esta segunda Situación de Aprendizaje se llevará a cabo la explicación de la teoría de la unidad relacionada con los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos. Para ello se utilizarán presentaciones PowerPoint, con todos los contenidos, animaciones, esquemas y vídeos para una mejor asimilación de los conceptos. En esta situación de aprendizaje se utilizará la metodología expositiva-interactiva, debate, aprendizaje colaborativo y rutinas de pensamiento. Además, igual que en la situación de aprendizaje anterior, se mandará a los alumnos en cada una de las sesiones teóricas unos ejercicios para trabajar en casa, que serán recogidos por el profesor para su posterior corrección y evaluación. Asimismo, se llevarán a cabo las siguientes actividades propuestas.

#### ***Actividad 4, “Kahoot! Riesgos por fenómenos geológicos internos”***

***Descripción:*** Para esta actividad se realizará un cuestionario con la aplicación Kahoot! Este tendrá como objetivo el repaso de los conceptos dados durante las sesiones teóricas. Consiste en quince preguntas con cuatro opciones de las cuales solo una es correcta. La puntuación de cada una de ellas depende de si es correcta o no y del tiempo

que tarda el alumno en contestar. Al igual que en la situación de aprendizaje anterior, los tres primeros, recibirán un premio, además de una puntuación extra para la evaluación de la unidad didáctica. Además, para poder hacer esta actividad, es necesario que los alumnos utilicen un ordenador o sus teléfonos móviles. En nuestro caso, debido a que las aulas carecen de wifi, se realizó la actividad en una de las aulas de informática.

Duración: 25 minutos.

Organización del alumnado: gran grupo.

### **Actividad 5, “Rutina de pensamiento ¿Percibes el riesgo?”**

Descripción: Se realizará un ejercicio con la metodología didáctica, aprendizaje colaborativo y rutinas de pensamiento. Para ello, los alumnos se dividirán en una serie de grupos formales de aprendizaje de 4-5 integrantes, en esta actividad tendrán que asignar dentro de cada conjunto, un portavoz, un secretario, un moderador y un controlador de tiempo de trabajo. Luego, se expondrán cinco imágenes y los miembros del colectivo deberán reflexionar y acordar que contestar en cada una de las preguntas que tendrán que rellenar en la ficha de trabajo *¿Qué veo, qué pienso y qué me pregunto?* Tendrán un tiempo de 4´y 30´´ para contestar a cada ilustración. Al final, cada portavoz expondrá las respuestas de su grupo según la fotografía que le pida el profesor.

Duración: 45 minutos.

Organización del alumnado: grupos formales de aprendizaje de 4-5 integrantes.

### **Actividad 6, “Proyecto de investigación, Historia canaria”**

Descripción: En esta actividad se plantea la elaboración de un proyecto de investigación histórico en el que los alumnos tendrán que investigar acerca de los efectos producidos por eventos volcánicos y sísmicos durante la historia de Canarias. Los puntos que debe abarcar el proyecto y la bibliografía recomendada serán dados por el profesor a través de una WebQuest, mediante la herramienta “Webcreator2”. Los alumnos tendrán que realizar una selección y un análisis de la información obtenida en su trabajo, con el propósito de realizar una exposición final de 10 minutos al resto de la clase. Al final de cada exposición se llevará a cabo una coevaluación, donde tanto el profesor como los alumnos evaluarán a sus compañeros.

Duración: dos sesiones de 55 minutos.

Organización del alumnado: grupos formales de aprendizaje de 4-5 integrantes.

### **Actividad 7, “Prueba objetiva, Riesgos”**

Descripción: Con esta actividad el alumno tendrá que responder a una serie de preguntas sobre los contenidos impartidos durante esta primera situación de aprendizaje, para luego ser evaluado por el profesor. Esta prueba estaba compuesta por ocho preguntas de diferente dificultad y tipología (desarrollo, respuesta corta y de completar esquemas y tablas) y por ello, de diferente puntuación (una pregunta de dos puntos, dos preguntas de un punto y medio y cinco preguntas de un punto).

Duración: 55 minutos.

Organización del alumnado: individual.

### **C. Productos / Instrumentos de evaluación:**

A partir de las actividades que forman parte de esta Situación de Aprendizaje, se obtendrán los siguientes productos que serán claros instrumentos de evaluación:

- Actividades durante las sesiones teóricas.
- Kahoot!
- Plantilla de rutina de pensamiento.
- Proyecto de investigación de historia canaria y exposición.
- Prueba objetiva.

### **D. Sesiones**

La situación de aprendizaje “*Conozcamos nuestros riesgos*” consta de un total de siete sesiones de 55 min repartidas de la siguiente manera. Una primera, donde averiguaremos las ideas previas de nuestros alumnos mediante un cuestionario sencillo para luego adaptar el nivel de la situación de aprendizaje a nuestro grupo. Dos sesiones para trabajar exclusivamente los conceptos teóricos de esta situación de aprendizaje y la realización del “*Kahoot! Riesgos por fenómenos geológicos internos*”. Tres sesiones, una para la actividad “*Rutina de pensamiento ¿Percibes el riesgo?*” y dos para la actividad “*Proyecto de investigación, Historia canaria*”. Por último, se hará una última sesión “*Prueba objetiva, Riesgos*”.

## G. **Recursos**

Para la correcta realización de esta situación de aprendizaje necesitaremos los siguientes materiales: ordenador, proyector, pizarra y rotuladores. Para la prueba objetiva serán necesarios folios y grapadora.

## H. **Espacios**

La situación de aprendizaje II se realizará en el aula de cada clase para impartir la asignatura de Biología y Geología y en el aula de informática del centro.

## **5. Evaluación**

En esta Unidad Didáctica se evaluarán los productos a través de rúbricas que trabajan con los Criterios de Evaluación.

\*En el caso de los Kahoot!, como se trata de un test sobre cada situación de aprendizaje podemos ver que alumnos/as están trabajando y llevan al día la asignatura, y por tanto, se trata de una forma de hacer un seguimiento a la clase. Por ello, los alumnos y alumnas que queden en los tres primeros puestos serán recompensado su esfuerzo contando con una puntuación extra en la evaluación, siempre y cuando tengan como mínimo un notable de puntuación en esta actividad.

La puntuación extra propuesta sería la siguiente:

1º clasificado: 1 punto.

2º clasificado: 0,75 puntos.

3º clasificado: 0,5 puntos.

Criterio de evaluación	INS (1-4)	SUF (5-6)	NOT (7-8)	SOBR (9-10)	Competencias		
					CL	CMCT	AA
<p><b>7. Caracterizar los diferentes métodos de estudio de nuestro planeta reconociendo sus aportaciones y limitaciones así como la aplicación de las nuevas tecnologías en la investigación geológica y establecer la estructura actual de la Tierra y los procesos que en ella tienen lugar a partir del análisis de los modelos geoquímicos y geodinámicos con la finalidad de precisar los aspectos fundamentales de la Tectónica de placas y reconocer la importancia que tuvo para su desarrollo la teoría de la deriva continental de Wegener.</b></p> <p><i>Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado interpreta los datos obtenidos por diferentes métodos de estudio de la Tierra, clasificándolos en base a los procedimientos empleados (gravimétrico, magnético, sismológico, térmico y análisis</i></p>	<p>Localiza con imprecisiones importantes, en un mapamundi, las principales placas litosféricas y analiza de forma somera y con poco rigor sus características, bordes, movimientos y estructuras (fosas, dorsales, fallas transformantes, zonas de intraplaca, etc.), utilizando mapas, gráficos y medios audiovisuales e informáticos para interpretar de forma confusa y con errores relevantes los fenómenos geológicos como volcanes y terremotos, así como las fuerzas que los ocasionan (corrientes de convección, movimiento de los continentes, rejuvenecimiento de los relieves, registros</p>	<p>Localiza sin imprecisiones destacables, en un mapamundi, las principales placas litosféricas y analiza superficialmente y con sistematicidad mejorable sus características, bordes, movimientos y estructuras (fosas, dorsales, fallas transformantes, zonas de intraplaca, etc.), utilizando mapas, gráficos y medios audiovisuales e informáticos para interpretar sin errores relevantes fenómenos geológicos como volcanes y terremotos, así como las fuerzas que los ocasionan (corrientes de convección, movimiento de los continentes, rejuvenecimiento de los relieves, registros fósiles, etc.). Analiza siguiendo pautas concretas información básica sobre la teoría de la tectónica global para relacionarla</p>	<p>Localiza con precisión, en un mapamundi, las principales placas litosféricas y analiza con detalle y sistematicidad sus características, bordes, movimientos y estructuras (fosas, dorsales, fallas transformantes, zonas de intraplaca, etc.), utilizando mapas, gráficos y medios audiovisuales e informáticos para interpretar correctamente fenómenos geológicos como volcanes y terremotos, así como las fuerzas que los ocasionan (corrientes de convección, movimiento de los continentes, rejuvenecimiento de los relieves, registros fósiles, etc.). Analiza siguiendo pautas generales información fundamental sobre la teoría de la tectónica global para relacionarla con la formación de rocas u otros</p>	<p>Localiza con fluidez y precisión destacable, en un mapamundi, las principales placas litosféricas y analiza en profundidad y con rigor sus características, bordes, movimientos y estructuras (fosas, dorsales, fallas transformantes, zonas de intraplaca, etc.), utilizando mapas, gráficos y medios audiovisuales e informáticos para interpretar con soltura y corrección fenómenos geológicos como volcanes y terremotos, así como las fuerzas que los ocasionan (corrientes de convección, movimiento de los continentes, rejuvenecimiento de los relieves, registros fósiles, etc.). Analiza de manera autónoma información relevante sobre la teoría de la tectónica global para relacionarla con la formación de rocas u otros</p>	CL	CMCT	AA

<p><i>directo de muestras en sondeos y minas) y establece las limitaciones y aplicaciones de cada uno de ellos, reconociendo la importancia que tienen los avances tecnológicos en el desarrollo de la investigación geológica. Asimismo se pretende constatar si el alumnado representa la estructura del interior terrestre mediante modelos físicos o digitales, diferenciando entre la distribución en capas composicionales y mecánicas, así como las discontinuidades que permiten diferenciarlas y las zonas de transición entre ellas, y sitúa las principales placas litosféricas, apoyándose en el uso de mapas, gráficos, simulaciones audiovisuales, etc., caracterizando sus bordes (fosas, dorsales y fallas transformantes) y señalando los procesos que ocurren en ellos (sismicidad vulcanismo, orogenia, formación de rocas...). Finalmente se pretende comprobar que el alumnado expone los aspectos relevantes de la Tectónica de placas y resalta la importancia que ha tenido para su desarrollo la teoría de la deriva</i></p>	<p>fósiles, etc.). Analiza con dificultad, aun teniendo ayuda constante con pautas detalladas, información de carácter elemental sobre la teoría de la tectónica global para relacionarla con la formación de rocas u otros fenómenos geológicos que tienen lugar en el planeta y expone de forma confusa y con incoherencias notables las conclusiones a través de un informe, presentación, etc. Busca y selecciona información elemental con imprecisiones importantes, a pesar de contar con instrucciones detalladas, sobre la evolución de las investigaciones relacionadas con el origen de las islas Canarias para contrastarlas con los modelos actuales (punto</p>	<p>con la formación de rocas u otros fenómenos geológicos que tienen lugar en el planeta y expone esquemáticamente las conclusiones más generales a través de un informe, presentación, etc., reconociendo que existen fenómenos que esta teoría no es capaz de explicar. Busca y selecciona información básica, siguiendo pautas específicas, sobre la evolución de las investigaciones relacionadas con el origen de las islas Canarias para contrastarlas con los modelos actuales (punto caliente, fractura propagante, bloques levantados, sintético, etc.) y relacionarlas de forma ambigua con la tectónica global.</p>	<p>fenómenos geológicos que tienen lugar en el planeta y expone de manera sintética las conclusiones fundamentales a través de un informe, presentación, etc., reconociendo que existen fenómenos que esta teoría no es capaz de explicar. Busca y selecciona información fundamental, siguiendo pautas generales, sobre la evolución de las investigaciones relacionadas con el origen de las islas Canarias para contrastarlas con los modelos actuales (punto caliente, fractura propagante, bloques levantados, sintético, etc.) y relacionarlas, mediante argumentos coherentes, con la tectónica global.</p>	<p>fenómenos geológicos que tienen lugar en el planeta y expone de manera pormenorizada las conclusiones a través de un informe, presentación, etc., reconociendo que existen fenómenos que esta teoría no es capaz de explicar. Busca y selecciona información relevante, de manera autónoma sobre la evolución de las investigaciones relacionadas con el origen de las islas Canarias para contrastarlas con los modelos actuales (punto caliente, fractura propagante, bloques levantados, sintético, etc.) y relacionarlas, mediante argumentos coherentes y fundamentados, con la tectónica global.</p>			
---	--	--	--	---	--	--	--

<i>continental.</i>	caliente, fractura propagante, bloques levantados, sintético, etc.) y relacionarlas, sin razonamientos coherentes, con la tectónica global.						
<b>Criterio de evaluación</b>	<b>INS (1-4)</b>	<b>SUF (5-6)</b>	<b>NOT (7-8)</b>	<b>SOBR (9-10)</b>	<b>Competencias</b>		
<p><b>8. Relacionar la Tectónica de placas con los procesos petrogenéticos y las deformaciones, analizando los riesgos derivados de los procesos internos, así como ordenar y clasificar los distintos tipos de rocas atendiendo a su proceso de formación, su composición y textura, reconociendo las aplicaciones de interés social o industrial de determinados minerales y rocas.</b></p> <p><i>Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado reconoce las características que distinguen las rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas. Así se valorará</i></p>	Cataloga de modo incorrecto las deformaciones de las rocas y predice de forma poco razonada las regiones de la Tierra vulnerables a los riesgos de origen interno presentando sin creatividad y de manera incompleta sus conclusiones en producciones erróneas.	Cataloga con ayuda de pautas las deformaciones de las rocas y predice, con razonamiento simple, las regiones de la Tierra vulnerables a los riesgos de origen interno presentando, esforzándose en ser creativas y poco detalladas sus conclusiones en producciones con errores comunes.	Cataloga convenientemente las deformaciones de las rocas y predice de forma bastante razonada las regiones de la Tierra vulnerables a los riesgos de origen interno presentando con aportaciones creativas y bastante precisión sus conclusiones en producciones con acabado adecuado.	Cataloga con precisión las deformaciones de las rocas y predice de forma muy razonada las regiones de la Tierra vulnerables a los riesgos de origen interno presentando de forma creativa y rigurosa sus conclusiones en producciones con acabado destacable.	CL	CMCT	AA

<p>que describe los distintos factores que determinan la formación de un magma (composición química, presión y temperatura), los sitúa en las zonas de la corteza y el manto donde se producen y los relaciona tanto con las estructuras resultantes de su emplazamiento como con las rocas más frecuentes que se generan en su proceso de formación. De igual forma se observará si detalla las fases de la transformación de los sedimentos en roca sedimentaria, si explica los procesos metamórficos a partir del análisis de los factores que los condicionan (presión litosférica, esfuerzos dirigidos, presencia de fluidos y aumento de temperatura) y si identifica los diferentes esfuerzos a los que pueden someterse las rocas y los asocia con la formación de pliegues y fallas. También se evaluará que el alumnado distingue y clasifica los minerales y los tipos de rocas más frecuentes (especialmente las más abundantes en Canarias) a partir de sus características texturales más relevantes mediante el uso de</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--

<p><i>claves y guías tanto en muestras como en imágenes o afloramientos y si reconoce las aplicaciones ornamentales, industriales y socioeconómicas de cada grupo. Asimismo se quiere constatar si es capaz de analizar los posibles riesgos geológicos que se derivan de los procesos internos: sismicidad y vulcanismo, analizando su incidencia en las islas, y predecir cuáles son las regiones del planeta más vulnerables según su ubicación tectónica, presentando sus conclusiones mediante diversas formas de expresión (informes, exposiciones, comunicaciones, artículos, campañas...) y en diferentes soportes.</i></p>							
---	--	--	--	--	--	--	--

Para la calificación de cada criterio de evaluación se tendrán en cuenta las notas de todos los instrumentos de evaluación vinculados a ese criterio:

a) De la materia: tratamiento general de las calificaciones de los criterios de evaluación del trimestre tomando en consideración los descriptores de la rúbrica general.

b) De las competencias: tratamiento general de las calificaciones de los criterios de evaluación del trimestre tomando en consideración las competencias vinculadas en los descriptores de la rúbrica general.

