

# La enseñanza de la tectónica de placas: una propuesta metodológica alternativa y actualizada

---



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria,  
Bachillerato, F.P. y Enseñanza de Idiomas**

**Universidad de Almería**

**Especialidad “Biología y Geología”**

**Curso 2014/15**

**Convocatoria: JUNIO 2015**

**Jonay Cano Jiménez**

## **Índice**

**1. Resumen**

**2. Introducción**

**3. Objetivos**

**4. Contextualización**

**5. Material y metodología**

**6. Resultados**

**7. Discusión**

**8. Conclusiones**

**9. Referencias**

**10. Anexos**

## **1. Resumen**

El presente trabajo pretende abordar la enseñanza de la tectónica de placas tratando los contenidos de una manera esquematizada, unificadora y actualizada. A su vez se emplea una metodología que confiere un mayor protagonismo al alumnado, haciendo uso del aprendizaje colaborativo y el aprovechamiento de recursos Tic, buscando siempre el mayor nivel de motivación posible. Se propone una secuencia de actividades y se compara su aplicación con metodologías más convencionales mediante pruebas iniciales y finales realizadas a dos grupos de cuarto de la ESO.

## 2. Introducción

Actualmente, vemos en el currículo (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación BOE 04/05/2006) como la tectónica de placas se empieza a ver en profundidad en cuarto de ESO y se sigue abordando en bachillerato, donde aparece como una unidad didáctica llamada "geodinámica interna, la tectónica de placas". También hay una pequeña introducción de la estructura interna en primero de ESO. Con la reforma de la ley LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa) el tema es abordado en segundo de bachillerato bajo el epígrafe de "la tectónica de placas, una teoría global". Como vemos, si bien la teoría no falta dentro del currículo de enseñanza secundaria, su aproximación es, en la mayoría de las ocasiones, únicamente descriptiva (Alfaro, Alonso, Fernández, Gutiérrez, 2013)

La Tectónica de Placas se ha considerado paradigma unificador de las Ciencias de la Tierra que pretende el conocimiento de los procesos de construcción de continentes y océanos del planeta (Sequeiros et al, 1995). Su enseñanza por tanto está investida de una gran importancia si se plantea adecuadamente pues puede dotar al alumno de una visión holística de la asignatura, de manera que pueda entrelazar los distintos conocimientos adquiridos anteriormente. Hay documentados diversos medios de abordar su enseñanza como planteando su relación con la evolución biológica (Sequeiros et al, 1995) o haciendo uso de la historia de la ciencia como hilo conductor de la unidad didáctica (García Cruz, 1996; Praia, 1996).

Los principales escollos que hay que superar en su enseñanza son la asimilación del escenario movilista, primero wegeneriano y luego "tectonicista", lo cual no es tan sencillo como parece. El modelo tectonicista une varios conceptos complejos: el tiempo geológico, escenario en cuyo marco tiene lugar el drama evolutivo, los cambios climáticos de la Tierra, por desplazamiento de los polos, cambio de posición de las placas y oscilaciones del universo y el hecho del cambio biológico (Sequeiros, García, Pedrinacci, 1995). De ellos, la concepción de tiempo geológico, que si bien ya se ha abordado en temas anteriores, cobra aquí una gran importancia. La dificultad de percepción de los cambios lentos hace de las catástrofes naturales un buen recurso para comenzar a movilizar las ideas estáticas del alumnado (Sequeiros, Pedrinacci y Berjillos,

1996), aunque no conviene abusar del mismo, pues se debe transmitir la idea de una evolución que combina los grandes saltos con el pausado y progresivo cambio del planeta. Dicho recurso es especialmente útil para captar el interés y motivación del alumnado mediante el uso de sucesos actuales (volcanes y terremotos) que pueden ver en las noticias y su estudio pormenorizado y consecuente enlace con el temario que se estudia en el aula. Es recomendable la inclusión de esto dentro de una secuencia determinada de acuerdo con los ciclos o etapas propias del proceso de aprendizaje de conceptos, que permitan la motivación, exploración, explicitación de las ideas de los estudiantes y la emisión de hipótesis sobre el tema. Una última fase perseguiría la aplicación del concepto estudiado a situaciones reales y concretas, sirviendo ya de enlace con los nuevos aprendizajes (Jorba y Sanmartí, 1994; Izquierdo y otros, 1994).

Respecto a la metodología de enseñanza cabe destacar que seguimos estancados en el objetivo de aprendizaje por recepción abusando de clases meramente expositivas, de manera que no se enseña a resolver problemas sino a comprender y memorizar soluciones explicadas por el profesor como ejercicios de aplicación de la teoría, y es quizás aquí donde el fracaso de la enseñanza por transmisión verbal resulta más evidente, puesto que el grado de transferencia es mínimo y los alumnos se limitan a reconocer problemas ya resueltos o a abandonar (Mettes et Al 1980). En el caso de las ciencias este tipo de enseñanza es especialmente inapropiado habida cuenta de las características del método científico, en el que nunca se parte de un problema con una sola solución, sino que hay que descubrir un abanico de soluciones mediante la formulación de hipótesis a refutar posteriormente. Romper con el esquema de aprendizaje por recepción y tener en cuenta las exigencias propias de la metodología científica, sin renunciar por ello a un aprendizaje significativo, es decir, a la inserción de las adquisiciones en esquemas coherentes (Gil, 1983), es uno de los grandes retos a los que se enfrenta un profesor de ciencias.

Por otro lado, en Ciencias cobra especial importancia la actividad colectiva y todas los aspectos y aptitudes que conlleva, pues la ciencia y todos sus avances se han establecido a modo de cadena, con muchas piezas bien engarzadas, que representan un gran trabajo cooperativo coordinado en el cual todos los eslabones son esenciales. En esta línea, su aprendizaje se verá favorecido por una actividad de coordinación y apoyo

mutuo mediante dinámicas de grupos y trabajos colectivos de investigación, más que por un aprendizaje puramente autónomo. Cabría destacar al respecto el importante papel de la discusión en la ruptura de moldes conceptuales preestablecidos y la creación de nuevos conocimientos. Según Ausbel (1978), la discusión es el método más eficaz y realmente el único factible de promover el desenvolvimiento intelectual con respecto a los aspectos más controvertidos de la materia de estudio. Evidentemente esta actividad colectiva debe ser guiada por el profesorado (especialmente en la programación de actividades y líneas de investigación), acorde con el concepto de ciencia como actividad social orientada. Cada alumno debe ser debidamente asesorado con vistas a la superación de problemas individuales tanto por el profesor como por el resto del grupo para lo cual se debe crear el ambiente de trabajo adecuado. Se ha recalado ya que el aprendizaje por descubrimiento, para que sea efectivo, debe estar muy estructurado, simplificado y programado expertamente (Gil, 1983).

