

MASTER DE PROFESORADO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA 2011/2012  
ESPECIALIDAD BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ABORDAR EL APRENDIZAJE DE LA DERIVA CONTINENTAL EN EL AULA



ALUMNA: **CARMEN LAURA GUIRADO GUTIÉRREZ**

TUTOR UNIVERSIDAD DE ALMERÍA: **JUAN GISBERT GALLEGO**

FECHA DE ENTREGA: 01/06/2012

FECHA DE DEFENSA: 12/06/2012

## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1. Justificación .....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Contextualización.....	4
<b>2. Metodología .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultados y discursión .....</b>	<b>10</b>
3.1. ¿Un fósil ballena en Viator? .....	11
3.2. Presentación del mapa conceptual .....	13
3.3. ¿Una corteza desigual? .....	14
3.4. Lectura: La aceptación de las teorías científicas .....	16
3.5. La Teoría de la Deriva Continental.....	20
3.6. ¿Cómo son los fondos oceánicos? .....	26
3.7. ¿Cómo es el interior terrestre?.....	30
3.8. Quiero saber más .....	32
3.9. Propuesta de rúbricas.....	35
<b>4. Conclusiones .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>42</b>
<b>6. Anexos.....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo fin de máster (TFM) que a continuación se desarrolla tiene como finalidad la presentación de una propuesta metodológica para la enseñanza de una unidad didáctica concreta: “**¿Se mueven los continentes?**”, perteneciente al bloque de Geología, para la asignatura de Biología y Geología de 4º de E.S.O.

Esta unidad didáctica, cuyo objetivo principal es la enseñanza de la Teoría de la Deriva Continental, trata de cumplir los objetivos marcados en el Real Decreto 1631/2006, del 26 de Diciembre tales como identificar hechos que demuestren que la Tierra es un planeta cambiante y conocer el modelo dinámico de la estructura interna terrestre.

### 1. 1. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de la Geología presenta distintas dificultades dependiendo de los contenidos que se vayan a tratar en el aula. Valorar este grado de dificultad permite seleccionar mejor los contenidos, elegir un nivel de formulación adecuado, secuenciarlos de manera que se facilite su aprendizaje o proponer actividades específicas que ayuden a superar estas dificultades.

Para ello, se debe conocer primeramente el modo en que interpretan determinadas informaciones y experiencias, o los conflictos que parecen ofrecer ciertos conocimientos en los estudiantes. Con frecuencia, los alumnos de secundaria presentan los siguientes problemas (Jiménez Aleixandre y otros, 2003):

- No ven la formación de las rocas como un proceso actual, si no que lo limitan a las primeras fases de la génesis de la Tierra.
- Consideran las rocas anteriores a los fósiles que contienen.
- Ven el relieve terrestre, en general, y las montañas en particular, como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco.
- Para explicar los cambios importantes en el relieve recurren al catastrofismo pre-científico (especialmente terremotos).
- Los procesos constructivos los relacionan solamente con el vulcanismo.
- Consideran el tiempo como un elemento causal de los cambios geológicos.
- Suponen que el nivel del mar asciende y desciende sin límite alguno, pero los continentes siempre permanecen estables.

Por otro lado, presentan el inconveniente de la imposibilidad de observación directa o de experimentación en muchos procesos como el tiempo geológico o los desplazamientos continentales, así como el de la asimilación de la idea de globalidad, es decir, la integración de cualquier proceso geológico o fenómeno en el funcionamiento global del planeta (García, 1998).

Por ello se puede concluir que la perspectiva estática de la Tierra ha constituido a lo largo de la historia de la geología el obstáculo más persistente para la construcción de un modelo explicativo del funcionamiento de la Tierra, y probablemente sea el más determinante y el primero que deba considerarse para el aprendizaje de la geología en la educación secundaria.

La Unidad Didáctica “¿Se mueven los continentes?” abarca los conceptos de eustasia, isostasia y deriva continental, entre otros, considerándose los conocimientos base para la posterior enseñanza de la Teoría de la Tectónica Placas y sus consecuencias, por lo que se puede decir que es de vital importancia una buena instrucción para el alumnado que se describe en este trabajo.

## 1. 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es el planteamiento de una serie de metodologías para la impartición de la unidad didáctica en un contexto real y mediante la inclusión de elementos innovadores con el fin de aumentar el interés y motivación del alumnado.

Se establece una metodología en la cual se secuencian y organizan los contenidos de manera que se facilite la asimilación de los mismos por parte de los alumnos, de manera que la mayoría del alumnado aprenda con éxito y asiente una buena base para la asimilación de la posterior Unidad Didáctica: “Tectónica de Placas”.

## 1. 3. CONTEXTUALIZACIÓN

La propuesta metodológica que en puntos posteriores se desarrolla ha sido establecida para un grupo de alumnos de 4º de E.S.O y para la asignatura de Biología y Geología.

De acuerdo con lo que establece el artículo 25.1 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, todos los alumnos deberán cursar en este nivel las materias siguientes:

- Ciencias sociales, geografía e historia.
- Educación ético-cívica.
- Educación física.
- Lengua castellana y literatura y, si la hubiere, lengua cooficial y literatura.

- Matemáticas.
- Primera lengua extranjera.

Además de las materias enumeradas en el apartado anterior, de acuerdo con lo que establece el artículo 25.2 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, los alumnos deberán cursar tres materias de entre las siguientes:

- Biología y geología.
- Educación plástica y visual.
- Física y química.
- Informática.
- Latín.
- Música.
- Segunda lengua extranjera.
- Tecnología.

Debido a que esta asignatura es elegida en este nivel, se presupone un interés por parte del alumnado.

En este curso, se aborda con detalle la dinámica terrestre, con particular insistencia en el paradigma de la tectónica global y la historia del planeta. Se profundiza en aspectos de citología; y se introducen la Genética mendeliana y algunos temas relativos al conocimiento de los ecosistemas, y a la detección y prevención de problemas medioambientales. Como en los otros cursos, cobran especial interés los contenidos que tienen que ver con la forma de construir la ciencia y de transmitir la experiencia y el conocimiento científico. Son contenidos que se relacionan con todos los bloques y que habrán de desarrollarse de la forma más integrada posible con el conjunto de los contenidos del curso.

Por otro lado, el alumnado pertenece al I.E.S. Sol de Portocarrero. Éste se encuentra situado en la barriada de la Cañada de San Urbano, un barrio periférico a unos 10 km de la capital almeriense:



Figura 1: Mapa situación I.E.S. Sol de Portocarrero.

El principal pilar económico de la barriada procede de la agricultura de invernadero, siendo el tomate el cultivo más destacado.

La población total de la barriada de La Cañada, según las últimas estimaciones del Instituto Nacional de Estadística es de 8.871, de los que 4.542 son varones y 4.329 mujeres. El alumnado inmigrante procedente de la barriada, que representa un porcentaje bajo del total, no presenta más dificultades específicas que las idiomáticas, que se tratan de resolver con ATAL (Aula Temporal de Adaptación Lingüística).

El I.E.S. fue inaugurado en septiembre de 1974 como Universidad Laboral de Almería. Antes de su actual denominación, fue también Centro de Enseñanzas Integradas, Complejo Educativo Integrado, e I.E.S. Nº1. Su zona de influencia se extiende por la Cañada, Los Llanos de la Cañada y Costacabana, siendo el C.P. San Indalecio y el C.P. Ferrer Guardia los centros de Educación Primaria adscritos al Instituto.

El Centro forma parte de la Red de Centros TICs de Andalucía y también cuenta con un laboratorio de Ciencias Naturales.

Y en cuanto al grupo, se debe decir que contiene 30 alumnos en total. Es un grupo excelente de alumnos que muestran un gran interés por la asignatura y un comportamiento ejemplar, facilitando la labor docente del profesorado. Sorprendentemente, en general el alumnado presenta muchas inquietudes y curiosidades, solicitando en todo momento el aprendizaje de nuevos conocimientos.

Todo el alumnado tiene entre 15 y 16 años y solo hay un alumno inmigrante que no muestra ningún problema de idioma ni de integración.

## 2. METODOLOGÍA

En la metodología que aquí se plantea, se ha primado que los procesos de enseñanza-aprendizaje permitan a los alumnos ir avanzando y asentando los conocimientos por ellos mismos, siempre con la guía y ayuda del profesorado.

De forma más detallada, se puede decir que la metodología y sus objetivos han sido los siguientes:

- Al inicio del tema y a modo introductorio, se le propuso al alumno una actividad reflexiva que facilitó el conocer las concepciones previas sobre determinados conocimientos relacionados con la unidad didáctica. Con ello, al tratarse de una actividad que mostraba una noticia real de la provincia, se pretendía introducir al alumno en el tema y captar su atención al enseñarle un ejemplo cercano.
- A continuación, se le mostró al alumnado el mapa conceptual (que se describe posteriormente) y los contenidos que se desarrollarían en el tema. Así mismo, se les informó de los objetivos de la Unidad Didáctica y de los criterios e instrumentos de evaluación.
- Posteriormente, se desarrolló la propuesta didáctica, caracterizada por la introducción de los contenidos del tema, siempre acompañados de actividades, la mayoría prácticas, de aplicación y desarrollos de los mismos. Se pretendió que las actividades fueran lo más reales posibles y que ayudasen a la comprensión de los contenidos. También se fomentó el aprendizaje por descubrimiento deductivo, que implica la combinación o puesta en relación de ideas generales, con el fin de llegar a enunciados específicos (Zarza, 2009). Con la actividad realizada se pretendía fomentar el pensamiento crítico del alumnado.
- Finalmente, se realizaron actividades de ampliación para afianzar todos los contenidos aprendidos y resolver dudas.

La evaluación fue llevada a cabo de manera continuada, mediante la observación y la realización de las actividades. Además, se realizó una prueba teórica que englobaba la Unidad Didáctica que en este trabajo se trata y su posterior (Tectónica de placas y sus consecuencias), ya que los contenidos se encuentran estrechamente relacionados, aunque ésta se realizó posteriormente al periodo de prácticas docentes en el centro educativo.

Las actividades propuestas se han hecho de manera individual, por parejas y en grupos debido a que:

- El trabajo autónomo fomenta la habilidad para descubrir y resolver problemas. Impulsa la motivación, retención y mejor uso de lo aprendido. El alumno se hace más responsable y

autónomo, y aprende a tomar decisiones. Por otro lado, promueve la competencia de aprender a aprender (Fernández, 2005).

- Según Piaget, se debe fomentar el conocimiento como construcción social (actividades en grupo): Los constructivistas sociales insisten en que el aprendizaje, además de ser un proceso de construcción activa de significado personal, señalan que este proceso funciona mejor si se tiene lugar en compañía de otros, profesores o pares. Participar en debates y puestas en común de enfoques diversos de la información ayuda al aprendiz a completar y a profundizar sus conocimientos (Fernández, 2005).

El papel del profesor ha sido el de introducir los contenidos de la unidad, motivar continuamente a los alumnos con la realización de actividades y atraer su atención con la muestra de curiosidades no incluidas en los objetivos de la unidad didáctica, incitar a la reflexión, resolver dudas y ser un guía en la resolución de actividades y problemas.

La labor docente se ha realizado utilizando un recurso metodológico y TIC novedoso en el contexto de actuación: exposiciones mediante un mapa conceptual realizado con la herramienta *Cmap Tools*. No se trata del típico mapa conceptual si no que, a través del mismo, se enlazan contenidos en archivos, páginas webs, vídeos, animaciones, etc. Esta herramienta ha sido elegida para favorecer el despertar del interés y la curiosidad del alumno, al presentar una alternativa al libro de texto.

Los mapas conceptuales se engloban dentro de los organizadores gráficos (métodos visuales para ordenar información) y se basan en el **aprendizaje visual** como método de enseñanza/aprendizaje. Los organizadores gráficos tienen como objetivo ayudar a los estudiantes, mediante el trabajo con ideas y conceptos, a pensar y a aprender más efectivamente. Además, estos permiten identificar ideas erróneas y visualizar patrones e interrelaciones en la información, factores necesarios para la comprensión e interiorización profunda de conceptos. Ejemplos de otros organizadores son: Diagramas Causa-Efecto y Líneas de tiempo, entre otros (Eduteka, 2007).