<b>Criterio de evaluación 7</b>					
<b>Instrumento 1</b>	<b>Instrumento 2</b>		<b>Instrumento 3</b>	<b>Calificación</b>	
Actividades diarias	Kahoot! Tectónica y Documental		Prueba objetiva, Tectónica	0,5+0,5+3	
<b>Criterio de evaluación 8</b>					
<b>Instrumento 4</b>	<b>Instrumento 5</b>	<b>Instrumento 6</b>	<b>Instrumento 7</b>	<b>Instrumento 8</b>	<b>Calificación</b>
Actividades diarias	Kahoot! Riesgos	Plantilla de rutina de pensamiento	Proyecto de investigación, Historia canaria y exposición	Prueba objetiva, Riesgos	0,5+0,5+1+2+2

<b>Panorámica de la materia</b>			
Materia, Biología y Geología. UD: <i>Estamos activos</i>	SA I: <i>“Tectónica de placas”</i>	SA II: <i>“Conozcamos nuestros riesgos”</i>	<b>FINAL</b>
CE7	X		4
CE8		X	6
<b>Nota de materia final</b>			10
<b>Competencias</b>	CE 7	CE 8	<b>FINAL</b>
CL	X	X	10
CMCT	X	X	10
AA	X		10
CSC		X	10

## 6. Materiales e instrumentos utilizados para el desarrollo de la Unidad didáctica.

- Presentaciones PowerPoint:

Están incluidas en el Anexo 4.

- Actividades del libro de texto

Se incluyen algunos ejemplos realizados durante la unidad didáctica:

- Ejemplos de actividad de SA, *Tectónica de placas*.
  1. *Las dorsales que se extienden a mayor velocidad se encuentran en fondos oceánicos que terminan en zonas de subducción. ¿Puede ser este hecho un dato a favor de la influencia del tirón subductivo en el movimiento de las placas? ¿Por qué?*
  2. *¿Qué diferencias y similitudes hay entre el magmatismo de las islas Hawaii y el de las islas Canarias?*
- Ejemplos de actividad de SA, *Conozcamos nuestros riesgos*.
  1. *Sabiendo el origen de Canarias ¿A qué tipo de riesgos nos enfrentamos los habitantes de este archipiélago?*
  2. *¿Cuáles son las instituciones encargadas de la vigilancia volcánica en Canarias?*

- Kahoots!:

A continuación, se muestra una imagen ejemplo de una de las 20 cuestiones que se utilizaron en el Kahoot!, *Tectónica* y una segunda ilustración de una de las 15 cuestiones que se utilizaron en el Kahoot!, *Riesgos*:

¿Cuáles de estas son placas litosféricas?

20

Skip

0 Answers

▲ Placa Africana, Placa Europea y Placa del Polo Norte.	◆ Placa de América, Placa de Cocos y Placa Indopacífica.
● Placa Pacífica, Placa Filipina y Placa Indoasiática.	■ Placa Africana, Placa de Nazca y Placa Indoaustraliana.

¿Cuáles son fenómenos geológicos internos?

26

Skip

0 Answers

▲ Terremotos y volcanes	◆ Huracanes y avalanchas
● Tsunamis e inundaciones	■ Terremotos y derrumbes

- Documental " Deriva Continental":

Se muestra una captura de pantalla del documental expuesto en la primera situación de aprendizaje.



- Prueba objetiva, tectónica:  
Se incluye en el Anexo 1.
- Prueba objetiva, riesgos:  
Se incluye en el Anexo 1.
- Plantilla y presentación de rutina de pensamiento:  
Se incluye en el Anexo 2.

## Resultados

La falta de tiempo fue el impedimento para poder desarrollar de manera completa la unidad didáctica. Debido a esto solo se han realizado algunas de las actividades programadas para la unidad propuesta.

A continuación, se muestran los resultados de las diferentes actividades que se pudieron impartir durante la asignatura de prácticas externas del máster a dos grupos de 1º de Bachillerato en el IES Cabrera Pinto, 1º Bachillerato B (18 alumnos/as) y 1º Bachillerato D (25 alumnos/as), es decir, una muestra total de 43 alumnos/as.

### Kahoot! Tectónica de Placas

El Kahoot es una actividad que se lleva a cabo mediante un juego competitivo, de forma que se plantean una serie de veinte cuestiones donde sólo una de las cuatro opciones es verdadera; por cada pregunta correcta se obtiene una serie de puntos que varía según la velocidad de respuesta. De esta manera, se muestran los resultados de los 10 mejores alumnos/as en esta actividad, de ambos grupos (1º Bachillerato B y D):

<b>Tectónica de placas (1ºBach D)</b>					
<b>Puesto</b>	<b>Jugadores</b>	<b>Puntuación total</b>	<b>Respuestas correctas</b>	<b>Respuestas incorrectas</b>	<b>Nota final</b>
1º	Corina	19156	16	4	8
2º	Sheila	18454	17	3	8,5
3º	Tania	16898	15	5	7,5
4º	Pablo	16319	15	5	7,5
5º	María B.	15859	15	5	7,5
6º	Clau	15792	15	5	7,5
7º	Ainhoa	14750	13	7	6,5
8º	María R.	14178	15	5	7,5
9º	Ire	13935	15	5	7,5
10º	María G.	13674	14	6	7

<b>Rendimiento global (1ºBach D)</b>	
Total de respuestas correctas (%)	65,83%
Total de respuestas incorrectas (%)	34,17%
Puntuación media (puntos)	13220,42 puntos
Nota mínima	4
Nota máxima	8,5
Nota media	6,6

En la tabla, se refleja un resumen de los resultados globales de la actividad para el grupo de 1º Bachillerato D, donde se observa que hay un 65,83% de respuestas correctas y un 34,17% de incorrectas. Además, no hay ninguna calificación perfecta, sino que la máxima nota es un 8,5 con 17 respuestas correctas. Asimismo, la nota media de la clase es de 6,6.

<b>Tectónica de placas (1ºBach B)</b>					
<b>Puesto</b>	<b>Jugadores</b>	<b>Puntuación total</b>	<b>Respuestas correctas</b>	<b>Respuestas incorrectas</b>	<b>Nota final</b>
1º	Astor	23548	19	1	9,5
2º	Miguel A.	22660	19	1	9,5
3º	Jorge	22078	18	2	9
4º	Alejandra	18960	17	3	8,5
5º	Sergio	17605	16	4	8
6º	Valeria	16964	16	4	8
7º	Leandro	16292	16	4	8
8º	Julio	16060	15	5	7,5
9º	Dámaris	15073	15	5	7,5
10º	Tania	14253	14	6	7

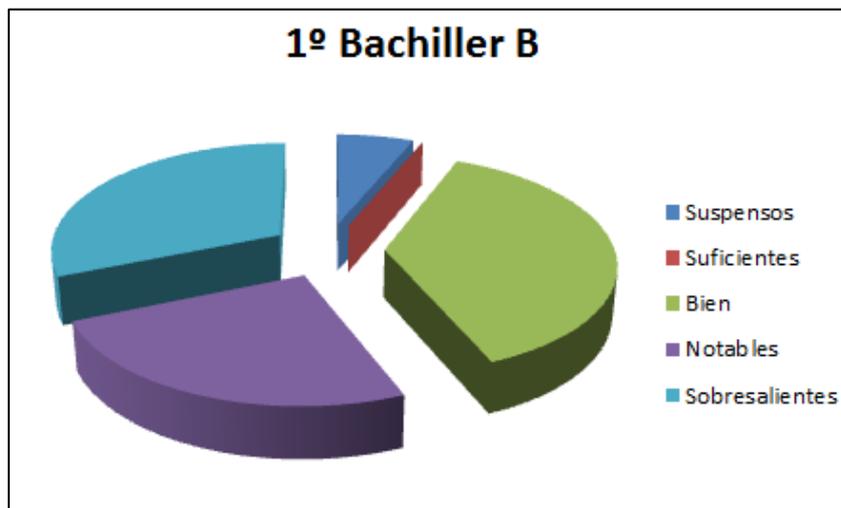
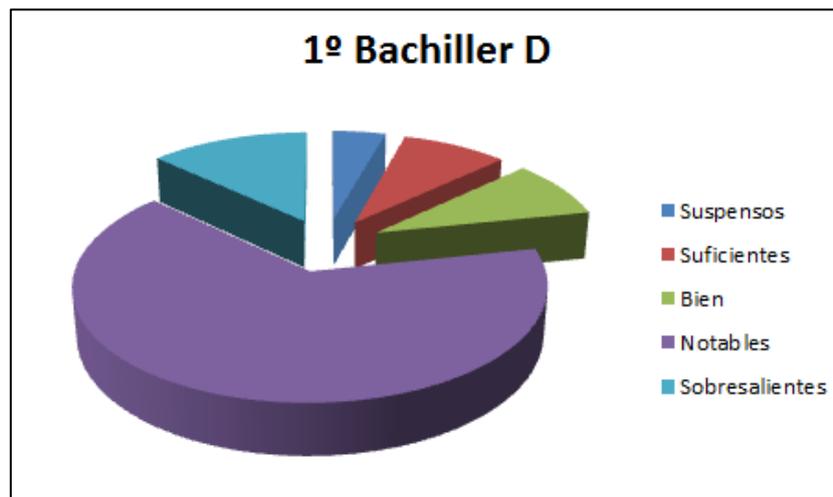
<b>Rendimiento global (1ºBach B)</b>	
Total respuestas correctas (%)	74,55%
Total respuestas incorrectas (%)	25,45%
Puntuación media (puntos)	15912,50 puntos
Nota mínima	4
Nota máxima	9,5
Nota media	7,5

En la tabla, se refleja un resumen de los resultados globales de la actividad para el grupo de 1º Bachillerato B, donde se observa que hay un 74,55% de respuestas correctas y un 25,45% de incorrectas. Además, no hay ninguna calificación perfecta, sino que la máxima nota es un 9,5 con 19 respuestas correctas. Asimismo, la nota media de la clase es de 7,5.

## Prueba objetiva tectónica

Para las pruebas objetivas los resultados fueron los siguientes:

Calificaciones	1º Bachiller B	1º Bachiller D
Suspensos	1	1
Suficientes	0	2
Bien	6	2
Notables	4	15
Sobresalientes	5	3
<b>Total alumnos</b>	<b>16</b>	<b>23</b>



Como se puede observar en la tabla y gráficas anteriores, vemos que los resultados de la prueba objetiva “tectónica” para ambos grupos es muy positiva con un único suspenso para cada clase. También se puede intuir que las notas del grupo B son más dispares que las del grupo D, que son mucho más homogéneas. Esto puede deberse a la propia diversidad de cada grupo.

## Cuestionarios para la detección de ideas previas y errores conceptuales de los alumnos en la SAI

El desarrollo de un proceso de este tipo, conlleva el indagar cual es el fondo con el que cuenta el alumnado respecto al significado de vivir en un entorno volcánicamente y sísmicamente activo como es el archipiélago Canario. Por ello, se ha desarrollado un cuestionario que permita obtener una visión general acerca de la percepción del riesgo ante fenómenos geológicos internos por parte de dos cursos de 1º de Bachillerato del centro I.E.S. Cabrera Pinto.

Este cuestionario de ideas previas se realizó en la segunda situación de aprendizaje “*Conozcamos nuestros riesgos*”, para ello se entregó un primer cuestionario (pre-cuestionario) antes de comenzar la segunda situación de aprendizaje y otro (post-cuestionario) al finalizar la misma, con idénticas cuestiones. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### Pre-cuestionario, 1º Bachillerato B:

1. A) ¿Qué entiendes por una situación de riesgo?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	Probabilidad de que ocurra un suceso	5%	15%
		Situación que afecta a poblaciones, ecosistemas, etc.	5%	
		Situación de peligro	60%	
		Situación con posibilidad en la que se produzcan daños	15%	
B) ¿Y enfocándola a la geología?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Situación de peligro en el terreno	5%	Zonas volcánicas	45%	5%
Formación terrestre u oceánica que está en proceso volcánico o sísmico	5%	Tsunamis	20%	
-	-	Terremotos	20%	

<b>2. ¿Cuáles pueden ser los riesgos ante los fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Erosión de la tierra	5%	Desastre social, natural y desaparición de especies	15%	-
Cambio climático	5%	Derrumbamientos, aplastamientos e incendios	10%	
-	-	Volcanes y terremotos	35%	
		Movimientos de placas	5%	
		Tsunamis	15%	
		Destrucción de zonas pobladas y daños materiales	10%	

<b>3. A) ¿Crees que los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos se pueden percibir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Sí, siempre que sean bruscos	18%	Sí, con nuestros sentidos y ayudándonos de la tecnología	18%	-
No todos se pueden percibir	10%	Sí (sin razonamiento)	54%	
<b>B) ¿Se podrán predecir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No, porque surgen de repente	5%	Existen métodos para predecir	10%	10%
Volcanes no, pero terremotos sí	10%	Sí, con la ayuda de la tecnología	40%	
No se pueden predecir	10%	Sí, con un seguimiento	10%	
El fenómeno sí, pero el riesgo no	5%	-	-	

<b>4. ¿Crees que Canarias está situada en una zona de riesgo ante fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No, debido a que Canarias está entre dos placas	5%	Sí, Canarias tiene un origen volcánico y por lo tanto se sitúa en una zona de riesgo	68%	-
Estar debajo de un punto caliente no es sinónimo de riesgo	11%	-	-	
No es una zona volcánicamente activa	5%			
No hay riesgo en las islas, salvo en el Hierro	11%			