Es muy importante que el profesorado conozca las distintas metodologías que tienen buenos resultados en la enseñanza de las ciencias, de lo contrario el profesor no preparado específicamente repetirá los esquemas que él, a su vez, ha aprendido como alumno (Martín, 2001). En este sentido, la formación del profesorado debería ser continua, impidiendo así el estancamiento y la repetición de errores. Este estancamiento habría que abordarlo de tres maneras. Primero tecnológicamente, pues estamos en un mundo en el que los nuevos recursos tecnológicos evolucionan día a día, y el alumnado es muy permeable a estos cambios adaptándose con suma facilidad, siendo pues necesario un "reciclaje" constante que permita sacar provecho en el aula de todos estos avances a la vez que una mayor interacción con el alumnado. A este respecto se han de mencionar necesariamente las redes sociales a las que el mundo educativo no puede permanecer ajeno pues están cambiando la forma de relación de los seres humanos y el aprendizaje es ante todo una forma de relación entre individuos. Las redes sociales tienen una innegable utilidad para la educación formal, aunque su mayor logro consiste en establecer un vínculo que la une con la informal. Esta unión produce una retroalimentación que favorece el proceso educativo general (Haro, 2010). En segundo lugar, siguiendo las distintas metodologías didácticas y usando las más efectivas según los últimos estudios y que se adapten mejor a su forma de ser y trabajar así como a su alumnado. Por último cabe destacar la innovación científica del tema en cuestión que

abordamos, en nuestro caso, la tectónica de placas, un campo en el que se está avanzando mucho en los últimos años gracias precisamente a las nuevas tecnologías, y que si bien ha arrojado ya muchas respuestas sobre el funcionamiento del planeta, encierra aún muchas preguntas en las que se está trabajando en estos momentos. Cada año hay nuevos datos y estudios que nos hacen pensar que una nueva revolución de la Geología, de la Geofísica y, en general, de las ciencias de la Tierra está en ciernes (Alfaro et al, 2013), algo a lo que un profesor de secundaria no debe estar ajeno.

### 3. Objetivos

Podríamos resumir las metas de este estudio en los siguientes puntos:

- El uso de recursos TIC como apoyo para exponer el temario y de redes sociales para aumentar la motivación.
- Aprovechar sucesos de actualidad como terremotos y volcanes con el mismo fin.
- Poner en práctica una propuesta metodológica que incluya actividades de aprendizaje cooperativo.
- La comparación de dos grupos, uno de los cuales servirá de control para evaluar la intervención didáctica.

Por un lado respecto a los **contenidos**, se pretende dar una mayor profundidad, evitando la mera descripción de las teorías expuestas y poniendo énfasis en la aplicación y utilidad de las mismas. No se trata de aumentar la cantidad de conocimientos a impartir, por el contrario, se pretende que los que se transmitan sean claros, esquemáticos, aplicables, útiles y actuales (que el alumnado sea consciente de que en todo momento, eso que está aprendiendo en el aula está sucediendo en el planeta y no es algo ajeno, antiguo o inalcanzable). Por otro lado, se pretende poner en práctica una **metodología** centrada en los principios de "aprender a aprender" (confiriendo un mayor protagonismo y autonomía al alumnado), aprendizaje cooperativo (siempre buscando el desarrollo de la responsabilidad individual y la interdependencia positiva para alcanzar el éxito de las dinámicas de grupo). A esto hay que añadir el uso de los recursos TIC que actualmente son muy abundantes (concretamente en este estudio se ha tenido en cuenta el uso de redes sociales, vídeos y animaciones online para ilustrar procesos).

Para evaluar la aplicación de estas ideas se ha recurrido al estudio de dos grupos de 4 ESO, de los cuales uno sirvió de control y al otro se le aplicó la metodología objeto de este estudio.

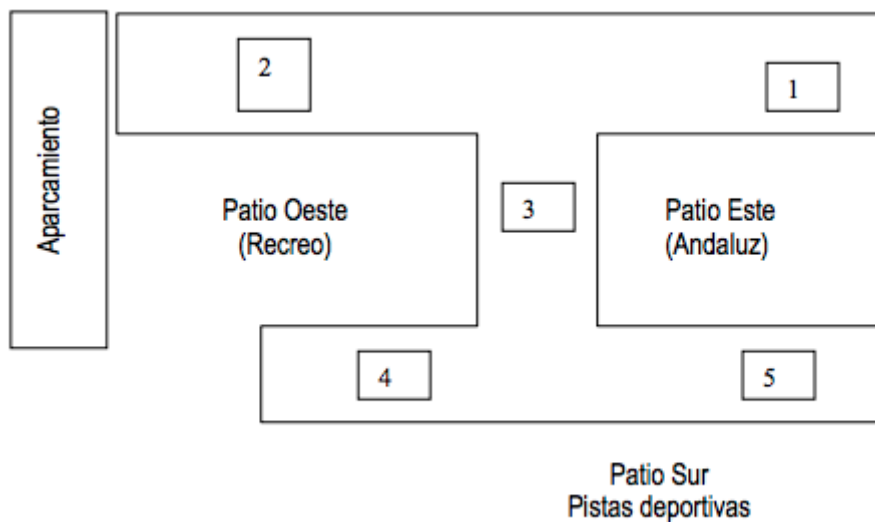


## 4. Contextualización

El presente trabajo es fruto de las prácticas realizadas en el centro IES AZCONA dentro del departamento de biología y geología desde el 13 de abril hasta el 8 de mayo de 2015. Se trata de un centro antiguo, construido en 1971 como colegio, permaneciendo como tal hasta 1999 cuando fue adaptado para ser un centro de Enseñanza Secundaria Obligatoria, característica que ha afectado el posterior funcionamiento del mismo.

### *a. Descripción del centro y ubicación.*

Respecto a su configuración espacial, el centro tiene una distribución lineal, las agrupaciones de aulas están distribuidas linealmente (una al lado de las otras), siendo el pasillo el nexo entre las aulas y los alumnos. El edificio tiene una construcción en forma de U, donde las aulas están principalmente repartidas en dos alas (de dos y tres plantas), y su superficie es de 9000 m<sup>2</sup> aproximadamente.



