

**Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación**

Trabajo fin de máster

Uso de las TIC para provocar el cambio de preconceptos erróneos relacionados con la Geología en la ESO

Presentado por: Iker Leal Ayo

Línea de investigación: Breve
investigación sobre aspectos concretos de la
especialidad

Director/a: Virginia Pascual

Ciudad: Bilbao

Fecha: 25/03/13

RESUMEN

Hoy en día, el cambio conceptual, como variante del modelo didáctico constructivista, es considerado la principal referencia a seguir dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta variante, basada en la detección de ideas previas que establecen conflictos cognitivos y que posteriormente derivan en el cambio de preconceptos, puede ser favorecido por la introducción de las nuevas tecnologías en la educación. Las TIC han irrumpido con fuerza en la enseñanza en los últimos tiempos y suponen un gran estímulo tanto para profesores como para alumnos. Es por ello que con la realización del presente trabajo se pretende buscar un nexo de unión entre ellas y el citado modelo del cambio conceptual. El objetivo del presente trabajo es detectar mediante revisión bibliográfica y un pequeño análisis cuantitativo realizado a los alumnos del colegio El Ave María de Bilbao los preconceptos erróneos sobre Geología más comunes entre los alumnos de secundaria, para posteriormente proponer una serie de recursos TIC que favorezcan el cambio conceptual de los preconceptos erróneos detectados. Por último, se realiza una propuesta práctica cuyo objetivo es analizar la viabilidad de los recursos TIC planteados y conocer las impresiones de los profesores responsables de los diferentes grupos, acerca de los mismos.

PALABRAS CLAVE

Nuevas tecnologías, Geología, Preconceptos, Cambio conceptual, Recursos TIC

ABSTRACT

Nowadays, conceptual change, as a variation of the constructivism didactic model, is considered the main reference to follow in the teaching- learning process. This variation, based on the detection of previous ideas that stablish cognitive conflicts to drift later into a change of the previous ideas, can be favoured by introducing new technologies into education. TIC's have strongly broke into education and suppose a great encouragement for both teachers and students. Because of this, the execution of this work tries to find a nexus among the use of TIC's and the commented conceptual change model. The aim of this work is to detect erroneous previous ideas, by bibliographic revision and by a small quantitative investigation among the students of the El Ave María Secondary school, the most common wrong previous ideas about Geology, in order to suggest later a number of TIC resources that favoured conceptual change of the detected erroneous previous ideas. Finally, a practical proposal is done in order to analyse the viability of the suggested TIC resources and know the impressions of the different groups responsible teachers about them.

KEY WORDS

New technologies, Geology, Preconceptions, Conceptual change, TIC resources

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Justificación.....	5
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.1	Objetivos.....	6
2.2	Breve fundamentación de la metodología.....	6
2.3	Breve justificación de la bibliografía utilizada.....	7
3	DESARROLLO.....	9
3.1	Fundamentación teórica.....	9
3.1.1	Modelo didáctico constructivista, aprendizaje significativo y cambio conceptual.....	9
3.1.2	La enseñanza de las ciencias. Geología.....	11
3.1.3	Nuevas tecnologías en educación.....	13
3.1.4	El tratamiento de la Geología en el currículo de la ESO.....	14
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4.1	Muestra de estudio.....	20
4.2	Cuestionarios.....	20
4.3	Tratamiento de datos.....	22
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	23
5.1	Preconceptos erróneos extraídos de bibliografía.....	23
5.2	Resultados de los cuestionarios.....	26
5.3	Selección de recursos TIC.....	35
6	PROPUESTA PRÁCTICA	41
7	CONCLUSIONES.....	42
8	LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.....	43
9	BIBLIOGRFÍA.....	44
10	ANEXOS.....	47

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

El modelo constructivista se basa en la detección de las ideas previas de los estudiantes sobre un tema, para, posteriormente, mediante la interacción con nuevas ideas y experiencias, llevar a cabo el cambio conceptual que refuerce los preconceptos más idóneos y reemplace los erróneos. Este modelo, que sin duda favorece el desarrollo intelectual y personal del alumno, debe de ser aplicado a todas las ramas de la ciencia. Sin embargo, en el caso de la Geología, debido a sus particulares características como ciencia experimental no exacta, este modelo no está teniendo el desarrollo que cabría esperar. Además, la pérdida de peso de esta ciencia en el curriculum de secundaria está provocando un progresivo deterioro en la percepción que tienen los estudiantes sobre la Geología como ciencia, lo que se traduce en un aumento del desinterés hacia la misma y en la incorrecta asimilación de algunos de sus principios fundamentales. Este último hecho puede ser subsanable mediante la utilización de los recursos informáticos de los que se disponen en las aulas. El planteamiento de una serie de recursos más novedosos que favorezcan la consecución del cambio conceptual es uno de los motivos fundamentales que han llevado a la realización de esta investigación. Para ello se realiza un análisis bibliográfico y un análisis cuantitativo a los alumnos del colegio El Ave María en el que se detectan los preconceptos erróneos más comunes entre los alumnos de educación secundaria y se relacionan con los contenidos sobre Geología que aparecen en el curriculum de secundaria. Con la realización de este estudio se pretende favorecer el cambio conceptual de los preconceptos erróneos mediante la utilización de una serie de recursos TIC, y de esta forma conseguir mejorar la percepción y los conocimientos que los estudiantes de los diferentes cursos de educación secundaria tienen sobre esta ciencia.

También es importante resaltar que para el autor del trabajo, licenciado en Geología, el tratamiento de esta ciencia dentro del ámbito escolar es una necesidad y obligación, ya que se trata de una ciencia que genera gran cantidad de noticias e informaciones de interés general. Por ello se considera que una correcta comprensión de los principales fundamentos y principios de la Geología, puede ayudar a mejorar la comprensión de los fenómenos geológicos que se dan a nuestro alrededor y de los que se hacen eco los medio de comunicación debido a su espectacularidad y, en ocasiones, repercusión sobre la vida humana.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es utilizar las TIC como medio para provocar el cambio de los preconceptos erróneos relacionados con la Geología en la enseñanza secundaria obligatoria. Para la consecución del mismo se desarrollan los siguientes objetivos concretos:

- Identificar cuáles son los principales preconceptos erróneos que tienen los estudiantes de secundaria en relación con la Geología.
- Proponer una serie de recursos TIC que motiven al alumnado y que favorezcan la consecución del cambio conceptual de los preconceptos erróneos detectados.
- Realizar una propuesta práctica para establecer si los principales preconceptos erróneos detectados en bibliografía y en un centro concreto de Bilbao, se pueden extrapolar a toda la provincia de Bizkaia. Además, esta propuesta irá acompañada de una proposición de análisis experimental de los recursos planteados para conocer si son prácticos para la consecución del cambio conceptual.

2.2 Breve fundamentación de la metodología

Para la consecución de los objetivos propuestos se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Para la consecución del primer objetivo se tabularán los principales preconceptos erróneos, obtenidos mediante revisión bibliográfica, asociados a los contenidos sobre Geología de cada curso de secundaria. Además se pasarán unos cuestionarios a los estudiantes del colegio El Ave María (Santutxu, Bilbao), para comprobar si los preconceptos detectados en bibliografía se corresponden con los de los estudiantes de este centro.
- La selección de recursos TIC (segundo objetivo) se llevará a cabo mediante una revisión bibliográfica.
- Para la realización de la propuesta práctica se propondrá el análisis de la valía de los recursos TIC propuestos mediante cuestionarios tanto a profesores como a alumnos.

Todos estos puntos serán desarrollados ampliamente a lo largo del trabajo.

2.3 Breve justificación de la bibliografía utilizada

Para realizar este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica en diversas bases de datos, consulta de libros y revistas tanto en bibliotecas municipales de Getxo, como en la biblioteca de la Universidad del País Vasco, páginas web que facilitan recursos TIC, apuntes correspondientes al Master cursado y legislación relativa al currículum de educación secundaria.

Esta búsqueda se ha llevado a cabo durante los meses de diciembre de 2012 y enero de 2013, y los criterios utilizados para la selección de bibliografía han sido los siguientes:

- Relación con la temática del trabajo.
- Selección de artículos, tesis doctorales, páginas web y libros, y descarte de materiales con autor o procedencia no contrastada.
- En un principio la búsqueda también se vio restringida a publicaciones posteriores a 2005. Sin embargo, la falta de artículos recientes obligó a la ampliación de este periodo.
- Acceso gratuito.

Se han realizado búsquedas en diferentes bases de datos de internet, introduciendo siempre las mismas palabras clave que están relacionadas con el tema sobre el que trata este trabajo. En la tabla 1 se relaciona el número de entradas obtenidas al introducir las palabras clave en las diferentes bases de datos.

Tabla 1. Bases de datos utilizadas y resultados logrados en función de las palabras clave.

Base de datos	Palabras clave	Entradas obtenidos
Dialnet	Nuevas tecnologías en educación	1054
	Geología secundaria	38
	Preconceptos geología	1
	Cambio conceptual	513
	Recursos TIC	334
Google académico	Nuevas tecnologías en educación	338000
	Geología secundaria	22300
	Preconceptos geología	448
	Cambio conceptual	114000
	Recursos TIC	49800
Biblioteca virtual UNIR	Nuevas tecnologías en educación	1312
	Geología secundaria	93
	Preconceptos geología	2
	Cambio conceptual	1287
	Recursos TIC	581

Como se observa en la tabla 1, la base de datos de Google académico ofrece muchos más resultados que la Biblioteca virtual UNIR y que Dialnet. Sin embargo, la amplia mayoría de los mismos no se relacionan con el tema que se está tratando, lo cual hace que la búsqueda sea mucho más lenta y costosa, mientras que los artículos que aparecen tanto en Dialnet, como en la Biblioteca virtual UNIR resultan más interesantes y útiles al relacionarse más con la temática.

Para la selección de recursos TIC, se han escogido los recursos más apropiados para la consecución del cambio conceptual. Los recursos seleccionados pertenecen a sitios web de diferentes centros escolares e institutos, Ministerio de Educación y Ciencia, repositorios de recursos y blogs de particulares. Para la selección de estos recursos se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

- Edad de los estudiantes a los que va dirigido el recurso.
- Autoría del recurso
- Fecha de creación y actualización de la página en cuestión.
- Facilidad de utilización y accesibilidad del recurso.
- Utilidad para explicar los contenidos que se desean tratar.

Respecto a la legislación referida al currículo de secundaria, el estudio se ha centrado en el Decreto 175/2007 por el que se establece el currículum de la Educación Secundaria y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco (modificado por el Decreto 97/2010).

Los preconceptos erróneos relacionados con la Geología, que han sido tabulados junto con los contenidos a los que están relacionados, han sido recopilados en la consulta llevada a cabo en ciertos manuales sobre el tema encontrados en la biblioteca municipal de Getxo (Bizkaia) y en la biblioteca de la Universidad del País Vasco.

3 DESARROLLO

3.1 Fundamentación teórica

3.1.1 Modelo didáctico constructivista, aprendizaje significativo y cambio conceptual:

Cada modelo didáctico que se utiliza en la enseñanza refleja una diferente percepción sobre la Ciencia, el aprendizaje y los procedimientos y técnicas más idóneos para su transmisión (SanMartí y Alimenti, 2004). Dentro de los modelos didácticos utilizados en la enseñanza, se diferencian fundamentalmente 3 tipos: transmisión-recepción; descubrimiento y constructivismo (Jiménez et al., 1992).

Autores como Álvarez (1994), Caballer (1993), Caballer et al. (1993), Driver y Oldham (1998), Garret (1998), Lledó y Canal (1993) y Yus y Rebollo (1988) han destacado las ventajas del enfoque constructivista. Estas ventajas son:

- La capacidad por parte del alumnado de reconstruir progresivamente parte de las concepciones previas.
- La capacidad del enfoque constructivista de facilitar el aprendizaje significativo de conceptos procedimentales y actuales de forma integrada.
- Potenciar la construcción social del conocimiento.
- Fomentar la actitud indagadora, la curiosidad y la creatividad.
- Desarrollar actitudes críticas y participativas hacia la ciencia y su labor social.

Para la correcta implantación de este modelo, se hace necesaria la alternancia de teoría y práctica en la misma sesión, por ello, las actividades que se intercalan cobran especial importancia. Angulo (2006) considera que la introducción de actividades debe de responder a una secuenciación según las siguientes fases:

- 1.Iniciación: presentación del tema, orientación y motivación, explicación de ideas previas y planteamiento del problema.
- 2.Exploración, desarrollo y reestructuración de ideas: documentación, realización de ejercicios, experiencias, investigaciones, etc.
- 3.Aplicación del esquema conceptual adquirido a situaciones diferentes.
- 4.Revisión y síntesis: comprobación del grado de significatividad del aprendizaje (evaluación).

En este contexto, resulta imprescindible que el profesorado que trabaje en el modelo constructivista haya desarrollado sus prácticas de enseñanza en este modelo (Angulo, 2002). Esto supone un gran reto debido a dos razones. La primera es que la amplia mayoría de los docentes se basan en los métodos que a ellos les han funcionado mejor y segundo, que el sistema está articulado en torno a un currículum abierto que permite al docente decidir qué y cómo enseñar. En opinión de Angulo (2002), el profesor que imparte sus clases en un modelo constructivista debe de

tener las siguientes características:

- Ser consciente de sus propias ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje.
- Examinar de manera crítica la praxis e identificar los obstáculos.
- Contrastar con otros colegas sus experiencias para lograr mejorar.
- Poner en práctica la intervención y evaluarla constantemente.
- Contrastar resultados, establecer conclusiones, comunicarlas y volver a poner el proceso en marcha.