Por otra parte, la elaboración de diagramas visuales ayuda a los estudiantes a procesar, organizar, priorizar, retener y recordar nueva información, de manera que puedan integrarla significativamente a su base de conocimientos previos.

Concretamente, los **mapas conceptuales** son esquemas para la representación del conocimiento mediante los cuales se hacen evidentes tanto los conceptos como la forma en que se enlazan estos para formar proposiciones. Constituyen redes en las que los nodos son los

conceptos y los enlaces contienen las palabras que relacionan a los conceptos (Ojeda y otros, 2007). Éstos pueden usarse para mostrar relaciones significativas entre los conceptos enseñados en una sola clase, en una unidad de estudio o en un curso entero. Son representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas y como tal, probablemente facilitan el aprendizaje de esas estructuras (Moreira, 1980).

El origen de los mapas conceptuales se debe a los trabajos de J. D. Novak sobre psicología del aprendizaje realizados en la década de los años 60. Novak estudiaba el desarrollo cognitivo en niños y creó los mapas conceptuales como instrumento de medición para determinar el grado de desarrollo y el tipo de aprendizaje alcanzado por un determinado individuo en un momento dado. Para este autor, hay dos tipos básicos de aprendizaje, el memorístico y el significativo: El aprendizaje memorístico es superficial, basado en la repetición de estímulos y poco duradero. En cambio, el aprendizaje significativo es el resultado de relacionar nuevos conceptos con la estructura cognitiva del individuo, es un aprendizaje sólido y persistente a largo plazo (Rovira y Codina, 2003).

Por otro lado, la generación de recursos educativos en Internet ha llegado también al terreno de los mapas conceptuales. Para facilitar su construcción existen numerosos programas informáticos. De entre ellos, se ha escogido el desarrollado por el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) de Florida, el **Cmap Tools**, ya que es el que más aparece citado en la bibliografía que trata sobre aprendizaje significativo.

*Cmap Tools*, una herramienta que se lleva desarrollando desde el año 1990, permite la conectividad a la World Wide Web para proveer nuevas posibilidades de aprendizaje y conocimiento colaborativo. En concreto, si el creador del mapa así lo quiere, sus mapas conceptuales pueden ser «vistos» por parte de otros usuarios desde cualquier parte del mundo, e incluso éstos pueden realizar sus modificaciones y aportaciones.

Debido a su concepción hipertexto, *Cmap Tools* permite realizar enlaces entre los conceptos del mapa que se elabora y otros recursos como «fotos, imágenes, gráficos, videos, cartas, tablas, textos, páginas webs u otros mapas conceptuales» (Novak y Cañas, 2004) situados en cualquier lugar en Internet. Los enlaces a estos recursos aparecen como iconos debajo de los conceptos que conforman el mapa conceptual, de manera que el usuario puede decidir a qué enlace quiere acceder. Al dotar de significado a los enlaces, por estar incluidos en un mapa conceptual, se evita el problema del usuario que no sabe hacia dónde va, qué va a encontrar en el nuevo sitio al que accede y qué caminos relacionados puede visitar, avanzando en la línea de lo propuesto para la futura *Web 3.0* (Echarri y Puig, 2008).

También se han utilizado otros recursos disponibles en la web tales como *Google Maps*, una *simulación* de la Teoría de la Isostasia y una *animación* sobre la Deriva de los Continentes:

- Google maps es un servicio que ofrece Google para ver mapas en la web. En él se pueden fotos satelitales del mundo y un increíble mapa del fondo marino.
- Simular es imitar un sistema real de forma simplificada. La simulación es desarrollada por la Universidad de Michigan y es un eficaz instrumento para probar el equilibrio isostático, concepto normalmente complicado de asimilar por los alumnos.
- La animación es un proceso utilizado para dar la sensación de movimiento a imágenes o dibujos. En este caso se muestra la evolución en la posición de los continentes a lo largo de la historia.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se exponen detalladamente todas las propuestas metodológicas y actividades de enseñanza/aprendizaje (mostradas en sus respectivas tablas) llevadas a cabo en el aula, así como su evaluación y los resultados obtenidos con las mismas.

Primeramente, se muestra una tabla en la que se indican las acciones realizadas en el aula, así como su temporización:

SESIÓN (equivalente a 60 min.)	ACCIONES REALIZADAS
1	3.1. ¿Un fósil ballena en Viator? 3.2. Presentación mapa conceptual. 3.3. ¿Una corteza desigual?
2	3.4. Lectura Aceptación de las teorías científicas.
3	3.5. Teoría de la Deriva Continental.
4	Actividad 4: La deriva continental es un hecho.
5	3.6. ¿Cómo son los fondos oceánicos?
6	3.7. ¿Cómo es el interior terrestre?
7	3.8. Quiero saber más.

### 3. 1. ¿UN FÓSIL BALLENA EN VIATOR?

Para introducir el tema, se realizó la siguiente actividad:

<b>ACTIVIDAD 1</b>	<b>¿UN FÓSIL DE BALLENA EN VIATOR?</b>
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Actividad de introducción de contenidos.
<b>OBJETIVOS</b>	Hacer reflexionar al alumno sobre el por qué de un hallazgo particular local. Conocer los conocimientos previos del alumnado.
<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Trabajo en grupo
<b>DESCRIPCIÓN</b>	La clase se divide en equipos de 5 miembros (6 grupos) y se les presenta la noticia (ver anexos). Entre todos los miembros del grupo deben reflexionar sobre cómo es posible encontrar un fósil de una ballena en Viator. Posteriormente, un portavoz del equipo dará la solución y se comenta con el resto de la clase.
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	Observación por parte del profesor la actitud, interés y trabajo del alumnado.
<b>RECURSOS</b>	Noticia en papel.

Tabla 1: Actividad ¿Un fósil ballena en Viator?

#### Descripción:

Esta actividad se realizó al comienzo de la primera sesión. Como se indica en los objetivos, se pretendía que con esta actividad de introducción, los alumnos aplicaran sus conocimientos recibidos en cursos anteriores y reflexionasen para resolver el enigma que supone el hallazgo de un fósil de ballena en la localidad Almeriense de Viator (ver anexos).

Para su realización, la clase se dividió en grupos de 5 miembros, sin seguir ninguna técnica de formación de grupos ya que quería observar el funcionamiento de los mismos, afinidades entre los miembros, participación de los alumnos, etc. Esto también me permitía obtener información para la realización de próximos grupos si hubiese algo que mejorar. También se les

indicó que debían elegir un lector, un portavoz y un moderador dentro del equipo: el lector se encargaría de leer la noticia al grupo; el moderador dar paso a la palabra de los miembros del grupo y evitar conflictos; y el portavoz debería dar la resolución del problema

Una vez realizados los grupos, se les entregó la noticia en papel (una copia por grupo) y se les comunicó los pasos adecuados para la resolución del problema:

1. Lectura de la noticia en voz alta del lector elegido por el grupo.
2. Discusión o debate durante 10 minutos. Se hizo hincapié en que todos los miembros del equipo debían dar su opinión y ser escuchados por los compañeros.
3. Puesta en común y elección de la resolución del problema.
4. Exposición de las resoluciones, y de manera argumentada, por parte de cada uno de los portavoces de los grupos (8 minutos).
5. Debate, valoración y reflexión final sobre la solución adecuada. Aportaciones del profesor (5 minutos).

### **Evaluación:**

En esta actividad no se tuvo en cuenta si los grupos habían resuelto correctamente o no el problema, si no que se observó la actitud, participación e interés de los alumnos.

### **Resultados y puntos de mejora:**

Tras la realización de la misma, adquirí información sobre qué conocimientos poseían los alumnos sobre la Unidad Didáctica que se iba a impartir, los puntos flacos o de mejora, dudas, conocimientos erróneos, etc.

El resultado fue muy positivo ya que los seis grupos resolvieron con éxito la actividad. Tan solo un grupo afirmó que era posible encontrar fósiles marinos en Viator debido a que antiguamente el nivel del mar era superior pero que el fósil depositado debía ser una estafa ya que en el Mediterráneo nunca ha habido ballenas. Para solventar este error, se les recomendó que visualizasen en casa la siguiente página web en el que se muestran varios vídeos sobre la observación de cetáceos en el mar Mediterráneo:

<http://nadandolibremanualdeaguasabiertas.blogspot.com.es/2011/05/cetaceos.html>

Además, se consiguió despertar el interés del alumnado ya que no conocían la noticia y les pareció muy curioso este hallazgo tan importante en un lugar tan cercano a ellos.

Sin embargo y, tras los comentarios recibidos, he de decir que los resultados de los alumnos hubiesen sido mejor con la disponibilidad de más tiempo, ya que según ellos, tuvieron muy poco tiempo para realizar el debate en común (la actividad consumió unos 30 minutos de clase).

### 3. 2. PRESENTACIÓN DEL MAPA CONCEPTUAL

Como se ha comentado en el apartado de Metodología, la enseñanza de la u.d. ha tenido como herramienta principal el mapa conceptual realizado con *Cmap Tools*. Por lo tanto, antes del comienzo de la misma, debía explicarles a los alumnos en qué consistía el mapa conceptual (ver figura 2) y cómo se desarrollarían las clases.

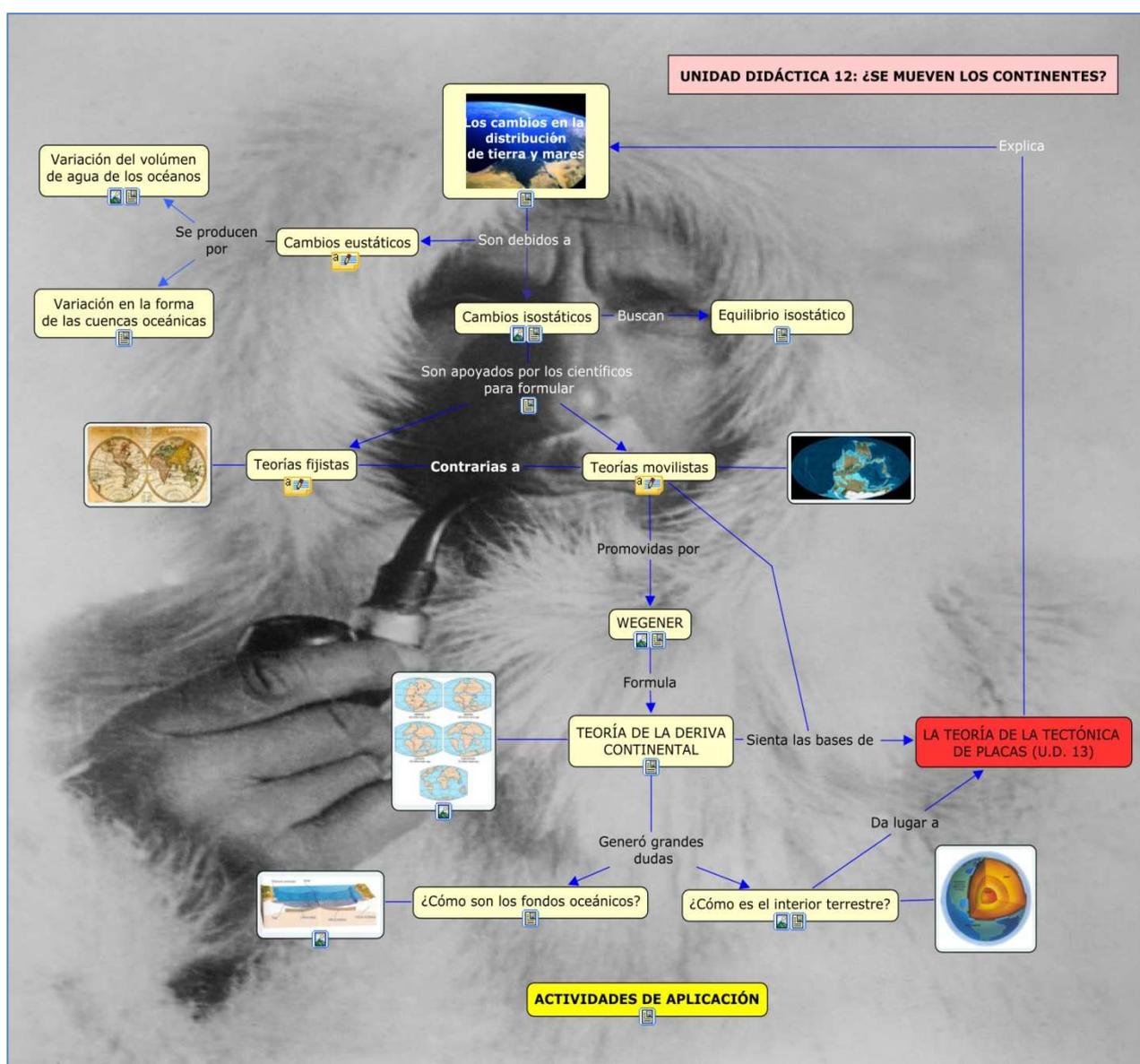


Figura 2: Mapa conceptual desarrollado con Cmap Tools.