*Figura 1. Planta del IES Azcona*

- **Ala 1:** es la planta baja, y en ella se localiza *Conserjería, Secretaria, Dirección, Sala de Profesores. Jefatura de Estudios y Laboratorio de Idiomas.*

- **Ala 2:** *es de tres plantas y en ella se localizan 12 aulas ordinarias y el Aula de Informática; como prolongación de este ala se encuentran un taller de Tecnología y el gimnasio.*
- **Ala 3:** *es de dos altura, en la planta baja se encuentran despachos departamentales y la sala de padres y en la planta superior (que se accede por el ala 4) se encuentra la biblioteca.*
- **Ala 4:** *tiene dos plantas con 8 aulas ordinarias 1 2 3 4 5 Patio Este (Andaluz) Patio Oeste (Recreo) Patio Sur Pistas deportivas Aparcamiento.*
- **Ala 5:** *tiene una planta y en ellas se encuentran los laboratorios, aula de Plástica, aula de Tecnología, así despachos departamentales.*

También existe otro pabellón (antiguo Colegio de Sordos), de distribución cuadrada, con dos plantas:

- *Planta baja: el taller de carpintería y despachos (FAPACE, EPOE,...).*
- *Planta primera: 4 aula ordinarias( utilizadas por otros estamentos educativos), aula de música, salón de actos y dos despachos.*

En cuanto a su ubicación, podemos observar en la siguiente imagen el barrio así como su disposición en el mismo (contiguo a la comisaría de policía):



*Figura 2: Vista del barrio donde está ubicado el centro.*

Se trata un barrio joven, sus primeros inicios datan del PGO de 1950, donde se prevé un ensanche hacia el este de la ciudad, limitado entre el trazado del ferrocarril y la carrera del Perú, con una altura máxima de cinco plantas en las calles de mayor anchura. Aunque su desarrollo se inicia durante los años sesenta. A pesar de las diferentes PGO locales, (que van modificando la fisiología del barrio), y la especulación urbanística aún se mantiene esta característica propia del barrio, que sólo se rompe en la calle Calzada de Castro y en la zona de la calle Manuel Azaña: el barrio es conocido por esas edificaciones de 3 ó 4 alturas de la Avenida Blas Infante. El Urbanismo del barrio tiene una estructura moderna (casi geométrica): amplias calles cruzan el barrio de oeste a este (con un trazado rectilíneo), siendo las transversales más estrechas, (perpendiculares a las anteriores). Podemos decir que es un “barrio saludable y humano”.

Destacable en el barrio, es la amplia dotación en centros de enseñanza, tanto de titularidad pública como privada, tanto reglada como no reglada:

- Centros de Primaria: CEIP Adela Díaz, CEIP Padre Méndez, CEIP Rosa Relaño, CEIP Madre de la Luz, CEIP Freinet, Centro Docente Ciudad de Almería
- Centros de Secundaria: IES Alborán, IES Bahía de Almería, IES Azcona,
- Conservatorio Profesional de Música
- Conservatorio Profesional de Danza
- Escuela Oficial de Idiomas
- Centros de educación infantil (Escuela Infantil Mar de Alborán) y guarderías
- Centros de FPO
- Centros de estudios diversos: academias de idiomas, de informática, de imagen y sonido, de estética, etc.,...

*b. Características del alumnado:*

Según los datos extraídos del proyecto educativo del centro, el Índice Socioeconómico y Cultural, respecto al contexto familiar de cada alumno o alumna, es 0.16, teniendo en cuenta el conjunto de los centros andaluces en la siguiente tabla:

	NIVELES SEGÚN EL ISC			
	BAJO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	ALTO
ESO	Hasta -0.41	Desde -0.40 hasta -0.12	Desde -0.11 hasta 0.29	Desde 0.30

*Tabla 1: Niveles del Índice socioeconómico y cultural.*

Por lo que se concluye que el nivel según el ISC es medio-alto.

Se observa que el 15-20 % de los alumnos del centro no tiene la nacionalidad española, lo que corrobora que el fenómeno de la inmigración no es un dato significativo de este centro, (debido a la localización del mismo en la propia ciudad). Este dato es menos significativo si se observa que gran parte de esta inmigración proviene de países con el idioma y la cultura española; no siendo, por tanto, necesario una adaptación social (no así académica).

La característica más significativa del centro respecto al alumnado es la integración académica de los alumnos con **discapacidad auditiva**. Siendo este un eje diferenciador con respecto a otros centro de la localidad.

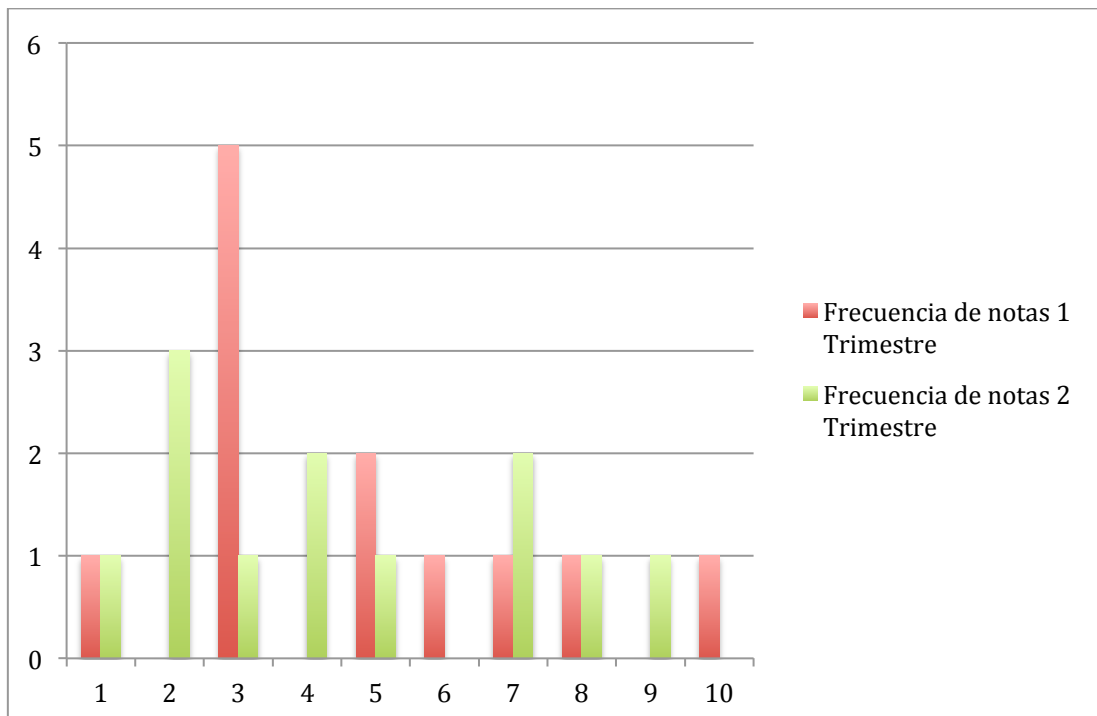
*b. Características del alumnado de 4 ESO sobre el que se ha realizado este estudio:*

Este estudio se ha realizado en dos grupos de 4 ESO como muestro en la siguiente tabla:

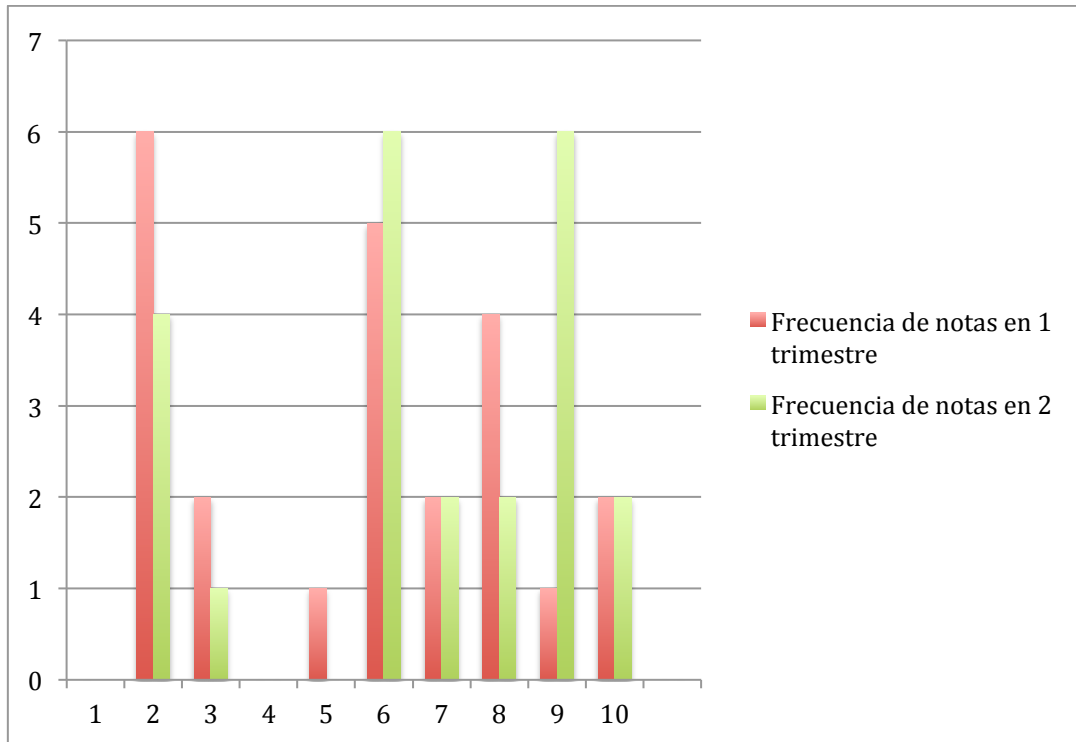
	<b>Total</b>	<b>4ESO1</b>	<b>4ESO2</b>
N Alumnos	34	23	11

*Tabla 2 : Número de alumnos participantes en el estudio*

De los cuales 28 eran alumnas y 16 alumnos, siguiendo la tónica de escasez de estudiantes extranjeros de centro (solo uno en el grupo 2) con el siguiente historial de resultados obtenidos en este año:



*Figura 3: Frecuencia de notas obtenidas en trimestres anteriores por 4 ESO 2.*



*Figura4 : Frecuencia de notas obtenidas en trimestres anteriores por 4 ESO 1.*

Como se observa en las figuras se trata de grupos muy heterogéneos tanto en composición como en resultados pudiendo destacar que el grupo 1 obtiene en general mejores notas que el 2. De hecho se trata de un grupo en la modalidad bilingüe, donde generalmente se coloca a los alumnos más aplicados. Por otro lado, respecto al grupo 2 hay que añadir que la presencia de dos estudiantes absentistas que no vinieron a gran parte de las sesiones aumenta la disparidad. En ambos grupos existieron varios alumnos cuya presencia en el aula era meramente testimonial (como se confirmó después hablando con otros profesores).

## 5. Material y metodología

Los principios organizativos de la intervención didáctica han tenido muy en cuenta la motivación e implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje, para lo que se ha recurrido tanto a recursos multimedia ( como redes sociales, programas ilustrativos, vídeos, etc.,...) como a dinámicas de grupo que dieran al alumnado un papel más protagonista.

Como se ha comentado anteriormente con el grupo 1 se pretendió realizar una metodología alternativa de carácter más dinámico y dando un mayor protagonismo al alumnado mediante el empleo de dinámicas de grupo. Por el contrario en el grupo 2 se recurrió a una enseñanza más convencional haciendo uso del método expositivo con presentaciones online como comentaré más adelante. Dichas presentaciones fueron las mismas para ambos grupos con la diferencia metodológica mencionada. Así mismo se ha de recalcar el problema de la heterogeneidad entre los dos grupo y dentro de ellos, que resta cierta autenticidad a este estudio.

Para la confección de las presentaciones se hizo uso de la aplicación Prezi para creación de presentaciones online con el objetivo de hacer más atractivas las explicaciones teóricas. La siguiente figura muestra una de las presentaciones realizadas en clase:



*Figura 5: Presentación inicial del tema haciendo uso de la aplicación online Prezi.*

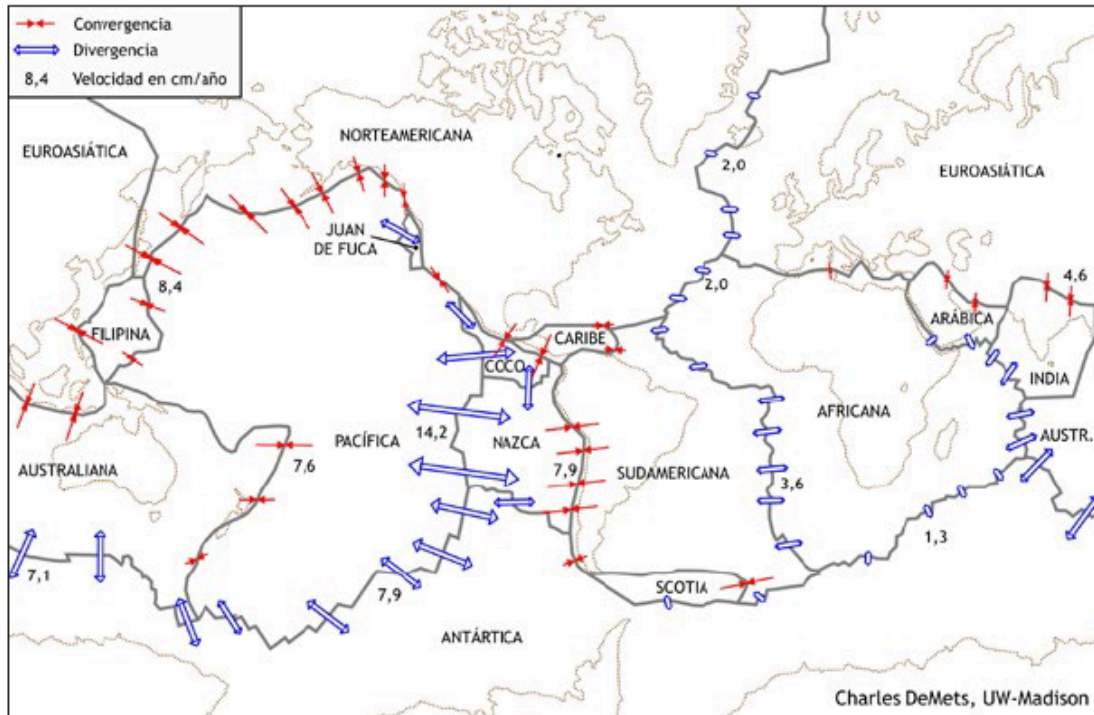
También se recurrió al uso de redes sociales, concretamente a Facebook, en un intento por implicar al alumnado mediante herramientas cotidianas para el mismo. Hay documentadas varias experiencias en el uso de redes sociales para la enseñanza, aunque en este caso se ha usado para una actividad concreta y mediante una red social estricta de tipo horizontal (ya existente y no creada para fines educativos), con el fin, como ya he mencionado, de acercar la materia de estudio a las motivaciones del alumnado. La actividad consistió en la realización de una biografía de Wegener creando un perfil de facebook, en grupos de 4 (cada grupo tenía que crear un perfil de Wegener poniéndole al final del nombre el número de grupo y recrear su vida en primera persona haciendo uso de todo el material que pudieran encontrar). Todos los trabajos se expusieron en clase mediante la pizarra digital. El resultado fue bastante satisfactorio como se comentará más adelante.