Si nos centramos exclusivamente en la utilización del modelo constructivista referido al aprendizaje de las ciencias, observamos que autores como Perales (1992) destacan que el hecho de que los alumnos generen o “inventen” conceptos científicos básicos no deja de ser algo minoritario. Es por ello que para que se produzca el cambio conceptual es preciso que el alumno reciba aquellas teorías científicas que no sea capaz de descubrir por sí mismo. Eso sí, siempre manteniéndose dentro de posiciones constructivistas y acompañándose siempre de ejercicios de descubrimiento y consolidación de los conceptos adquiridos.

El modelo constructivista se basa en que cualquier alumno desarrolla concepciones sobre el mundo, la ciencia y la enseñanza (Porlán et al., 1977). Vygotsky (1978) adelantó una hipótesis, conforme a la cual las circunstancias sociales, culturales e históricas ejercen una labor básica en el desarrollo de la persona, lo cual condiciona la formación de las concepciones que le servirán para interpretar la realidad y configurar patrones educativos, pero que igualmente constituyen obstáculos que entorpecen la aceptación de otras perspectivas (Porlán et al., 1988). Sin embargo, estos modelos didácticos formados pueden evolucionar de manera más o menos consciente, reestructurando y construyendo nuevos significados, debido a la interacción y contraste con otras ideas y experiencias (Porlán et al., 1997). Otros autores como Hewson et al. (1977) definen el constructivismo como un método de enseñanza en el que los alumnos construyen su saber mediante los conocimientos de los que ya disponen, de tal forma que las nuevas destrezas adquiridas adquieran significado, mediante la interacción social y la negociación de acuerdos. Es así como los alumnos desarrollan el conocido como aprendizaje significativo, que es definido por Ausubel (2000) como un procedimiento mediante el cual la labor de enseñanza puede conectarse de forma consistente y sustancial con la estructura cognitiva del alumno. La consistencia hace referencia a que la unión establecida entre la información incorporada y la estructura cognitiva es propia, se establece junto con conocimientos coetáneos, ya sean imágenes o concepciones que ejercen como anclaje para la información adquirida.

Valeiras (2006) diferencia entre el aprendizaje significativo y el mecánico, pero establece que no son aprendizajes excluyentes, sino complementarios. Para Valeiras (2006) la diferencia entre ambos es que en el aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos modifican la estructura cognitiva del alumno, lo cual facilita la integración de la nueva información que se relaciona con lo anteriormente aprendido. Este proceso de integración de los nuevos conocimientos en la estructura

cognitiva del alumno implica un esfuerzo deliberado del alumno para lograr el aprendizaje, para ello es necesario que el alumno considere estos nuevos conocimientos como valiosos y significativos.

Hewson (1981) insistió en que las contestaciones de los estudiantes vienen establecidas mediante concepciones diferentes a las reconocidas (preconceptos erróneos), debido a lo cual el aprendizaje compromete la transformación de dichas concepciones por adición de nuevos conocimientos, es el conocido como cambio conceptual. Continuando con esta idea, Ausubel (2000) señala que la circunstancia más significativa que interviene en el aprendizaje es lo que el discípulo ya conoce, por ello, la labor del docente es averiguarlo y enseñar en consecuencia de los preconceptos que descubra.

Así, Hewson, Beeth y Thorley (1998) establecen los siguientes componentes que hacen posible el cambio conceptual:

- Ideas: las ideas de profesores y alumnos deben ser parte del discurso del aula, por lo que el profesor diseñará actividades para detectar las concepciones de los alumnos.
- Metacognición: el discurso debe ser metacognitivo. Para ello los alumnos deben de ser capaces de analizar sus ideas y expresar una opinión.
- Estatus: los estudiantes pueden decidir si continúan con sus propias ideas, adoptan unas nuevas o las combinan.
- Justificación: de las ideas y su estatus.

3.1.2 La enseñanza de las ciencias. Geología

La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria obligatoria trata de proporcionar al alumnado una idea general del concepto de ciencia, para lo cual se hace imprescindible facilitar algunos conceptos estructurales básicos, además de las características lógicas y epistemológicas que los relacionan (Merino, 2007).

Las ciencias siempre han tenido un papel destacado dentro del currículo en la educación. Jiménez, Caamaño, Oñorbe, Pedrinaci y De Pro. (2003) relacionan esta importancia al gran desarrollo tecnológico de la sociedad, la importancia del criterio de los ciudadanos en temas científicos y tecnológicos o la relevancia de trasladar gran parte de los valores pedagógicos a otros entornos. Sin embargo, en estos tiempos en lo que los programas de divulgación científica y reportajes sobre ciencia ganan en audiencia y popularidad, la formación y el empleo de científicos decae en España de manera constante. Autores como Anguita (2004) achacan este problema a diferentes razones:

- La deficiente gestión de la educación y la investigación.
- La huida, por parte de los estudiantes, de los conocidos como estudios difíciles (encabezados por la matemáticas).
- La escasa recompensa social que se recibe por cursarlos.

Estos factores han producido un retroceso de la Ciencia en nuestro país en todas las áreas, y de manera más dramática en la Geología, cuya presencia en el currículo se ha reducido casi en exclusiva a la tectónica de placas. Sin embargo, la Geología, debido a la gran espectacularidad de algunos de sus fenómenos, es capaz de generar noticias sorprendentes, acaparar titulares y programas en medios de comunicación.

La Geología, debido a sus características como ciencia, presenta diversas dificultades para su aprendizaje, especialmente a nivel escolar. Según Carrillo (1996), los problemas que se encuentran en el tratamiento de la Geología a nivel escolar pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Relativos a la naturaleza de la Geología y al pensamiento del alumnado:
 - Topológicos: comprensión de las escalas espaciales.
 - Cronológicos: debido al estudio de procesos inabordables a escala de observación humana.
 - Combinaciones espacio temporales
- Técnicos: las actividades de modelización requieren de la elaboración de recursos de diseño específico (maquetas, aparatos, etc.), además de habilidades prácticas, tiempo y dinero.
- Históricos y sociológicos o de política educativa: la presencia de la Geología en los currículos ha sido siempre escasa debido a causas históricas y sociológicas. La evolución de la didáctica de la Geología es muy escasa debido a causas históricas y sociológicas. Además, la evolución de la didáctica de la Geología es muy escasa en comparación con la de las Matemáticas, Física o Química. Lo que deriva en materiales curriculares poco desarrollados y escasos.

Álvarez y De la Torre (1996) coinciden con Carrillo en señalar a la gran extensión o profundidad espacial de los fenómenos geológicos, su duración muy dilatada en el tiempo y las enormes magnitudes de las variables físicas que los condicionan como los principales problemas para reproducir estos fenómenos en los laboratorios escolares, dificultando así su comprensión y desmotivando a los alumnos.

Pedrinaci (2001) propone una correcta secuenciación de los contenidos como posible solución a los problemas implícitos en la enseñanza de la Geología, para ello propone:

- Pasar de los cambios geológicos rápidos a los lentos.
- Ir de los procesos que se dan en superficie a los que tiene lugar en el interior de la Tierra.
- Pasar de los procesos observables a escala de muestra a los que requieren referencias regionales o planetarias.
- Pasar de los procesos observables a escala de muestra a los de escala microscópica.
- Progresar de los procesos geológicos más fácilmente perceptibles e intuitivos a los menos perceptibles.
- Añadir de forma progresiva los modelos interpretativos la relación entre distintos

elementos.

Sin duda, una correcta secuenciación de los contenidos, unido a la multitud de recursos que nos ofrecen las nuevas tecnologías y el empleo de un modelo de enseñanza basado en el cambio conceptual pueden ayudar a eliminar las barreras que presenta tradicionalmente la enseñanza de la Geología.

3.1.3 Nuevas tecnologías en educación

Hoy en día la sociedad occidental ha superado la era de la revolución tecnológica y se adentra en el periodo de la comunicación, en lo que viene a llamarse la sociedad del conocimiento (Sánchez, 2003). Sin embargo, estas nuevas tecnologías, aun actuando en favor de la comunicación y la información, no logran orientarnos dentro del gran volumen de información que recibimos. Es por ello, que autores como Sánchez (2003) insisten en que el actual sistema educativo debe ser modificado para adaptarse mejor tanto a la sociedad y a las constantes variaciones que se dan dentro de la misma, como a el conocimiento, debido al gran impacto de las nuevas tecnologías sobre este. Gran cantidad de la información y hábitos es recibida por los niños y adolescentes por la televisión, antes que por la comunidad educativa (Ríos, 2000), es por ello que los medios informáticos y las nuevas tecnologías deben de integrarse en la educación formal, para aprovechar todo su potencial y estructurar la información que ofrecen (Majó y Marqués, 2002). Esta postura también es defendida por autores como Fernández (1997) que insisten en que los medios informáticos forman parte de nuestra vida, cultura y futuro, por lo que es imprescindible conocerlos, para que los jóvenes aprendan a utilizarlos con espíritu crítico. Este desarrollo de la capacidad crítica ha de ser tratado de manera transversal durante toda la enseñanza obligatoria (Sánchez, 2003). Luque y García (1996) sugieren tres cambios necesarios en el sistema educativo para introducir las nuevas tecnologías:

1. Un nuevo modelo de escuela, abierta a la comunidad.
2. Un currículo contextualizado y explícito.
3. Un profesorado investigador, reflexivo y crítico que ejerce como dinamizador y orientador.

Centrándonos en este último punto que subraya la importancia del docente en este proceso, cabe destacar que este cambio requerirá por parte de éste una adaptación, actualización y perfeccionamiento permanente, tal y como pone de manifiesto Sánchez (2003). Esta permanente formación en el uso de las nuevas tecnologías permitirá: el acceso a cualquier información; la consulta de bases de datos; intercambiar información; experiencias y recursos con otros docentes; participar en foros y elaborar materiales didácticos que enriquecerán el desarrollo de la labor docente. No obstante, el paso más importante será la aplicación por parte del profesorado de estas nuevas tecnologías a la enseñanza como medios de adquisición de destrezas y conocimientos, instrumentos de evaluación continua, refuerzos de la enseñanza, actividades de recuperación, actividades complementarias y recompensas (Sánchez, 2003).

Esta introducción de los medios informáticos en la enseñanza provoca, según González (2008), una transformación del modelo tradicional de enseñanza y modificaciones en la infraestructura escolar. Para esta autora, existen dos vertientes respecto al rol del educador con relación a los medios informáticos. La primera, pregona las ventajas de la tecnología en toda la estructura social, lo cual dota a los medios informáticos de la aptitud de registrar y facilitar información, crear conocimiento, educación e impulsar el progreso económico y productivo. Esta perspectiva desatiende la importancia del rol de los sujetos que toman parte en el proceso enseñanza-aprendizaje. La segunda vertiente insiste en la necesidad de dotar al docente de un nuevo rol y no solo de dotar a las escuelas con medios informáticos (Gabelas, 2002). Siguiendo esta idea, Cabero (2002) resalta la importancia de que el docente aparezca como un creador de circunstancias que impulsen el aprendizaje y que coloquen al alumno como protagonista de su propia educación. Este nuevo modelo, según indican autores como Solís, Luna y García (2002), debe de estar encarado hacia los nuevos presupuestos didácticos emanados de investigaciones sobre didáctica, psicología del aprendizaje, epistemología,...

Si nos centramos en la introducción de las nuevas tecnologías dentro de las clases de Geología y Ciencias de la Tierra, estudios como el realizado por Ortiz et al. (2011) destacan que el empleo de imágenes geológicas en clases presenciales teóricas, pero sobre todo en clases prácticas aplicando técnicas de enseñanza grupales e individuales y, fundamentalmente, a partir de cuestionarios de autoevaluación en moodle, favorece la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, ya que:

- Incrementa la motivación de los alumnos al establecerse conexiones entre la enseñanza y el entorno vital.
- Se personaliza la adquisición de conocimientos y flexibiliza la organización de la enseñanza.
- Se controla el proceso educativo mediante autoevaluación y evaluación continua.

3.1.4 El tratamiento de la Geología en el currículo de la ESO

Según la LOE (3 de mayo de 2006) el currículo es el conjunto de objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de cada una de las enseñanzas del sistema educativo. Las comunidades autónomas, al tener asignadas competencias de educación, pueden elaborar decretos autonómicos que desarrollen los decretos de enseñanzas mínimas configurando el currículo oficial, que determina la normativa de cada comunidad autónoma. Esta normativa conformaría el llamado primer nivel de concreción curricular. Posteriormente encontraríamos otros dos niveles, que son más concretos y que estarían formados por el proyecto educativo de centro y la programación de aula.