5. A lo largo de tu etapa estudiantil, ¿Se te ha informado sobre este tema y de cómo se debe actuar?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Nunca	11%	Se me ha informado sobre los riesgos, pero no a cómo actuar	27%	-
No se le da la suficiente importancia	11%	Poco	17%	
-	-	Se nos ha informado de cómo se debe actuar, pero con poca información sobre los riesgos	34%	
Nunca	11%	Se me ha informado sobre los riesgos, pero no a cómo actuar	27%	

6. ¿Crees que estamos preparados para reaccionar ante este tipo de situaciones?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	No	66%	-
		Nos han dado ideas básicas	12%	
		Sí, pero no tenemos control ante los daños	11%	
		Sí, existen planes de actuación y evacuación para ello	11%	

#### Pre-cuestionario 1º Bachillerato D:

1. A) ¿Qué entiendes por una situación de riesgo?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Situaciones geológicas	4%	Una catástrofe natural	4%	12%
Fenómeno que afecta a las personas	8%	Probabilidad de sufrir un daño	4%	
-	-	Situación de peligro	68%	
B) ¿Y enfocándola a la geología?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Un riesgo bajo causas naturales	12%	Zonas volcánicas y con terremotos	44%	12%
Cambios negativos en la Tierra	8%	Ocurre en las capas internas de la Tierra	16%	
Movimiento del relieve	4%	Tsunamis	4%	

<b>2. ¿Cuáles pueden ser los riesgos ante los fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Inundaciones, ahogamientos, muertes, etc.	16%	Desastre social, natural y desaparición de especies	12%	-
-	-	Volcanes y terremotos	64%	
-	-	Tsunamis	8%	

<b>3. A) ¿Crees que los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos se pueden percibir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Sí, podemos percibir una lluvia de meteoritos	4%	Sí, con nuestros sentidos y ayudándonos de la tecnología	68%	8%
-	-	Sí (sin razonamiento)	8%	
-	-	Sí, haciendo seguimientos	8%	
-	-	Sí, dependiendo de la fuerza	4%	
<b>B) ¿Se podrán predecir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No (sin razonamiento)	12%	Sí (sin razonamiento)	16%	16%
-	-	Sí, con la ayuda de la tecnología	32%	
-	-	Sí, con un seguimiento	24%	

<b>4. ¿Crees que Canarias está situada en una zona de riesgo ante fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Sí, debido a que Canarias está entre tres placas	8%	Sí, Canarias tiene un origen volcánico y por lo tanto se sitúa en una zona de riesgo	48%	-
No, debido a que Canarias está alejada de la placa Africana	4%	Sí, ya que por ejemplo, en Tenerife el Teide se considera un volcán activo	4%	
No, debido a que Canarias está en la placa Africana	4%			
No (sin razonamiento)	20%			
Sí, pues Canarias está cerca de un punto caliente	8%			

No, pues en Canarias no hay terremotos y tsunamis, pero sí volcanes	4%			
---	----	--	--	--

5. A lo largo de tu etapa estudiantil, ¿Se te ha informado sobre este tema y de cómo se debe actuar?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Nunca	36%	Se me ha informado sobre los riesgos, pero no a cómo actuar	36%	-
-	-	Poco	28%	

6. ¿Crees que estamos preparados para reaccionar ante este tipo de situaciones?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	No (sin razonar)	50%	8%
		Nos hay recursos ni población informada al respecto	24%	
		Sí, existen planes de actuación y evacuación para ello	18 %	

En este cuestionario, se puede observar que la mayoría de los alumnos conoce el concepto de riesgo, aunque no sabe aplicarlo de forma correcta a la Geología. Además, es capaz, en algunos casos, de enumerarlos: vulcanismo, terremotos, tsunamis, etc. obteniendo pocos errores conceptuales en esta pregunta. Sin embargo, una gran cantidad de alumnos y alumnas, no está al corriente de cómo se perciben y predicen estos fenómenos; y desconocen que Canarias está en una zona de riesgo por los mismos, siendo faltas considerables. Todos estos errores pueden ser debido a que, como se refleja en las dos últimas cuestiones, los alumnos no han sido correctamente informados sobre este tema y no están preparados para reaccionar y actuar ante este tipo de situaciones.

Con estos resultados, el profesor en prácticas, intentó elaborar las clases teóricas, para eliminar estos errores conceptuales y que los alumnos se sientan mejor informados y preparados en caso de que se produzcan futuras situaciones de riesgo a partir de este tipo de fenómenos. Por lo tanto, se buscó aumentar la percepción del alumnado ante los riesgos por fenómenos geológicos internos.

## Rutina de pensamiento “¿Percibes el riesgo?”

Los resultados para esta actividad han sido satisfactorios pues, a pesar de que era la primera vez que los alumnos/as trabajaban con este tipo de actividades y las distracciones que pueden derivar de trabajar en grupos colaborativos, éstos se mostraron trabajadores, participativos y mantuvieron un buen ambiente de trabajo. A continuación, se exponen dos imágenes con diferentes ejemplos de la ejecución de la actividad:

VEO ¿Qué es lo que observas?	PIENSO ¿Qué es lo que piensas?	ME PREGUNTO ¿Qué te preguntas?
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una columna de humo.</li> <li>- Varias islas</li> <li>- dos restos de un terremoto.</li> <li>- El Teide</li> <li>- Un cartel informativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que ha habido una erupción volcánica.</li> <li>- Que antes era una isla completa que, debido a una fuerte explosión, se desmontó en el medio luego (de) el vulcanismo continuo y se formó el volcán.</li> <li>- Que ha tenido que ser muy fuerte.</li> <li>- Que no tiene pinta de que vaya a sufrir actividad volcánica.</li> <li>- Que me está informando de qué hacer en caso de terremoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Me preguntaría si es algo que se hubiese predecido y si se ha podido aplicar el protocolo para no perder vidas.</li> <li>- Cómo de fuerte habrá sido la explosión.</li> <li>- De qué magnitud habrá sido y si habrá muerto gente.</li> <li>- Cuánto tiempo queda para que se produzca la próxima erupción.</li> <li>- si me hará falta saberlo en un futuro.</li> </ul>

VEO ¿Qué es lo que observas?	PIENSO ¿Qué es lo que piensas?	ME PREGUNTO ¿Qué te preguntas?
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción de un volcán pliniiano, con muchas cenizas y humo.</li> <li>2. Ha habido un terremoto grande. Una ciudad destrozada y unas militares buscando supervivientes.</li> <li>3. Explotación de un volcán que ocasionó la rotura de la isla, y desaparición de mucha parte de esta.</li> <li>4. Un cartel que avisa de como actuar en los sismo.</li> <li>5. El Teide en calma, y al fondo una isla. Mar de nubes al pie del volcán.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que toda la gente está evacuada.</li> <li>2. Que hay heridos y muertos. 2a gente ha perdido básicamente toda su vida.</li> <li>3. Que fue una erupción de tipo pliniiano, de gran magnitud.</li> <li>4. Que deberían enseñarnos desde pequeños, y que deberían estar en todos lados.</li> <li>5. Que tiene diferentes colores debido a los diferentes erupciones, a lo largo del tiempo, siendo las más oscuras las más nuevas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si un avión no le han comunicado la erupción ¿que pasaría? ¿colores?</li> <li>2. ¿Por que solo se vieron afectados unos edificios y no todos?</li> <li>3. ¿Revinieron la gran erupción para poder evacuar a toda la gente?</li> <li>4. ¿Por que en los lugares donde hay menos actividad sísmica no lo encontramos?</li> <li>5. ¿Erupcionará algún día?</li> </ol>

## Cuestionario para el análisis de la percepción de los alumnos en la SAI

Para ello se decidió entregar de nuevo el mismo cuestionario de ideas previas para observar si realmente los alumnos han mejorado su percepción al riesgo por fenómenos geológicos internos. Los resultados fueron los siguientes:

### Post-cuestionario 1º Bachillerato B:

1. A) ¿Qué entiendes por una situación de riesgo?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	Amenaza para las personas y bienes materiales, ecosistemas, etc.	20%	10%
		Situación con posibilidad en la que se produzcan daños o haya una amenaza	70%	
B) ¿Y enfocándola a la geología?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	Aquellos riesgos causados por fenómenos geológicos internos	20%	10%
		Tsunamis, volcanes y terremotos	35%	
		Riesgos derivados de fenómenos geológicos internos o externos	10%	
		Proceso o suceso natural que supone una amenaza para las personas	25%	

2. ¿Cuáles pueden ser los riesgos ante los fenómenos geológicos internos?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Inundaciones	10%	Daños en edificios y derrumbes causados por terremotos; incendios y coladas de lavas causadas por el vulcanismo	25%	-
-	-	Volcanes, terremotos y tsunamis	65%	

<b>3. A) ¿Crees que los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos se pueden percibir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No se pueden percibir, sino se salvarían más personas	10%	Sí, con nuestros sentidos y ayudándonos de la tecnología	35%	-
-	-	Sí, siempre y cuando sean intensos	45%	
		Sí, con nuestros propios sentidos siempre y cuando sean de alta intensidad y con aparatos cuando son de baja intensidad	10%	
<b>B) ¿Se podrán predecir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No (sin razonamiento)	10%	Sí, pero es complicado y se deben tener en cuenta diferentes factores	20%	10%
-	-	Sí, mediante un seguimiento y con la ayuda de la tecnología	10%	
		Sí, pero no de manera exacta	40%	
		Sí, si siguen un patrón a lo largo del tiempo	10%	

<b>4. ¿Crees que Canarias está situada en una zona de riesgo ante fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
Sí, aunque no es una zona volcánicamente activa, ha tenido erupciones recientes como la del Hierro	10%	Sí, Canarias tiene un origen volcánico intraplaca y por lo tanto se sitúa en una zona de riesgo	90%	-

<b>5. A lo largo de tu etapa estudiantil, ¿Se te ha informado sobre este tema y de cómo se debe actuar?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
-	-	Solo en este curso	90%	-
		Sí, pero no lo suficiente como para saber actuar	10%	

6. ¿Crees que estamos preparados para reaccionar ante este tipo de situaciones?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	No lo suficiente	10%	-
		La incertidumbre de la población haría que entrara el pánico	30%	
		Sí, ahora estamos más preparados en conocimientos, pero la mayoría de la población no	35 %	
		Sí, gracias a planes de actuación e instituciones que estudian el vulcanismo. Por ejemplo, PEVOLCA.	25%	

**Post-cuestionario 1º Bachillerato D:**

1. A) ¿Qué entiendes por una situación de riesgo?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	Amenaza para las personas y bienes materiales, ecosistemas, etc.	20%	-
		Situación con posibilidad en la que se produzcan daños	75%	
		Situación de peligro donde se tiene en cuenta la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición al riesgo	5%	
B) ¿Y enfocándola a la geología?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
Riesgos costeros	5%	Aquellos riesgos causados por fenómenos geológicos internos	25%	15%
		Tsunamis, volcanes y terremotos	25%	
		Proceso o suceso natural que supone una amenaza para las personas	25%	
		Proceso o suceso natural que supone una amenaza para las personas y los ecosistemas	5%	

<b>2. ¿Cuáles pueden ser los riesgos ante los fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
-	-	Daños materiales y personales causados por terremotos y el vulcanismo	20%	-
		Volcanes, terremotos y tsunamis	80%	

<b>3. A) ¿Crees que los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos se pueden percibir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
-	-	Sí, con nuestros sentidos y ayudándonos de la tecnología	10%	10%
		Sí, siempre y cuando sean intensos	20%	
		Sí, con ayuda de la tecnología	45%	
		Sí, mediante la observación de diferentes factores	15%	
<b>B) ¿Se podrán predecir?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
-	-	Sí, mediante un seguimiento y con la ayuda de la tecnología	30%	10%
		Sí, pero no de manera exacta	55%	
		Sí, mediante la observación de cambios en el ambiente	5%	

<b>4. ¿Crees que Canarias está situada en una zona de riesgo ante fenómenos geológicos internos?</b>				
<b>Errores conceptuales</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>No sabe o no contesta</b>
No, porque Canarias no está en un borde de placa	10%	Sí, Canarias tiene un origen volcánico intraplaca y por lo tanto se sitúa en una zona de riesgo	65%	-
Sí, ya que Canarias está en tres bordes de placa	5%	Sí, encontramos vulcanismo activo en islas como La Palma, el Hierro y Tenerife	20%	

5. A lo largo de tu etapa estudiantil, ¿Se te ha informado sobre este tema y de cómo se debe actuar?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
No, solo hemos hecho simulacros de incendio	5%	Solo en este curso	45%	-
		Sí, pero no lo suficiente como para saber actuar	50%	

6. ¿Crees que estamos preparados para reaccionar ante este tipo de situaciones?				
Errores conceptuales	Porcentaje	Ideas previas	Porcentaje	No sabe o no contesta
-	-	No lo suficiente	50%	-
		La incertidumbre de la población haría que entrara el pánico	20%	
		Sí, gracias a planes de actuación e instituciones que estudian el vulcanismo. Por ejemplo, PEVOLCA.	30 %	

Como podemos observar, la cantidad de errores conceptuales ha disminuido de manera general entre el primer y el segundo cuestionario. Aun así, siguen existiendo algunos errores en el post-cuestionario, lo cual puede deberse a la falta de tiempo que se ha tenido para realizar la unidad didáctica y, en consecuencia, la omisión de alguna de las actividades previstas; además, a que algunos alumnos/as no hayan prestado la suficiente atención y no hayan adquirido los conocimientos necesarios para eliminar estos errores.

Asimismo, disminuye generalmente el número de ocasiones en las cuales los alumnos/as no contestan a la cuestión; y aumentan considerablemente los porcentajes en las ideas previas. Por lo que se podría concluir que ha aumentado la percepción del riesgo por fenómenos geológicos internos en los alumnos.

## Conclusiones y propuestas de mejora

En el currículo vigente existe una escasa valoración sobre la importancia de los fenómenos volcánicos y sísmicos y, por ende, del riesgo que supone en un espacio geológicamente activo como el archipiélago Canario; siendo la formación de sus ciudadanos, relativamente baja.

Por este motivo, es muy importante el tipo de información que recibe el alumnado durante su tránsito por el sistema educativo; además, de la que se emite desde las diferentes administraciones encargadas de coordinar cualquier situación de riesgo en una crisis derivada de un fenómeno geológico interno.

Parte de la unidad didáctica ha podido ser utilizada en un escenario real (IES Cabrera Pinto) mediante la utilización de técnicas didácticas como el método expositivo-interactivo, en la que los alumnos toman más protagonismo en la impartición de las clases; el aprendizaje colaborativo y las rutinas de pensamiento, que ayudan a que el grupo clase se enfrente a una serie de toma de decisiones y genere unas ideas acerca de los riesgos derivados por fenómenos geológicos internos, así como los posibles peligros que supone vivir en un entorno volcánico y sísmicamente activo. Además, el alumnado debe percatarse de la importancia que poseen los distintos sectores de la sociedad en la gestión y relación con este tipo de entornos.