### 3. 3. ¿UNA CORTEZA DESIGUAL?

Tras la exposición magistral de cómo y por qué se producen los cambios en la distribución de tierras y mares, es decir, los cambios eustáticos y los isostáticos (ver figura 3), se les propuso a los alumnos la realización de la actividad que se muestra en la tabla 2:

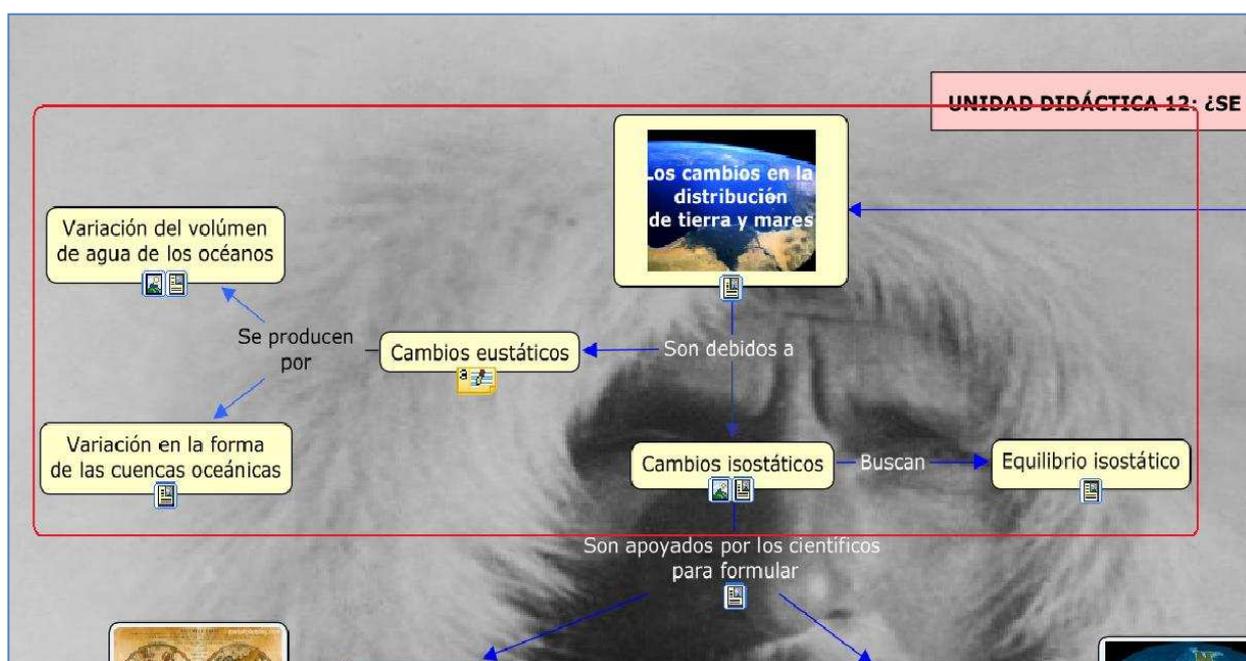


Figura 3: Fragmento del mapa conceptual donde se desarrollan las metodologías.

ACTIVIDAD 2	¿UNA CORTEZA DESIGUAL?
TIPO DE ACTIVIDAD	Actividad de aplicación-relación de contenidos.
OBJETIVOS	Aplicar los contenidos de Isostasia. Comprender el equilibrio isostático.
METODOLOGÍA EMPLEADA	Trabajo individual
DESCRIPCIÓN	Una vez finalizada la exposición oral por parte del profesor, los alumnos deberán desarrollar la actividad en el cuaderno.
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	Visionado de la libreta de clase.

**RECURSOS**

Mapa conceptual y pizarra electrónica.

Tabla 2: Actividad ¿Una corteza desigual?

**Descripción:**

Esta actividad se realizó fuera del horario lectivo debido a la falta de tiempo en la primera sesión, aunque se había planificado su resolución en 10 minutos. Con su realización se buscaba que los alumnos pusieran en práctica los conocimientos aprendidos durante la clase.

La actividad, que a continuación se muestra y que se extrajo de Pedrinaci y Gil, 2003, se realizó de forma individual y en la libreta del alumno.

**ACTIVIDAD 2:** La corteza terrestre no tiene el mismo espesor. La ilustración muestra dos posibles situaciones según se alcance el equilibrio isostático.

- Bajo la cordillera (A).
- Bajo la llanura (B).

¿Qué situación es la más correcta? ¿Por qué?

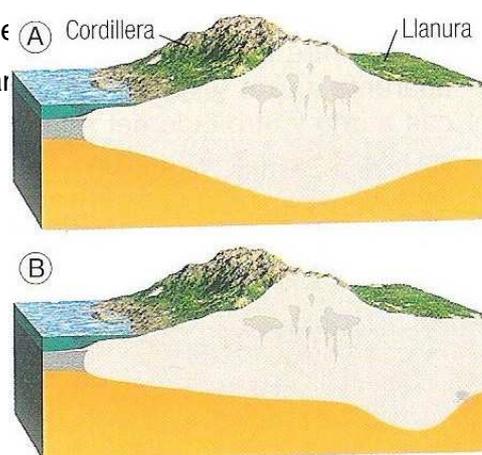


Figura 4: Ilustración actividad 2

**Evaluación:**

En la siguiente sesión, se realizó el debate para obtener la solución y se resolvieron las dudas pertinentes. Posteriormente, se realizaría el visionado de la libreta para asegurar que los alumnos habían entendido los conceptos mostrados y la Teoría de la Isostasia.

**Resultados y puntos de mejora:**

Con la resolución de la actividad, pude observar que algunos alumnos no habían comprendido claramente la Teoría de la Isostasia, por lo que les mostré la siguiente página web en la que se muestra una animación desarrollada por la Universidad de Michigan. Esta animación es un modelo que permite simular los efectos de la isostasia al variar el grosor de la corteza (block height) o la densidad de los materiales de la corteza (block density) o del manto (liquid density) y se puede encontrar en la siguiente página web:

<http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/topography/isostasy.swf>

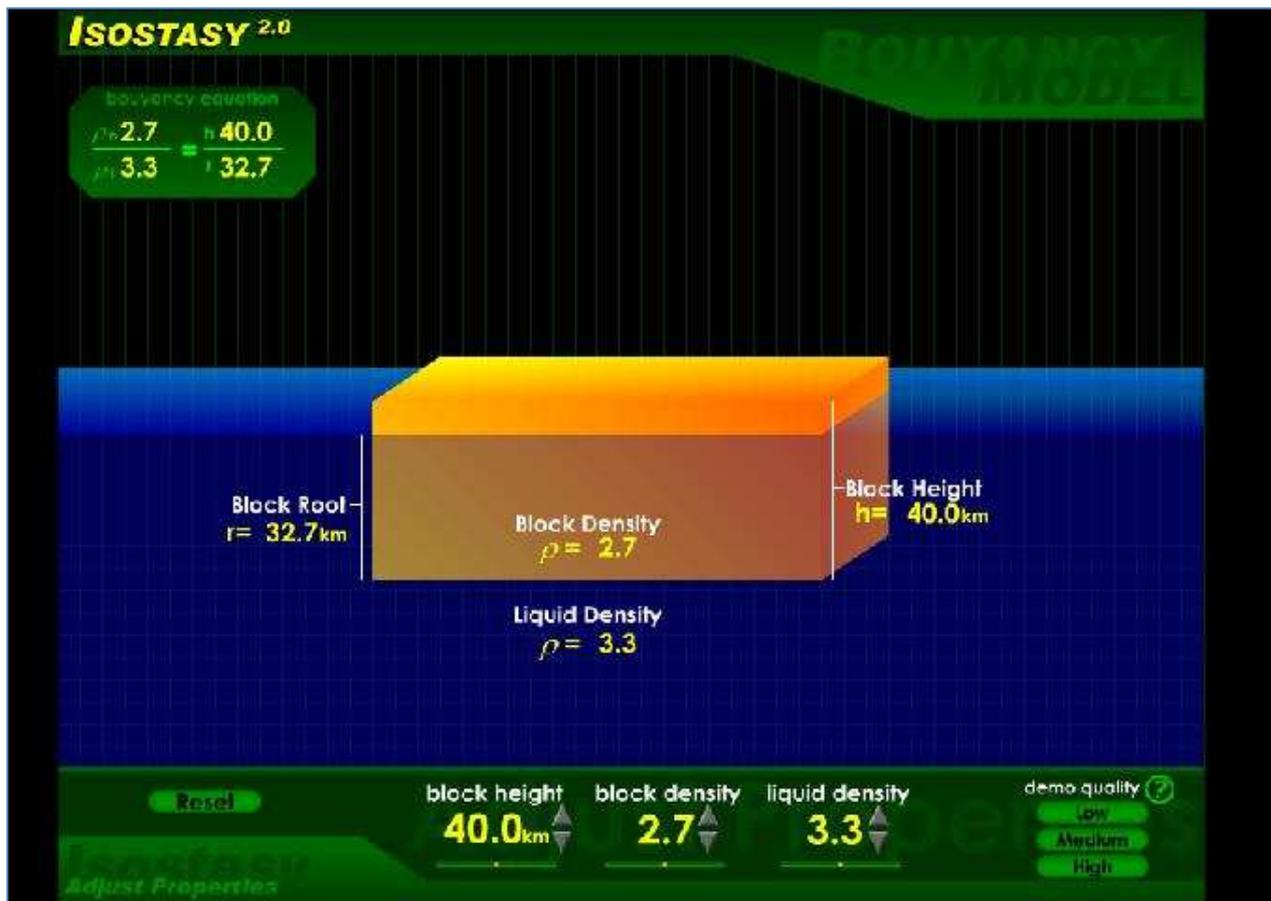


Figura 5: Modelo de Isostasia desarrollado por la Universidad de Michigan.

Para la puesta en práctica de este modelo, se pide un alumno voluntario para que realice las comprobaciones en la página web. Se lanzaron varias preguntas a los alumnos para que reflexionen sobre lo que ocurrirá dependiendo de la variable que se modifique, como por ejemplo: *¿Qué le ocurrirá al bloque si aumenta su densidad, se elevará o se hundirá?*

Se observa que, tras varias simulaciones, comprenden y saben aplicar la Teoría de la Isostasia.

### 3. 4. LECTURA: LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

El siguiente punto de la unidad didáctica, que trata sobre el moviismo y sus antecedentes (ver figura 6), se decide desarrollarlo mediante la utilización de una lectura recomendada (mirar anexos) por Praia (1996).