Este trabajo va a estar fundamentalmente centrado en el currículo de las Ciencias de la Naturaleza. Esta materia en el Estado está regulada por el RD 1631/2006 que organiza las materias de la ESO por cursos de la siguiente manera:

- En 1º de la ESO, la asignatura de Ciencias de la Naturaleza es una materia común con contenidos de Biología, Geología, Física y Química. Según el Anexo II del RD 1631/2006 la idea conductora para el estudio de las Ciencias de la Naturaleza en 1º de la ESO es el estudio de la Tierra en el Universo.
- En 2º de la ESO, está regulada de la misma forma que en 1º. Según el Anexo II del RD 1631/2006 la idea conductora para el estudio de las Ciencias de la Naturaleza en 2º de la ESO es el estudio de la energía y su transferencia.
- En 3º de la ESO, Ciencias de la Naturaleza es una materia común desdoblada habitualmente en 2 bloques:
 - Biología y Geología. Según el Anexo II del RD 1631/2006 la idea conductora para el estudio de la Biología y Geología en 3º de la ESO es la estructura y función del cuerpo humano, así como las personas y el medio ambiente y la geodinámica externa.
 - Física y Química.
- En 4º de la ESO, los contenidos relacionados con Geología se encuadran dentro de la asignatura Biología y Geología, que es una optativa dentro de un grupo de 3 asignaturas que se añaden a otras 6 comunes. En esta asignatura, tal y como se indica en el RD 1631/2006, el currículo se elabora en torno a las grandes teorías biológicas y geológicas como la Tectónica de placas, Teoría de la evolución y la Teoría celular

Este trabajo se centra en el primer nivel de concreción curricular, es decir, el currículo oficial, que como ya se ha comentado anteriormente está compuesto por:

- **Objetivos:** son las capacidades a desarrollar por los alumnos durante el proceso enseñanza-aprendizaje. Quedan definidos de manera general para el Estado y para toda la etapa de secundaria en el RD 1631/2006 y de manera específica para cada materia en el Anexo II del citado RD. La Geología se relaciona de manera directa con la adquisición de los siguientes objetivos de etapa:
 - Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.
 - Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
 - Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.

- **Competencias básicas:** son los ocho saberes básicos imprescindibles para que el alumno se incorpore satisfactoriamente a la vida adulta. Quedan definidas en el RD 1631/2006, Anexo I. La Geología, como ciencia, contribuye de forma especialmente importante a la adquisición de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que “posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos” (RD 1631/2006). Además de contribuir de manera transversal a la adquisición del resto de competencias.
- **Contenidos:** son los elementos tratados para alcanzar los objetivos marcados. Se enuncian para cada materia y curso, y se distribuyen en bloques en el RD 1631/2006, Anexo II. En las tablas 2 y 3 se exponen cuáles son los contenidos relacionados con Geología para los diferentes cursos de la ESO, tanto en el currículum del Estado, como para la CAV.

Tabla 2. Muestra los bloques de contenidos y criterios de evaluación relacionados única y exclusivamente con la Geología para cada curso de la ESO, en el conjunto del Estado (RD 1631/2006).

Currículo oficial del Estado			
Curso	Bloque	Contenidos	Criterios de evaluación
1º ESO	Bloque III: Materiales terrestres	Diversidad de rocas y minerales y características que permiten identificarlos.	Conocer las rocas y los minerales más frecuentes, en especial los que se encuentran en el entorno próximo, utilizando claves sencillas para su identificación y reconocer sus aplicaciones más frecuentes partiendo de sus propiedades.
		Importancia y utilidad de los minerales.	
		Observación y descripción de las rocas más frecuentes.	
		Utilización de claves sencillas para identificar minerales y rocas.	
		Importancia y utilidad de las rocas. Explotación de minerales y rocas.	
2º ESO	Bloque IV: Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra	Introducción a la estructura interna de la Tierra.	Identificar las acciones de los agentes geológicos internos en el origen del relieve terrestre así como los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.
		Las manifestaciones de la energía interna de la Tierra: erupciones volcánicas y terremotos.	
		Valoración de los riesgos volcánico y sísmico e importancia de su predicción y prevención.	
		Identificación de rocas magmáticas y metamórficas y relación entre su textura y su origen.	
		Manifestaciones de la geodinámica interna en el relieve terrestre.	
3º ESO	Bloque VII: Transformaciones geológicas debidas a la energía externa	La actividad geológica externa del planeta Tierra:	Identificar las acciones de los agentes geológicos externos en el origen y modelado del relieve terrestre así como valorar los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.
		La energía solar en la Tierra. La atmósfera y su dinámica. Interpretación de mapas del tiempo sencillos. El relieve terrestre y su representación. Los mapas topográficos: lectura.	
		Alteraciones de las rocas producidas por el aire y el agua. La meteorización.	
		Los torrentes, ríos y aguas subterráneas como agentes geológicos. La sobreexplotación de acuíferos. La acción geológica del hielo y el viento. Dinámica marina.	
		La formación de rocas sedimentarias. El origen y utilidad del carbón, del petróleo y del gas natural. Valoración de las consecuencias de su utilización y agotamiento.	
4º ESO	Bloque III: La Tierra, un planeta en continuo cambio	La historia de la Tierra:	Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta en continuo cambio y registrar algunos de los cambios más notables de su larga historia utilizando modelos temporales a escala.
		El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia. Utilización del actualismo como método de interpretación.	
		Los fósiles, su importancia como testimonio del pasado. Los primeros seres vivos y su influencia en el planeta.	
		Las eras geológicas: ubicación de acontecimientos geológicos y biológicos importantes.	
		Identificación de algunos fósiles característicos.	
		Reconstrucción elemental de la historia de un territorio a partir de una columna estratigráfica sencilla.	Interpretar los fenómenos geológicos asociados al movimiento de la litosfera utilizando el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra y la teoría de la tectónica de placas.
		La tectónica de placas y sus manifestaciones:	
		El problema del origen de las cordilleras: algunas interpretaciones históricas. El ciclo de las rocas.	
		Pruebas del desplazamiento de los continentes. Distribución de volcanes y terremotos. Las dorsales y el fenómeno de la expansión del fondo oceánico.	
		Interpretación del modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra.	
		Las placas litosféricas y sus límites. Interacciones entre procesos geológicos internos y externos. Formación de las cordilleras: tipos y procesos geológicos asociados.	
La tectónica de placas, una revolución en las Ciencias de la Tierra. Utilización de la tectónica de placas para la interpretación del relieve y de los acontecimientos geológicos.			
Valoración de las consecuencias que la dinámica del interior terrestre tiene en la superficie del planeta.			

Tabla 3. Muestra los bloques de contenidos y criterios de evaluación relacionados única y exclusivamente con la Geología para cada curso de la ESO, en la CAV (Decreto 175/2007, modificado por el Decreto 97/2010).

Currículo oficial del País Vasco			
Curso	Bloque	Contenidos relacionados con Geología	Criterios de evaluación
1º ESO	Bloque IV: Los materiales terrestres	LA GEOSFERA	Conocer las rocas y los minerales más frecuentes, en especial los que se encuentran en el entorno próximo, utilizando claves sencillas para su identificación y reconocer sus aplicaciones más frecuentes partiendo de sus propiedades.
		Rocas y minerales: diversidad y características que permiten identificarlos y clasificarlos.	
		Importancia y utilidad de los minerales	
		Criterios de observación y descripción de las rocas más frecuentes	
		Pautas para la utilización de claves sencillas para identificar minerales y rocas.	
		Importancia y utilidad de las rocas. Explotación de minerales y rocas. Impactos en su extracción. Toma de conciencia de la agotabilidad de los recursos.	
2º ESO	Bloque IV: Los cambios terrestres	CAMBIOS GEOLÓGICOS EXTERNOS	Identificar las acciones de los agentes geológicos externos en el origen y modelado del relieve terrestre así como valorar los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.
		El relieve terrestre y su representación. Normas básicas de lectura de mapas topográficos. Tipos de relieve en el País Vasco.	
		Agentes y procesos externos: meteorización, erosión, transporte y sedimentación. Relación con la energía externa de la Tierra.	
		La formación de rocas sedimentarias. El origen y utilidad del carbón, petróleo y gas natural. Valoración de las consecuencias de su utilización y agotamiento.	
		Los fósiles y la historia de la vida.	
		El suelo y sus componentes. Importancia del suelo como recurso. Degradación del suelo. Uso sostenible.	
		El paisaje: resultado de la acción conjunta de los fenómenos naturales y de la actividad humana.	Identificar las acciones de los agentes geológicos internos en el origen del relieve terrestre así como los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.
		CAMBIOS GEOLÓGICOS INTERNOS	
		Introducción a la estructura interna de la Tierra.	
		Las manifestaciones de la energía interna de la Tierra: erupciones volcánicas y terremotos.	
		Manifestaciones de la geodinámica interna en el relieve terrestre.	
		Riesgos volcánico y sísmico. Importancia de su predicción y prevención.	
4º ESO	Bloque II: La Tierra un planeta en continuo cambio	LA TECTÓNICA DE PLACAS Y SUS MANIFESTACIONES	Interpretar los fenómenos geológicos asociados al movimiento de la litosfera utilizando el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra y la teoría de la tectónica de placas.
		El problema del origen de las cordilleras: algunas interpretaciones históricas.	
		Del estatismo al dinamismo terrestre: Wegener. Pruebas del desplazamiento de los continentes. Distribución de volcanes y terremotos. Las dorsales y el fenómeno de la expansión del fondo oceánico.	
		Modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra.	
		Las placas litosféricas y sus límites. Interacciones entre procesos geológicos internos y externos. Formación de las cordilleras: tipos y procesos geológicos asociados. El ciclo de las rocas.	
		La tectónica de placas, una revolución en las Ciencias de la Tierra. Interpretación del relieve y de los acontecimientos geológicos. Fenómenos asociados.	
		Valoración de las consecuencias de la dinámica del interior terrestre para el ser humano.	Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta en continuo cambio y registrar algunos de los cambios más notables de su larga historia utilizando modelos temporales a escala.
		LA HISTORIA DE LA TIERRA	
		El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia. El principio de actualismo como método de interpretación.	
		Los fósiles: su importancia como testimonio del pasado. Los primeros seres vivos y su influencia en el planeta.	
		Las eras geológicas: ubicación de acontecimientos geológicos y biológicos importantes.	
		Técnicas de identificación de algunos fósiles característicos.	
Historia de un territorio a partir de una columna estratigráfica sencilla			

Como se puede apreciar en las tablas 2 y 3, el currículo oficial del País Vasco respecto al currículo oficial del Estado muestra una diferente secuenciación de los contenidos relacionados con la Geología, de tal manera que los contenidos de 3º de ESO del currículo oficial de Estado, relacionados con las transformaciones geológicas debidos a la energía externa, pasan a ser propios de 2º de la ESO en el currículum de la CAV. Este cambio provoca que en la CAV, 3º de la ESO quede huérfano de contenidos exclusivamente geológicos.

Tanto en el Estado, como en la CAV los estudiante de 1º de la ESO entran en contacto con el mundo de la Geología centrándose en el reconocimiento y uso de las rocas y minerales que forman parte de la geosfera, familiarizándose con los más comunes en su entorno. Para ello es frecuente la utilización de colecciones de minerales que permitan a los alumnos el reconocimiento de minerales mediante el uso de claves sencillas. También es frecuente realizar visitas por el entorno más cercano para identificar las rocas empleadas en la construcción edificios más significativos como iglesias y ayuntamientos.

Ya en 2º de la ESO los alumnos centran sus estudios sobre Geología en conocer los efectos de la acción de los agentes geológicos internos, para ello se suele recurrir al uso de modelos que representen la acción de volcanes y terremotos. Además se utilizan colecciones de rocas que sirvan para la identificación de rocas volcánicas y metamórficas. Posteriormente, todavía dentro de 2º de la ESO en el caso de la CAV o ya en 3º de la ESO para el resto del Estado, los estudios referentes a la Geología se dirigen a estudiar cuales son los principales cambios que se dan en la Tierra como consecuencia de la acción de los agentes geológicos externos. Para ello es frecuente realizar alguna salida en la que se pueda apreciar la acción de los agentes geológicos externos tanto sobre elementos de la naturaleza, como sobre construcciones humanas.

Por último, ya en 4º de la ESO, el objetivo es conocer las grandes teorías y principios de la Geología, fundamentalmente la Teoría de la Tectónica de placas y el tiempo Geológico. Para ello es frecuente el uso de modelos dinámicos de la estructura interna de la Tierra y de la Tectónica de placas y escalas temporales que faciliten la comprensión de la escala de tiempo Geológica.

- Métodos pedagógicos: son los criterios y decisiones empleadas para organizar la práctica de la acción educativa.
- Criterios de evaluación: sirven para referenciar el nivel de adquisición de las competencias básicas y la consecución de objetivos. Se definen en el RD 1631/2006. En las tablas 2 y 3, además de los contenidos, también se exponen cuáles son los criterios de evaluación relacionados con Geología para los diferentes cursos de la ESO, tanto en el currículum del Estado (tabla 2), como para la CAV (tabla 3).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Muestra de estudio

El centro objeto de estudio es El Ave María, se trata de un centro concertado, situado en el bilbaino barrio de Santutxu, dentro del distrito de Begoña. Se trata de un barrio intensamente poblado, de clase obrera media baja, que cuenta con más de 30.000 habitantes. En los últimos años la zona ha recibido a gran número de inmigrantes, que en su gran mayoría han sido empleados como mano de obra en fábricas y en edificación. Sin embargo, la actual situación de crisis está haciendo que muchos de ellos regresen a sus países de origen, llevándose con ellos a sus hijos. En algunas aulas la población inmigrante supone un 60% del total del grupo. Los autóctonos, en general, son hijos de familias que han residido desde siempre en el barrio.

El colegio imparte las clases en el modelo B (una parte de las asignaturas en castellano y la otra en euskera). El uso del euskera en el barrio se podría definir como residual, incluso entre la población local. Además, en el barrio, existe una gran presencia de inmigrantes, que se muestran bastante reticentes al empleo del euskera. Todo ello deriva en que el uso de esta lengua quede exclusivamente reducido a las aulas. Esta situación afecta considerablemente al desarrollo de las clases impartidas en esta lengua, entre las que se incluye Ciencias de la Naturaleza, ya que hay numerosos alumnos con serios problemas de comprensión hablada y escrita.