*Figura 6: Captura de pantalla de uno de los perfiles de Facebook realizados por el alumnado.*



A la hora de abordar la teoría se recurrió a la esquematización de todos los conceptos en un único mapa en lugar de la habitual toma de notas y apuntes. En la cuarta sesión se repartió una mapamundi en blanco puntualizando que ese sería el único material de trabajo durante toda la unidad didáctica y sobre él se irían plasmando todos los conocimientos necesarios para obtener el aprobado. Las primeras sesiones consistieron en usar la distribución mundial de volcanes y terremotos respectivamente y su representación en el mapa por parte de los alumnos tras una lluvia de ideas. Siempre se indicó que las franjas de mayor frecuencia de actividad sísmica eran una simplificación de la realidad pues muchos límites de placa son difusos y los terremotos no se concentran en “estrechas líneas” sino en bandas de deformación de centenares e incluso, miles de kilómetros de anchura (Alfaro et al, 2013). Se debe mencionar que los sucesos acaecidos tanto en Nepal como en Chile mientras se desarrollaba este estudio supusieron una gran oportunidad para realizar una ilustración de lo que tratábamos en el aula. En ambos casos se mostraron imágenes y se hizo una lluvia de ideas sobre las causas de estos sucesos (además de las consecuencias ) y se señalaron en el mapa haciendo hincapié en la coincidencia de su ubicación dentro de las zonas de distribución ya mencionadas. De esta manera se avanzó por los contenidos introduciendo el concepto de placa litosférica, piedra angular de la unidad pues una vez bien afianzado facilitaría la asimilación del resto de la teoría (Tizón, MC., et al, 1998). Para ello se hizo uso de diversos recursos multimedia tanto de animación como de interacción que se indica en los anexos. Respecto a la representación de las distintas placas se recalcó que su investigación evoluciona muy rápidamente y cada año se añaden nuevas placas a las preexistentes por lo que se utilizó una simplificación de una variante del mapa de Uyeda, muy recomendable en enseñanza secundaria ( Alfaro, Alonso, Fernández, Gutiérrez, 2013). A la hora de indicar el nombre de las placas solo se facilitaron los principales dejando que el alumnado investigase el resto así como el motivo de dichos nombres.



*Figura 7: Modelo NUVEL 1A elaborado por DeMets en el que se indica el movimiento de las principales placas tectónicas. La dirección de los vectores coincide con la dirección del movimiento relativo entre las placas y su longitud es proporcional a la velocidad (en algunos lugares, como escala, se indica con números la velocidad en cm/año).*

Cada uno de los límites entre placas se abordó utilizando los ejemplos más ilustrativos de los mismos mediante pequeños videos de cada caso y animaciones. Todo este material se tenía que plasmar en el mapa mediante la indicación de tipos de límites y velocidades relativas entre placas así como de perfiles de las zonas paradigmáticas en los que se representaran los elementos característicos.

Como elemento unificador de todo lo expuesto se utilizó el ciclo de Wilson, que si bien es una simplificación ya que se desentiende de posibles desplazamientos oblicuos o normales a la sección mostrada (Alfaro et al, 2013), supone un elemento integrador de todos los aspectos vistos anteriormente y adecuado para el nivel de el alumnado de 4 ESO. Para tratar esta teoría se empleó una dinámica de grupo de tipo puzzle que describo dentro de la secuenciación de las actividades.

**Secuenciación:**

La intervención didáctica fue desarrollada en 7 sesiones que se describen en la siguiente tabla. La diferenciación realizada entre ambos grupos consistió principalmente en la metodología usada para impartir los contenidos de la "tectónica de placas y sus representaciones" en 4 ESO 2, donde no se llevaron a cabo las actividades 5, 6, ni las lluvias de ideas, empleando en su lugar, como se mencionó anteriormente, una metodología expositiva mediante presentaciones (usando Prezi) y la habitual toma de apuntes.

<b>METODOLOGÍA</b>				
SESIÓN	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS	TIEMPO
1	<b>Estructura y composición de la tierra. Modelos geodinámico y geoquímico.</b>	Act1: Los alumnos rellenarán un cuestionario por parejas que servirá para la evaluación de conocimientos iniciales. Cada pareja deberá corregir los resultados de su compañero, lo cual también formará parte de su evaluación en función de su la corrección realizada.	Pre test	30 min
		Explicación sobre isostasia y la eustasia. Los cambios en la tierra.	Pizarra digital	20 min
2	<b>Estructura y composición de la tierra. Modelos geodinámico y geoquímico.</b>	<u>Lluvia de ideas sobre las causas del movimiento de los continentes</u>		30 min
		Act 2: Realización de la actividad online sobre isostasia y eustasia usando el recurso Tic: <a href="http://www.globalchange.unic.h.edu/globalchange1/current/lectures/topography/isostasy.swf">http://www.globalchange.unic.h.edu/globalchange1/current/lectures/topography/isostasy.swf</a> Conclusiones de la actividad	Pizarra digital	30 min
3	<b>Estructura y composición de la tierra. Modelos geodinámico y</b>	Creación del esquema de composición interna de la tierra. Explicación de los métodos de prospección.	Pizarra digital	30 min