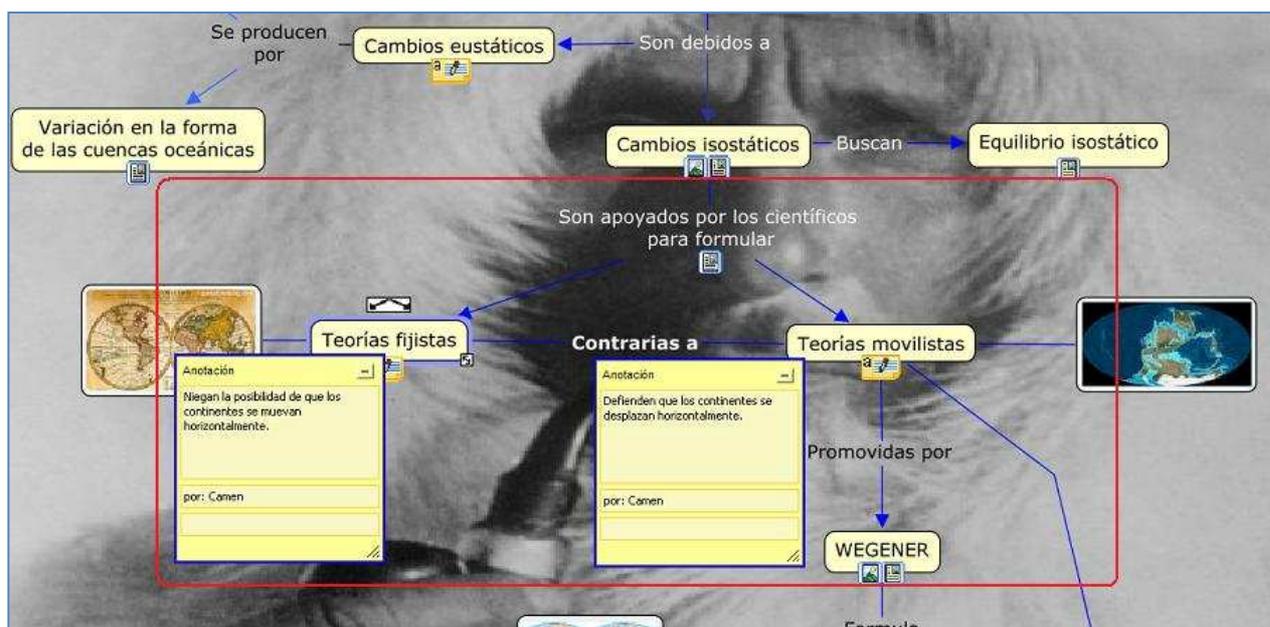


Figura 6: Fragmento del mapa conceptual donde se desarrolla la metodología.

<b>ACTIVIDAD 3</b>	<b>LECTURA: LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS</b>
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Actividad de introducción de contenidos.
<b>OBJETIVOS</b>	Que el alumno tome conciencia de la dificultad que algunos geólogos tuvieron para formular sus teorías. Que el alumno sepa valorar la ciencia como un proceso cambiante, en permanente construcción.
<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Trabajo en parejas.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Se forman parejas a las que se le entrega la lectura que se muestra en los anexos. Los alumnos reflexionan sobre la dificultad de los investigadores a la hora de exponer ideas novedosas. Realizan un resumen del texto y una valoración personal que deberán entregar al profesor al final de clase o en la sesión siguiente, si desean ampliar información.
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	Observación por parte del profesor. Reflexión.

**RECURSOS**

Lectura en papel (una por cada dos alumnos)

Tabla 3: Actividad Lectura La aceptación de las teorías científicas.

**Descripción:**

Esta actividad se realizó para fomentar la capacidad de reflexión, es decir, se les entregó a los alumnos una lectura y se les pidió que recapacitaran sobre la misma.

La elección de este texto y no otro es debida a las finalidades transmitidas a los alumnos tras la lectura del mismo (Praia, 1996):

- Tomar consciencia de la importancia, para un aprendizaje significativo de sus ideas sobre el fijismo y/o el movilismo de los continentes a lo largo de la Historia de la Tierra.
- Valorar la Historia de la Ciencia, y de forma especial, la discusión generada en la comunidad científica de la época, relativa a la aceptación de la movilidad de los continentes o a su contestación.
- Emitir un juicio a cerca de la relevancia de los argumentos geológicos, paleontológicos y morfológicos, desde una perspectiva de complementariedad de pruebas, para la comprensión de la Teoría de la Deriva Continental como un todo coherente.
- Interiorizar una imagen problemática y controvertida de la ciencia, de los conflictos existentes en la comunidad científica, así como de las dificultades con las que se encuentra el avance del conocimiento científico (la aceptación de las nuevas ideas de Wegener) situándolas en un contexto social, cultural, tecnológico y político específicos;
- Hacerse conscientes del dinamismo de la Tierra, cuestionando la perspectiva fijista a partir de la propuesta de Holmes y del apoyo relevante proporcionado a la teoría de Wegener que, a partir de ese momento, va a ser puesta en tela de juicio (confirmación positiva o negativa).

La actividad se realizó durante toda una sesión (1 hora) y, al finalizar la clase, los alumnos (en parejas elegidas por ellos mismos) entregaron la reflexión al profesor. Durante los últimos 10 minutos de clase, se realizó un pequeño debate para conocer la opinión del alumnado.

### Evaluación:

El instrumento de evaluación fue la reflexión realizada por los alumnos, así como la observación directa del profesor en cuanto a la actitud, participación e interés.

### Resultados y puntos de mejora:

Se puede afirmar que esta actividad ha sido la que mayor éxito ha tenido de todas las realizadas en el aula. Los alumnos descubrieron por si mismos la diferencia entre las teorías fijistas y movilistas, quién es Wegener y su aportación en la ciencia. Se ha conseguido transmitir el valor científico, normalmente desconocido para la sociedad. Los alumnos no se hacían a la idea de las dificultades que tenían que atravesar, hoy en día o en la historia reciente, algunos científicos.

Algunos de los comentarios realizados por los alumnos fueron los siguientes:

*“En mi opinión, Wegener fue criticado y desvalorizado debido a la insensatez de otros científicos que no veían con buenos ojos que alguien echase por tierra sus propias teorías”.*

*“No teníamos ni idea de que los científicos pudiesen tener tantos rivales o se les pusiese en tanto en tela de juicio. Creíamos que la vida de los científicos era mucho más fácil”.*

*“A día de hoy, pensamos que son verdaderos luchadores (referido a los científicos) y que se les debía valorar en mayor medida por lo valientes que son al ponerse en contra de todos para decir la verdad que ellos creen”.*

Fue una actividad que aportó muchísimos valores a los alumnos y les hizo reflexionar sobremanera. En mi opinión, no hay nada que se deba cambiar o mejorar.

### 3. 5. TEORÍA DE LA DERIVA CONTINENTAL

En este apartado se trata la Teoría de la Deriva Continental (ver figura 7) y cuáles fueron los argumentos de Wegener para desarrollarla.

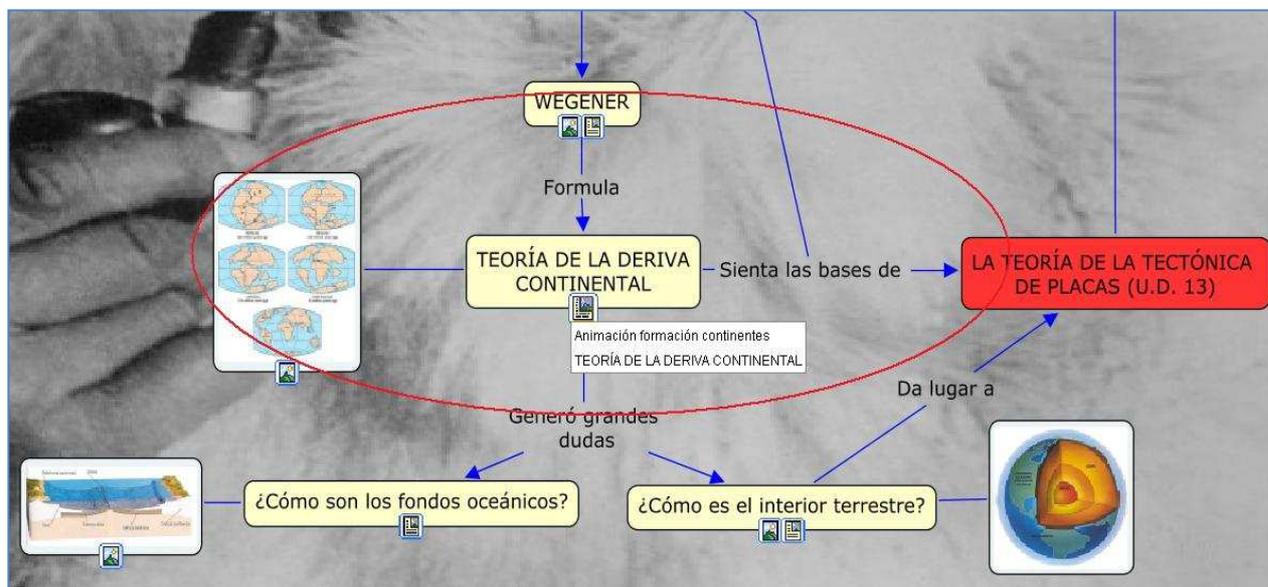


Figura 7: Fragmento del mapa conceptual donde se desarrollan las metodologías.

Primeramente, se realizó la exposición oral sobre que afirmaba dicha teoría, sus errores y su valoración actual. Además, se les mostró a los alumnos una excelente animación (ver figuras 8, 9, 10 y 11) producida por *Prentice Hall* a la que se puede acceder mediante el siguiente enlace:

<http://www.bioygeo.info/Animaciones/PlateMoTime.swf>

Esta animación muestra el desplazamiento de los continentes desde hace 600 millones de años hasta la actualidad. A continuación se muestran algunas de las imágenes:

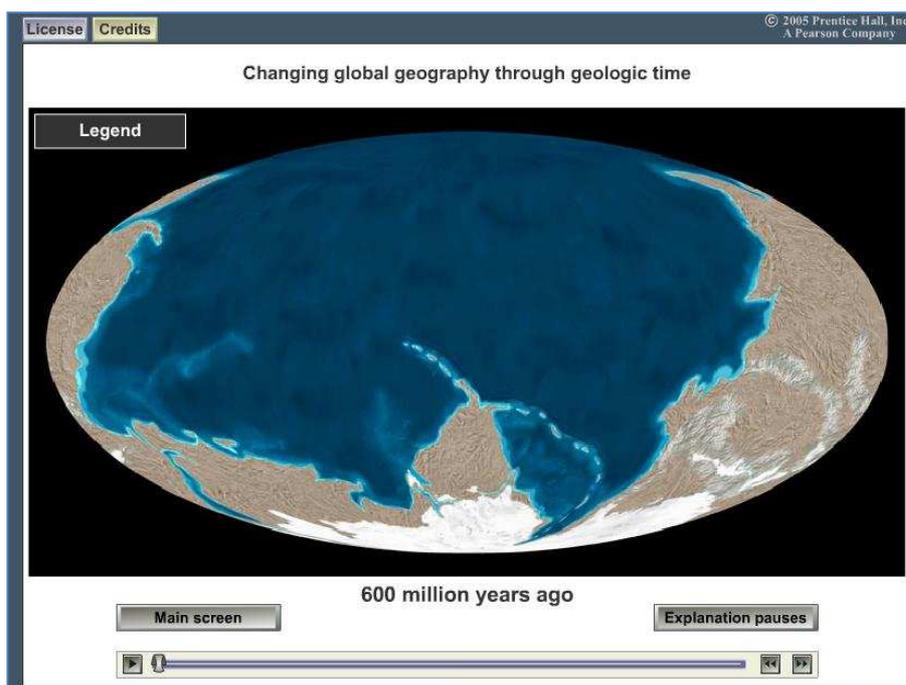


Figura 8: Situación de los continentes hace 600 millones de años.

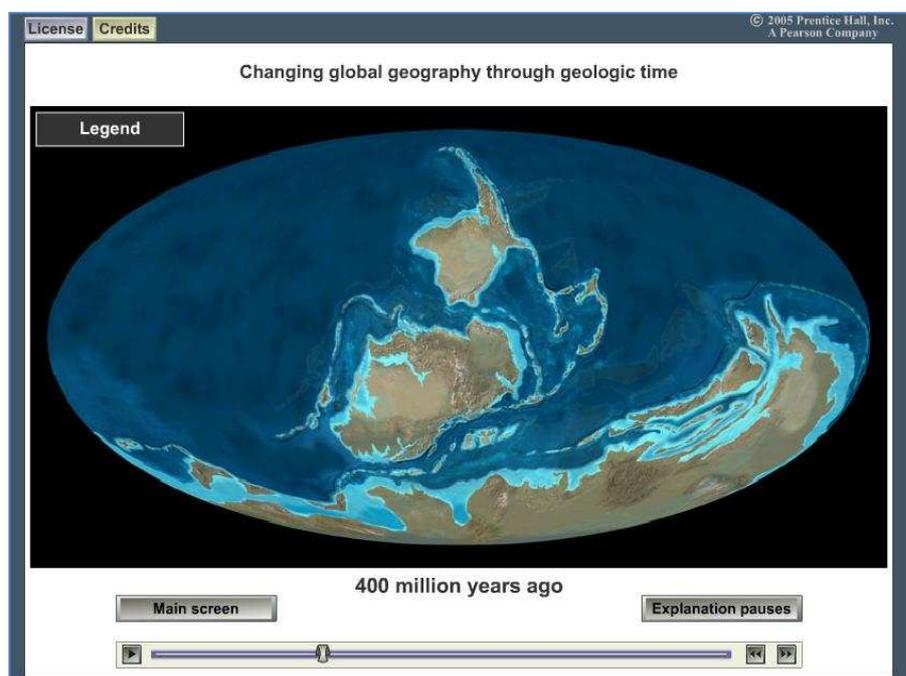


Figura 9: Situación de los continentes hace 400 millones de años.