Respecto a la realización de las técnicas didácticas empleadas para la ejecución de esta unidad, el alumnado se mostró agradecido con el empleo de técnicas expositivas donde se les diera la oportunidad de expresar sus ideas y dudas (metodología expositiva – interactiva). Esto ayudó a que en las clases incrementara la atención y participación de los jóvenes que, posteriormente, se vio reflejado en una mejora general del rendimiento de los mismos.

Por otro lado, en relación al uso del aprendizaje colaborativo se puede afirmar que se ha conseguido en los alumnos y alumnas, de manera general, desarrollar habilidades cooperativas, toma de decisiones, asumir responsabilidades en cuanto a papeles y roles y obtener compromiso con el éxito propio y con los componentes del grupo.

Antes de comenzar a analizar los resultados obtenidos en las actividades de la unidad, debemos señalar el poco tiempo del que se dispuso para la ejecución de las

mismas y se recomienda aumentar el tiempo de periodo de prácticas para la correcta realización de la unidad didáctica propuesta.

Comenzando con la situación de aprendizaje I “*Tectónica de placas*”, una mejora sería la realización de un cuestionario, como el que se propone al final de este trabajo (ver Anexo 3), para la detección de errores conceptuales e ideas previas y así poder observar qué conocimientos poseen los alumnos y alumnas. En esta sesión, se decidió comenzar directamente por las clases teóricas debido a la falta de tiempo.

Se puede decir que la actividad Kahoot! “*Tectónica de placas*” ha servido de estimulación al alumnado al generar una competencia entre los mismos, además de conseguir una motivación a la hora de que éstos repasen y asimilen los contenidos impartidos en las clases previas teóricas. Las calificaciones obtenidas en la actividad han sido muy positivas donde solo ha habido un suspenso por grupo, es decir, un 5% del total de alumnos/as. También ha servido para observar que la asimilación en cada uno de los grupos ha sido buena, aunque diferente, reflejándose que en el grupo D las notas eran más bajas que en el B. Por lo tanto, en este último grupo hubo una mejor asimilación de la teoría.

A partir de los resultados obtenidos en la prueba objetiva “*Tectónica*”, se confirmó el buen rendimiento de ambas clases, donde el índice de aprobados fue de un 94% en el grupo B y de un 95% en el grupo D. Por lo que se puede concluir que en la primera situación de aprendizaje, la metodología y las actividades elegidas para esta parte de la unidad han sido correctas.

Luego, en la segunda situación de aprendizaje “*Conozcamos nuestros riesgos*” se decidió comenzar con un cuestionario de detección de errores conceptuales e ideas previas para revelar el nivel de los alumnos/as sobre los contenidos que se pretenden impartir en esta segunda parte de la unidad y ajustarla a dicho nivel.

El alumnado se mostró algo desorientado, sobretodo, con el empleo de la rutina de pensamiento “*¿Percibes los riesgos?*”, ya que era la primera vez que participaban en una actividad de este tipo. Esto supuso que en la sesión que se utilizó dicha técnica, la clase fuera algo más lenta de lo programado en la unidad, sobretodo en el grupo D. Aun así, el alumnado estaba muy motivado, participativo y trabajador, ante dicha novedad. Quizás, para mejorar el empleo de esta técnica convendría que los grupos fueran

propuestos por el profesor, en nuestro caso se dio la libertad a los alumnos/as de hacer los grupos a su gusto lo que provocó en algunos grupos una bajada de rendimiento y seriedad a la hora de realizar la actividad.

En las plantillas de las rutinas de pensamiento entregadas por cada clase, se pudo observar lo comentado anteriormente y que no todos realizaron la actividad correctamente.

Para mejorar la ejecución de esta segunda parte de la unidad didáctica se debería disponer de una mayor cantidad de tiempo ya que no se pudieron realizar las actividades Kahoot! “*Riesgos por fenómenos geológicos internos*”, el proyecto de investigación, “*Historia canaria*” y la prueba objetiva, “*Riesgos*” diseñadas para esta unidad (para esta última, ver Anexo 1).

Por otro lado, se pudo realizar la repetición del cuestionario “*¿Qué sabes sobre los riesgos geológicos internos y su percepción?*” para comprobar si realmente los alumnos habían asimilado los conocimientos de esta segunda situación de aprendizaje y averiguar si había aumentado en los mismos la percepción de riesgos por fenómenos geológicos internos. Esto fue posible ya que, la tutora de prácticas dio la oportunidad de asistir al instituto unos días después de haber finalizado el periodo de prácticas y realizar el cuestionario. Los resultados del mismo reflejaban una disminución de los errores conceptuales y un aumento de ideas previas, es decir, un aumento en la percepción de los riesgos por parte del alumnado. Esta tendencia positiva podría deberse a las sesiones teóricas y la rutina de pensamiento. No obstante, se sospecha, que si se hubiera tenido el tiempo necesario para poder realizar las actividades Kahoot! “*Riesgos por fenómenos geológicos internos*”, el proyecto de investigación, “*Historia canaria*” y la prueba objetiva “*Riesgos*”, los resultados del cuestionario probablemente hubieran sido mucho más positivos disminuyendo o eliminando la mayoría de los errores conceptuales.

Algunos estudios elaboran una propuesta relacionada con la percepción del riesgo por fenómenos geológicos internos desde el punto de vista de la educación, afirmando que el uso de cuestionarios es una buena herramienta para valorarla; como se refleja en el trabajo de Hernández (2016), donde se relacionan los niveles educativos del alumnado (función del nivel educativo, edad o tasa de idoneidad del grupo) y el género del alumnado (sexo: femenino y masculino) con la percepción de riesgo volcánico y el

grado de conocimiento del mismo en zonas de origen eminentemente volcánico. Sin embargo, no se han encontrado referencias que evalúen tanto las ideas previas como los errores conceptuales que presentan los alumnos de 1º de Bachillerato en relación a la percepción de riesgos geológicos internos. Es por ello, que esta unidad didáctica es una buena propuesta desde el punto de vista de innovación y que puede servir de ayuda a los docentes en los años venideros.

Además, Hernández añade en su trabajo el diseño y aplicación de una situación de aprendizaje apoyada en el uso de dos técnicas didácticas innovadoras. Por un lado, el aprendizaje colaborativo y, por otro, las rutinas de pensamiento, como es en este caso. También, señala que, al ser la primera vez que se enfrentaban los alumnos/as por sí solos a una rutina de pensamiento, en algún grupo detectó que no entendían el procedimiento de las mismas, que no todos los alumnos trabajaron y cumplieron con los roles asignados, etc. En este trabajo, ocurrieron problemas similares ya que era la primera vez que ellos trabajaban con esta técnica, obteniendo estudiantes que asumían todos los roles del grupo, otros que no entendían la finalidad de la actividad, las respuestas no eran serias, etc. Por lo que, es recomendable utilizar estas herramientas en la educación con mayor frecuencia, puesto que, a pesar de los problemas surgidos, se han obtenido buenos resultados.

Para concluir, y tras llevar a cabo la unidad didáctica, las mejoras propuestas son las que se muestran a continuación:

- Disponer de una mayor cantidad de tiempo para una correcta ejecución de la unidad didáctica. De esta forma, conseguiríamos realizar todas las actividades propuestas en la misma.
- Repartir, al inicio de cada situación de aprendizaje, un cuestionario de detección de errores conceptuales e ideas previas y, al finalizarlas, repartir el mismo cuestionario para observar si ha habido una buena asimilación de contenidos por parte del alumnado.
- Habituarse e informar previamente al alumnado de una forma más efectiva, las pautas que deben seguir para llevar a cabo una rutina de pensamiento.

- Proponer un método diferente para la formación de los grupos colaborativos con el fin de evitar que los mismos sean formados por amistad o afinidad. De esta manera, es posible solucionar los problemas que se detectaron en las rutinas de pensamiento en relación al bajón de rendimiento y falta de seriedad de algunos grupos.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todo el personal del IES Cabrera Pinto, por el trato recibido durante mi estancia en el centro, así como la libertad y oportunidades de trabajo que me ofrecieron. Además, quisiera resaltar de manera especial a mi tutora de prácticas, Natalia Celia Barroso Medel, por recibirme con inmenso cariño y dedicación. Asimismo, reconocer a los alumnos y alumnas de 1º de Bachillerato B y D, que desde el primer día se mostraron respetuosos, afectuosos y cariñosos conmigo, mostrando interés y curiosidad en las clases que yo impartía, preguntando todas las dudas que les surgían y participando en cada una de las actividades que se desarrollaron. Ha sido un verdadero placer trabajar con todos ustedes.

En segundo lugar, dar las gracias a mi tutor Miguel Ángel Negrín Medina, por ayudarme, aconsejarme y animarme en la elaboración de este Trabajo Fin de Máster.

Por último, agradecer a mis familiares y amigos por todo el apoyo que he recibido de ellos durante la elaboración de este trabajo.

Muchas gracias a todos.

## Bibliografía

- Arauz, J. (2008). Reflexiones sobre la educación de la prevención del riesgo a desastres Costa Rica Tecnología en Marcha, Vol. 21-1, P. 202-214.
- Coca, Claudia y Molina, Jacqueline. 2003. Experiencias pedagógicas para la prevención de desastres. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, Secretaría de Gobierno y Secretaría de Educación Distrital, Bogotá, Colombia. 72 pp.
- Decreto 315/2015, de 28 de agosto, por el que se establece la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC N° 169. Lunes 31 de Agosto de 2015).
- Del Pozo, M. (2009). Aprendizaje Inteligente. Barcelona: Teckman, Cap 5, 67–77 y 109–117.
- Hernández, I. (2016). Estudio de la percepción del riesgo volcánico en el alumnado de la ESO y el uso del aprendizaje colaborativo y rutinas de pensamiento como metodologías para su enseñanza. Universidad de La Laguna. 85 pp.
- IES Canarias Cabrera Pinto (2016). Departamento de Biología y Geología. Programación del curso 2016-2017. 262 pp.
- Jara, P., Morales, M., Bobadilla, H., Morales, K., Jara, V. (2015). Geología Comunitaria: conocimiento geológico y relación con el medio local. Congreso Geológico Chileno, La Serena. 530-533.
- Lecreu, H. L., (2014). Aciertos, distorsiones y falacias en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria obligatoria de Argentina. Terra Didatica 10. 217-226.
- Romero, C. (1991). Las manifestaciones volcánicas históricas del Archipiélago Canario. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial. Tomo 1, Cap 3, 405–413.
- Tabuck, E. J. and Lutgens, F. K. and Tasa, D. (2005). Earth: An Introduction to Physical Geology, 8th edition. Pearson Educación S. A, Madrid. 736 pp.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C. and Kuhlicke, C. (2013). The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. Risk Analysis, Vol. 33, No. 6.

Enlaces web:

- Canarias7, 2017:  
[https://www.canarias7.es/hemeroteca/un\\_tsunami\\_que\\_nace\\_en\\_la\\_palma-CHCSN59821](https://www.canarias7.es/hemeroteca/un_tsunami_que_nace_en_la_palma-CHCSN59821)
- Ecodiario, 2016:  
<http://ecodiario.eleconomista.es/ciencia/noticias/7759987/08/16/Un-enorme-deslizamiento-en-las-Canarias-dio-origen-al-6-de-la-Isla-del-Hierro.html>
- El Diario de Avisos, 2017:  
<http://diariodeavisos.elespanol.com/2017/01/la-tragedia-llanito-cumple-60-anos/>
- El Mundo, 2005:  
<http://www.elmundo.es/elmundo/2005/11/29/sociedad/1133252495.html>
- El País, 2001:  
[https://elpais.com/diario/2001/11/21/espana/1006297216\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2001/11/21/espana/1006297216_850215.html)
- El País, 2002:  
[https://elpais.com/diario/2002/04/01/espana/1017612016\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2002/04/01/espana/1017612016_850215.html)
- Gevic. Natura y Cultura, 2002:  
[http://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar\\_contenidos.php?idcat=22&idcap=91&idcon=716](http://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=91&idcon=716)
- La Opinión, 2011:  
<http://www.laopinion.es/tenerife/2011/02/28/isla-busqueda-tesoro/332243.html>
- La Opinión, 2013:  
<http://www.laopinion.es/tenerife/2013/09/21/estudio-revela-isla-vivio-mayores/499491.html>
- La Provincia, 2011:  
<http://www.laprovincia.es/sociedad/2011/09/28/ultima-erupcion-volcanica-espana-produjo-1971/403805.html>
- Museos de Tenerife, 2012:  
<http://www.museosdetenerife.org/cedocam-centro-de-documentacion-de-canarias-y-america/evento/2644>
- Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2017:  
[http://www.rac.es/6/6\\_2\\_2.php?idC=134&idN3=30](http://www.rac.es/6/6_2_2.php?idC=134&idN3=30).

## Anexos

### Anexo 1. Pruebas objetivas

Pruebas objetivas para la situación de aprendizaje I, tectónica.

#### Modelo I:

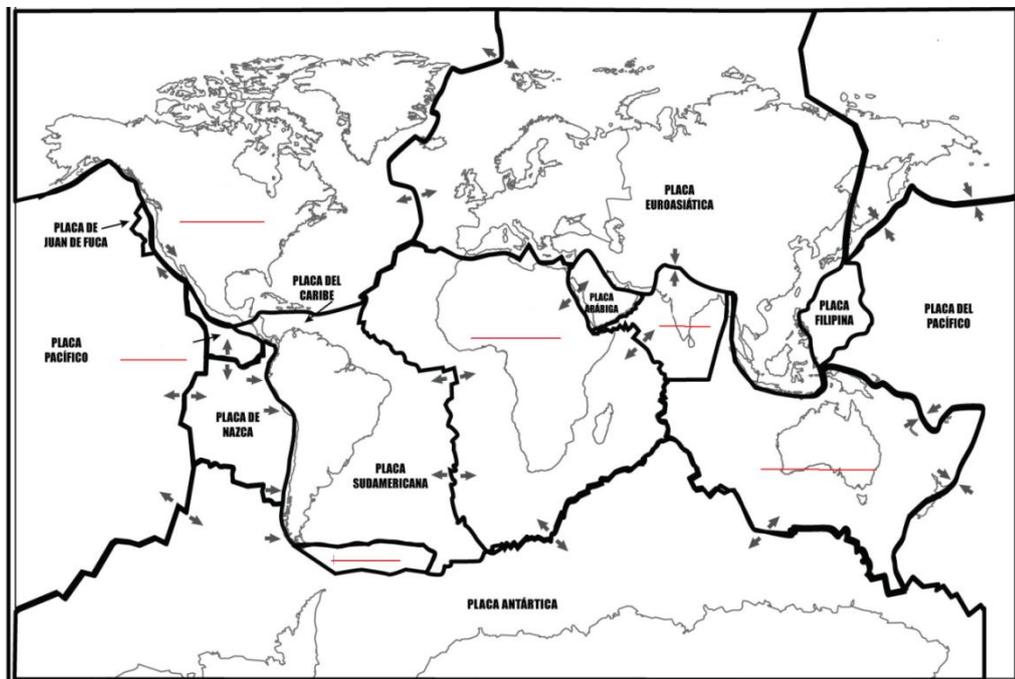
Examen Biología y Geología 1º Bachillerato, "Tectónica de placas"

Nombre y Apellidos:	Curso:	Nota:
---------------------	--------	-------

1- ¿Qué predice y explica la isostasia? ¿Qué ocurriría según la isostasia si en un continente se forma un glaciar? ¿Y si dicho continente tuviera una cordillera y esta se fuera erosionando? (1 pto).