Los grupos en los que se realizan los cuestionarios son:

- La clase de 1º de ESO está compuesta por 14 alumnos de edades comprendidas entre los 12 y los 14 años, de los cuales 5 son chicos y 9 son chicas. Por nacionalidades, 9 son españoles y 5 son extranjeros.
- La clase de 2º de ESO está compuesta por 21 alumnos de edades comprendidas entre los 15 y los 13 años, de los cuales 6 son chicos y 15 son chicas. Por nacionalidades, 16 son españoles y 5 son extranjeros.
- La clase de 4º de ESO está compuesta por 19 alumnos de edades comprendidas entre los 17 y los 15 años, de los cuales 6 son chicos y 13 son chicas. Por nacionalidades, 13 son españoles y 6 son extranjeros.

4.2 Cuestionarios

Los cuestionarios que han sido elaborados para la realización de este trabajo han sido validados por Yolanda Charte, pedagoga del centro en cuestión y por Mainer Lubian, pedagoga en el Colegio Europa (Getxo).

El primer borrador de los cuestionarios contenía 15 preguntas para el grupo de 1º de la ESO, 10 para el de 2º de la ESO y 13 para el de 4º, algunas de ellas presentaban un formato abierto y otras eran cerradas con 3 o 4 opciones de respuesta. La revisión llevada a cabo por estas dos expertas determina que el número de preguntas de todos los cuestionarios debe ser reducido a 10 y que

todas las preguntas deben de ser cerradas. Estas correcciones fueron llevadas a cabo dando como resultado los cuestionarios presentados en el anexo 1.

Los cuestionarios fueron respondidos de manera anónima por los alumnos para tratar de no influir en sus respuestas y que no se copiasen entre ellos. El principal objetivo de los mismos fue establecer cuáles son los principales preconceptos erróneos de los estudiantes en relación con la Geología. Las tablas 4, 5 y 6 relacionan las preguntas realizadas en cada cuestionario con los preconceptos erróneos que tratan para cada uno de los cursos de ESO.

Tabla 4. Relación de preconceptos erróneos más comunes en 1º de ESO enunciados por Pedrinaci (1996) y preguntas que los analizan.

Preconcepto	Preguntas relacionadas
Dificultad para entender que los materiales del manto puedan fluir.	8, 9, 10
Confusión entre términos como roca, piedra y mineral.	3, 4 y 5
Consideran que las rocas son anteriores a los fósiles que contienen.	7
Problemas con la percepción de la Tierra desde el espacio.	1

Tabla 5. Relación de preconceptos erróneos más comunes en 2º de ESO enunciados por Pedrinaci (1996) y preguntas que los analizan.

Preconcepto	Preguntas relacionadas
Algunos alumnos asumen la formación actual de rocas por sedimentación y por consolidación de productos volcánicos, pero no contemplan la posibilidad de formación de rocas plutónicas y metamórficas.	6, 9 y 10
Ven el relieve y las montañas como estructuras muy estables que apenas cambian con el paso del tiempo.	7 y 8
Dificultad para asumir el principio del actualismo: consideran que los procesos geológicos en el pasado eran totalmente diferentes a los actuales.	7, 8, 9 y 10
Los cambios en el relieve de tipo destructivo (erosión) se consideran de efectos poco importantes.	1, 2 y 3
Se recurre a procesos catastrofistas (terremotos) para explicar grandes cambios en el relieve.	1, 5, 7 y 8
Consideran la formación de rocas como un proceso limitado a las primeras fases de la historia de la Tierra, no viéndolo como un proceso actual.	6, 9 y 10

Tabla 6. Relación de preconceptos erróneos más comunes en 4º de ESO enunciados por Pedrinaci (1996) y preguntas que los analizan.

Preconcepto	Preguntas relacionadas
Dificultad para asumir el principio del actualismo: consideran que los procesos geológicos en el pasado eran totalmente diferentes a los actuales.	2 y 3
El hecho de que la mayoría de los procesos geológicos ocurran muy lentamente, de forma que a una escala temporal humana los cambios son inapreciables, hace que lo alumnos no consideren la existencia de dichos procesos.	1, 2 y 3
Consideran que las rocas son anteriores a los fósiles que contienen.	4
No asumen el principio de horizontalidad de los estratos	6
Tienen dificultad para entender que los materiales sólidos del manto puedan fluir.	7
Consideran estables los continentes, mientras que admiten que el nivel del mar ha oscilado ampliamente, hasta el punto de explicar la existencia de fósiles de organismos marinos en las rocas de las montañas apelando a enormes subidas del nivel del mar.	2 y 7
Consideran la formación de las montañas como un proceso que ocurrió únicamente en el pasado.	3 y 7
Piensan que las montañas se han podido producir directamente por acumulación de sedimentos hasta alcanzar la altura que hoy tienen.	3 y 7
Identifican placa litosférica con continente.	9
Consideran el vulcanismo en las dorsales oceánicas como la causa y no la consecuencia del movimiento de las placas.	10
Ven el relieve y las montañas como estructuras muy estables que apenas cambian con el paso del tiempo.	3 y 7
Se recurre a procesos catastrofistas (terremotos) para explicar grandes cambios en el relieve.	1,2 y 7

4.3 Tratamiento de datos

El análisis de los datos obtenidos a partir de los cuestionarios ha sido realizado mediante procedimiento estadístico, presentando los resultados en forma de porcentaje, ya que el planteamiento de cuestiones cerradas favorece este tipo de metodología. Para ello se ha utilizado el programa OpenOffice.org Calc

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Preconceptos erróneos extraídos de bibliografía

En la tabla 7 se destacan cuáles son los principales preconceptos erróneos, enunciados por Pedrinaci (1996), asociados a los bloques de contenidos relacionados con la Geología para las Ciencias de la Naturaleza de 1º ESO.

Tabla 7. Preconceptos erróneos en 1º de la ESO.

BLOQUE DE CONTENIDOS	PRECONCEPTOS ERRÓNEOS ASOCIADOS
IV. LOS MATERIALES TERRESTRES	No se comprende la capacidad de fluir de los materiales que forman el manto.
	Se considera que los procesos que dan lugar a la formación de rocas están limitados a los primeros estadios de la historia de la Tierra, sin entender que estos procesos siguen dándose en la actualidad.
	Debido a que gran parte de los procesos geológicos se dan a velocidades muy bajas, de tal manera que resultan difíciles de ser apreciados a escala humana, los estudiantes restan importancia o incluso no tienen en cuenta la existencia de los mismos.

En la tabla 7 se observa como los preconceptos erróneos destacados por Pedrinaci (1996) están relacionados fundamentalmente con el principio del actualismo y la escala de tiempo Geológica. Los alumnos no comprenden que procesos que se dieron en la Tierra hace millones de años, como la formación de rocas, siguen dándose en la actualidad. Además, el hecho de que el proceso de formación de rocas se de a una escala muy superior a la escala humana hace que estos conceptos sean difíciles de comprender. Así mismo, la capacidad de fluir de los materiales que forman el manto les resulta de difícil comprensión, debido a que estos materiales se encuentran bajo la superficie terrestre y no pueden ser observados de manera directa.

En la tabla 8 se destacan cuáles son los principales preconceptos erróneos, enunciados por Pedrinaci (1996), asociados a los bloques de contenidos relacionados con la geología para las ciencias de la naturaleza de 2º ESO.

Tabla 8. Preconceptos erróneos en 2º de la ESO.

BLOQUE DE CONTENIDOS	PRECONCEPTOS ERRÓNEOS ASOCIADOS
IV. LOS CAMBIOS TERRESTRES	La formación de rocas debido a procesos sedimentarios y a la consolidación de productos volcánicos sí es asumida por parte de algunos alumnos. Sin embargo, la mayoría no contemplan la formación de rocas tanto plutónicas como metamórficas.
	Las estructuras que configuran el relieve, así como las propias montañas son vistas como fijas a lo largo del tiempo.
	Debido a que gran parte de los procesos geológicos se dan a velocidades muy bajas, de tal manera que resultan difíciles de ser apreciados a escala humana, los estudiantes restan importancia o incluso no tienen en cuenta la existencia de los mismos.
	Se piensa que los procesos geológicos que actuaban en el pasado no tienen relación con los actuales, es decir, no se admite el Principio del Actualismo.
	Se considera que la actividad volcánica que se registra en las dorsales oceánicas es la causa del movimiento de las placas tectónicas.
	El efecto de la erosión sobre el relieve no se considera relevante
	Las teorías catastrofistas, basadas en los efectos de grandes volcanes y terremotos, son las más extendidas para explicar los grandes cambios que se producen en el relieve.
	Se considera que los procesos que dan lugar a la formación de rocas están limitados a los primeros estadios de la historia de la Tierra, sin entender que estos procesos siguen dándose en la actualidad.

La tabla 8 muestra como los preconceptos erróneos detectados en 2º de la ESO aumentan considerablemente en número debido a la introducción en el temario de contenidos relacionados con la acción de los agentes geológicos internos y externos. Sin embargo, cabe destacar que la gran mayoría de los preconceptos erróneos propios de este curso siguen estando relacionados con la dificultad de asimilar el principio del actualismo y los problemas con la escala de tiempo Geológica. Así mismo, destaca la introducción de teorías catastrofistas para explicar los cambios en el relieve terrestre. Este hecho se produce debido a que la acción de las grandes catástrofes naturales, como terremotos y volcanes, tiene gran repercusión en los medios de comunicación, además de tener unos efectos rápidos y de gran espectacularidad que durante años fueron utilizados para explicar el modelado del relieve terrestre (Pedrinaci, 1992).

En la tabla 9 se destacan cuáles son los principales preconceptos erróneos, enunciados por Pedrinaci (1996), asociados a los bloques de contenidos relacionados con la geología para la Biología y Geología de 4º ESO.

Tabla 9. Preconceptos erróneos en 4º de la ESO.

BLOQUE DE CONTENIDOS	PRECONCEPTOS ERRÓNEOS ASOCIADOS
II. LA TIERRA UN PLANETA EN CONTINUO CAMBIO	Se piensa que los procesos geológicos que actuaban en el pasado no tienen relación con los actuales, es decir, no se admite el Principio del Actualismo.
	Debido a que gran parte de los procesos geológicos se dan a velocidades muy bajas, de tal manera que resultan difíciles de ser apreciados a escala humana, los estudiantes restan importancia o incluso no tienen en cuenta la existencia de los mismos.
	La formación de las rocas que contienen los fósiles es considerada como anterior a la formación de los mismos.
	No se comprende la capacidad de fluir de los materiales que forman el manto.
	Debido a que la posición actual de los continentes es tomada como fija, la existencia de fósiles marinos en grandes altitudes es explicada mediante grandes ascensos del nivel del mar.
	La formación de montañas y cordilleras es considerada como el resultado de procesos que ya no actúan sobre la Tierra.
	El crecimiento de montañas y cordilleras hasta alcanzar sus actuales dimensiones es relacionado con enormes acumulaciones de sedimentos.
	Los procesos constructivos de origen interno que más tienen en cuenta son los debidos al vulcanismo, no considerando las deformaciones de las rocas.
	Confusión de términos como placa litosférica y continente.
	Se considera que la actividad volcánica que se registra en las dorsales oceánicas es la causa del movimiento de las placas tectónicas.
	Las estructuras que configuran el relieve, así como las propias montañas son vistas como fijas a lo largo del tiempo.
	Las teorías catastrofistas, basadas en los efectos de grandes volcanes y terremotos, son las más extendidas para explicar los grandes cambios que se producen en el relieve.

El análisis de los preconceptos erróneos reflejados en la tabla 9 pone de manifiesto que los preconceptos erróneos observados en 1º y 2º de la ESO, relacionados principalmente con el Principio del Actualismo, la escala de tiempo Geológica y el uso de teorías Catastrofistas para explicar el modelado del relieve terrestre, siguen estando presentes en los estudiantes de 4º de la ESO. Este hecho hace que se acumulen nuevos preconceptos erróneos relacionados con los arrastrados de cursos anteriores.

5.2 Resultados de los cuestionarios

En la tabla 10 se recogen los resultados obtenidos de los cuestionarios respondidos por los alumnos de 1º de la ESO del Colegio El Ave María expresados en porcentajes. Así mismo las respuestas correctas quedan marcadas en color verde.

Tabla 10. Resultados de los cuestionarios de 1º de ESO. Las respuestas correctas quedan marcadas en color verde.