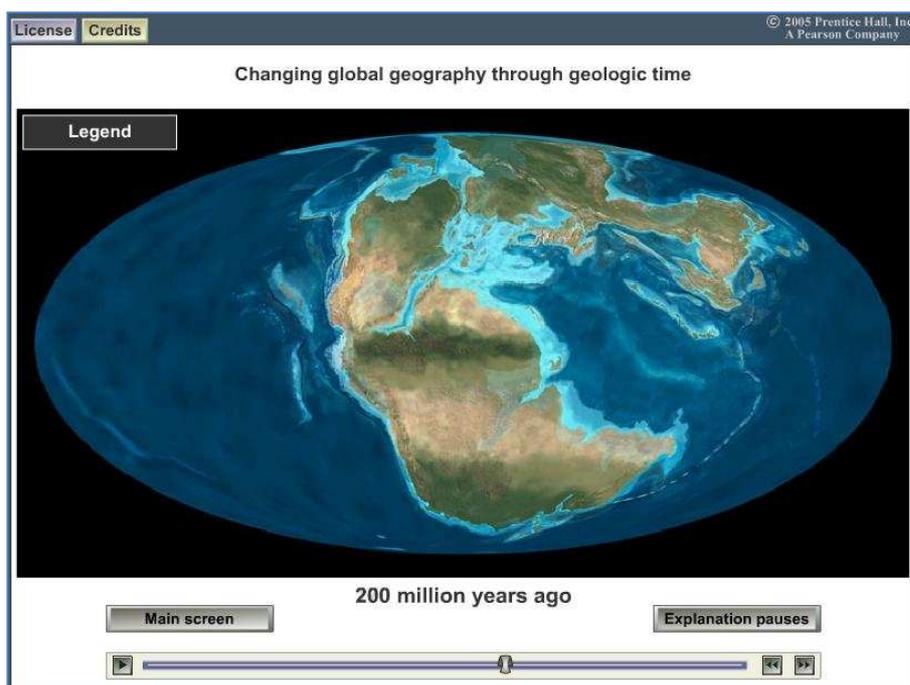


Figura 10: Situación de los continentes hace 200 millones de años.

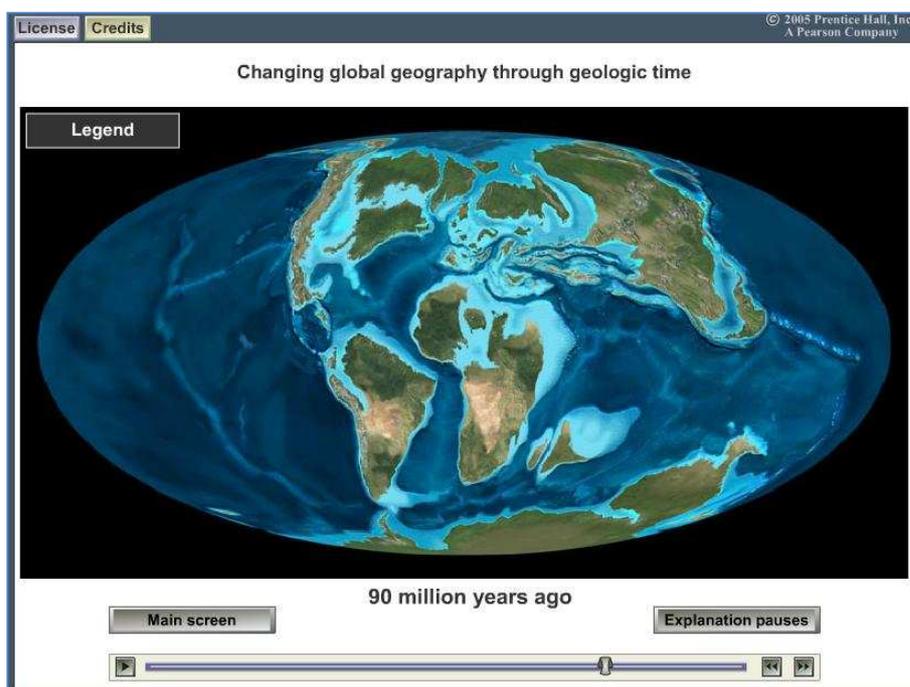


Figura 11: Situación de los continentes hace 90 millones de años.

Además, para ampliar tales contenidos, se realizó un trabajo de investigación por grupos para que los alumnos aprendiesen cuáles son las pruebas que demuestran la veracidad de la Teoría de la Deriva Continental:

<b>ACTIVIDAD 4</b>	<b>LA DERIVA CONTINENTAL ES UN HECHO</b>
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Actividad guiada-de ampliación de contenidos.
<b>OBJETIVOS</b>	Que el alumno sepa buscar información, analizarla, relacionarla y aplicarla a un contenido conceptual dado.
<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Investigación en grupo.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Se forman 6 equipos de 5 componentes. Los alumnos deben buscar una prueba real que demuestre la deriva continental. Realizarán una presentación ppt breve y la expondrán en la siguiente sesión (durante no más de 8 minutos).
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	Observación directa del profesor. Exposición oral.
<b>RECURSOS</b>	Portátil, internet, libro de texto, revistas científicas, etc.

Tabla 4: Actividad La deriva continental es un hecho

#### **Descripción:**

Debido a que el alumnado es muy bueno, se forman grupos de 5 miembros dejando que ellos elijan según sus criterios. Posteriormente, se les informa en qué consiste la actividad: Se trata de realizar una presentación oral sobre una (o varias) pruebas que confirmen que la Teoría formulada por Wegener es verídica y fiable. Para su realización, los alumnos utilizan los portátiles en clase, pero podrán recurrir a otros recursos de la biblioteca. Una vez buscada y analizada la información, deberán sintetizarla y, en la siguiente sesión, realizar la exposición mediante *PowerPoint* o cualquier recurso que estimen oportuno. Además, los alumnos son informados de que todas las presentaciones deben contener, como mínimo, la siguiente información y no durar más de 8 minutos:

-Introducción: Qué prueba es y de qué tipo (geográfica, geológica, paleoclimática, paleontológica...).

- Desarrollo: Breve descripción de la prueba y por qué lo es. La información debe ser rigurosa y obtenida de textos científicos. Debe incluir imágenes o gráficos.

- Conclusión: Los alumnos reflexionan sobre la prueba y lo que les ha aportado en su aprendizaje.

- Referencias bibliográficas.

El papel del docente en este caso es de guía, resolviendo dudas, y de observador del funcionamiento de la actividad en el aula.

Para la realización de la actividad se utilizó una sesión completa (60 minutos) y varias horas fuera del aula. Para la exposición se planificó también una sesión de 60 minutos.

### **Evaluación:**

El instrumento de evaluación fue la observación en clase sobre la actitud, comportamiento, participación e interés de los alumnos en la realización de la actividad. Por otro lado, se valoró la calidad de la exposición oral.

### **Resultados y puntos de mejora:**

Esta actividad también tuvo resultados muy positivos. A pesar de que los alumnos no estaban acostumbrados a la realización de exposiciones con la ayuda del PowerPoint, todos los grupos trabajaron concienzudamente en su tarea y la calidad de las exposiciones fue muy buena.

Algunos de los inconvenientes fueron que tres de los seis grupos eligieron el *Mesosaurus* como prueba y que algún grupo excedió el tiempo máximo establecido. Por suerte, en la siguiente clase tenían tutoría y se accedió a la utilización de varios minutos de la misma.

Por lo tanto, esta actividad se podría mejorar controlando que la elección del tema a tratar de los grupos no se repita mediante un listado y que las exposiciones se realicen en dos sesiones. Así también los alumnos irían sin presión en cuanto al tiempo de exposición utilizado.

A continuación se muestran algunas imágenes de las presentaciones realizadas:

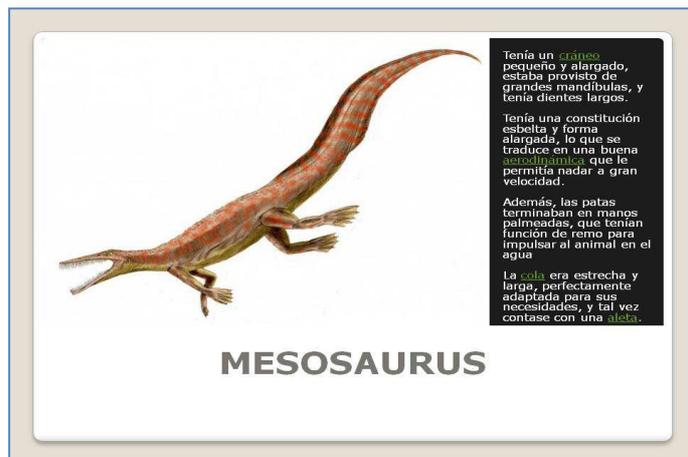


Figura 12: Presentación sobre *Mesosaurus*.

En esta presentación, el grupo demostró la deriva de los continentes debido a la presencia de restos fósiles de *Mesosaurus* en el sur de África y América. Esta fue la prueba más elegida por los alumnos.



Figura 13: Presentación sobre *Glossopteris*.

En ésta, en cambio, los alumnos presentaron los restos fósiles del arbusto *Glossopteris*.



Figura 14: Presentación sobre pruebas geográficas

En este caso, los alumnos comentaron las coincidencias entre los bordes de los continentes como si fuera un gigante rompecabezas.

Una vez aprendida la Teoría de la Deriva Continental, se intentó responder a dos grandes preguntas (ver figura 15) en las que se da respuesta en los siguientes apartados:

- ¿Cómo son los fondos oceánicos?
- ¿Cómo es el interior terrestre?

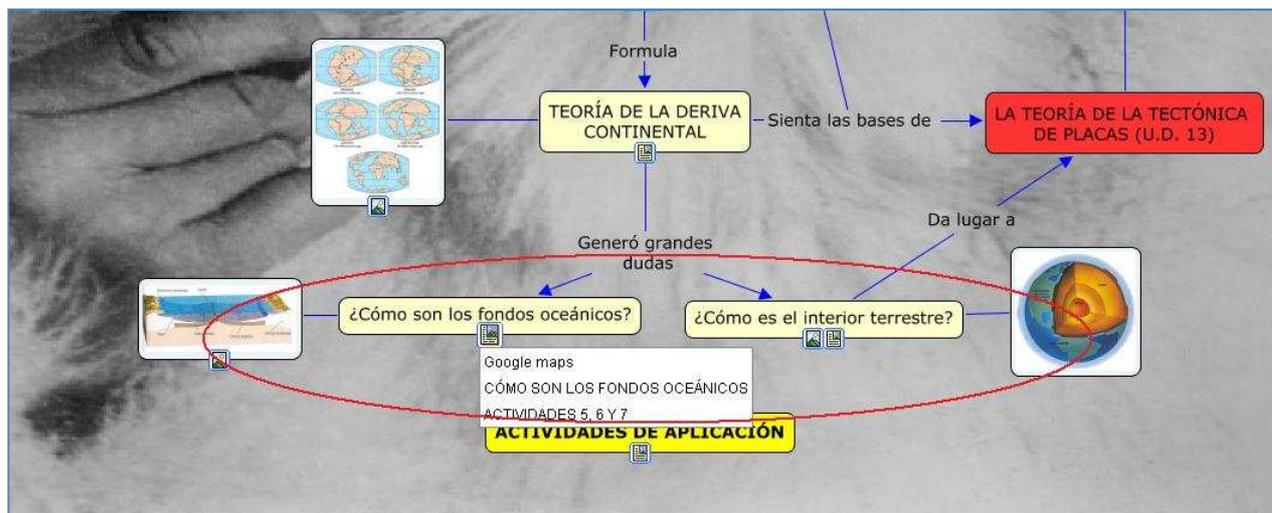


Figura 15: Fragmento del mapa conceptual donde se desarrollan las metodologías.