2- ¿Qué dos estudios permitieron pasar de la Teoría de la Deriva Continental a la Tectónica de placas? (Nómbralos y descríbelos brevemente) (1pto).

3- Completa las placas que faltan y señala tres tipos de límites de placas en la siguiente imagen (1,5ptos):



4- ¿Qué es un límite convergente? ¿Qué tipos hay? Nombra sus principales características (1pto).

5- Completa el texto (1pto):

Los \_\_\_\_\_ son zonas de \_\_\_\_\_, seguramente procedentes de \_\_\_\_\_, que ascienden hasta entrar en contacto con \_\_\_\_\_ generando procesos volcánicos \_\_\_\_\_.

6- Completa la siguiente tabla (1,5 ptos):

<b>TIPO DE MARGEN</b>			
<b>MOVIMIENTO</b>			
<b>EFFECTO</b>			
<b>TOPOGRAFÍA</b>			
<b>VULCANISMO</b>			
<b>SISMICIDAD</b>			

7- ¿Cuáles son los seis postulados de la Tectónica de Placas? ¿Qué ha cambiado sobre la convección del manto desde la fundación de esta teoría? (2 ptos).

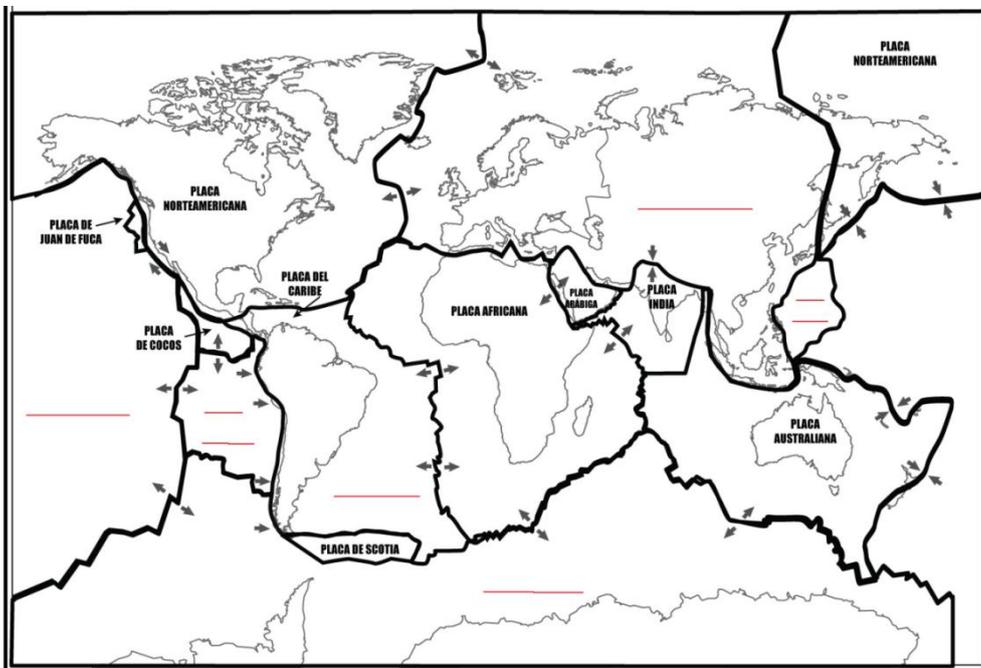
8- ¿Qué tres ideas forman la Teoría Sintética del origen de Canarias? Explica al menos dos de ellas (1pto).

Modelo II:

Examen Biología y Geología 1º Bachillerato, "Tectónica de placas"

Nombre y Apellidos:	Curso:	Nota:
---------------------	--------	-------

- 1- Define isostasia e indica un lugar donde se pueda observar (1 pto).
- 2- ¿Cuáles son los argumentos que utilizó Wegener para su teoría de la Deriva Continental? (1pto).
- 3- Completa las placas que faltan y señala tres tipos de límites de placas en la siguiente imagen (1,5 pto):



- 4- ¿Qué es un límite divergente? Nombra sus principales características (1pto).
- 5- ¿Qué es un punto caliente? ¿Qué tipo de vulcanismo es? Pon un ejemplo (1pto).
- 6- Completa la siguiente tabla (1,5 pts):

TIPO DE MARGEN			
MOVIMIENTO			
EFFECTO			
TOPOGRAFÍA			
VULCANISMO			

<b>SISMICIDAD</b>			
-------------------	--	--	--

7- ¿Cuáles son los seis postulados de la Tectónica de Placas? ¿Qué ha cambiado sobre el motor de las placas desde la fundación de esta teoría? (2ptos).

8- Según el origen de Canarias, qué dice la Teoría de bloques levantados y la Teoría de punto Caliente (1pto).

**Pruebas objetivas para la situación de aprendizaje II, riesgos.**

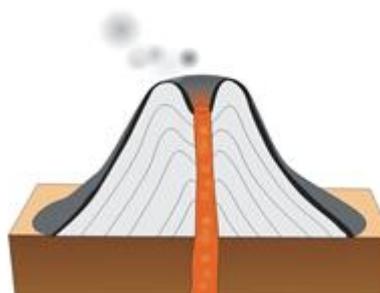
**Examen Biología y Geología 1º Bachillerato, "Riesgos derivados de fenómenos geológicos internos"**

<b>Nombre y Apellidos:</b>	<b>Curso:</b>	<b>Nota:</b>
----------------------------	---------------	--------------

- 1- ¿Qué fenómeno geológico interno? Pon un ejemplo. (1 pto.)
- 2- ¿Qué estudios y aparatos permiten predecir y percibir los fenómenos geológicos internos? (Nómbralos y descríbelos brevemente) (2,5 pts).
- 3- ¿Qué entendemos por el riesgo y qué fórmula lo define? ¿Y si habláramos de un riesgo geológico? (1 pto).
- 4- En la siguiente imagen se muestran diferentes tipos de volcanes, ¿podrías indicar el nombre y sus principales características? (1,5 pts).



A)



B)

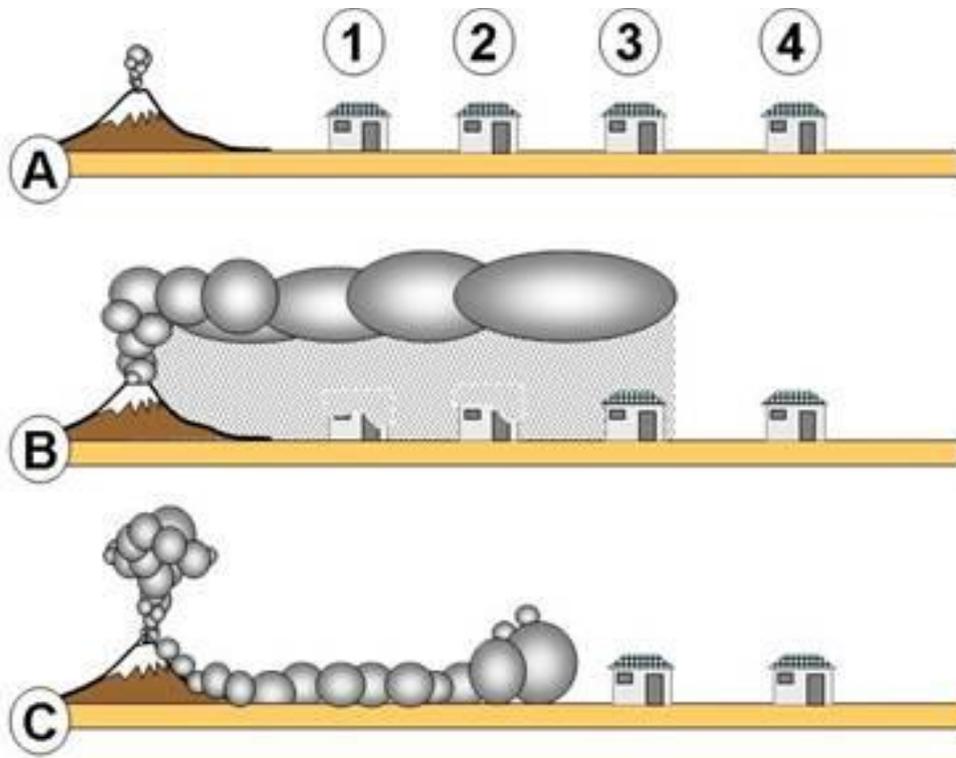


C)



D)

5- A partir de la siguiente imagen, explica la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad ante un riesgo (1,5 pts):



6- ¿Qué escalas miden la intensidad y la magnitud de un terremoto? ¿Qué procesos secundarios puede originar este tipo de eventos? (1pto).

7- ¿Qué es el semáforo volcánico de Canarias? ¿Para qué se utiliza? (1,5 pts.)

## Anexo 2. Plantilla y presentación de la rutina de pensamiento

Plantilla de la rutina de pensamiento:

<b>VEO</b> ¿Qué es lo que observas?	<b>PIENSO</b> ¿Qué es lo que piensas?	<b>ME PREGUNTO</b> ¿Qué te preguntas?
Imagen 1		
Imagen 2		

**Imagen 3**

**Imagen 4**

**Imagen 5**

--	--	--

## Presentación rutina de pensamiento:

### Actividad riesgos

¿Qué veo, qué pienso, qué me pregunto?

#### Descripción de la actividad:

- ▶ Por grupos de 5 personas como máximo se debe asignar, un portavoz, un secretario, un moderador y un controlador de tiempo de trabajo.
- ▶ Se expondrán una serie de imágenes y los miembros del grupo deberán reflexionar y acordar que contestar en cada una de las preguntas ¿Qué veo, qué pienso y qué me pregunto? según cada ilustración.
- ▶ Tendrán un tiempo de 4' y 30'' para contestar a cada imagen.
- ▶ Al final cada portavoz expondrá las respuestas de su grupo según la imagen que le pida el profesor.

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4

### QUE HACER EN: SISMOS

- 1 CONSERVE LA CALMA
- 2 ELIMINE FUENTE DE INCENDIO
- 3 RETIRESE DE VENTANA Y OBJETOS QUE PUEDAN CAER
- 4 NO USE ELEVADORES
- 5 UBÍQUESE EN ZONAS DE SEGURIDAD
- 6 LOCALICE LA RUTA DE EVACUACION

Imagen 5



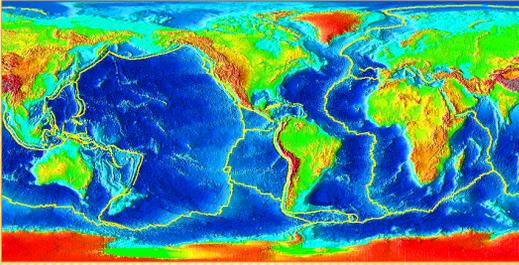


## ¿Qué sabes sobre los riesgos geológicos internos y su percepción?

1. ¿Qué entiendes por una situación de riesgo? ¿Y enfocándola a la geología?
2. ¿Cuáles pueden ser los riesgos ante los fenómenos geológicos internos?
3. ¿Crees que los riesgos derivados de fenómenos geológicos internos se pueden percibir? ¿Se podrían predecir?
4. ¿Crees que Canarias está situada en una zona de riesgo ante fenómenos geológicos internos?
5. A lo largo de tu etapa estudiantil, ¿se te ha informado sobre este tema y de cómo se debe actuar?
6. ¿Crees que estamos preparados para reaccionar ante este tipo de situaciones?

# Anexo 4. Presentaciones utilizadas en la Unidad didáctica

## Presentaciones SAI:



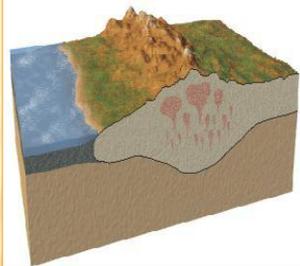
**TECTÓNICA DE PLACAS**

### ISOSTASIA

La profundidad de la corteza es mayor cuanto más alta es.

Las cordilleras, cuanto más altas son, más gruesa es la corteza en ellas, y por tanto, mayor profundidad alcanza.

Tiene que haber una causa que la justifique. ¿Cuál es esta causa?



### ISOSTASIA

La respuesta a esta pregunta, comenzó a elaborarse hace siglo y medio:

La corteza terrestre se comportaba como si estuviera constituida por bloques de materiales ligeros que "flotan" sobre otros más densos.

Las cordilleras se asemejan a enormes icebergs.



George Airy

### ISOSTASIA



Clarence Dutton

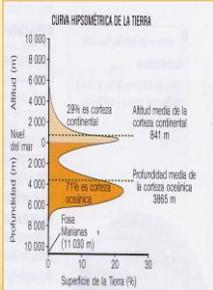
En 1892, dio el nombre de isostasia al mecanismo de ajuste que permite explicar los movimientos de elevación y descenso de la corteza.

Según este modelo, la corteza terrestre se encuentra en equilibrio con los materiales del manto, más densos, de manera que si la corteza se sobrecarga se hundirá, y si se descarga se elevará.

### ISOSTASIA

Curva hipsométrica

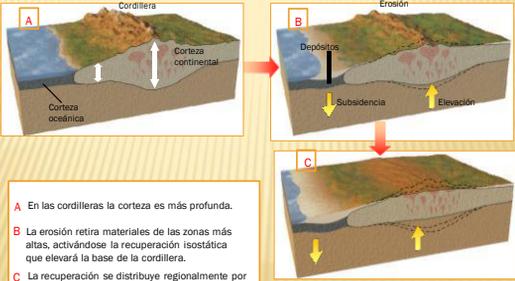
Este tipo de representación indica la relación entre la superficie terrestre y la altitud.



Esta curva, confirma que hay dos tipos de corteza, una continental, con una altura media de 841 m y otra oceánica con una profundidad media de 3865 m.

### ISOSTASIA

La isostasia es el mecanismo de ajuste que permite explicar los movimientos verticales de la corteza.



**A** En las cordilleras la corteza es más profunda.

**B** La erosión retira materiales de las zonas más altas, activándose la recuperación isostática que elevará la base de la cordillera.

**C** La recuperación se distribuye regionalmente por lo que no se producen grandes saltos laterales.

# ISOSTASIA

Los ajustes isostáticos son muy lentos.

Las altas presiones y temperaturas hacen que a escala de tiempo geológico, los materiales del manto tengan comportamientos propios de fluidos.