	<b>geoquímico.</b>	Emisión de vídeo sobre el interior de la tierra y discusión sobre el mismo.	Pizarra digital	15 min
		<b>Act 3:</b> Se formarán grupos y se explicará la actividad consistente en usar Facebook para crear un perfil con la vida de Wegener por grupo en primera persona, anotándose el nombre que pondrán al perfil y dando a saber los criterios de evaluación de la actividad (originalidad, corrección, profundidad, fuentes usadas, etc.,...)		15 min
4	<b>La tectónica de placas y sus manifestaciones</b>  <b>Evolución histórica: de la deriva continental a la tectónica de placas</b>	<b>Act 4:</b> Todos los alumnos deberán realizar una representación esquemática del fondo marino con todos los elementos que recuerden. Luego se realizará el mismo esquema en la pizarra con la participación de todos hasta que se complete.	Pizarra	30 min
		Emisión de video sobre la investigación de los fondos marinos y la evolución de la misma.	Pizarra digital	15 min
		<u>Act 5:</u> Se repartirá un mapamundi en blanco y se explicará que durante el resto de la unidad didáctica se trabajará sobre el mismo, representando todas las placas y sus límites, así como los elementos más importantes.	Mapamundi en blanco por alumno	15 min
5	<b>La tectónica de placas y sus manifestaciones</b>	<u>Se mostrará una mapa en la pizarra con la distribución de los terremotos en la tierra. Se tendrán que representar en el mapa de cada alumno.</u>  <u>Se repetirá el proceso con los volcanes.</u>  <u>Finalmente se analizarán las conclusiones mediante una lluvia de ideas.</u>	Pizarra digital	30 min
		Sucesos actuales: Con el fin de involucrar al alumnado y		30 min

		<p>hacerlo consciente de la relevancia del tema se analizarán las causas del seísmo de Nepal y se emitirá un vídeo al respecto.</p> <p>Se explicará de la escala Richter y se pondrá ejemplos con imágenes de diferentes magnitudes.</p> <p>Se pondrán imágenes del volcán de Chile y se analizará su ubicación relacionándolo con el tema.</p>		
6		<p>Se explicarán los límites divergentes, convergentes, y conservativos. Principales ejemplos representativos de cada uno.</p>	Pizarra digital	30 min
		<p><u>Representación de cada uno de los límites en el mapamundi de cada alumno así como de los nombres de las placas que dividen.</u></p>	Mapamundi en blanco por alumno	30 min
7	<b>La tectónica de placas y sus manifestaciones</b>	<p><u>Act 6: Por grupos de tres se repartirán tres documentos (uno a cada miembro del grupo) sobre el ciclo de Wilson. Cada alumno deberá explicar su parte al resto del grupo una vez estudiada. Luego se realizarán preguntas al azar en las que la respuesta de cada alumno determinará la calificación del grupo. Finalmente en la pizarra cada grupo tendrá que ordenar la información suministrada hasta formar el ciclo de Wilson. Se compararán los resultados de los grupos y se corregirá sacando las principales conclusiones.</u></p>		1 h
8	Unidad completa	Examen final		60 min

*Tabla 5: Secuenciación de la intervención didáctica para el grupo 1. Aparecen subrayadas las actividades no empleadas en el grupo 2, siendo estas sustituidas por clases magistrales usando metodología expositiva y presentación de diapositivas.*

Los datos fueron tratados haciendo uso del programa SPSS statistics. Se hicieron pruebas para comprobar si se ajustaban a una distribución normal (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) y posteriormente se compararon los resultados de las pruebas inicial y final en ambos grupos mediante un test "t" para obtener los resultados que a continuación expongo.

,

## 6. Resultados

En las siguientes tablas se expondrán los resultados de la realización del pre y post test tanto para el 4 ESO1 como para el 4 ESO2 (recordamos que fue el 4 ESO 1 donde se empleo la metodología objeto de este estudio) y sus principales características:

	4ESO1		4ESO2	
Notas	Pre test	Post test	Pre test	Post test
1	0	1	1	1
2	7	1	6	2
3	3	4	0	1
4	3	1	0	2
5	5	1	1	2
6	3	1	2	0
7	2	3	1	2
8	0	7	0	0
9	0	3	0	1
10	0	1	0	0
Total	23	23	11	11
Aprobados	10	16	4	5
% Aprobados	43,47	69,56	36,36	45,45

Tabla 6: Resultados obtenidos por el alumnado en los dos tests realizados.

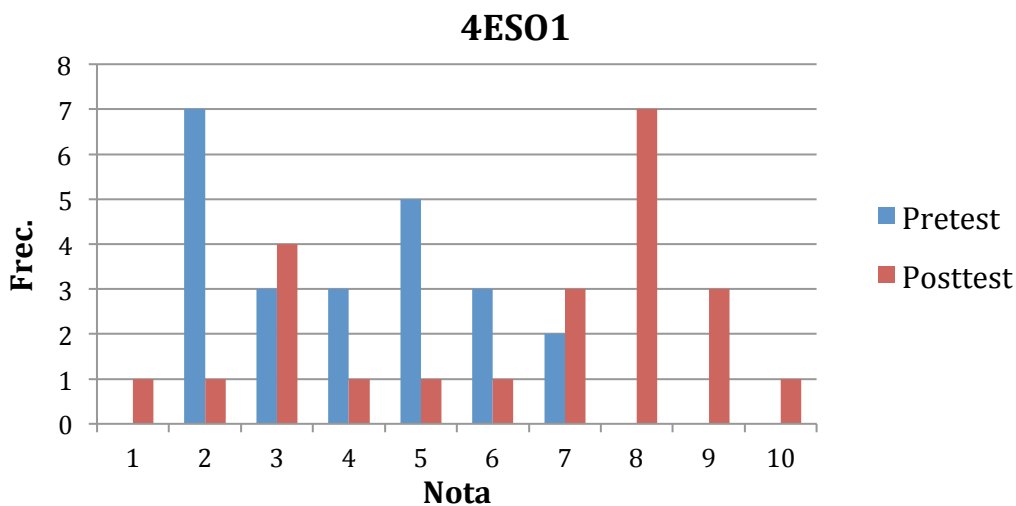


Figura 8: Distribución de frecuencias de resultados obtenidos en 4 ESO 1.