PREGUNTAS	RESPUESTAS POSIBLES			
1. ¿Qué elementos de la Tierra podemos distinguir cuando la observamos desde el espacio?	A) Océanos y Continentes	B) <i>La muralla China</i>	C) <i>Rascacielos</i>	
	85,71%	7,14%	7,14%	
2. El movimiento de rotación de la Tierra se produce...	A) <i>Alrededor del Sol</i>	B) Sobre su propio eje	C) <i>Ambas</i>	
	35,71%	7,14%	57,14%	
3. ¿Qué es una roca?	A) Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.	B) <i>Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.</i>	C) <i>Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.</i>	
	85,71%	7,14%	7,14%	
4. ¿Qué es un mineral?	A) <i>Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.</i>	B) Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.	C) <i>Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.</i>	
	42,86%	57,14%	0,00%	
5. ¿Qué materiales forman el acantilado?	A) Rocas	B) <i>Minerales</i>	C) <i>Piedras</i>	D) <i>Sedimentos</i>
	57,14%	7,14%	0,00%	35,71%
6. Hace 10.000 años, el acantilado:	A) <i>Estaba en el mismo sitio</i>	B) Era distinto	C) <i>Estaba formado por materiales diferentes</i>	
	21,43%	78,57%	0,00%	
7. Para datar los materiales que forman el acantilado:	A) <i>Mediremos el tamaño de las partículas que lo forman</i>	B) Emplearemos los fósiles que podamos encontrar	C) <i>Lo compararemos con fotografías del mismo hechas hace 100 años</i>	
	35,71%	35,71%	28,57%	
8. ¿Cómo es el interior de la Tierra?	A) <i>Es idéntico al exterior, tanto por sus propiedades como por sus materiales</i>	B) Está formado por varias capas concéntricas	C) <i>Es continuo, no se distinguen capas</i>	
	21,43%	78,57%	0,00%	
9. Los materiales que forman parte del manto superior:	A) Tienen la capacidad de fluir	B) <i>Son rígidos</i>	C) <i>Son iguales a los que encontramos en superficie</i>	
	42,86%	42,86%	14,29%	
10. El núcleo terrestre:	A) <i>Se extiende desde el centro de la Tierra hasta el límite inferior de la corteza terrestre.</i>	B) Está dividido en 2 partes: externo e interno	C) <i>Tiene una temperatura aproximada de 150° C</i>	
	7,14%	78,57%	14,29%	

Observando los datos ofrecidos por la tabla 10, se puede apreciar como la primera pregunta ha sido respondida correctamente por más de un 85% de los alumnos, por lo que se deduce que la percepción que tienen los estudiantes sobre la visión de la Tierra desde el espacio es, en general, correcta. Tan solo un 14% piensan que los viejos tópicos sobre que la muralla China y algunos rascacielos son visibles desde el espacio son ciertos.

La segunda pregunta se centra en estudiar si los estudiantes saben que es el movimiento de rotación de la Tierra y si lo diferencian del movimiento de traslación. Los resultados dejan claro que estos dos conceptos no están claros y que por lo tanto se mezclan, ya que tan solo un 7% ha respondido correctamente a esta pregunta, mientras que un 35% lo confunde con el movimiento de traslación y casi un 60% de la clase piensa que el término rotación se refiere, no solo a la rotación de la Tierra sobre su propio eje, sino también a su traslación alrededor del Sol.

Las preguntas 3 y 4, que enfrentan términos como roca, mineral y piedra, muestran unos resultados que podríamos definir como desconcertantes, ya que la definición de roca ha sido respondida correctamente por la amplia mayoría de los estudiantes (85%), mientras que la definición de mineral ha sido respondida correctamente por cerca del 60% de los alumnos, mientras que el 40% restante se ha decantado de nuevo por la misma definición de roca que en la pregunta anterior, lo que hace pensar que las opciones no han sido bien leídas o entendidas. Estos datos refrendan la idea de Lillo (1992) según la cual los estudiantes de secundaria, independientemente de su edad, equivocan los términos de roca y mineral, debido a la falta de una total limitación entre ambos y a la asociación con unas características no adecuadas.

Los resultados obtenidos en la pregunta 5, que también enfrenta los conceptos de roca, mineral y piedra, además de añadir el de sedimentos, indican que un 35% de los estudiantes no conocen que el término sedimentos es solo empleado para los materiales que se han depositado por acción de los agentes geológicos y que aún no han sido cementados para formar rocas sedimentarias. Este grupo, formado por las preguntas 3, 4 y 5 y que incide sobre la utilización de los términos roca, piedra y mineral, deja a las claras la mala comprensión de los mismos, lo que deriva en su confusión.

La pregunta 6 incide en el preconcepto erróneo detectado por Emilio Pedrinaci (1992), según el cual los procesos que dan lugar al modelado del relieve no se dan en la actualidad. Los resultados muestran que la gran mayoría de los alumnos de la clase (78%) admiten que estos procesos siguen modelando la superficie terrestre en la actualidad. Esta idea también va en correlación con la enunciada por Happs (1984) según la cual los alumnos con edades comprendidas entre los 12 y los 16 años creen que las rocas que hoy en día se encuentran en superficie tienen la misma edad que la Tierra.

La pregunta 7 deja claro que los alumnos no conocen la posibilidad de utilización de los fósiles como medio para datar materiales, lo cual está de acuerdo con el preconcepto enunciado por Pedrinaci (1996). El motivo que conduce a esta afirmación es que todas las opciones de respuesta

han sido escogidas prácticamente por igual. Este es uno de las principales propiedades de los fósiles y es por ello que consideramos debiera de ser tratado en profundidad.

Las preguntas 8, 9 y 10 están dedicadas al conocimiento de la estructura interna de la Tierra y sus propiedades, y muestran resultados dispares. La mayoría de la clase (78%) conoce que la estructura interna de la tierra está formada por capas concéntricas y que el núcleo terrestre está dividido en un parte externa y otra interna, sin embargo apenas el 43% de la clase conoce las propiedades de las capas que las forman o al menos las del manto superior. Los resultados obtenidos en estas preguntas corroboran la idea de Pedrinaci (1996) según la cual los alumnos tienen dificultades para entender que los materiales del manto puedan fluir.

En la tabla 11 se expresan en porcentaje las respuestas dadas por los alumnos de 2º de la ESO del Colegio El Ave María.

Tabla 11. Resultados cuestionarios 2º de ESO. Las respuestas correctas quedan marcadas en color verde.

PREGUNTAS	RESPUESTAS POSIBLES			
1. ¿Cuales de los siguientes agentes geológicos pueden producir cambios en el paisaje?	A) Un terremoto de mucha intensidad	B) La corriente de un río en su curso alto	C) El viento en el desierto	D) Todas son correctas
	33,33%	9,52%	4,76%	52,38%
2. ¿Cuál de los siguientes elementos que modelan el relieve NO se considera un agente externo?	A) Seres vivos	B) Aire	C) Tectónica de placas	D) Agua
	38,10%	14,29%	38,10%	9,52%
3. La acción de los agentes geológicos externos...	A) Es consecuencia de la energía interna de la Tierra.	B) Produce cambios bruscos en el relieve.	C) No produce cambios en el relieve.	D) Produce cambios lentos en el relieve.
	9,52%	52,38%	4,76%	33,33%
4. ¿Cual es el origen de todos los agentes geológicos externos que actúan sobre el relieve terrestre?	A) La atmósfera	B) El agua	C) El Sol	D) La gravedad
	52,38%	9,52%	23,81%	14,29%
5. El origen del calor interno de la Tierra...	A) Proviene del magma	B) Proviene del choque de meteoritos con la Tierra	C) Proviene del proceso de formación de la Tierra y de la desintegración de elementos radiactivos	
	76,19%	9,52%	14,29%	0
6. La formación de rocas sedimentarias...	A) Es un proceso que da lugar a esquistos.	B) Es un proceso que se daba hace 1000 años.	C) Es un proceso que se ha dado a lo largo de toda la historia.	D) Da como resultado la formación de rocas plutónicas.
	14,29%	38,10%	42,86%	4,76%
7. El actual relieve terrestre...	A) Es consecuencia exclusiva de la acción de terremotos y volcanes.	B) Es consecuencia de la acción de los agentes geológicos externos e internos.	C) No tiene nada que ver con la acción de los agentes geológicos externos.	D) Es consecuencia única de la acción de los agentes geológicos internos.
	33,33%	23,81%	33,33%	9,52%
8. La formación de cordilleras...	A) Es consecuencia exclusiva de la acción de volcanes y terremotos	B) Fue un proceso que concluyo hace millones de años	C) Es consecuencia de procesos orogénicos	
	28,57%	52,38%	19,05%	0,00%
9. En la actualidad ...	A) Solo se dan procesos de formación de rocas volcánicas.	B) Se dan procesos de formación de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas.	C) No se forman rocas.	D) No se forman rocas sedimentarias.
	14,29%	47,62%	23,81%	14,29%
10. Las rocas sedimentarias...	A) Se formaron por procesos que se dieron hace millones de años	B) Se originan por la acción de los agentes geológicos externos	C) Desaparecieron de la superficie terrestre hace miles de años	
	42,86%	42,86%	14,29%	0,00%

Tal y como se aprecia en la tabla 11, la primera pregunta respondida por los alumnos de 2º de la ESO hace referencia a los agentes que modelan el paisaje. Las respuestas recogidas destacan que un 33% de los alumnos consideran que el paisaje es modelado por la acción de terremotos. Este dato se corresponde con lo enunciado por Pedrinaci (1992), Astolfi (1991) y Belloch (1984) que señalan que los estudiantes tienden a recurrir a procesos catastrofistas como terremotos y volcanes para explicar los cambios en el relieve.

La segunda pregunta, que también hace referencia a los agentes geológicos, muestra unos resultados muy dispares, aunque mayoritariamente (38%) ha sido respondida de manera correcta.

La tercera pregunta se refiere a la velocidad con la que se producen los cambios originados por los agentes geológicos externos y únicamente ha sido respondida correctamente por el 33% de los alumnos encuestados. Sin embargo, más de la mitad de la clase piensa que los cambios producidos por la acción de los agentes geológicos externos se producen de manera brusca, lo que deja al descubierto la dificultad que entraña para los alumnos asimilar procesos que se desarrollan a una escala de tiempo superior a la humana. Este es uno de los preconceptos erróneos relacionados por Emilio Pedrinaci (1993) a los conocimientos de los estudiantes sobre los cambios terrestres

En referencia al origen de los agentes geológicos externos, la mayoría de los estudiantes (52%) opinan que su origen está en la atmósfera, mientras que tan solo un 23% responde que su origen está en el Sol.

La pregunta 5 hace referencia al origen del calor interno de la Tierra y únicamente ha sido respondida correctamente por un 11% de la clase, mientras que más del 80% de la clase piensa que el calor interno de la Tierra proviene del magma que reside en su interior. Esta respuesta de nuevo deja al descubierto la idea de que los terremotos y los volcanes son los responsables de la gran mayoría de los procesos que se dan en la Tierra, reforzando las denominadas teorías catastrofistas que Pedrinaci (1992) destaca como preconceptos erróneos habituales entre los estudiantes.

La pregunta 6, sobre la formación de rocas sedimentarias, muestra que casi el 40% de los estudiantes piensa que los procesos de formación de este tipo de rocas se dieron hace mucho tiempo y que estos procesos ya no se dan en la actualidad. Esto, según Happs (1984) es debido a que los estudiantes tienen dificultad en asimilar el principio del actualismo según el cual los procesos que actuaban en la Tierra antiguamente, siguen haciéndolo hoy en día y a que les cuesta aceptar que la formación de rocas es un proceso que sigue dándose hoy en día.

La pregunta 7 sobre el relieve terrestre muestra unos resultados muy repartidos entre las 4 opciones posibles, lo que por una parte hace pensar que los estudiantes no conocen correctamente los conceptos de agentes geológicos externos e internos y que por otra, las teorías catastrofistas sobre el modelado del relieve terrestre están fuertemente arraigadas en el razonamiento de los estudiantes como señalan Belloch (1984), Pedrinaci (1987) y Astolfi (1991). Estos mismos autores también destacan la creencia extendida entre los estudiantes de entre 10 y 15 años de que el relieve y las montañas son estructuras fijas.

Las conclusiones extraídas de los resultados obtenidos en preguntas anteriores se ven reforzadas por las respuestas obtenidas en la pregunta 8, ya que casi el 30% de la muestra relaciona la formación de cordilleras con la acción exclusiva de terremotos y volcanes y más del 50% de los alumnos piensan que estos procesos concluyeron hace mucho tiempo y que ya no se dan en la Tierra. Tan solo un 20% de los estudiantes relaciona correctamente la formación de cordilleras con los procesos orogénicos.

La pregunta 9 hace de nuevo referencia al principio del actualismo y a la formación de rocas en la actualidad. Más de un 50% de los alumnos encuestados piensan que en la actualidad no se dan procesos que dan lugar a formación de rocas. Esto refuerza la idea de Happs (1984) y Pedrinaci (1987 y 1992) que dice que los alumnos tienen dificultades para reconocer la formación de rocas en la actualidad, especialmente en el caso de las metamórficas y no tanto en el caso de las sedimentarias.

En la última pregunta de este test, el porcentaje de alumnos que opina que los procesos que dan lugar a la formación de rocas sedimentarias se dieron hace miles de años y que ya no actúan sobre la superficie terrestre se mantiene en torno al 40% que es bastante similar al obtenido en otras preguntas relacionadas con este tema. Tan solo un 40% de la clase relaciona la formación de rocas sedimentarias con la acción de los agentes geológicos externos.

En la tabla 12 se recogen los resultados obtenidos de los cuestionarios respondidos por los alumnos de 4º de la ESO del Colegio El Ave María expresados en porcentajes.

Tabla 12. Resultados cuestionarios 4º de ESO. Las respuestas correctas quedan marcadas en color verde.