### 3. 6. ¿CÓMO SON LOS FONDOS OCEÁNICOS?

Para la enseñanza de las características de los fondos oceánicos, se recurrió a una herramienta muy lucrativa y al alcance de todos, pero que normalmente no se le da la utilidad que nos brinda: *Google maps*, dónde se puede acceder a través del siguiente enlace:

<http://maps.google.es/maps?hl=es&tab=wI>



Figura 16: Imagen de una parte de la dorsal atlántica.

En esta página se estuvieron viendo las grandes dorsales del planeta, así como la de Islandia (ver figura 17), única dorsal marina del mundo observable en superficie:



Figura 17: Imagen de la dorsal de Islandia.

Los resultados obtenidos fueron muy buenos ya que, la mayoría de alumnos comentaron que nunca se habían parado a pensar que eran esas formas que se veían en el mar. Además, sintieron mucha curiosidad por Islandia, por lo que en la clase siguiente les amplié la información sobre tal dorsal.

A pesar de poseer conocimientos sobre las dorsales, debido a la enseñanza en cursos anteriores, algunos pensaban que dichas “líneas” formaban parte de la unión de varias imágenes. Todo esto puede ser debido a que, algunos contenidos que se dan en el aula, se apoyan de gráficos, no de imágenes o elementos reales. Los alumnos aprenden que es una dorsal o una falla, pero no saben aplicarlos a la realidad, ya que no son palpables u observables para ellos.

En mi opinión, se debe fomentar el uso de estas herramientas que está al alcance de la mayoría de los alumnos. De esta manera, el alumno aprende divirtiéndose. De hecho, puedo afirmar que el 80% de los alumnos confesaron que solo utilizaban *Google Maps* para ver sus casas; el 20% restante buscaba monumentos o edificios singulares.

Y continuando con las características del fondo oceánico, se les amplió información con los contenidos teóricos establecidos en los objetivos de la unidad didáctica y, para afianzarlos, los alumnos realizaron las siguientes actividades:

<b>ACTIVIDADES 5, 6 Y 7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS FONDOS OCEÁNICOS</b>
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Actividades de aplicación-relación de contenidos.
<b>OBJETIVOS</b>	Que el alumno aprenda las características de los fondos oceánicos: Dorsales, sedimentos y edad, así como la realización de cortes topográficos sencillos del relieve del fondo oceánico.
<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Trabajo individual.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Se le plantean al alumno las actividades que se muestran posteriormente.
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.</b>	Visionado de la libreta.

**RECURSOS**

Mapa conceptual y pizarra digital.

Tabla 5: Actividades Características de los fondos oceánicos.

**Descripción:**

Estas actividades se realizan para que los alumnos apliquen los contenidos aprendidos y no memoricen solamente la parte teórica de los fondos oceánicos. A continuación se muestran las actividades y problemas propuestos:

**ACTIVIDAD 5:** Realizar un corte sobre el fondo oceánico. Indicar sus partes. (*NOTA: Este tipo de actividad se realiza por propia petición del alumnado*).

**ACTIVIDAD 6:** Según el principio de superposición de los estratos, los materiales más modernos se depositan sobre otros más antiguos. En la imagen se observa un detalle del fondo oceánico representado en el dibujo superior:

- a) ¿Qué edad tendrá el estrato 3?
- b) ¿Qué edad tendrán los sedimentos más superficiales que se encuentran en los fondos oceánicos?

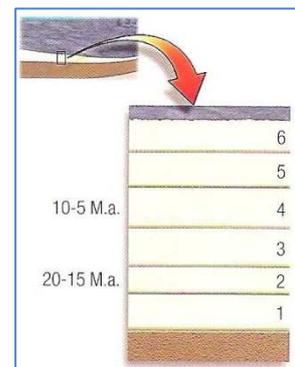


Figura 18: Perfil fondo oceánico.

**ACTIVIDAD 7:** ¿Cómo puede explicarse que en la dorsal no haya sedimentos? ¿Por qué se incrementa el grosor de los sedimentos a medida que nos separamos de la dorsal?

*\*NOTA: Las actividades 6 y 7 son modificadas de Pedrinaci y Gil, 2003.*

Las actividades se hicieron en la libreta del alumno y de manera individual, aunque se fomentó la ayuda entre compañeros. Se estima que pueden tardar unos 30 minutos en hacerlas. El trabajo del profesor consistía en ser guía y resolver dudas. Una vez que todos los alumnos

habían realizado las actividades, tres alumnos voluntarios dieron la solución al resto de sus compañeros.

### **Evaluación:**

Cada una de las actividades se resolvió en el aula. Los alumnos debían corregirlas, en caso de ser su solución errónea. El instrumento de evaluación fue el visionado posterior de la libreta.

### **Resultados y puntos de mejora:**

Los resultados no pudieron ser mejor. Los alumnos resolvieron correctamente las actividades. Se podría decir que con la actividad 7 tuvieron que razonar en mayor medida. Por otro lado, decir que les llevó mucho tiempo realizar la actividad 5, debido a que a la mayoría de alumnos les gusta dibujar y ponían mucho empeño en un buen acabado de la misma. Como punto de mejor incluiría que la actividad 5 se realice como actividad extra en casa, ya que consume mucho tiempo.

## **3. 7. ¿CÓMO ES EL INTERIOR TERRESTRE?**

Para la enseñanza de las características del interior de la Tierra, primeramente se les comentó algunos datos relevantes como que la densidad en el interior es mayor (demostrándolo con la aplicación de datos y fórmulas), que el interior está más caliente que la superficie y que la Tierra está estructurada en capas.

Debido a que la mayoría de alumnos (como fue en mi caso cuando era estudiante de secundaria) no distinguen por qué unas veces se habla de corteza, manto y núcleo, y otras, en cambio, se habla de litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno y núcleo externo, se les mostró la siguiente imagen, que distingue claramente el *modelo composicional* del *geodinámico*:

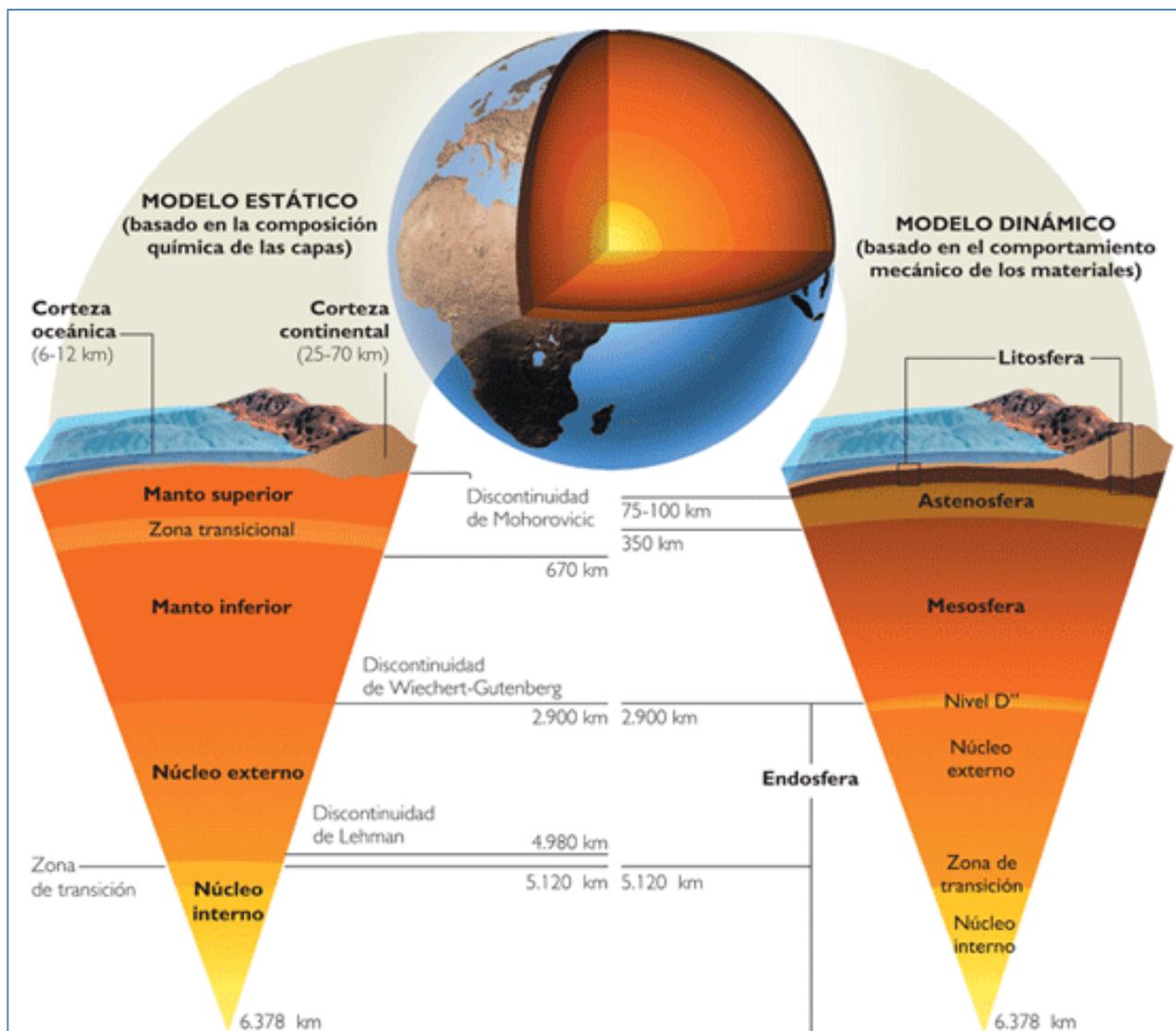


Figura 19: Imagen de las distintas capas del interior terrestre según el modelo composicional (estático) y el geodinámico (dinámico).

Y para que lo aprendan correctamente, y teniendo en cuenta lo que les motiva realizar dibujos y esquemas, realizaron la siguiente actividad:

ACTIVIDAD 8	CARACTERÍSTICAS DEL INTERIOR TERRESTRE
TIPO DE ACTIVIDAD	Actividad de aplicación-relación de contenidos.
OBJETIVOS	Que el alumno aprenda las características del interior de la Tierra y que sepa distinguir entre el modelo composicional y el geodinámico.

<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Trabajo individual.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El alumno deberá realizar en su cuaderno un corte del interior terrestre en su cuaderno.
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.</b>	Visionado de la libreta.
<b>RECURSOS</b>	Mapa conceptual y pizarra digital.

Tabla 6: Actividad Características del interior terrestre.

**Descripción:**

La presente actividad consiste en que cada alumno de manera individual, y en su libreta, realice el dibujo que se muestra sobre el modelo composicional y geodinámico del interior terrestre. La duración planeada de la actividad es de 20 minutos, pero algunos alumnos necesitaron acabarlo en casa.

**Evaluación:**

Como en actividades anteriores, la evaluación se realiza mediante el visionado de la libreta.

**Resultados y puntos de mejora:**

Todos los alumnos, algunos con mayor o menor calidad, realizaron correctamente la actividad en la libreta. Según los comentarios realizados por los alumnos, les quedó claro cuando se utilizaba unos términos y en qué casos se aplicaban otros.