El equilibrio isostático no se alcanza de forma local, sino a escala regional. La litosfera responde rigidamente ante empujes laterales, pero se arquea si el esfuerzo es vertical.

Aclaraciones desde la perspectiva de la tectónica de placas

# ISOSTASIA

Predice

Las zonas con la corteza más gruesa y con rocas de menor densidad serán las más altas, mientras que las más delgadas y densas serán las más bajas.

Explica

La existencia de dos grandes escalones en el relieve terrestre. La altitud que alcanza cada zona es aquella a la que se encuentra el equilibrio isostático.

# ISOSTASIA

Resumiendo, de acuerdo con la teoría de la isostasia:

Las zonas con corteza gruesa y poco densa son continentales.

Las zonas con corteza delgada y algo más densa son oceánicas.

Todo proceso que incremente el grosor de la corteza hará que esta alcance mayores altitudes.

<https://www.youtube.com/watch?v=8eLpAO5iFuU>

# DERIVA CONTINENTAL

Las teorías del desplazamiento.

Niegan el desplazamiento continental.

Defienden el desplazamiento continental.

Fijistas.

Movilistas.

# DERIVA CONTINENTAL

Primeras ideas moviliztas



Francis Bacon

Las costas de África y Sudamérica encajan



# DERIVA CONTINENTAL

Primeras ideas moviliztas



Alexander von Humboldt

Existe complementariedad entre las costas de África y Sudamérica.

Publicó un extenso trabajo en el que exponía la hipótesis de la movilidad continental en 1910. La distribución y forma de las cordilleras en Asia y Europa indicaba un desplazamiento de Norte a Sur .



Frank Taylor

# DERIVA CONTINENTAL



Alfred Wegener

Publicó el libro "El origen de los continentes y océanos" en 1915

Todas las tierras emergidas habrían estado unidas formando el supercontinente Pangea.

Los continentes actuales son resultado de la fragmentación de Pangea y del movimiento de los fragmentos.

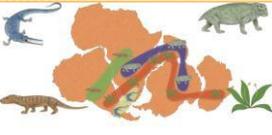
# DERIVA CONTINENTAL



# DERIVA CONTINENTAL

## Argumentos geográficos

La forma de los continentes permitía encajarlos como si fuesen las piezas de un rompecabezas.



## Argumentos geológicos

Existe continuidad entre cordilleras y otras formaciones geológicas a ambos lados del Atlántico.

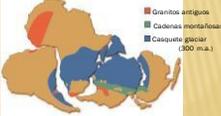
## Argumentos paleoclimáticos

Existen depósitos glaciares de la misma antigüedad en lugares muy alejados.



## Argumentos paleontológicos

Muchos fósiles iguales se encontraban en continentes muy alejados.



# DERIVA CONTINENTAL

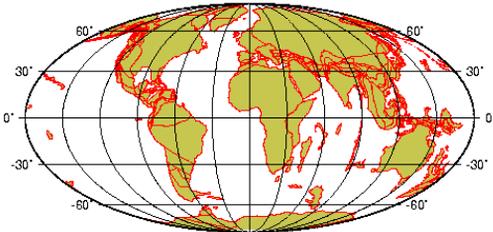
## La causa de los desplazamientos



Las causas de los movimientos no son la fuga polar y el frenado marea. Los continentes no se desplazaban sobre los fondos oceánicos.

Desiertos de Wegener

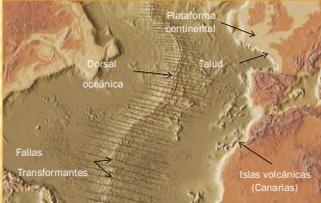
# DE LA DERIVA CONTINENTAL A LA TECTÓNICA DE PLACAS



Los avances tecnológicos fueron clave para elaborar mapas más precisos de los fondos oceánicos que revelaron...

# DE LA DERIVA CONTINENTAL A LA TECTÓNICA DE PLACAS

Con las nuevas tecnologías se descubre:



- El paleomagnetismo, "brújulas fósiles".
- Con los análisis de los fondos oceánicos:
  - La existencia de la dorsal oceánica de 60000 km.
  - La ausencia de sedimentos en las dorsales y su escasez en el resto de los fondos.
  - La juventud de la corteza oceánica.

Todo esto daría lugar a el nacimiento de la tectónica de placas

## LA TECTÓNICA DE PLACAS



Harry Hess

Las dorsales son zonas en las que se originan nuevos fondos oceánicos.

Apoyan la idea de Hess en datos paleomagnéticos.



Frederick Vine y Drummond Matthews

## LA TECTÓNICA DE PLACAS



John Tuzo Wilson

Placa, grandes fragmentos de litosfera que parecen moverse de forma unitaria y explican la dinámica continental.



Jason Morgan

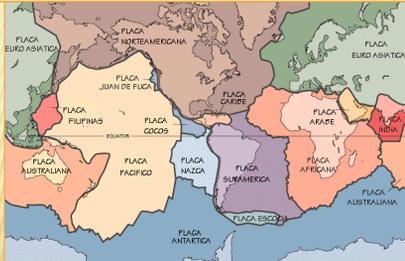


Xavier Le Pichon

Completan la teoría de la tectónica de placas, en 1968.

## PLACA LITOSFÉRICA

La superficie terrestre está dividida en grandes fragmentos llamados placas, que interaccionan entre sí.



R: Según Wilson, las Placas son grandes fragmentos de litosfera que parecen moverse de forma unitaria y explican la dinámica continental

## PLACA LITOSFÉRICA

Las zonas de separación de las placas litosféricas se les denomina límites de placa. Debido a los posibles movimientos relativos de dos placas, estos límites se clasifican en:



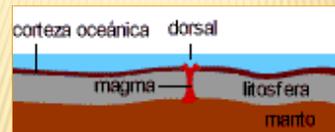
## PLACA LITOSFÉRICA

DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LAS PLACAS LITOSFÉRICAS



## DORSAL Y FONDO OCEÁNICO

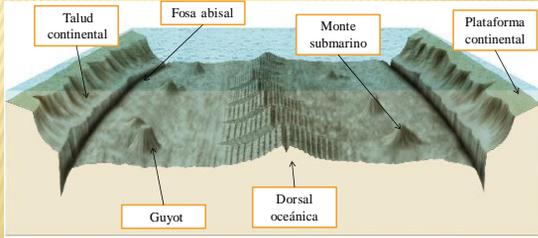
Las dorsales oceánicas son grandes elevaciones submarinas en las que se genera nueva litosfera oceánica a partir de los materiales magnéticos procedentes del interior terrestre.



R: Vine y Matthews confirmaban la teoría de la extensión del fondo oceánico elaborada por Hess, gracias al bandeo magnético (paleomagnetismo). Crearon la teoría de la expansión del fondo oceánico.

## DORSAL Y FONDO OCEÁNICO

Relieve submarino:



## DORSAL Y FONDO OCEÁNICO

Características:

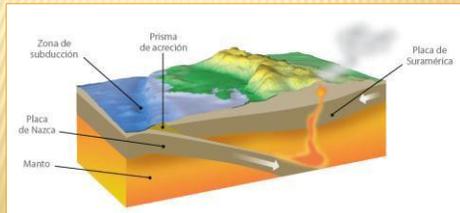
1. Poseen un valle central llamado rift oceánico, y muchas fracturas transversales (fallas transformantes)
2. La distribución de los sedimentos.
3. El incremento de la edad de los fondos al alejarse de la dorsal.
4. La distribución del bandeo magnético.
5. La importante actividad volcánica en las dorsales.
6. La actividad sísmica superficial en las dorsales.



## DORSAL Y FONDO OCEÁNICO

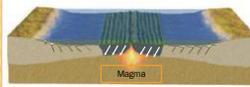
¿Por qué se hunde la corteza oceánica?

Si en los océanos no hay fondos de antigüedad superior a 180 Ma es porque se han hundido como consecuencia del incremento de su densidad. A este proceso se le denomina subducción.



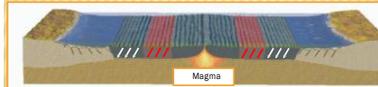
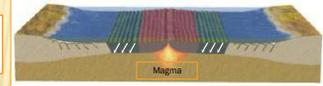
## DORSAL Y FONDO OCEÁNICO

Dinámica de los fondos oceánicos:



• La litosfera recién creada se aleja a ambos lados de la dorsal.

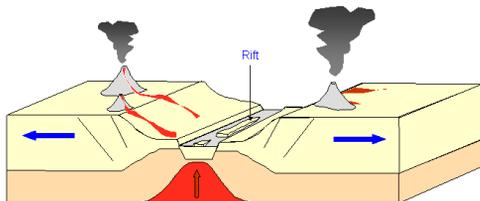
• El fondo se comporta como una grabadora que registra la orientación del campo magnético terrestre a medida que se incorpora el nuevo magma.



• Esta teoría explica la actividad volcánica y sísmica que tiene lugar en las dorsales.

### Rift continental (Valle del Rift africano).

Bajo ciertas zonas de la litosfera a veces se producen corrientes de convección ascendentes por las que suben materiales calientes menos densos. En estas zonas la litosfera continental se abomba, se estira y se fragmenta, produciéndose una depresión o rift en la que se puede acumular el agua y formarse lagos. Se trata de zonas con abundante actividad volcánica. Una zona de este tipo se encuentra en el llamado Gran Valle del Rift Africano.

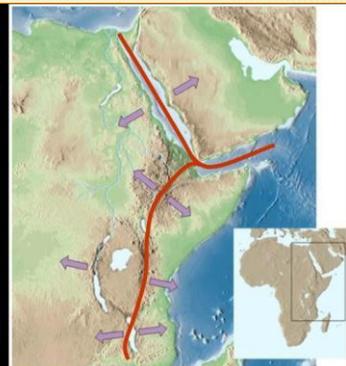


Borde constructivo en el Mar Rojo y en el Valle del Rift Africano.

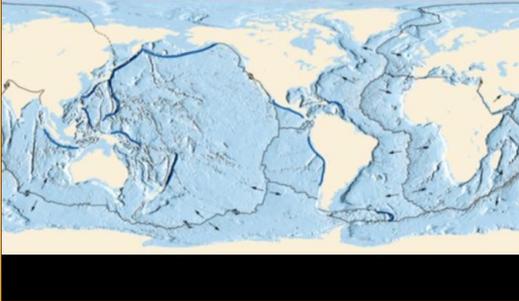
El Mar Rojo se originó al separarse la placa Árabe de la placa Africana.

En el Rift Valley Africano se da un borde constructivo. Los grandes lagos ocupan las depresiones dejadas por la litosfera al fragmentarse.

Con el tiempo el este de África se separará como ya se separaron la India y Madagascar.

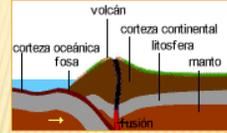


Movimientos de los bordes de placa constructivos (dorsales).  
En los bordes constructivos las placas se separan.



## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Las zonas de subducción son lugares en los que se destruye litosfera. Esa destrucción se equilibra, con la cantidad de litosfera generada en las dorsales.



Las zonas de subducción se sitúan en los límites de dos placas litosféricas que tienen un movimiento convergente. Se diferencian tres tipos:

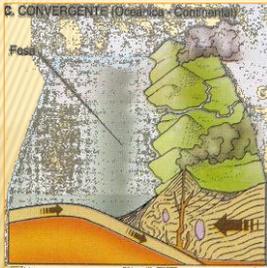
Convergencia continental - oceánica

Convergencia oceánica - oceánica

Convergencia continental - continental

## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Convergencia continental - oceánica:



La litosfera continental es más ligera y gruesa que la oceánica. Por esta razón, al converger ambas la oceánica se introduce bajo la continental (límite entre Sudamérica y el océano Pacífico).

Los sedimentos forman el prisma de acreción. Delante queda una fosa oceánica

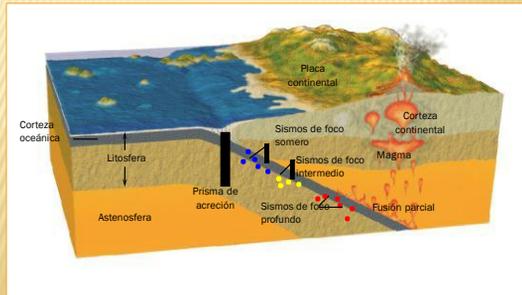
Algunos fragmentos de litosfera oceánica cabalgan sobre el continente (Obducción)

El desplazamiento de las placas es a saltos produciéndose terremotos

Someros, profundidad menor de 70 km.  
Intermedios, foco entre 70 y 300 km.  
Profundos, foco entre 300 y 700 km.

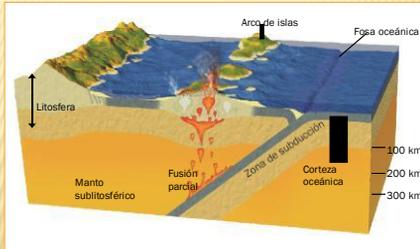
## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Convergencia continental - oceánica:



## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

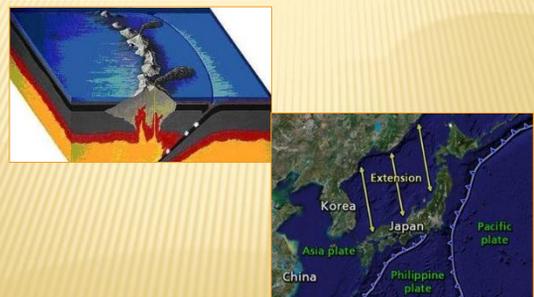
Convergencia oceánica - oceánica:



En ella la litosfera oceánica subduce bajo otra litosfera oceánica. En este tipo de convergencia se forman los arcos de islas. (límite entre el Pacífico y las islas de Japón).

## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

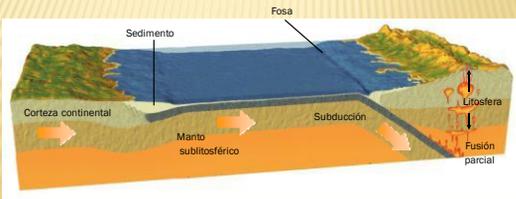
Convergencia oceánica - oceánica:



## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

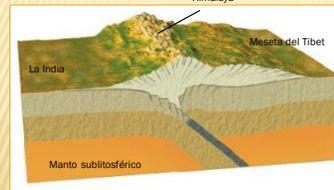
Convergencia continental - continental:

Esta comienza siendo una convergencia continental - oceánica en la que la placa que subduce tiene un tramo oceánico y, tras él, otro continental. Una vez que ha subducido toda la corteza oceánica, se produce la colisión de los dos continentes.



## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Convergencia continental - continental:

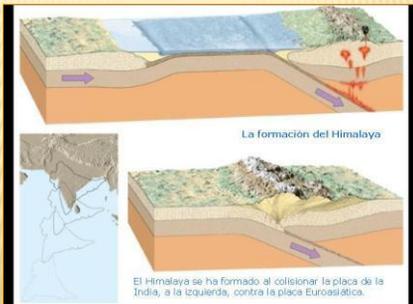


Cuando chocan placa continental y placa continental, se produce la elevación, por compresión, de los sedimentos intermedios. Este fenómeno se llama obducción.