PREGUNTAS	RESPUESTAS POSIBLES			
1. Según la geología moderna, ¿cómo ha sido el proceso de transformación de la Tierra desde su creación?	A) Basado en grandes catástrofes	B) Prácticamente inexistente	C) Lento e imperceptible, pero con cambios bruscos ocasionales	D) Continuo y lineal a lo largo de millones de años
	21,05%	0,00%	57,89%	21,05%
2. La situación actual de los continentes...	A) Ha permanecido constante en los últimos 1000 años	B) Varía de forma lenta y constante	C) Es consecuencia de fenómenos como terremotos y volcanes	
	10,53%	31,58%	57,89%	
3. Los procesos que dan lugar a la formación de las montañas y cordilleras....	A) Se dieron hace miles de millones de años	B) Ya no actúan en la Tierra	C) Fueron muy rápidos y bruscos	D) Siguen actuando hoy en día
	21,05%	5,26%	10,53%	63,16%
4. El fósil que observamos en la fotografía....	A) Se formó después de la formación de la roca que lo conserva	B) Se formó a la vez que la roca que lo conserva	C) Se formó antes que la roca que lo conserva	
	31,58%	47,37%	21,05%	
5. Al final del Cretácico se produjo una extinción masiva que afectó al 75% de las especies vivas, incluidos los dinosaurios. ¿Qué causa es la más probable para esta reducción de la biodiversidad?	A) El aumento de la radiación solar	B) Un plaga que afectó a las plantas y, por tanto, a toda la cadena trófica	C) La proliferación de emisiones volcánicas	D) La caída de un meteorito
	5,26%	15,79%	15,79%	63,16%
6. Los sedimentos dan lugar a estratos que originalmente...	A) Son horizontales	B) Tienen el buzamiento de la capa sobre la que se depositan	C) Están inclinados	
	26,32%	63,16%	10,53%	
7. Cordilleras como la del Himalaya...	A) Son consecuencia de erupciones volcánicas	B) Son consecuencia de la deriva de las placas litosféricas	C) Son consecuencia de grandes terremotos	
	21,05%	47,37%	31,58%	
8. ¿Qué indica el buzamiento de un pliegue o falla?	A) El grado de elasticidad del estrato	B) La dirección	C) El tipo de rocas que lo componen	D) El ángulo del estrato inclinado
	26,32%	10,53%	26,32%	36,84%
9. Las corrientes de convección explican el movimiento de las placas tectónicas sobre la litosfera. ¿A qué se deben esas corrientes?	A) Al magnetismo del núcleo de la Tierra	B) Al calor del manto terrestre	C) A la atracción gravitatoria de la Tierra	D) Al movimiento de rotación de la Tierra
	47,37%	15,79%	15,79%	21,05%
10. El vulcanismo en las dorsales oceánicas...	A) Es la consecuencia del movimiento de las placas	B) Es la causa del movimiento de las placas	C) Es un proceso que ocurrió hace millones de años	
	57,89%	31,58%	10,53%	

En la tabla 12 se muestra el cuestionario realizado a los alumnos de 4º de la ESO. Este cuestionario se centra principalmente en detectar las ideas previas que estos tienen sobre conceptos tan importantes para la Geología como el principio del actualismo, el tiempo geológico, utilización de los fósiles en datación, estructura interna de la Tierra, la Tectónica de placas y el principio de la horizontalidad de los estratos.

En la pregunta número 1, sobre la transformación de la Tierra desde su creación casi el 60% de los alumnos han respondido correctamente que el proceso es lento e imperceptible, pero con cambios bruscos ocasionales. Sin embargo, un 20% se decanta por relacionar este proceso de transformación con las grandes catástrofes naturales y otro 20% cree que este proceso ha sido continuo y lineal.

En la segunda pregunta, sobre la disposición actual de los continentes, tan solo un 32% responde correctamente que su posición ha variado de forma lenta y constante, mientras que un 58% se decanta por los terremotos y volcanes como los causantes de la disposición actual de los continentes. Esta respuesta mayoritaria entre los alumnos encuestados de mayor edad, deja claro que las ideas catastrofistas definidas por Emilio Pedrinaci (1992), Astolfi (1991) y Belloch (1984) están muy arraigadas en el pensamiento de los estudiantes y que les cuesta comprender los procesos lentos que se dan a una escala temporal superior a la humana.

En la tercera pregunta, referida a los procesos que dan lugar a la formación de montañas y cordilleras, la respuesta mayoritaria (60%) ha sido la correcta, es decir, que los procesos que dieron lugar a la formación de las cordilleras siguen actuando hoy en día. Esto hace pensar que los alumnos han conseguido asimilar mejor el principio del actualismo, según el cual los procesos que actuaban en la Tierra hace millones de años siguen haciéndolo en la actualidad. Aún así, más de un 25% de los alumnos optan por las respuesta a y b que establecen que los procesos que dieron lugar a la formación de cordilleras actuaban en la Tierra hace millones de años y ya no lo hacen.

La cuarta pregunta, referida a la relación entre la formación de los fósiles y los estratos que los contienen, ha sido respondida de forma correcta por un 47% de los alumnos encuestados, pero más de un 30% de los alumnos piensan que los fósiles se forman posteriormente a la formación del estrato y más de un 20% opina que el fósil se forma antes que la roca que lo conserva. Es por ello que consideramos que los alumnos desconocen la capacidad de los fósiles como elemento de datación (Pedrinaci, 1992).

La quinta pregunta, referida a la caída del meteorito que dio lugar a la extinción de los dinosaurios, ha sido respondida correctamente por más del 60% de los alumnos. Sin embargo, un nada despreciable 37% desconoce uno de los episodios más famosos de la historia de la Tierra.

La sexta pregunta, que hace referencia al principio de la horizontalidad de los estratos, tan solo ha sido respondida de manera correcta por un 26% de los alumnos encuestados. Este principio es fundamental para la correcta comprensión de la Geología y es por ello que debiera ser tratado en profundidad para su correcta comprensión. La séptima pregunta, que trata uno de los aspectos más

importantes de la tectónica de placas, como es la deriva de las placas litosféricas, ha sido respondida correctamente por menos del 50% de los participantes. La idea de grandes catástrofes como responsables principales de la deriva de las placas litosféricas, respuestas a y c, acaparan más del 50% de las respuestas recogidas, lo cual nos hace pensar que las teorías catastrofistas identificadas por Pedrinaci (1993) como unos de los preconceptos erróneos más habituales entre los estudiantes siguen latentes entre los estudiantes de 4º de ESO.

La octava pregunta, que se centra en el concepto de buzamiento de un estrato o falla, ha recibido respuestas muy repartidas, de tal manera que la respuesta correcta ha sido la más votada de las cuatro opciones posibles, pero con apenas el 37% de los votos. Este reparto tan igualado nos hace pensar que el término buzamiento es desconocido por la mayoría de los alumnos encuestados.

La novena pregunta, que trata sobre las corrientes de convección que dan lugar al movimiento de las placas tectónicas, apenas ha sido respondida correctamente por un 16% de los alumnos, lo que nos hace pensar que los conceptos relacionados con las propiedades de las capas que forman el interior de la Tierra dejan bastante que desear.

La décima pregunta, que trata sobre el vulcanismo en las dorsales oceánicas, ha sido respondida correctamente por casi el 58% de la clase. Este dato, en nuestra opinión, puede ser calificado de sorprendente ya que es una de las ideas previas erróneas más extendidas entre los estudiantes, según Pedrinaci.

5.3 Selección de recursos TIC

Recursos TIC propuestos para la consecución del cambio conceptual de los preconceptos erróneos más habituales en 1º de ESO:

Para conseguir que los alumnos asimilen mejor la capacidad de fluir del manto proponemos los siguientes recursos:

- <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena5/index2quincena5.htm>

En esta página web encontramos un video que explica la fluidez del manto y las corrientes de convección que se forman como consecuencia de esta característica.

- http://edu.jccm.es/ies/ies2lasolana/index.php?option=com_content&task=view&id=389&Itemid=46

En esta página web del IES Clara Campoamor encontramos presentaciones en power point con información sobre minerales, rocas y la estructura interna de la Tierra.

- <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1187>

En esta página encontramos un video que nos explica las principales discontinuidades que aparecen en el manto terrestre y sus características.

Para que los alumnos reconozcan fósiles y su utilidad para datar las rocas que los contienen, recomendamos el siguiente sitio web:

- <http://www.educarm.es/paleontologia/index.html>

En esta página podemos encontrar fotografías de los principales tipos de fósiles y las edades de los mismos.

Recursos TIC propuestos para la consecución del cambio conceptual de los preconceptos erróneos más habituales en 2º de ESO:

Para que los alumnos observen la formación de rocas ígneas y metamórficas se proponen los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2ESO/materiales_terrestres/contenidos7.htm

En este sitio web, además de la teoría correspondiente aparece una representación de cómo se forman las rocas volcánicas y plutónicas.

- <https://www.youtube.com/watch?v=DP6Omc1I-I>

Este video explica la formación de diferentes tipos de rocas volcánicas y plutónicas. Además, el video muestra ejemplos de donde se pueden localizar estas rocas.

- <https://www.youtube.com/watch?v=bokxAtBxyqE>

Este video muestra el proceso de formación de las rocas metamórficas, analizando sus condiciones

de formación, tipos y clasificación.

- <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2ESO/tierrin/roca2.htm>

Este sitio web ofrece un video que muestra cómo se forman los diferentes tipos de rocas metamórficas y ofrece ejemplos de cada uno de ellos.

Para que el alumno asimile como se forman las cordilleras y cómo varía el relieve con el paso del tiempo se proponen los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena6/2q6_contenidos_1a.htm

Este video muestra una simulación de cómo se forman las montañas al chocar dos placas litosféricas.

- <http://www.juanjoromero.es/blog/2010/08/u-2-el-relieve/>

Este video muestra los diferentes agentes que dan lugar al modelado del relieve.

Para que los alumnos comprendan el principio del actualismo proponemos los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena1/imagen_es1/datarelat.swf

El video muestra cómo se produce la sedimentación en un lago, demostrando que los procesos que dieron lugar a la sedimentación se siguen dando en la actualidad.

Para que los alumnos comprendan como se produce el vulcanismo en las dorsales proponemos el siguiente recurso:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena5/index_2quincena5.htm

En esta página del ministerio de educación, cultura y deporte web podemos encontrar toda la teoría referida al origen del calor interno de la Tierra, cómo se produce la transferencia de la energía interna de la Tierra, volcanes y placas litosféricas. Además, cada apartado es acompañado por videos explicativos que facilitan la comprensión de la información. Posteriormente, se pueden realizar diferentes ejercicios sobre el tema, ejercicios de autoevaluación, ejercicios para enviar al tutor y una sección para profundizar más.

Para que los alumnos asimilen la importancia de los procesos de erosión proponemos los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Agentes_1/contenidos1.htm

En esta página web del ministerio de educación, cultura y deporte podemos encontrar toda la teoría referida a la formación de rocas sedimentarias y los cambios en el relieve producidos por los agentes geológicos externos. Además, cada apartado es acompañado por videos explicativos que facilitan la comprensión de la información. Posteriormente, se pueden realizar diferentes ejercicios sobre el tema, ejercicios de autoevaluación, ejercicios para enviar al tutor y una sección para profundizar más.

- <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/3eso/1.htm>

En esta página web del Ministerio de educación encontramos teoría, ejercicios y juegos sobre la energía externa del planeta, los agentes geológicos externos y el modelado del paisaje.

- <http://naturaleseso2.blogspot.com.es/2011/02/la-meteorizacion.html>

Se trata de una presentación que define cuales son los principales agentes geológicos externos y cuales son sus efectos.

- http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/agentes_2/contenidos12.htm

Página que pertenece al tema de "Agentes geológicos externos II" de 3º de ESO, del [Proyecto Biosfera](#). Contiene texto explicativo sobre los tipos de rocas sedimentarias. Además aparecen fotografías y actividades autoevaluativas.

Para que los alumnos comprendan que el proceso de formación de rocas no es solo cosa del pasado sino que continúa dándose hoy en día proponemos los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena1/index_3quincena1.htm

Este recurso enseña al alumno los tipos de rocas sedimentarias y cómo se forman las rocas sedimentarias mediante el proceso de litogénesis. Todo ello se presenta mediante animaciones flash con numerosas fotografías. Además contiene actividades interactivas y autoevaluativas.

- <http://www.youtube.com/watch?v=B8Y7S2ZwGNQ&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=LHhp03XClXw&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=5b4I3DloIdM&feature=related>

El recurso, realizado por el Instituto Geológico Minero, consiste en un vídeo dividido en tres partes de 9:40 minutos. Explica los tipos de rocas, la formación de las rocas mediante el ciclo de las rocas y los distintos tipos de rocas sedimentarias.

- http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema8/index.htm

En esta página web encontramos teoría, videos y ejercicios sobre los principales agentes geológicos externos y su función como moldeadores del relieve.

Recursos TIC propuestos para la consecución del cambio conceptual de los preconceptos erróneos más habituales en 4º de ESO:

Para que los alumnos comprendan el principio del actualismo proponemos los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena1/imagen_es1/datarelat.swf

El video muestra cómo se produce la sedimentación en un lago, demostrando que los procesos que dieron lugar a la sedimentación se siguen dando en la actualidad.

Para que los alumnos comprendan la importancia de los agentes geológicos y su labor como modeladores del relieve proponemos los siguientes recursos:

- <http://naturaleseso2.blogspot.com.es/2011/02/la-meteorizacion.html>

Se trata de una presentación que define cuales son los principales agentes geológicos externos y cuales son sus efectos.

Para que los alumnos comprendan cómo se forman las montañas y cordilleras como consecuencia de la acción de la tectónica de placas proponemos el siguiente recurso:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena6/2q6_c_ontenidos_1a.htm

Este video muestra una simulación en laboratorio de cómo se forman las montañas al chocar dos placas litosféricas.

Para que los alumnos identifiquen todos los componentes de la Teoría de la Tectónica de Placas proponemos los siguientes recursos:

- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena1/index_4quincena1.htm

En esta página web del ministerio de educación, cultura y deporte podemos encontrar toda la teoría referida al concepto de tiempo geológico, la historia de la Tierra, la dinámica terrestre y la tectónica de placas. Además, cada apartado es acompañado por videos explicativos que facilitan la comprensión de la información. Posteriormente, se pueden realizar diferentes ejercicios sobre el tema, ejercicios de autoevaluación, ejercicios para enviar al tutor y una sección para profundizar más.