**3. 8. QUIERO SABER MÁS**

Al finalizar la impartición de todos los contenidos del tema, se realizaron varios problemas de aplicación de contenidos modificados de Pedrinaci y Gil, 2003 (ver figura 20 y tabla 7):

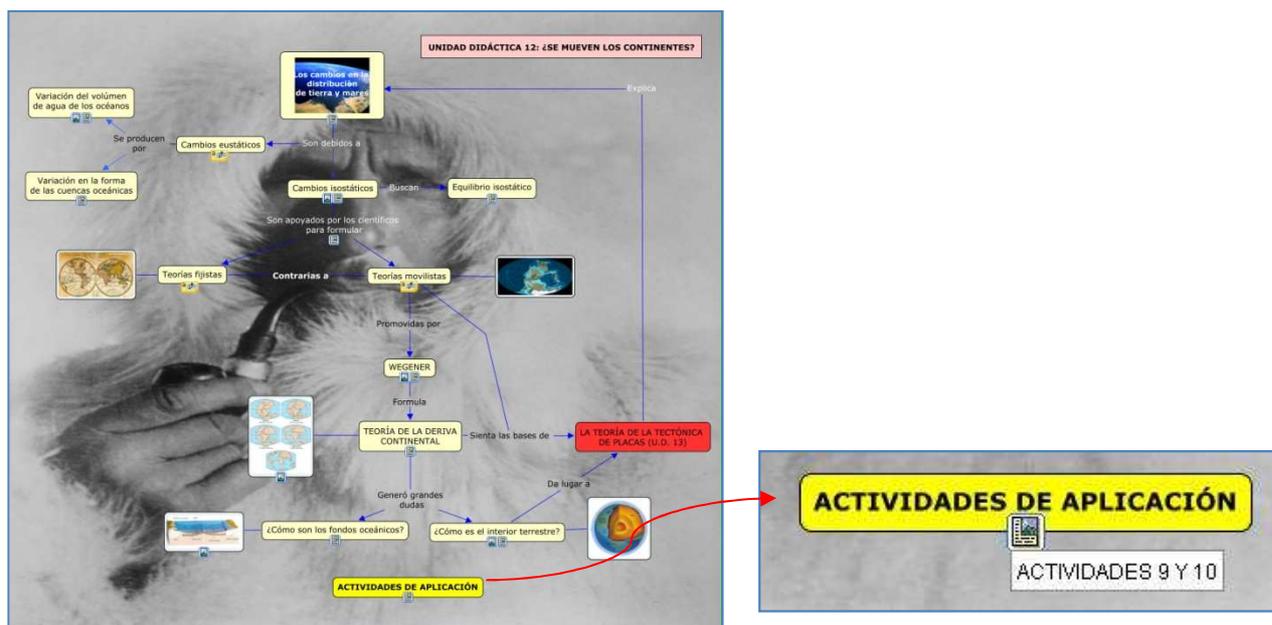


Figura 20: Fragmento del mapa conceptual donde se desarrolla la metodología.

ACTIVIDADES 9 Y 10	QUIERO SABER MÁS
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Actividades de aplicación de contenidos-actividad guiada.
<b>OBJETIVOS</b>	Que el alumno aplique los contenidos aprendidos en problemas reales.
<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	Trabajo en parejas.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	En la última sesión de la Unidad Didáctica los alumnos se agrupan en parejas y resuelven dos problemas planteados por el profesor. Cada alumno debe tener la resolución en su libreta.
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.</b>	Observación del profesor. Visionado de la libreta.
<b>RECURSOS</b>	Mapa conceptual, pizarra digital y pizarra clásica.

Tabla 7: Actividades Quiero saber más.

**ACTIVIDAD 9:** Una montaña de 4.300 m de altitud está siendo erosionada a un ritmo de 35 cm cada 1.000 años. Sin embargo, por reajuste isostáticos, recupera las  $\frac{3}{4}$  partes de la altura rebajada por la erosión. Si todo continúa igual, ¿qué altitud tendrá dentro de 2 millones de años?

**ACTIVIDAD 10:** El mapa muestra algunas rocas y fósiles que se han encontrado en un continente. Tanto las rocas como los fósiles tienen 300 millones de años de antigüedad.

- ¿Algunas zonas de este continente estaban sumergidas en aquella época?
- ¿Qué zonas climáticas pueden diferenciarse?
- ¿Qué zona de este continente estaría próxima al ecuador? ¿Qué zona estaría cercana al polo Sur?
- Haz un mapa de las tierras que estarían emergidas hace 300 millones de años y orientalo según la dirección norte-sur.



Figura 21: Mapa actividad 10.

### Descripción:

La actividad, compuesta de dos problemas, consiste en que los alumnos se agrupen por parejas, y entre ambos, los resuelvan en la libreta. Para esta actividad se planifica una sesión completa de 60 minutos en la que incluso se corrigen los ejercicios. Todos los alumnos los resuelven en el tiempo establecido.

El profesor debe actuar como guía del alumno y resolver las dudas que surgen.

### Evaluación:

La evaluación se realiza mediante observación directa del alumnado en clase, la corrección en la pizarra clásica y el visionado de la libreta.

### Resultados y puntos de mejora:

Algunos alumnos encontraron problemas con la resolución de estas actividades. En el problema 9, algunos alumnos no tuvieron en cuenta que se pedía la altitud para dentro de 2 millones de años, si no que lo calcularon solo desde hace 1.000 años a la actualidad.

Por otro lado, algunos alumnos no conseguían imaginarse el mapa de tierras emergidas que pedía el apartado d) de la actividad 10.

Creo que los alumnos no están habituados a la realización de problemas en las asignaturas de Ciencias Naturales, Biología y Geología o Ciencias de la Tierra, por lo que debería fomentarse este tipo de actividades en estas materias.

### 3.9. PROPUESTA DE RÚBRICAS

Tras la impartición de la unidad didáctica y la realización de actividades y su posterior evaluación, observé que los criterios de evaluación no los tenía claramente establecidos, por lo que a veces una correcta evaluación era dificultosa y en algunas ocasiones, fue más subjetiva que objetiva. Para solventar este problema, a continuación planteo una rúbrica para cada actividad realizada en el aula que se podría utilizar como referencia:

ACTIVIDAD 1: ¿UN FÓSIL BALLENA EN VIATOR?				
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN		
		Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)	Cumple con el criterio (5 puntos)	No cumple el criterio (0).
Observación	Actitud, participación e interés	El alumno muestra una actitud interesada, participa activamente y aporta ideas.	El alumno muestra una actitud poco interesada o participa y aporta ideas en algunas ocasiones.	El alumno muestra una actitud desinteresada, no participa y no aporta ideas.

Tabla 8: Rúbrica Actividad 1.

Nota final = (puntos totales x10)/10 = puntos totales

<b>ACTIVIDAD 2: ¿UNA CORTEZA DESIGUAL?</b>				
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>		
		<b>Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)</b>	<b>Cumple con el criterio (5 puntos)</b>	<b>No cumple el criterio (0).</b>
Visionado de la libreta	Solución	La actividad presenta la solución correcta y de manera argumentada.	La actividad presenta la solución correcta pero sin argumentar.	La solución no es correcta.
	Claridad y limpieza	No tiene errores ortográficos y la actividad es agradable visualmente.	Tiene notables errores ortográficos y la actividad no muestra demasiada claridad.	Tiene muchos errores ortográficos y prácticamente no se entiende lo que el alumno escribe.
	Tiempo	La actividad se realiza dentro del plazo.	La actividad se muestra en la siguiente sesión.	La actividad se muestra posteriormente a dos sesiones.

Tabla 9: Rúbrica Actividad 2.

Nota final = (puntos totales x10)/30

<b>ACTIVIDAD 3: LECTURA LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS</b>				
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>		
		<b>Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)</b>	<b>Cumple con el criterio (5 puntos)</b>	<b>No cumple el criterio (0).</b>
Observación	Actitud, participación e interés	El alumno muestra una actitud interesada, participa activamente y aporta	El alumno muestra una actitud poco interesada o participa y aporta ideas en algunas	El alumno muestra una actitud desinteresada, no participa y no

		ideas.	ocasiones.	aporta ideas.
Reflexión de la pareja	Contenido	El contenido de la reflexión muestra un trabajo bien realizado. La pareja se ha implicado en la actividad.	El contenido de la reflexión muestra un trabajo realizado de forma regular. La pareja se ha implicado poco en la actividad.	El contenido de la reflexión muestra un trabajo mal realizado. La pareja no se ha implicado en la actividad.
	Claridad y limpieza	No tiene errores ortográficos y es agradable visualmente.	Tiene notables errores ortográficos y el contenido no se muestra con claridad.	Tiene muchos errores ortográficos y prácticamente no se entiende lo que se escribe.
	Tiempo	La entrega de la reflexión se realiza al finalizar la clase o en la siguiente sesión.	La entrega de la reflexión se realiza en la segunda sesión posterior.	La entrega de la reflexión se realiza la tercera sesión posterior a la que se realiza la actividad.

Tabla 10: Rúbrica Actividad 3.

Nota final = (puntos totales x10)/40

ACTIVIDAD 4: LA DERIVA CONTINENTAL ES UN HECHO				
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN		
		Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)	Cumple con el criterio (5 puntos)	No cumple el criterio (0).
Observación	Actitud, participación y creatividad	El alumno muestra una actitud interesada, participa activamente y aporta ideas.	El alumno muestra una actitud poco interesada o participa y aporta ideas en algunas ocasiones.	El alumno muestra una actitud desinteresada, no participa y no aporta ideas.
	Contenido	El contenido muestra un buen trabajo de investigación. El grupo muestra que ha	El contenido muestra un trabajo de investigación medio o falta	El contenido muestra un trabajo de investigación pobre o faltan varios

Exposición		entendido los conceptos y aborda todos los puntos que se establecieron como requisitos mínimos.	alguno de los puntos que se establecieron como requisitos mínimos.	puntos.
	Claridad y limpieza	No tiene errores ortográficos y el PowerPoint es agradable visualmente. Utiliza recursos tales como animaciones, imágenes, enlaces a webs, etc.	Tiene notables errores ortográficos y el contenido no se muestra con claridad. Cuesta entender el PowerPoint ya que hay demasiado escrito. Utiliza algún recurso.	Tiene muchos errores ortográficos y prácticamente no se entiende lo que se muestra en el PowerPoint. Es muy pobre en recursos.
	Comunicación oral	El grupo se comunica con soltura y claridad. Demuestra que ha entendido el trabajo realizado.	El grupo no se comunica con soltura y claridad. Demuestra dudas sobre el trabajo realizado.	El grupo se muestra muy dubitativo. Demuestra que no ha entendido el trabajo realizado.
	Tiempo	La exposición se ajusta al tiempo establecido.	La exposición se pasa dos minutos del tiempo establecido.	La exposición se pasa tres minutos o más del tiempo establecido.

Tabla 11: Rúbrica Actividad 4.

Nota final = (puntos totales x10)/50

ACTIVIDADES 5, 6 Y 7: CARACTERÍSTICAS DE LOS FONDOS OCEÁNICOS				
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN		
		Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)	Cumple con el criterio (5 puntos)	No cumple el criterio (0).
Visionado de la libreta	Solución	Las actividades presentan la solución correcta y de manera argumentada.	Las actividades presentan la solución correcta pero sin argumentar.	Alguna solución no es correcta.

	Claridad y limpieza	No tiene errores ortográficos y las actividades se presentan agradables visualmente.	Tiene notables errores ortográficos y las actividades no muestra claridad.	Tiene muchos errores ortográficos y prácticamente no se entiende lo que el alumno escribe.
	Tiempo	Las actividades se realizan dentro del plazo establecido.	Las actividades se muestran en la sesión siguiente.	Las actividades se muestran una semana después de finalizar el plazo establecido.

Tabla 12: Rúbrica Actividades 5, 6 y 7.

Nota final = (puntos totales x10)/30

<b>ACTIVIDAD 8: CARACTERÍSTICAS DEL INTERIOR TERRESTRE</b>				
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>		
		<b>Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)</b>	<b>Cumple con el criterio (5 puntos)</b>	<b>No cumple el criterio (0).</b>
Visionado de la libreta	Claridad y limpieza	El dibujo está completo, de forma clara, y con buena presentación. Además aporta anotaciones propias del alumno.	El dibujo no está completo, o la presentación es mejorable. No aporta anotaciones propias del alumno.	El dibujo está incompleto, y la presentación es pésima. No aporta anotaciones propias del alumno.
	Tiempo	La actividad se realiza dentro del tiempo establecido.	La actividad se muestra en la sesión siguiente.	La actividad se muestra en dos sesiones posteriores a la que se estableció.

Tabla 13: Rúbrica Actividad 8.