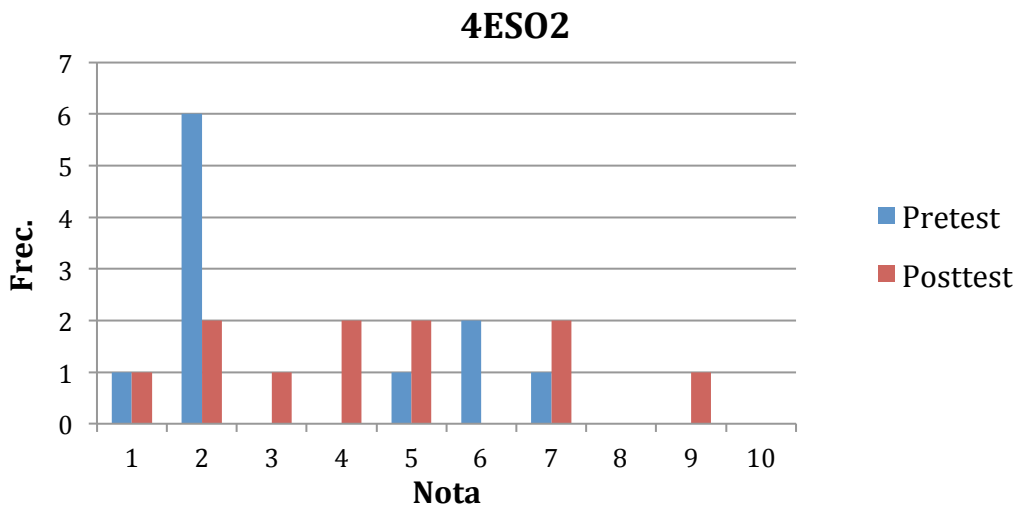


Figura 9: Distribución de frecuencias de resultados obtenidos en 4 ESO 2.

Al realizar pruebas para comprobar si nuestros datos se ajustan a una distribución normal obtenemos los siguientes resultados.

**Pruebas de normalidad para 4ESO 2**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,174	11	,200*	,951	11	,655
Pretest	,348	11	,001	,830	11	,023
Posttest	,140	11	,200*	,957	11	,736

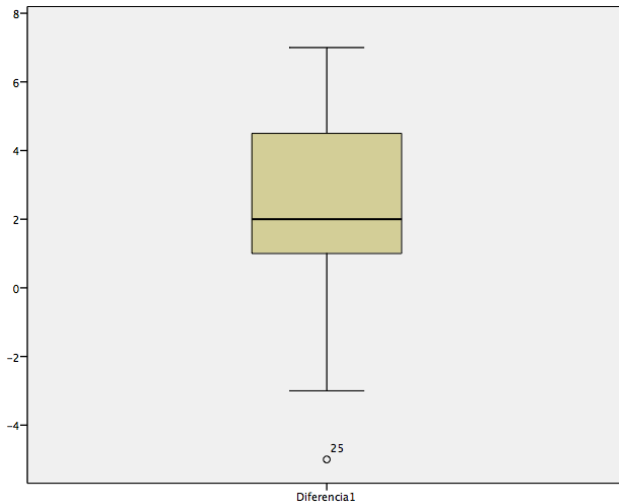
Tabla 7: Parámetros de comprobación de ajuste a una distribución normal para 4 ESO 2.

**Pruebas de normalidad para 4 ESO1**

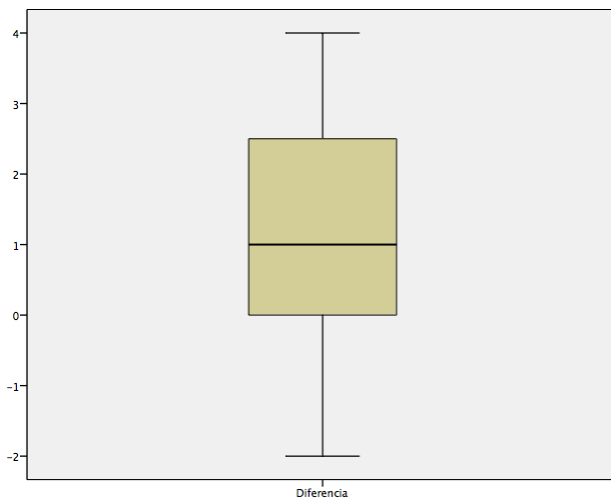
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia1	,118	23	,200*	,959	23	,443
pretest1	,180	23	,051	,887	23	,014
posttest1	,222	23	,004	,886	23	,013

Tabla 8: Parámetros de comprobación de ajuste a una distribución normal para 4 ESO 1.





*Figura 10: gráfico de caja y bigotes para 4 ESO1.*



*Figura 11: gráfico de caja y bigotes para 4 ESO2.*

Si nos fijamos en la prueba de Shapiro-Wilk, más apropiada para muestras más pequeñas, la columna "Sig" es superior a 0,05 para la variable que nos interesa que es la diferencia entre pre y postest, luego podemos concluir que los datos se distribuyen normalmente. Ahora comprobamos si hay diferencias significativas entre el ambos tests mediante pruebas paramétricas.

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
4 ESO 2 Postest2 - Pretest2	1,182	1,940	,585	-,121	2,485	2,020	10	<b>,071</b>	
4 ESO 1 postest1 - pretest1	2,2608	2,97287	,61989	,97531	3,54643	3,647	22	<b>,001</b>	

*Tabla 9: Resultados de la aplicación del test t de comparación de los resultados entre el pre y post test para los grupos 4ESO 2 (par 1) y 4 ESO 2 (par 2).*

Vemos que en el caso del 4 ESO 2 no aparecen diferencias significativas entre ambos test mientras que si aparecen en el 4 ESO 1 (ya que en la columna sig. obtenemos un valor inferior al 0,05, con lo que podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad con un 95% de confianza).

## **7. Discusión.**

Tras el tratamiento estadístico de los datos observamos mejora en los resultados obtenidos por ambos grupos siendo esta considerablemente más amplia en el caso del 4 de ESO 1, grupo al que se le aplicó la metodología objeto de estudio.

El porcentaje de aprobados en el grupo 2 no llegó al 50 %, siendo próximo al 70 % en el caso del grupo 1, aunque en ambos casos se mejoró el resultado obtenido en el Post test respecto a la prueba inicial. Hay que tener en cuenta que se parte de grupos muy dispares en cuanto a número e historial de notas obtenidas como se muestra en las figuras 3 y 4 (disparidad que se refleja ya en los resultados del pre test, donde las notas son considerablemente más bajas en el 4 ESO 2). Pese a ello los resultados confirman mediante pruebas paramétricas que hubo una diferencia significativa en el grupo 1 antes y después de la intervención didáctica, con lo que se puede evaluar de éxito la misma.

## 8. Conclusiones

Los resultados reflejan que la aplicación de metodología expuesta en este trabajo resulta positiva logrando los objetivos propuestos. Por un lado la involucración del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante actividades que le invitiesen de un mayor protagonismo. Cabe destacar a este respecto el éxito de la propuesta de uso de redes sociales para realizar la biografía de Wegener, en la que los alumnos se volcaron con interés (por lo novedoso de la propuesta y por la utilización de una herramienta tan cotidiana para ellos). Una vez lograda esta involucración, el resto de la metodología resultó más fácil de aplicar, siendo las lluvias de ideas muy fluidas y constructivas, así como los debates acerca del volcán de Chile y el terremoto en Nepal, sucesos que resultaron de gran ayuda en el acercamiento y motivación del alumnado por el aprendizaje de las causas y las teorías en que se sustentaban dichas causas.