La presión es tan alta, que a veces la placa oceánica inicial, en vez de subducir, se eleva por encima. Los fragmentos de placa oceánica que quedan dispersos en la cordillera se llaman ofiolitas.

## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Convergencia continental - continental:



El Himalaya se ha formado al colisionar la placa de la India, a la izquierda, contra la placa Euroasiática.



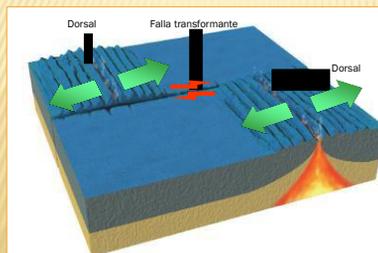
## ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Características:

1. Coexisten dos relieves muy pronunciados.
2. Zonas con mucha actividad sísmica. En ellas hay frecuentes terremotos.
3. Tienen actividad magmática. Se produce una fusión parcial de la roca.

## LÍMITES TRANSFORMANTES

En él se produce un desplazamiento lateral de una placa con respecto a otra. Se forman fallas transformantes. En ellos, ni se destruye ni se crea litosfera oceánica.



No hay vulcanismo asociado, sin embargo, los terremotos son frecuentes.

## LÍMITES TRANSFORMANTES

Dos tipos:

Fracturas que acomodan el espacio entre dos placas continentales que se mueven lateralmente una con respecto a la otra.

Fallas que cortan transversalmente a las dorsales oceánicas.

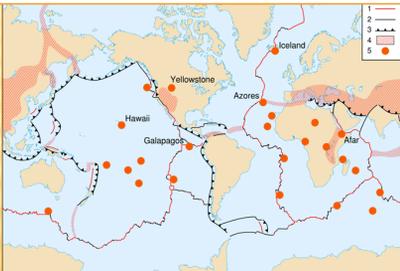


## RESUMEN LÍMITES DE PLACA

TIPO DE MARGEN	DIVERGENTE	CONVERGENTE	TRANSFORMANTE
MOVIMIENTO	EXTENSIÓN	SUBDUCCIÓN	DESPLAZAMIENTO LATERAL
EFFECTO	CONSTRUCTIVO (se crea litosfera)	DESTRUCTIVO (se destruye litosfera)	CONSERVATIVO (ni se destruye ni se crea litosfera)
TOPOGRAFÍA	DORSAL / RIFT	FOSA y/o CORDILLERAS DE PLEGAMIENTO / ARCO DE ISLAS	POCO DESTACABLE
VULCANISMO	SÍ (basaltos)	SÍ (andesitas)	NO
SISMICIDAD	SÍ (de foco somero)	SÍ (de foco somero, intermedio y profundo)	SÍ (de foco somero)

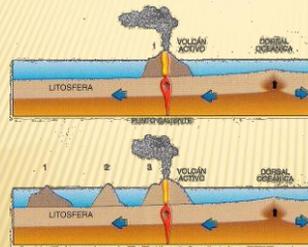
## PUNTOS CALIENTES

Son zonas de ascenso de "plumas magmáticas calientes", seguramente procedentes de la base del manto, que ascienden hasta entrar en contacto con la corteza generando procesos volcánicos intraplaca.



No siempre los volcanes están asociados a límites de placas, podemos encontrar también vulcanismo intraplaca.

## PUNTOS CALIENTES



Un ejemplo son las islas de Hawaii y Midway, se tiene como prueba la edad de cada una de ellas, y su actividad volcánica



## TEORÍA DE LA TECTÓNICA GLOBAL

1. La litosfera se encuentra dividida en un conjunto de fragmentos rígidos denominados placas.

2. Los límites o bordes de las placas litosféricas pueden ser de tres tipos:  
- Constructivos.  
- Destructivos.  
- Conservativos.

3. Las placas litosféricas se desplazan sobre los materiales dúctiles del manto sublitosférico.

4. Los desplazamientos de las placas litosféricas son causados por la energía térmica del interior terrestre y la energía gravitatoria.

5. La litosfera oceánica es renovada continuamente, mientras que la litosfera continental tiene un carácter más permanente.

6. A lo largo de la historia de la Tierra no solo ha cambiado la posición de las placas litosféricas o su forma y tamaño, sino también su número.

## CAMBIOS EN LA TECTÓNICA DE PLACAS DESDE SU FUNDACIÓN

R: Los primeros modelos de la tectónica de placas fueron publicados a finales de la década de 1960 por Wilson, Morgan y Le Pichon.

¿Qué se ha confirmado?

1. EL incremento de la edad de los fondos oceánicos a medida que nos alejamos de la dorsal. ✓

2. La existencia de zonas en las que una litosfera oceánica relativamente vieja y fría se introduce en el manto. ✓

3. Las placas litosféricas se mueven. ✓

## CAMBIOS EN LA TECTÓNICA DE PLACAS DESDE SU FUNDACIÓN

¿Qué ha cambiado sobre las dorsales y la subducción?

- Dorsales:

El rift central solo lo tienen las dorsales lentas, como la dorsal atlántica. Dorsales como la del pacífico mucho más rápida, carece de un rift central.

El magma que alimenta la dorsal tiene una raíz mas superficial de lo esperado. Sólo los puntos calientes tienen magma de procedencia profunda.

- Zonas de subducción:

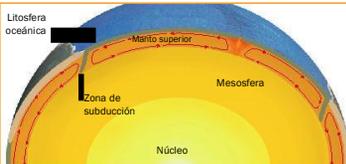
La tomografía sísmica ha mostrado que las placas pueden alcanzar la base del manto.

## CAMBIOS EN LA TECTÓNICA DE PLACAS DESDE SU FUNDACIÓN

¿Qué ha cambiado sobre la convección en el manto?

Pensamiento clásico:

Las placas son arrastradas por el movimiento de los materiales del manto superior sublitosférico debajo de ella. Las placas se desplazarían pasivamente.



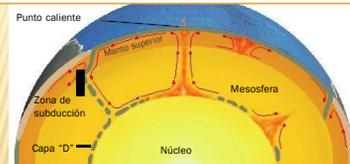
Las rocas del manto superior estarían parcialmente fundidas, y eso permitiría la existencia de unas corrientes de convección de celdillas cerradas, cuyas ramas ascendentes se situarían en las dorsales y las descendentes en las zonas de subducción.

## CAMBIOS EN LA TECTÓNICA DE PLACAS DESDE SU FUNDACIÓN

¿Qué ha cambiado sobre la convección en el manto?

Pensamiento moderno:

La convección no se limita al manto superior, sino que incluye también el manto inferior.



La convección sigue un recorrido mucho más caótico. Los tramos descendentes están marcados por los grandes telones de placas subducentes, pero los ascendentes son más locales y parecen coincidir con los penachos térmicos.

## CAMBIOS EN LA TECTÓNICA DE PLACAS DESDE SU FUNDACIÓN

¿Qué ha cambiado sobre el motor de las placas?

A las convecciones del manto originadas por la energía térmica del interior terrestre (La Tierra como máquina térmica) se le une la energía gravitacional.

la energía gravitatoria es determinante para explicar el movimiento de las placas litosféricas. Esta energía interviene a través de dos mecanismos complementarios:

1. La mayor altura de la dorsal y la subsidencia térmica

2. La litosfera subducida es densa y fría y las presiones reinantes en el interior del manto la hacen aún más densa.

La subducción sería más la causa que la consecuencia del movimiento superficial de las placas.

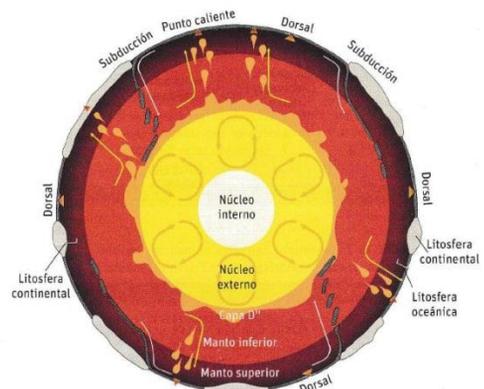


Figura 14.11. Modelo actual de dinámica global.

## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

Las Islas Canarias son de origen volcánico. Esto viene determinado tanto por sus características geológicas, composición de rocas y minerales, y sus principales accidentes morfológicos (volcanes, malpaisés, etc.).



Los procesos de formación de las Islas se limitan a dos fuerzas, por un lado la construcción volcánica, y por otro, el desmantelamiento erosivo.

## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

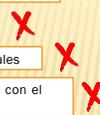
El origen de las Islas Canarias pueden agruparse en dos tipos de teorías.

Relacionadas directamente con continentes, actuales o desaparecidos

LA ATLÁNTIDA

Puentes continentales

De origen conjunto con el noroeste africano



Han surgido de los fondos oceánicos con total independencia de los continentes próximos.

La Teoría de los bloques levantados

La Teoría de la fractura propagante

La Teoría del punto caliente

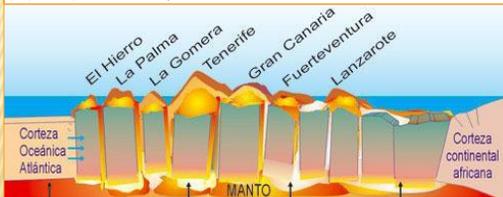
La Teoría de los empujes ascensionales



## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

### La Teoría de los bloques levantados

Es una de las teorías con mayor credibilidad entre la comunidad científica, propuesta por A. Saavedra y otros en 1976.

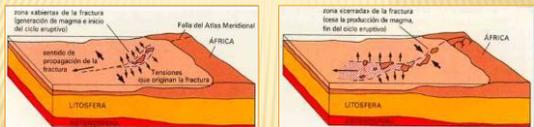


Debido al choque entre la placa africana y la euroasiática, se formaron cordilleras por plegamiento de materiales, como el Atlas en Marruecos se fracturó la corteza oceánica en algunos puntos más débiles, dando lugar al levantamiento de bloques que conformarían la base de cada una de las Islas.

## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

### La Teoría de la fractura propagante

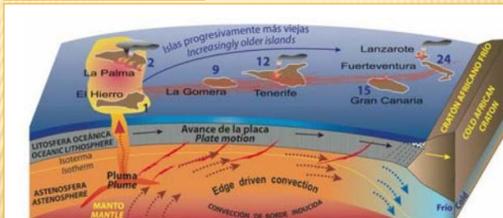
Planteadas por Anguita F. y Hernán F. en 1975. Está relacionada con la formación de la falla del Atlas Meridional, una fractura situada en el noroeste de África.



Se formó por el choque de la placa africana y la euroasiática y, como consecuencia, se cree que se propagó de este a oeste hasta la zona del Archipiélago, a través del fondo oceánico. Cuando cesó el movimiento y la presión entre las placas, comenzó el ascenso puntual del magma.

## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

### La Teoría del punto caliente

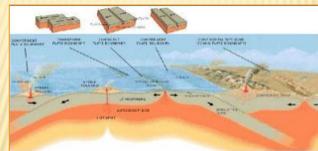


Al producirse el ascenso, se expulsa al exterior y se forma una isla, que se va alejando de este foco de emisión debido al desplazamiento de la placa africana de oeste a este. De esta manera, se irían formando todas las islas del archipiélago canario, siendo más antigua cuanto más alejada se encuentre del punto caliente.

## EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

### La Teoría de los empujes ascensionales

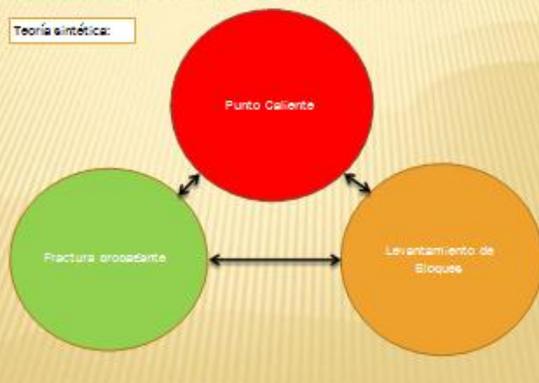
Es similar a la de los bloques levantados, pero en lugar de bloques es simplemente magma.



Cuando finaliza el movimiento entre las placas, se reactivaron focos magmáticos profundos por la expansión del fondo oceánico desde la dorsal centro-atlántica. Comienza el ascenso de los materiales volcánicos, primero produciendo un abombamiento de la corteza oceánica y luego una ruptura por donde ascendió magma.

# EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS

Teoría sintética:



## Presentaciones SAI:

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA



### PERCEPCIÓN DE RIESGOS ANTE LOS FENÓMENOS GEOLÓGICOS INTERNOS

### ¿Qué entendemos por riesgo?

- Es una medida de la magnitud y de probabilidad de sufrir daños frente a una situación peligrosa.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad (P)} \times \text{Exposición (E)} \times \text{Vulnerabilidad (V)}$$



- Un **riesgo geológico** es cualquier **condición geológica**, que suponga una amenaza para la salud, seguridad o bien estar de un grupo de personas, o para las funciones o economías de una comunidad.

- Peligrosidad:** se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un daño causado por un suceso concreto, dentro de un intervalo de tiempo determinado.
- Exposición:** se refiere al total de personas o bienes sometidos a un riesgo, aunque no ocurra el suceso que lo provoca.
- Vulnerabilidad:** se refiere al porcentaje de pérdidas humanas o bienes naturales causado por un determinado suceso, respecto al total expuesto.

### ¿Qué entendemos por percibir?

La **percepción** es la manera en la que un organismo interpreta los estímulos sensoriales que recibe a través de los sentidos para formar una impresión consciente de la realidad física de su entorno.



La **percepción del riesgo** es la habilidad de detectar, identificar y reaccionar ante una situación de riesgo.

### ¿Qué son los fenómenos geológicos internos?

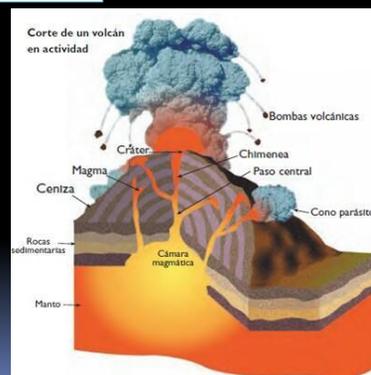
Los **fenómenos geológicos internos** se producen en el interior de la Tierra gracias a la energía interna del planeta, son los principales creadores del relieve (terremotos, movimiento de placas tectónicas, vulcanismo...).