- http://www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/tectonica_animada/tectonanim.htm

En esta página web de la Junta de Andalucía podemos encontrar numerosos videos y representaciones sobre la tectónica de placas y sus consecuencias en el relieve terrestre.

- <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/software-educativo/925-actividades?start=1>

En este espacio podemos encontrar actividades para la enseñanza-aprendizaje de la tectónica de placas y los fenómenos asociados a la misma como terremotos y volcanes. Para ellos, además de una extensa teoría al respecto, se proponen enlaces a diferentes simuladores.

- <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/4/Medusa/GCMWEB/Code/Recursos/DetalleRecurso.aspx?IdNodo=857&IdRecurso=8636&Fichero=si>

En este repositorio de recursos TIC para Biología y Geología del Gobierno de Canarias podemos encontrar videos y simuladores como Anatomía de un terremoto, Así se produce un terremoto, Terremotos, Tectónica de placas, Simulador de terremotos Discovery Channel, Forces of Nature (Terremotos), Forces of Nature (Volcanes), Volcano explorer Discovery Channel, Simulador de volcanes del museo de Alaska, Levantamiento de un perfil topográfico, Graficas sismológicas, El ciclo de las rocas y un banco de imágenes de Geología.

6 PROPUESTA PRÁCTICA

Este Trabajo Fin de Máster se ha visto limitado debido a una serie de causas como el momento del curso en el que se ha realizado, la falta de tiempo y los recursos. Estas limitaciones tendrían que ser corregidas en el transcurso de investigaciones futuras para mejorar y ampliar el presente estudio.

El principal obstáculo encontrado para la realización de los cuestionarios de detección de ideas previas ha sido la falta de tiempo para ampliar la participación en dichos test y de esta manera hacer la muestra más representativa. Además, los test propuestos debieran de ser contestados por los alumnos antes de la explicación de cada unidad didáctica. Sin embargo, en el momento de contestar los test, muchos de los estudiantes ya habían asistido a las clases correspondientes a esos contenidos.

Es por ello que para conocer si los preconceptos erróneos detectados son extensibles a toda la provincia de Bizkaia se realizarían los cuestionarios adjuntados en el Anexo I a los estudiantes de colegios repartidos por toda la provincia. Posteriormente, durante el transcurso de las clases correspondientes se utilizarían los recursos TIC propuestos, de esta manera se analizaría su viabilidad para llevar a cabo el cambio de preconceptos. Una vez finalizada esta fase, se realizarían a los alumnos los cuestionarios adjuntados en el Anexo II para conocer la utilidad de los recursos empleados y comparar sus resultados con los obtenidos en los cuestionarios de ideas previas del Anexo I.

Por último, se realizaría a los profesores responsables de los grupos motivo de estudio el cuestionario adjuntado en el Anexo III, el cual consta de una serie de preguntas cuyo objetivo es determinar su grado de especialización en el uso de las TIC y conocer cuáles son sus impresiones acerca de los recursos propuestos, es decir, si los consideran útiles y fáciles de utilizar tanto por parte de ellos mismos, como por parte de sus alumnos y lo más importante, si piensan que pueden provocar el cambio conceptual de los preconceptos erróneos.

7 CONCLUSIONES

El análisis de la documentación consultada y de los cuestionarios realizados lleva a la conclusión de que los estudiantes de secundaria, en relación a los contenidos de Geología incluidos dentro de las Ciencias de la Naturaleza, tienen dificultades para percibir correctamente la escala de tiempo geológico, la teoría del actualismo, el principio de la superposición de estratos y recurren a teorías catastrofistas para explicar muchos de los procesos que dan lugar al modelado terrestre. Por tanto, estos errores, que afectan a algunos de los principios más importantes de la Geología, deben de ser tratados con el mayor rigor por los profesores responsables para ser subsanados y, de esta forma, evitar que sean arrastrados durante los estudios superiores, donde ya resultarían más complicados de corregir.

Además, durante el transcurso de esta investigación ha sido complicado encontrar publicaciones que traten el tema de los preconceptos erróneos relacionados con la Geología, para poder así contrastar los resultados obtenidos. Es por ello que se debieran de realizar más trabajos prácticos al respecto que permitieran una visión mucho más clara de esta cuestión.

Teniendo en cuenta que el uso de las TIC despierta en los alumnos un mayor interés por la asignatura y facilita a los profesores la realización de su labor docente, recomendamos en el presente trabajo una serie de recursos TIC que ayuden a realizar el cambio conceptual de los preconceptos erróneos citados anteriormente. Sin embargo, no todos los recursos que se pueden encontrar en la red y en los distintos repositorios existentes son válidos para ser trabajados con los alumnos de secundaria, es por ello que los recursos TIC que se han recomendado han sido seleccionados teniendo en cuenta los criterios descritos en apartados anteriores, por lo que sugieren una pronta obtención de resultados positivos. En cualquier caso, para poder evaluar de una manera cuantitativa la viabilidad de los mismos, se hace indispensable la consecución de las acciones citadas en la propuesta práctica.

8 LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

Debido a la relevancia de los preconceptos erróneos relacionados con los contenidos de Geología presentes en las Ciencias de la Naturaleza de la ESO, que se han detectado en el transcurso de la presente investigación, se haría necesario extender las cuestiones aquí tratadas al resto de las comunidades autónomas, para así establecer si los datos y conclusiones obtenidas tienen únicamente un carácter local, o si por el contrario afectan al conjunto del Estado. Para ello sería necesario realizar un amplio estudio de campo, que afectaría a un gran número de centros dentro de cada comunidad autónoma, para posteriormente cotejar la totalidad de los datos obtenidos y extraer las conclusiones pertinentes.

También sería conveniente la elaboración de una wiki en la cual se propusieran actividades y recursos informáticos relacionados con el ámbito de la Geología y de una utilidad contrastada por profesores y alumnos para llevar a cabo el objetivo del cambio conceptual.

9 BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, R. y DE LA TORRE, E. (1996): Los modelos didácticos en Geología: Implicaciones didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 133-139.
- ANGUITA, F. (2004). Los futuros de la enseñanza de la Geología. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12, 16-19
- ANGULO, F. (2002). *Aprender a enseñar Ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de Secundaria, basada en la metacognición*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperada de <http://www.dialnet.unirrioja.es>
- ASTOLFI, J.P. (1991). Lógica de construcción de una secuencia de aprendizaje de ciencias. El ejemplo de la Geología en la escuela elemental. *Aster* 13, 157-186
- AUSUBEL, D. (2000): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Editorial Trillas.
- BENLLOCH, M. (1984). *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Madrid: Visor.
- CABERO, J. (2002): La aplicación de las TIC: ¿esnobismo o necesidad educativa?. *Revista de Tecnologías de la Información y Comunicación Educativas*, 1, 2000. Recuperado de <http://www.dialnet.unirrioja.es>
- CARRILLO, L. (1996): Los trabajos prácticos en Geología: problemas, posibilidades y propuestas. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 120-123. Recuperado de <http://www.raco.cat>
- DECRETO 175/2007, de 16 de octubre, por el que se establece el currículo de la Educación secundaria y se implanta en la CAPV. Boletín Oficial del País Vasco, 13 de noviembre de 2007.
- DECRETO 97/2010, de 30 de marzo, por el que se modifica el Decreto que establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco, 20 de abril de 2010.
- FERNÁNDEZ, A. (1997): *Medios de Comunicación Social. Los Procesos de Comunicación*. San Sebastian: Editorial Donostierra.
- GABELAS, J. (2002): *Las TIC en la educación. Una perspectiva desmitificadora y práctica de los entornos de aprendizaje generados por las nuevas tecnologías*. Recuperado en <http://www.uoc.edu>
- GONZÁLEZ, G. (2008): *Medios informáticos en la formación docente: hacia la definición de un nuevo rol*. *Revista Razón y palabra*, 63. Recuperado de

<http://www.razonypalabra.org>

- HEWSON, P.W., BEETH, M.E. y THORLEY, N.R. (1998). *Teaching for Conceptual Change*, en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (eds.). *International Handbook of Science Education*, pp. 199-218. Londres: Kluwer.
- HAPPS, J.C. (1984): El aprovechamiento de marcos alternativos en la formación docente: Un ejemplo de las Ciencias de la Tierra. *Investigación en Ciencias de la Educación*, 14, 167-172.
- JIMÉNEZ, M.P. (1988): Entrevista a Rosalind Driver. *Cuadernos de Pedagogía*, 155, 32-35, 1988
- JIMÉNEZ, M.P.; CAAMAÑO, A.; OÑORBE, A.; PEDRINACI, E. Y DE PRO, A. (2003): *Enseñar ciencias*. Barcelona: GRAÓ, de IRIF, S.L.
- LILLO, J. (1992): Análisis de errores conceptuales en Geología a partir de las expresiones gráficas de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 39-44. Recuperado en <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21327/93289>
- LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). Boletín Oficial del Estado, nº106, jueves 4 de mayo de 2006.
- MAJÓ, J. y MARQUÉS P. (2002): *La Revolución en la Era de Internet*. Barcelona: Praxis.
- MERINO, J.M. (2007). Resolución de problemas experimentales de química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 630-648. Recuperado en <http://dialnet.unirioja.es>
- ORTIZ ET AL. (2011). Mejora de la enseñanza de la Geología mediante e-learning. *Revista electrónica de ADA- Madrid*, Vol 6, 117-125.
- PERALES, J. (1992): *Desarrollo cognitivo y modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. Nº13, 173-189. Recuperado en <http://dialnet.unirioja.es>
- PEDRINACI, E (1992). Catastrofismo versus actualismo. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 10(2), 216-222. Recuperado en <http://www.raco.cat>
- PEDRINACI, E (1993). La construcción histórica de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 315-323. Recuperado en <http://www.raco.cat>
- PEDRINACI, E (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en Geología. *Revista Alambique : Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona 1996, n. 7, 27-36.
- PEDRINACI, E (2001). Secuencia y organización de los procesos geológicos internos. *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Barcelona, 1998, n. 18, 7-

- PORLÁN, R. (1988): El pensamiento científico y pedagógico de los maestros en formación, en Porlán, R. García, J.E. y Cañal, P. (comp.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 15 (2) 155-171. Recuperado en <http://ddd.uab.cat>
- RD 1631/2006. de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero de 2007.
- RÍOS, J. M. (2000): “Medios de Comunicación de Masas y Educación” en RÍOS ARIZA, J. M. y CEBRIÁN DE LA SERNA, M.: *Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación Aplicadas a la Educación*. Málaga: Aljibe.
- SANCHEZ, M. (2003): *Medios de comunicación y nuevas tecnologías en los centros docentes de la provincia de Ciudad Real*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- SANMARTÍ, N y ALIMENTI, G. (2004): La evaluación refleja el modelo didáctico: Análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. *Revista Educación química*, 15 (2), 120-128. Recuperado en <http://www.cneq.unam.mx>
- SOLÍS, E.; LUNA, M. y RIVERO, A. (2002): Las concepciones y los problemas profesionales del profesorado “novel” de secundaria del área de ciencias de la naturaleza. *Fuentes: Revista de la facultad de Ciencias de la Educación*, 4, 153-166. Recuperado en <http://dialnet.unirioja.es>
- VALEIRAS, N. (2006): *Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias*. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos.
- VYGOTSKY, L. (1978): Capítulo 4: Interacción entre aprendizaje y desarrollo. En *Mente y Sociedad* (79-91). Cambridge, MA: Harvard University Press.

10 ANEXO I

Cuestionario para conocer las ideas previas sobre Geología en los alumnos de 1º curso:

1. ¿Qué elementos de la Tierra podemos distinguir cuando la observamos desde el espacio?

- A) Océanos y Continentes
- B) La muralla China
- C) Rascacielos

2. El movimiento de rotación de la Tierra se produce....

- A) Alrededor del Sol
- B) Sobre su propio eje
- C) Ambas

3. ¿Qué es una roca?

- A) Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.
- B) Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.
- C) Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.

4. ¿Qué es un mineral?

- A) Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.
- B) Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.
- C) Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.

5. Observa la fotografía y responde a las siguientes preguntas:



¿Qué materiales forman el acantilado?

- A) Rocas
- B) Minerales
- C) Piedras
- D) Sedimentos

6. Hace 10.000 años, el acantilado:

- A) Estaba en el mismo sitio
- B) Era distinto
- C) Estaba formado por materiales diferentes

7. Para datar los materiales que forman el acantilado:

- A) Mediremos el tamaño de las partículas que lo forman
- B) Emplearemos los fósiles que podamos encontrar
- C) Lo compararemos con fotografías del mismo hechas hace 100 años

8. ¿Cómo es el interior de la Tierra?

- A) Es idéntico al exterior, tanto por sus propiedades como por los materiales
- B) Está formado por varias capas concéntricas
- C) Es continuo, no se distinguen capas

9. Los materiales que forman parte del manto superior:

- A) Tienen la capacidad de fluir
- B) Son rígidos
- C) Son iguales a los que encontramos en superficie

10. El núcleo terrestre:

- A) Se extiende desde el centro de la Tierra hasta el límite inferior de la corteza terrestre.
- B) Está dividido en 2 partes: externo e interno
- C) Tiene una temperatura aproximada de 150° C

Cuestionario para conocer las ideas previas sobre Geología en los alumnos de 2º curso:

1. ¿Cuáles de los siguientes agentes geológicos pueden producir cambios en el paisaje?