Una de las claves de este estudio fue la dinámica de grupo aplicada sobre el ciclo de Wilson, cuyo aspecto unificador de los conceptos asimilados anteriormente quedó patente a lo largo de la práctica. El hecho de que el alumnado tuviese que explicar las distintas fases del ciclo le confirió protagonismo y propició el cumplimiento de los principios de responsabilidad individual e interdependencia positiva propias del aprendizaje cooperativo. La evaluación del resultado de la misma fue un éxito ya que todos los grupos pudieron secuenciar las distintas fases del ciclo de Wilson sin intervención del profesorado. Además, tras la actividad hubo un periodo de reflexión individual de la actividad en la que el alumnado expresó su satisfacción por los objetivos cumplidos así como por lo ameno de la práctica.

Finalmente, como se ha mencionado, se puede destacar la diferencia significativa entre los resultados de las pruebas inicial y final, que nos indica que los conceptos fueron asimilados tal y como se pretendía. Además de manera diferenciada para el grupo al que se le aplicó la metodología (4 ESO 1), si bien, sería conveniente repetir el estudio en grupos más homogéneos de manera que el grupo control fuera más representativo. Sea como fuere, este estudio demuestra que la metodología logra los objetivos propuestos y es apropiada para la enseñanza de una teoría tan importante e integradora como la tectónica de placas.

## 9. Referencias

Sequeiros, L., García, E., Pedrinacci, E. (1995) Tectónica de placas y evolución biológica: construcción de un paradigma e implicaciones didácticas. Enseñanzas de la tierra. pp 14-22.

Granda Vera, A. (1988), Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología. Enseñanzas de la tierra. pp 239-243.

Alfaro, P., Alonso, F., Fernández, C., Gutiérrez, G. (2013) La tectónica de placas, teoría integradora sobre el funcionamiento del planeta. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 2013 (21.2). pp. 168-180.

Gil, D., (1983) Tres paradigmas básicos de la enseñanza de ciencias. Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las ciencias. pp. 26-33.

Martín, JF., (2001) La enseñanza de los procesos de pensamiento: Metodología, meta cognición y transferencias. *RELIEVE*, vol. 7, n. 2.

Haro, J. J. (2008). Las redes sociales en educación. EDUCATIVA. Recuperado Julio 11, 2009

## ANEXO I

### Recursos multimedia:

Presentaciones realizadas para impartir las clases usando la aplicación Prezi:

4 ESO:

- [https://prezi.com/6b85t\\_bb5tzg/tectonica-de-plcas/](https://prezi.com/6b85t_bb5tzg/tectonica-de-plcas/)
- <https://prezi.com/nyd2ygzkqrsl/continentes-inquietos/>

Videos:

[https://www.youtube.com/watch?v=D7\\_mHs06A48](https://www.youtube.com/watch?v=D7_mHs06A48)

<https://www.youtube.com/watch?v=ydPvpc0SL2w>

<https://www.youtube.com/watch?v=P3eR2nakAlw>

Inf1:

- Bordes constructivos:

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/contenidos.htm>

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1190>

<http://www.amnh.org/ology/features/plates/tour.php>

[http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology\\_files/spanish/plate\\_tect](http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology_files/spanish/plate_tect)

[\\_sp.htm](#)

- Bordes destructivos:

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/contenidos.htm>

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1190>

<http://www.amnh.org/ology/features/plates/tour.php>

[http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology\\_files/spanish/plate\\_tect](http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology_files/spanish/plate_tect)

[\\_sp.htm](#)

- Bordes transformantes:

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1190>

<http://www.amnh.org/ology/features/plates/tour.php>

[http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology\\_files/spanish/plate\\_tect](http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology_files/spanish/plate_tect)

[\\_sp.htm](#)

Inf4:

[http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/Ejercicios/Tema4\\_4eso/wilson.htm](http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/Ejercicios/Tema4_4eso/wilson.htm)

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/contenido4.htm>

[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena4/4q4\\_contenidos\\_3a.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena4/4q4_contenidos_3a.htm)

[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2623/html/4\\_ciclo\\_de\\_wilson.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2623/html/4_ciclo_de_wilson.html)

Adicional:

<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=224264> (ejercicios placas litosféricas y límites)

<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=20025>

<http://cienciasnaturales.es/ANIMACIONESGEOLOGIA.swf> (animaciones geodinámica interna)

## Anexo II

### Post Test realizado:

#### 1- Verdadero o Falso (1 pto):

- Cuando nos encontramos un Fósil marino en una montaña, necesariamente la aparición de este es posterior a la montaña.
- El equilibrio isostático explican la aparición de fósiles marinos en el continente por el descenso del nivel del mar.
- La isostasia explica la elevación de la litosfera continental hasta alcanzar el equilibrio gravitatorio.
- La corteza continental es estrecha y densa, al contrario que la oceánica.

#### 2- Enlaza (1 pto):

Rift

Los Andes

Sedimentos antiguos

Zona de subducción

Arco islas

Fumarolas negras

Dorsal oceánica

Plano de Benioff

Pillow lavas

#### 3- Realiza un esquema de las capas en el interior de la tierra (2 ptos).



**4- Señala la respuesta correcta (1 pto):**

- Las dorsales oceánicas son relieves submarinos que generan nueva corteza oceánica cuya velocidad de divergencia es constante en todos sus tramos.
- Las zonas de subducción son límites divergentes entre dos placas donde una placa se introduce de nuevo en el interior terrestre.
- Las dorsales oceánicas se encuentran cortadas por fallas transformantes, que son límites conservativos.
- La falla de San Andrés se produce por un límite convergente de placas.

**5- Señala y nombra las diferentes placas y tipos de límites entre ellas que puedes ver en este mapa (2 ptos):**



**6- Haz un esquema del ciclo de Wilson (2 ptos):**

**7- A qué concepto aluden las siguientes definiciones (1 pto):**

- Para adaptarse a la forma esférica de la Tierra, las dorsales están seccionadas y divididas en segmentos desplazados por unas fracturas denominadas: \_\_\_\_\_.
- Se conoce como \_\_\_\_\_ al plano formado por la alineación de focos sísmicos asociado al plano de subducción.
- La zona de transición entre la corteza y el manto terrestre, situada a una profundidad media de unos 35 km, pudiendo encontrarse a 70 km de profundidad bajo los continentes o a tan solo 10 km bajo los océanos es denominada: \_\_\_\_\_.
- El pliegue en cuyo núcleo encontramos los materiales más antiguos se llama: \_\_\_\_\_.

- Llamamos \_\_\_\_\_ al conjunto de pequeñas deformaciones encontradas en estratos rígidos sin que se produzca un desplazamiento apreciable.