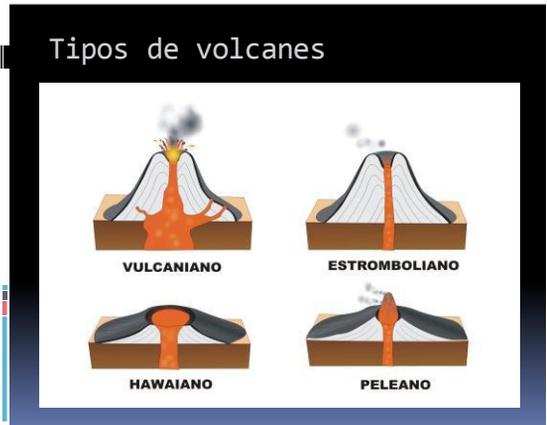
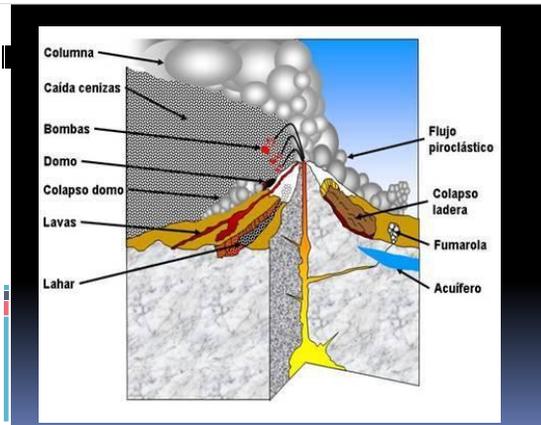
VULCANISMO

TERREMOTOS



### VULCANISMO





## Hawaiano

**Características:**  
 Gran cono aplanado.  
 Columna eruptiva << 1km.  
 Radio de acción <100 m.

**Productos:**  
 Lavas muy fluidas que desprenden los gases con facilidad y recorren grandes distancias.

**Peligrosidad:**  
 Escasa para las personas, pudiendo arrasarse cultivos o provocar cortes en las vías de comunicación.

## Estromboliano

**Características:**  
 Cono simétrico.  
 Columna eruptiva < 1km.  
 Radio de acción 0,1-1 km.

**Productos:**  
 Lava rica en gases que producen su fragmentación y convección de cenizas y escorias porosas.  
 Bombas que explotan en el aire.

**Peligrosidad:**  
 Erupciones constantes, con frecuentes explosiones pero poco peligrosas.  
 Peligro de enterramiento por cenizas.

## Vulcaniano

**Características:**  
 Cono asimétrico en el sentido del viento.  
 Columna eruptiva 1-20 km.  
 Radio de acción asimétrico 5-1000 km.

**Productos:**  
 Poca lava, viscosa y pobre en gases.  
 Gran abundancia de materiales piroclásticos variados (bombas, lapilli y cenizas).

**Peligrosidad:**  
 Aplastamiento por caída de piroclastos.  
 Explosiones violentas.

## Pliniano

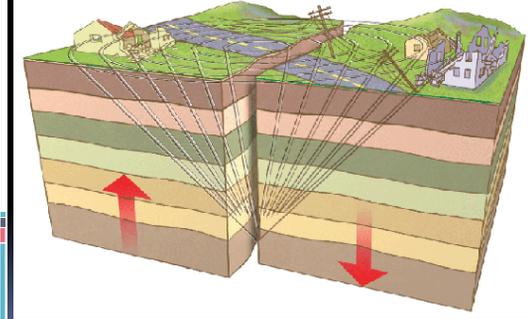
**Características:**  
 Cono muy asimétrico en el sentido del viento.  
 Columna eruptiva >20 km.  
 Radio de acción asimétrico, >1000 km.

**Productos:**  
 Lavas viscosas que liberan los gases con dificultad, provocando fuertes explosiones.  
 Vigorosa columna eruptiva que expulsa gran cantidad de gases, vapor de agua, cenizas y piedra pómez, incandescentes.

**Peligrosidad:**  
 Calda de piroclastos en las proximidades.  
 Grandes espesores de cenizas que se desplazan a grandes distancias.  
 Enfriamiento del clima por los aerosoles emitidos.  
 Lluvias torrenciales por condensación convectiva del vapor de agua de la columna eruptiva.  
 Formación de lahares y avalanchas.  
 Formación de calderas por hundimiento del cráter.



# TERREMOTOS



## Tipos de ondas

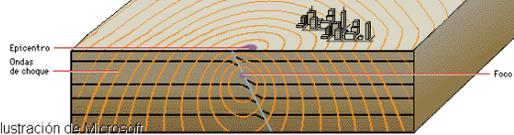
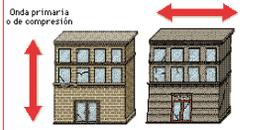


Ilustración de Microsoft

## Magnitud: Escala de Richter

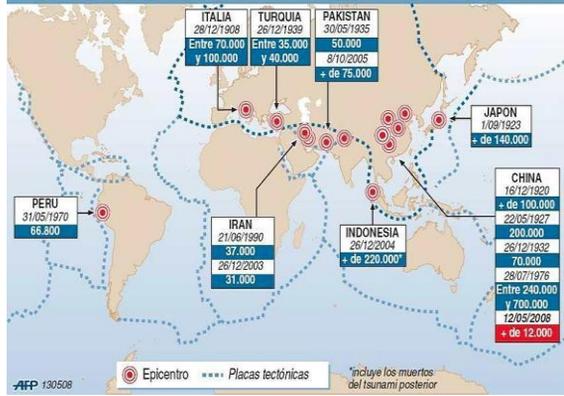
Magnitud	Equivalencia de la energía [J]	Referencias
-1,5	1 g	Rotura de una roca en una mesa de laboratorio
1,0	170 g	Pequeña explosión en un sitio de construcción
1,5	910 g	Bomba convencional de la II Guerra Mundial
2,0	8 kg	Explosión de un tanque de gas
2,5	29 kg	Bombardeo a la ciudad de Los Ángeles
3,0	181 kg	Explosión de una planta de gas
3,5	455 kg	Explosión de una mina
4,0	6 t	Bomba atómica de baja potencia
4,5	32 t	Tsunami promedio
5,0	199 t	Terremoto de Zaboloto, Surameti (Guayabá, 1992)
5,5	500 t	Terremoto de Little Skull Mountain, Nevada (Estados Unidos), 1992
6,0	1.270 t	Terremoto de Double Spring Flat, Nevada (Estados Unidos), 1904
6,5	31.550 t	Terremoto de Northridge, California (Estados Unidos), 1994
7,0	199.000 t	Terremoto de Hongo-Ken Nambu, Japón, 1995
7,5	1.000.000 t	Terremoto de Landers, California, 1992; TERREMOTO EN PISCO, ICA, CHINCHA, UMBU Y CAJATEL, ABRIL 2007
8,0	6.270.000 t	Terremoto de México, México, 1985
8,5	31.55 millones de t	Terremoto de Anchorage, Alaska, 1964
9,2	220 millones de t	Terremoto del Océano Índico de 2004
9,6	260 millones de t	Terremoto de Valdivia, Chile, 1960
10,0	6.300 millones de t	Falla de San Andrés
12,0	1 billón de t	Fractura de la Tierra por el centro Cantidad de energía recibida diariamente en la Tierra

Referencia: Hanks TC, Kanamori H (1983), «Inherent magnitude scale», *Journal of Geophysical Research* 88 (B1): 2949-2960

## Intensidad: Escala de Mercalli

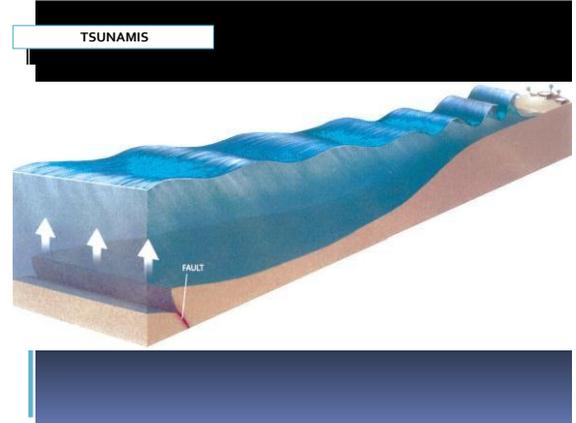
<p><b>Grado I</b></p> <p>No perceptible. Mínimos.</p>	<p><b>Grado II</b></p> <p>Perceptible por algunas personas en reposo. Se mueven algunos objetos que están en equilibrio inestable.</p>	<p><b>Grado III</b></p> <p>Perceptible en las interiores. La gente se inquieta, abren las ventanas.</p>	<p><b>Grado IV</b></p> <p>Perceptible en las interiores. La gente se inquieta, abren las ventanas.</p>
<p><b>Grado V</b></p> <p>Perceptible por todo el mundo. Caen algunas cosas y se rompen algunos cristales de gran tamaño.</p>	<p><b>Grado VI</b></p> <p>Perceptible por todo el mundo. producen inquietud. Caen algunos cristales. Se mueven los muebles.</p>	<p><b>Grado VII</b></p> <p>La gente corre a la calle. Se producen algunos daños en las estructuras de los edificios.</p>	<p><b>Grado VIII</b></p> <p>Alarma general. Muy destructivo en las estructuras ligeras produce algunos daños en las estructuras sólidas. Caen algunas estatuas y muros.</p>
<p><b>Grado IX</b></p> <p>Pánico general. Destrucción total de las estructuras ligeras y parcial de las sólidas. Rotura de condiciones subterráneas. Formación de grietas en el suelo.</p>	<p><b>Grado X</b></p> <p>Pánico general. Solo quedan en pie las regiones altas. Se producen torsión de rielles.</p>	<p><b>Grado XI</b></p> <p>Pánico general. Quedan en pie pocos edificios. Se producen flujos en el terreno. Rotura de condiciones subterráneas. Formación de grietas en el suelo.</p>	<p><b>Grado XII</b></p> <p>Destrucción total. Aparecen ondulaciones en el terreno. Proyección de bloques y rocas en el aire.</p>

## Los sismos con más víctimas en los últimos 100 años

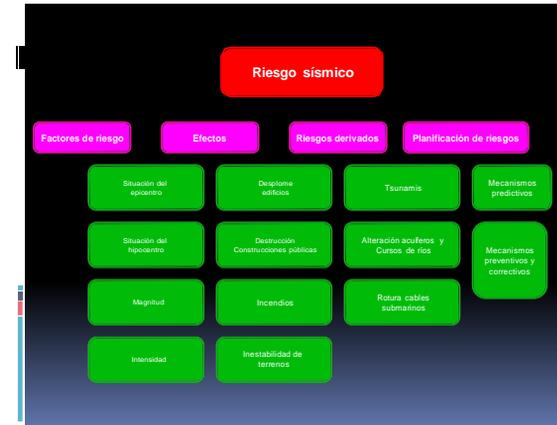




DESLIZAMIENTOS



TSUNAMIS



### Predicción de la actividad volcánica.

Las erupciones volcánicas vienen comúnmente precedidas de:

1. Incremento de la actividad sísmica.
2. Deformación del terreno.
3. Variaciones en la micro-gravedad.
4. Cambio de las propiedades de las aguas subterráneas de las galerías o acuíferos.
5. Incremento en la emisión de gases del subsuelo o cambios importantes en la composición química de los mismos.

El seguimiento, análisis e interpretación de estos cambios, permiten determinar si habrá o no una futura erupción y, más importante, cuándo y dónde podría producirse.

### ¿Quién vigila nuestros volcanes?

El **Instituto Geográfico Nacional (IGN)** es el único responsable legal en el seguimiento de la actividad volcánica. Esto quiere decir que son los responsables de comunicar a las autoridades cuando, donde y cómo será la próxima erupción.

Esta situación legal también es reconocida por el **PEVOLCA (Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico de la Comunidad de Canarias)**.

### Predicción de la actividad sísmica.

La **predicción a largo plazo** es una de las más usadas. Se basa en la teoría del rebote elástico que supone que durante largos intervalos de tiempo, el esfuerzo a ambos lados de una falla va incrementándose hasta que esta se rompe y se genera un terremoto.

El esfuerzo entonces se libera y se empieza nuevamente a acumular, de manera que en el futuro se vuelve generar un nuevo sismo en el mismo lugar.

## Predicción de la actividad sísmica.

Existen tres métodos para la predicción de terremotos a **largo plazo**:

1. Método de la brecha sísmica.
2. Método de la transferencia de esfuerzos.
3. Método de cambios en los patrones de sismicidad.

## Predicción de la actividad sísmica.

Predicción de terremotos a **corto plazo**:

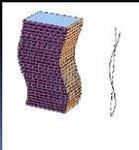
Esta debe brindar el lugar, la fecha y la magnitud del evento. Este tipo de predicción es el más difícil porque generalmente está asociada a un grado alto de incertidumbre.

Existen múltiples factores que se han tratado de relacionar con la ocurrencia de un terremoto para tratar de encontrar una clave en la predicción:

- Cambios de potencial eléctrico
- Variación química del agua subterránea
- Cambios en la profundidad de los pozos de agua
- Niveles de gas radón liberado a la atmósfera cerca de una falla.
- Comportamiento animal extraño.

## Mecanismos preventivos y correctivos

Legislación sobre las construcciones en regiones de alto riesgo. Se aplica la **ingeniería sísmica**, evitando la rigidez de los cimientos para que absorban las vibraciones producidas por el terremoto.

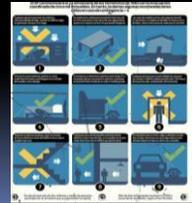


## Mecanismos preventivos y correctivos

Medidas de ordenación del territorio para evitar grandes densidades de población en las zonas de alto riesgo.

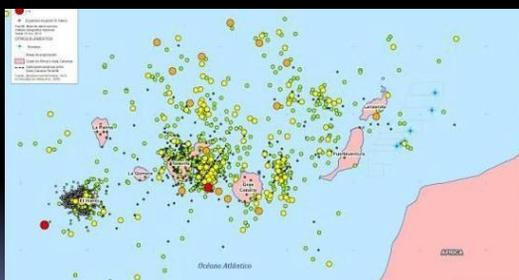


Medidas de protección civil para informar, alertar y evacuar la población.



Elaboración de mapas de riesgo sísmico

## Sismicidad en el área de Canarias



SEMAFORO / FASE	SITUACIÓN	ACTIVIDAD VOLCÁNICA	ACTUACIÓN DE LA POBLACIÓN
VERDE NORMALIDAD	ESTABILIDAD	La actividad volcánica bajo parámetros de normalidad.	Programas educativos.
	PREALERTA	Anomalías en los registros instrumentales que pueden ser crecientes o no dependiendo del comportamiento.	Activación de la política informativa del Plan.
AMARILLO PRE-EMERGENCIA	ALERTA	Varios parámetros indican un posible estado pre-eruptivo.	Este atento a las comunicaciones de las autoridades de protección civil.
ROJO EMERGENCIA	ALERTA MÁXIMA Evacuación preventiva	La situación difícilmente volverá a la normalidad	La población bajo riesgo realiza evacuación preventiva.
	1	Se produce la erupción volcánica.	Se toman medidas de protección a poblaciones expuestas.
	2		
ALARMA			