- A) Un terremoto de mucha intensidad
- B) La corriente de un río en su curso alto
- C) El viento en el desierto
- D) Todas son correctas

2. ¿Cuál de los siguientes elementos que modelan el relieve terrestre no se considera un agente externo?

- A) Seres vivos
- B) Aire
- C) Tectónica de placas
- D) Agua

3. La acción de los agentes geológicos externos...

- A) Es consecuencia de la energía interna de la Tierra.
- B) Produce cambios bruscos en el relieve.
- C) No produce cambios en el relieve.
- D) Produce cambios lentos en el relieve.

4. ¿Cuál es el origen de todos los agentes geológicos externos que actúan sobre el relieve terrestre?

- A) La atmósfera
- B) El agua
- C) El Sol
- D) La gravedad

5. El origen del calor interno de la Tierra es...

- A) Proviene del magma
- B) Proviene del choque de meteoritos con la Tierra
- C) Proviene del proceso de formación de la Tierra y de la desintegración de elementos radiactivos

6. La formación de rocas sedimentarias...

- A) Es un proceso que da lugar a esquistos.
- B) Es un proceso que se daba hace 1000 años.
- C) Es un proceso que se ha dado a lo largo de toda la historia.
- D) Da como resultado la formación de rocas plutónicas.

7. El actual relieve terrestre...

- A) Es consecuencia de la acción de terremotos y volcanes.
- B) Es consecuencia de la acción de los agentes geológicos externos e internos.
- C) No tiene nada que ver con la acción de los agentes geológicos externos.
- D) Es consecuencia única de la acción de los agentes geológicos internos.

8. La formación de cordilleras...

- A) Es consecuencia de la acción de terremotos y volcanes
- B) Es consecuencia de la acción de los agentes geológicos internos y externos
- C) No tiene nada que ver con la acción de los agentes geológicos externos
- D) Es consecuencia única de la acción de los agentes geológicos internos

9. En la actualidad

- A) Solo se dan procesos de formación de rocas volcánicas.
- B) Se dan procesos de formación de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas.
- C) No se forman rocas.
- D) No se forman rocas sedimentarias.

10. Las rocas sedimentarias

- A) Se formaron por procesos que se dieron hace millones de años
- B) Se originan por la acción de los agentes geológicos externos
- C) Desaparecieron de la superficie terrestre hace miles de años

Cuestionario para conocer las ideas previas sobre Geología en los alumnos de 4º curso:

1. Según la geología moderna, ¿cómo ha sido el proceso de transformación de la Tierra desde su creación?

- A) Basado en grandes catástrofes
- B) Prácticamente inexistente
- C) Lento e imperceptible, pero con cambios bruscos ocasionales
- D) Continuo y lineal a lo largo de millones de años

2. La situación actual de los continentes...

- A) Ha permanecido constante en los últimos 1000 años
- B) Varía de forma lenta y constante
- C) Es consecuencia de fenómenos como terremotos y volcanes

3. Los procesos que dan lugar a la formación de las montañas y cordilleras....

- A) Se dieron hace miles de millones de años
- B) Ya no actúan en la Tierra
- C) Fueron muy rápidos y bruscos
- D) Siguen actuando hoy en día

4. El fósil que observamos en la fotografía....



- A) Se formó después de la formación de la roca que lo conserva
- B) Se formó a la vez que la roca que lo conserva
- C) Se formó antes que la roca que lo conserva

5. Al final del Cretácico se produjo una extinción masiva que afectó al 75% de las especies vivas, incluidos los dinosaurios. ¿ Qué causa es la más probable para esta reducción de la biodiversidad?

- A) El aumento de la radiación solar
- B) Un plaga que afectó a las plantas y, por tanto, a toda la cadena trófica
- C) La proliferación de emisiones volcánicas
- D) La caída de un meteorito

6. Los sedimentos dan lugar a estratos que originalmente...

- A) Son horizontales
- B) Tienen el buzamiento de la capa sobre la que se depositan
- C) Están inclinados

7. Cordilleras como la del Himalaya...

- A) Son consecuencia de erupciones volcánicas
- B) Son consecuencia de la deriva de las placas litosféricas
- C) Son consecuencia de grandes terremotos

8. ¿Qué indica el buzamiento de un pliegue o falla?

- A) El grado de elasticidad del estrato
- B) La dirección
- C) El tipo de rocas que lo componen
- D) El ángulo del estrato inclinado

9. Las corrientes de convección explican el movimiento de la placas tectónicas sobre la litosfera. ¿A qué se deben esas corrientes?

- A) Al magnetismo del núcleo de la Tierra
- B) Al calor del manto terrestre
- C) A la atracción gravitatoria de la Tierra
- D) Al movimiento de rotación de la Tierra

10. El vulcanismo en las dorsales oceánicas...

- A) Es la consecuencia del movimiento de las placas
- B) Es la causa del movimiento de las placas
- C) Es un proceso que ocurrió hace millones de años

ANEXO II

Cuestionario para conocer la influencia del uso de los recursos TIC seleccionados sobre los preconceptos erróneos propios de los alumnos de 1º de la ESO:

1. Los astronautas, desde su posición en la estación espacial internacional, pueden distinguir:

- A) Grandes estructuras realizadas por el hombre como aeropuertos y presas.
- B) Las fronteras entre países.
- C) Los límites de océanos y continentes.

2. ¿Alrededor de que eje/s se produce el movimiento de traslación terrestre?

- A) Alrededor del Sol
- B) Sobre su propio eje
- C) Ambas

3. ¿Cuál de las siguientes frases se corresponde con la definición de roca?

- A) Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.
- B) Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.
- C) Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.

4. ¿Cuál de las siguientes frases se corresponde con la definición de mineral?

- A) Material formado como consecuencia de un proceso geológico y que puede estar formado por uno o varios minerales.
- B) Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizado por su composición química y su estructura interna.
- C) Un tipo de piedra que podemos encontrar en el campo.

5. Los materiales que forman el pliegue de la figura se denominan...



- A) Rocas
- B) Minerales
- C) Piedras
- D) Sedimentos

6. Dentro de un millón de años el pliegue de la figura anterior...

- A) Estará en el mismo sitio
- B) Será distinto
- C) Estará formado por materiales diferentes

7. Uno de los principales instrumentos utilizados para datar estratos es...

- A) El tamaño de las partículas que los forman.
- B) La datación de los fósiles que contienen.
- C) El empleo de fotografías de la zona en los últimos años.

8. Los materiales que forman el interior de la Tierra...

- A) Tienen las mismas propiedades y composición que los que observamos en superficie.
- B) Se disponen en capas concéntricas como las de una cebolla.
- C) Se distribuyen de manera uniforme, sin presentar diferencias entre ellos.

9. El manto superior se encuentra formado por materiales cuya principal característica es...

- A) Su capacidad de fluir.
- B) Su rigidez
- C) Su similitud con los que encontramos en superficie.

10. Los materiales que se encuentran a máxima profundidad respecto a la superficie terrestre...

- A) Forman el núcleo terrestre.
- B) Están a una temperatura aproximada de 150°C.
- C) Forman una única capa llamada núcleo

Cuestionario para conocer la influencia del uso de los recursos TIC seleccionados sobre los preconceptos erróneos propios de los alumnos de 2º de la ESO:

1. ¿Cuáles de los siguientes agentes geológicos no producen cambios en el paisaje?

- A) Terremotos y volcanes
- B) La corriente de un río sobre un lecho de roca.
- C) Ninguna es correcta

2. ¿Cuál de los siguientes elementos que modelan el paisaje se considera un agente geológico interno?

- A) El viento
- B) Un terremoto
- B) El Sol

3. La acción de los agentes geológicos externos...

- A) No produce cambios significativos en el paisaje.
- B) Produce cambios lentos pero constantes en el relieve.
- C) Produce cambios bruscos en el relieve.

4. ¿Cuál es el origen de los agentes geológicos internos?

- A) La energía interna de la Tierra.
- B) El Sol
- C) El magma

5. ¿Cuál es el origen de los agentes geológicos externos?

- A) La energía interna de la Tierra.
- B) El Sol
- C) La gravedad

6. La formación de rocas metamórficas...

- A) Se produce debido a la acción de los agentes geológicos externos.
- B) Se produce debido a variaciones de presión y temperatura.
- C) Fue el resultado de un proceso que concluyó hace millones de años.

7. El relieve terrestre...

- A) Es consecuencia de procesos que siguen actuando hoy en día.
- B) Es consecuencia única de la acción de terremotos y volcanes.
- C) Es consecuencia de procesos que dejaron de actuar sobre la Tierra hace 10.000 años.

8. La formación de montañas y cordilleras...

- A) Es consecuencia de procesos que siguen actuando hoy en día.
- B) Es consecuencia única de la acción de terremotos y volcanes.
- C) Es consecuencia de procesos que dejaron de actuar sobre la Tierra hace 10.000 años.

9. Hoy en día...

- A) Se siguen formando rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas.
- B) Solo se forman rocas ígneas.
- C) Ya no se dan los procesos que dieron lugar a la formación de rocas.

10. La formación de rocas sedimentarias es debida a...

- A) La acción de los agentes geológicos internos.
- B) La acción de los agentes geológicos externos.
- C) Procesos de cambios de presión y temperatura.

Cuestionario para conocer la influencia del uso de los recursos TIC seleccionados sobre los preconceptos erróneos propios de los alumnos de 4º de la ESO:

1. ¿Cómo ha ocurrido el proceso de modelado del relieve desde la creación del planeta?

A) Bruscamente, debido a la acción de terremotos y volcanes.

B) El relieve terrestre permanece inalterable desde que concluyeron los procesos que dieron lugar a la formación de la Tierra.

C) De manera lenta e imperceptible pero con cambios bruscos ocasionales.

2. La ubicación actual de océanos y continentes...

A) Es consecuencia de procesos que se produjeron hace millones de años.

B) Varía de forma lenta y constante.

C) Es consecuencia de la acción de grandes catástrofes naturales como terremotos y volcanes.

3. Las montañas y cordilleras...

A) Siguen formándose hoy en día.

B) Son consecuencia exclusiva de la acción de terremotos y volcanes.

C) Se formaron por procesos que hoy en día ya no actúan sobre la Tierra.

4. Fósiles como el que se muestra en la fotografía...



A) Se formaron antes que el estrato que los contiene.

B) Se formaron a la vez que el estrato que los contiene.

C) Se formaron después del estrato que los contiene.

5. La caída de un meteorito a finales del Cretácico tuvo como consecuencia más destacable:

A) Una sucesión de erupciones volcánicas y terremotos.

B) La desaparición de los dinosaurios.

C) La actual disposición de los continentes.

6. La disposición original de cualquier estrato...

- A) Es horizontal
- B) Depende del estrato sobre el que se forme
- C) Se mantiene constante a lo largo de toda la historia

7. La formación de cordilleras es consecuencia de...

- A) Procesos orogénicos
- B) La acción terremotos y volcanes
- C) Procesos que ya no actúan sobre la Tierra

8. El buzamiento es un término referido a:

- A) El ángulo que forma un estrato respecto a la horizontal.
- B) El tamaño de las partículas que forman un estrato.
- C) El grado de intensidad de un terremoto

9. Las corrientes de convección que dan lugar al movimiento de las placas litosféricas son debidas a:

- A) Al magnetismo del núcleo de la Tierra
- B) Al calor del manto terrestre
- C) A la atracción gravitatoria de la Tierra

10. En zonas de dorsal oceánica:

- A) La corteza oceánica aumenta su espesor
- B) La corteza oceánica disminuye su espesor
- C) No existe corteza oceánica, solo continental

ANEXO III

Cuestionario para conocer la opinión de los profesores sobre los recursos TIC propuestos para la consecución del cambio conceptual.

Marque con un círculo la respuesta/s que considere

1. ¿En qué cursos de la ESO imparte clase de Ciencias de la Naturaleza?

A) 1º

B) 2º

C) 3º

D) 4º

2. ¿Ha recibido algún curso de formación en TIC?

A) Dos o más

B) Uno

C) Ninguno

3. ¿Cómo valoraría la disponibilidad de empleo de recursos TIC en el centro?

A) No hay disponibilidad

B) Escasa (para alrededor del 25% de los grupos)

C) Suficiente (para alrededor del 50% de los grupos)

D) Abundante (Para alrededor del 75% de los grupos)

4. ¿Considera que el uso de las TIC supone un recurso importante para la formación en Ciencias de la Naturaleza?

A) Si

B) No

C) NS/NC

5. ¿Utiliza recursos TIC para preparar sus clases de Ciencias de la Naturaleza?

A) Nunca

B) Pocas veces

C) Muchas veces

D) Siempre

6. ¿Utiliza recursos TIC durante sus clases de Ciencias de la Naturaleza?

A) Nunca

B) Pocas veces

C) Muchas veces

D) Siempre

7. ¿Cree que los recursos TIC utilizados en estas clases para el cambio de preconceptos erróneos sobre Geología son apropiados para la edad de los estudiantes?

- A) Nada
- B) Poco
- C) Bastante
- D) Mucho

8. ¿Cree que los recursos propuestos añaden valor a las explicaciones dadas?

- A) No, nada
- B) Si, algo
- C) Si, bastante
- D) Si, mucho

9. ¿Cree que el empleo de estos recursos ha mejorado la comprensión de los contenidos relacionados por parte de los alumnos?

- A) No, nada
- B) Si, algo
- C) Si, bastante
- D) Si, mucho

10. ¿Incluirá a partir de ahora algún recurso de los utilizados durante estas sesiones en las clases de próximos cursos?

- A) No, ninguno
- B) Si, alguno
- C) Si, todos