Nota final = (puntos totales x10)/20

<b>ACTIVIDADES 9 Y 10: QUIERO SABER MÁS</b>				
<b>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>		
		<b>Cumple con el criterio y está correctamente desarrollado (10 puntos)</b>	<b>Cumple con el criterio (5 puntos)</b>	<b>No cumple el criterio (0).</b>
Observación	Actitud, participación y creatividad	El alumno muestra una actitud interesada, participa activamente y aporta ideas.	El alumno muestra una actitud poco interesada o participa y aporta ideas en algunas ocasiones.	El alumno muestra una actitud desinteresada, no participa y no aporta ideas.
Visionado de la libreta	Solución	Las actividades presentan la solución correcta y de manera argumentada.	Las actividades presentan la solución correcta pero sin argumentar.	Alguna solución no es correcta.
	Claridad y limpieza	No tiene errores ortográficos y las actividades se presentan agradables visualmente.	Tiene notables errores ortográficos y las actividades no muestra demasiada claridad.	Tiene muchos errores ortográficos y prácticamente no se entiende lo que el alumno escribe.
	Tiempo	Las actividades se realizan dentro del tiempo establecido.	Las actividades se muestran en la sesión siguiente.	Las actividades se muestran dos sesiones posteriores a la que se estableció.

Tabla 14: Rúbrica Actividades 9 y 10.

Nota final = (puntos totales x10)/40

## 4. CONCLUSIONES

Después de todo el trabajo puesto en práctica en el aula y la observación de los resultados obtenidos, se puede afirmar que las metodologías empleadas han sido bastante exitosas ya que se han cumplido los objetivos previamente establecidos.

Se ha conseguido mantener la atención del alumnado desde el primer momento con la utilización del mapa conceptual realizado con *Cmap Tools*. Esta herramienta les pareció muy novedosa y los alumnos se sorprendían ante la cantidad de recursos a los que se podía acceder desde el mismo en un solo clic; siendo muy práctico también para el docente ya que encuentra todo su material didáctico perfectamente organizado.

Esto ha permitido realizar una clase magistral distinta a la habitual en la que se incluyesen muchos datos curiosos, tales como la dorsal de Islandia o los del interior terrestre. Además, los alumnos se han motivado con la observación en la realidad de ciertos contenidos teóricos como los cambios en el nivel del mar (mediante el descubrimiento del fósil de ballena en Viator) o mediante la observación de las dorsales oceánicas a través de *Google Maps*.

Por otro lado, han aprendido el valor científico mediante una actividad tan simple como es la lectura recomendada por Praia. Con esto se puede deducir que, en ciertas ocasiones, no son necesarios grandes cantidades de recursos o utilizar lo más innovador. Basta con utilizar lo disponible, de la forma más adecuada.

Pero también se han encontrado puntos de mejora muy interesantes como es el deber de fomentar la realización de problemas en la asignatura de Biología y Geología, ya que así el alumno aprende y fija los contenidos aprendidos mediante actividades de aplicación. Incluso esto podría recomendarse como una línea de investigación para futuros estudiantes del Máster de Profesorado en Educación Secundaria.

Aún así, y tras las distintas charlas con el alumnado y con el tutor del I.E.S. Sol de Portocarrero, y a falta de conocer los resultados del examen teórico, puedo afirmar que los alumnos aprendieron los contenidos de la Unidad Didáctica y consiguieron asentar una buena base para abordar la siguiente U.D. sobre la Tectónica de Placas y sus consecuencias.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Echarri, F., Puig, J., Educación ambiental y aprendizaje significativo. Seguridad y Medio Ambiente, 112: 28-47.

Fernández March, Amparo (2005). Nuevas metodologías docentes. ICE. Universidad Politécnica de Valencia.

García Cruz, C.M. (1998): Historia y epistemología de las ciencias. De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. Enseñanza de las ciencias, 16 (2), 323-330.

Jiménez Aleixandre, M. P.; Camaño, A.; Oñorbe, A.; Pedrinaci, E. y de Pro, A. (2003): Enseñar ciencias. Editorial GRAO. 240 pp.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Novak, J. D. y Cañas A. J. (2004): Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta CmapTools para Crear un Nuevo Modelo para Educación. Versión revisada del artículo Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2004). Building on Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.

Ojeda Cabrera, A.; Díaz Cuéllar, F.; González Landrián, L.; Pinedo Melis, P y Mary Esther Hernández Gener, M.E. (2007): Los mapas conceptuales: una poderosa herramienta para el aprendizaje significativo. Acimed: revista cubana de los profesionales de la información y la comunicación en salud. Vol. 15, Nº. 5.

Pedrinaci, E. y Gil, C. (2003): Biología y geología. Proyecto Ecosfera. 4º de Secundaria. SM. 271 pp.

Praia, J.F. (1996): Epistemología e historia de la ciencia: contribuciones a la planificación didáctica. La deriva continental. Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra, 4.1. (30-37).

REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

Rovira, C y Codina, LI (2003): Mapas conceptuales para la representación del conocimiento [en línea]. Documentación digital. Barcelona: Sección Científica de Ciencias de la Documentación. Departamento de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Pompeu Fabra.

Zarza Cortés, O. (2009): Aprendizaje por descubrimiento. Revista digital Innovación y experiencias educativas. 18. 11 pp.

### **WEBGRAFÍA:**

- Eduteka, 2007 disponible en: <http://www.eduteka.org/modulos/4/86/718/1>
- Cmaptools disponible en: <http://cmap.ihmc.us/support/help/Espanol/>
- Modelo Isostasia Universidad de Michigan disponible en:  
<http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/topography/isostasy.swf>
- Animación desplazamiento de los continentes, Prentice hall, disponible en:  
<http://www.bioygeo.info/Animaciones/PlateMoTime.swf>
- Google maps disponible en: <http://maps.google.es/maps?hl=es&tab=wl>
- Sitio web del I.E.S Sol de Portocarrero disponible en:  
[www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sol\\_de\\_portocarrero/](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sol_de_portocarrero/)

## 6. ANEXOS

### NOTICIA ACTIVIDAD 1

La Delegación de Cultura en Almería, en colaboración con la base militar Álvarez de Sotomayor, ha dado a conocer públicamente los restos de un **cetáceo fósil** descubierto en 1984 en el **monte Palmo de Salas**, dentro del campamento militar.



Se trata de un esqueleto de ballena de 4'5 millones de años de antigüedad. El cetáceo, de la clase mysticeto y del género *balaenoptera*, medía unos ocho metros de largo. Ya han adelantado que la mandíbula inferior mide tres metros, por lo que el cráneo sería de unos cuatro metros. El cetáceo también tuvo una gran aleta y su longitud total fue de unos 12 metros. Estas desproporcionadas dimensiones -muy "cabezona", de gran aleta y no excesivamente larga (la ballena azul puede llegar a medir 25 metros)- avalarían la hipótesis de que se trata de una especie desconocida.



Fósil de una ballena- FRANCISCO BONILLA

“El cadáver cayó boca abajo. No hubo un desplazamiento por corriente pero sí carroñeo, ya que se han encontrado tres dientes de tiburón de tres especies diferentes y también de otros peces. No fue un varamiento”, explicó el paleontólogo Fernando Muñiz. “Aquí hay investigación para muchísimos años. Desde el

punto de vista paleontológico, Almería es una joya”, añadió Muñiz.

El yacimiento cuenta, además de con este esqueleto, el mejor recuperado de toda Europa, con huellas fosilizadas de **crustáceos gigantes**, un cráneo de cetáceo con el molde de la cavidad cerebral (el segundo caso conocido en el mundo) y **plantas vasculares marinas** conocidas como los primitivos vegetales.

**¿Cómo es posible que se encuentre un fósil de ballena en lo alto de una montaña?**

## LECTURA: LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

### LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS : sus dificultades.

Alfred Wegener, meteorólogo nacido en Alemania, presentó el 6 de Enero de 1912 una ponencia sobre las Nuevas Ideas relativas a la formación de los continentes y de los océanos en la corteza terrestre. Este científico, intenta explicar similitudes entre los climas antiguos de las regiones suramericana y Africana así como entre los depósitos de carbón del Hemisferio Norte, desarrollando la idea de que en el pasado histórico de la Tierra, los continentes habían estado unidos en un único supercontinente, la PANGEA. En una fase determinada de la Historia de la Tierra, hace 200 millones de años, este continente se había fracturado y las masas continentales resultantes sufrieron un fenómeno de Deriva.

En otras ocasiones, otros investigadores habían presentado esta idea, aunque no tan completa y audazmente elaborada, entre ellos destacamos a Taylor. De hecho, este geógrafo norteamericano publicó, en 1910, un trabajo que presentaba la primera hipótesis coherente de la Deriva Continental; sin embargo, pareció haber fallado por ausencia de pruebas, de argumentos lógicos y de una explicación convincente de los mecanismos de Deriva.

La idea de la Deriva fue, pues, motivo de fuertes contestaciones por parte de la comunidad científica, que defendía la idea de que los continentes y los océanos habían permanecido en las mismas posiciones, aunque habían crecido lentamente en las regiones de costa.

La polémica que se instaló, a propósito de la hipótesis de una posible unión continental, se interrumpió al principio de la 1ª Gran Guerra Mundial (1914-18) en la cual el propio Wegener, teniente del ejército, resultó herido dos veces en el campo de combate. Las secuelas dejadas por la Guerra, en el periodo pos 1918, hacen emerger las dos posiciones adoptadas, las acentúa e instala la controversia en la comunidad científica geológica y geofísica.



Alfred Wegener



Frank Bursley Taylor, 1860-1938

De este modo, una parte de la comunidad científica europea, que incluye al propio Wegener, fue fuertemente criticada por los científicos americanos que representan una nación con un rápido desarrollo. Entre las críticas a

Wegener (1928) y a la Deriva Continental, algunas tienen connotaciones políticas, entre ellas sobresale la de Willis cuando le identifica como un hombre "de izquierdas". A las críticas de este tipo se suman otras que aluden a la limitada formación académica de Wegener en Geología y Geofísica.

También, Chamberlin, geólogo americano, fue un fuerte oponente a la hipótesis de la Deriva Continental



Alfred Wegener (en el centro) y sus compañeros de expedición se preparan para partir hacia Groenlandia, en 1930.



Thomas Chrowder Chamberlin, 1843-1928

y, en 1926, en un debate dinamizado por la American Association of Petroleum, presenta más de dieciocho puntos con la intención de destruir la posición de Wegener. Entre ellos incluye el que afirma que cuando se efectúa la conjunción de los continentes no se obtiene un "encaje" perfecto, existiendo zonas con superposición y otras sin continuidad. Por otra parte, también los datos

procedentes de los estudios zoogeográficos emprendidos por Wallace y Scpater, relativos a la similitud existente en la distribución de los seres vivos actuales y posibles, podría explicarse no sólo con la reconstrucción continental, sino también con la existencia de puentes intercontinentales. De acuerdo con aquellos científicos, los citados puentes intercontinentales evidencian una correspondencia con los istmos actuales, incluso el istmo de Bering o, como indicó Willis, podrían constituir elevaciones de fondos oceánicos originados por fuerzas verticales. También se detectaron errores relativos a los cálculos de las distancias entre lugares pertenecientes a diversos continentes cuando se intentaba reconstruir el "puzzle".

Pero, ¿la complementariedad de los contornos de las cotas de los continentes sudamericano e africano es aparente o real ?

Hemos de referir que en aquella época las dificultades de comunicación y de dialogo entre las comunidades científicas era mucho mayor que la actual, una vez que los medios tecnológicos han permitido un contacto no sólo permanente sino instantáneo entre el mundo científico. También hemos de considerar que la lengua alemana constituyó un fuerte obstáculo a la difusión de estas ideas científicas, acrecentando las dificultades para la comprensión y discusión de las "nuevas" ideas.

Una vez aquí, y después de haber enunciado algunas serias objeciones a la teoría de la Deriva Continental enunciada por Wegener, así como a los límites de su aceptación, hemos de referir que sus principales opositores le cuestionan (como a sus seguidores, que mientras tanto van apareciendo...): ¿qué fuerza es esa, tan grandiosa, que es capaz de fragmentar y alejar dos continentes que actualmente se encuentran separados unos cinco mil kilómetros ?

Finalmente cabe preguntar: ¿estamos ante una fantasía o ante una realidad que empieza a comprenderse y a construirse...?