

Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria

A Methodological Proposal for Biology and Geology Teaching at Secondary Education

Hortensia Morón Monge¹, M^a Carmen Morón Monge², Ana María Wamba Aguado³ y Roque Jiménez Pérez³

Grupo de Investigación DESYM. Universidad de Huelva (España)

¹hortensiamonge@hotmail.com, ²mcarmen.moron@dhis2.uhu.es, ³mwamba@uhu.es,
⁴rjimenez@uhu.es

Resumen

La enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) debe orientarse a través de un enfoque sistémico y holístico que permita el tratamiento de la Biología y la Geología desde una perspectiva integradora y evolutiva desde el denominado *currículo en espiral* que asegure aprendizajes significativos. Esta perspectiva evolutiva y sistémica cobra mayor importancia para cuarto curso de la ESO (15-16 años) donde se trabajan los dos grandes paradigmas de la Biología y Geología (la Evolución de las Especies y la Tectónica de Placas). Presentamos por tanto, una propuesta metodológica específica que permita la integración y cohesión de la Biología y la Geología a través de una visión sistémica de los procesos naturales, donde el ser humano es otro elemento más que influye e interactúa sobre su medioambiente.

Palabras claves: Propuesta metodológica - Currículo en espiral - Educación Secundaria Obligatoria - Biología y Geología.

Abstract

The teaching of Natural Science in Compulsory Secondary Education (ESO) should be directed through a systemic and holistic approach that enables the treatment of Biology and Geology from an integrative perspective and from the so-called evolutionary spiral curriculum to ensure meaningful learning. This evolutionary and systemic perspective becomes more crucial for the fourth grade of ESO (15-16 years old) where two great paradigms of Biology and Geology (the Evolution of Species and Plate Tectonics) are studied. Therefore, we present a specific methodological approach that allows integration and cohesion of Biology and Geology through a systemic view of natural processes where the human being is another element that affects and interacts in their environment.

Key Words: Methodological Approach - Spiral Curriculum - Compulsory Secondary Education - Biology and Geology.

Introducción

Los conocimientos científicos se integran en el saber humanístico ya que forman parte de la cultura básica de todos los ciudadanos. Esto pone de relieve la necesidad de tratar las ciencias desde un enfoque integrador, donde se aúne lo experimental con

lo social (Pujol, 2002). En este sentido, los contenidos que se trabajan en esta área deben estar orientados a la adquisición por parte del alumnado de las bases propias de la cultura científica, para obtener una visión *holística, racional, sistémica e interdisciplinar* (Figura. 1) de nuestro entorno con la que puedan abordar los problemas actuales relacionados con la vida (Cantell y Rikkenen, 2003), la salud, el medio y las aplicaciones tecnológicas es decir, las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), con la finalidad de una ciencia para todos a través de la alfabetización científica (Carpena y Lopesino, 2001 y Gavidia y Rodés, 2007).

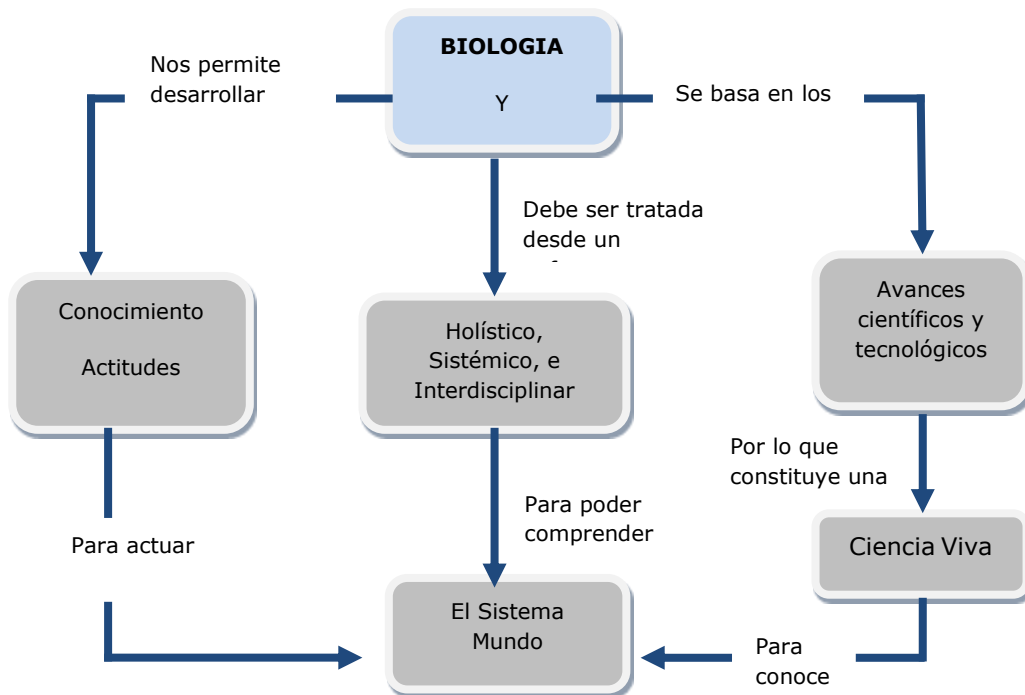


Figura 1. Esquema sintético de la importancia de la enseñanza de la Biología y Geología para la comprensión de las ciencias

En cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del sistema educativo español (12-16 años), con el fin de profundizar en el estudio de aspectos concretos de las Ciencias de la Naturaleza, esta materia aparece en el currículum oficial como "Biología y Geología". En este sentido, debemos entender la Biología y Geología como una disciplina "viva", pendiente de los nuevos avances científicos y descubrimientos, donde cobra especial relevancia este hecho para el desarrollo de los dos grandes paradigmas de la Biología y la Geología (Pedrinaci, 2011) como son la Teoría de la Deriva Continental y las Teorías Evolutivas de Darwin. Esto implica enseñar las Ciencias de la Naturaleza desde una concepción más integrada y más dinámica de la Tierra: es decir, donde se integren no sólo la Biología y la Geología sino la acción del ser humano como un elemento más que configura el medioambiente (Figura. 2)

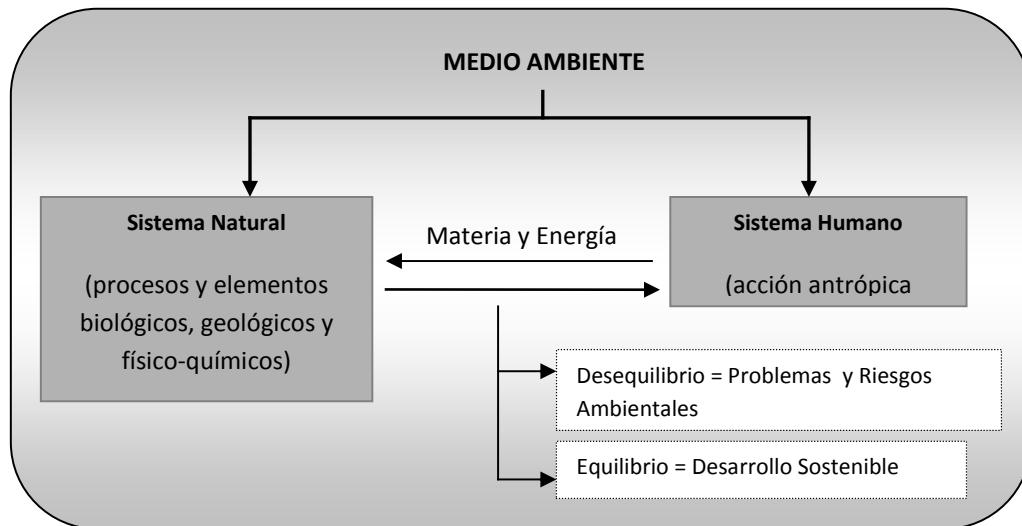


Figura 2. El medioambiente como sistema (modificado de Morón y Wamba, 2010)

Frente a este panorama, nos encontramos que los currículos oficiales del sistema legislativo educativo español vigente marcan unas directrices generales y mínimas en referencia a los diferentes elementos curriculares que configuran las programaciones didácticas como son los objetivos, competencias y contenidos principalmente. Sin embargo, estas directrices son todavía muy generales y vagas en relación a la metodología a emplear en el aula o su puesta en práctica. Este hecho junto con la complejidad que tiene enseñar Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria Obligatoria desde un enfoque interdisciplinar y sistémico que favorezca los procesos de enseñanza-aprendizaje, pone de manifiesto la importancia de planificar y sistematizar actividades que favorezcan la integración de contenidos relacionados con la Geología y la Biología

En esta línea, Pedrinaci (2009) subraya que "el mal acomodo que han encontrado en los currículos las interconexiones geo-biológicas ha afectado al tema sobre el origen e historia de la Tierra" (p. 41) y por tanto, esta falta de integración geo-biológicas rompe con la visión holística y sistémica de las Ciencias de la Naturaleza. En este sentido, consideramos que el currículo en espiral permite alcanzar una visión sistémica y evolutiva de los diferentes elementos que lo configuran (García Díaz, 1998), ya que permite retomar los conceptos básicos de una disciplina a lo largo de los diferentes cursos de cada etapa educativa, de manera que puedan ser revisados con un nivel de comprensión y de conocimiento cada vez mayor, tal como apunta Caamaño (2007).

Partiendo de este hecho, presentamos a continuación un marco general metodológico para cuarto curso de la ESO de Biología y Geología que pretende mostrar cómo trabajar esta asignatura a partir de una secuencia de actividades generales en las diferentes fases del proceso de enseñanza y aprendizaje, dentro del contexto de los principios que marcan el currículo en espiral para la integración de la Biología y la Geología desde una perspectiva sistémica y evolutiva.

MARCO METODOLÓGICO GENERAL

Este marco general está compuesto por el conjunto de principios metodológicos y didácticos que se materializan en una secuencia de actividades y un conjunto de

técnicas de actuación (De Pro y Saura, 2007; De Pro, Saura y Sánchez, 2000) presentados en el esquema de la Figura 3.

Se parte de la aceptación de que los alumnos poseen esquemas previos de interpretación de la realidad. En este sentido, los “*principios didácticos del proceso de enseñanza y aprendizaje*” (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1994) son los pilares sobre los que los profesores desarrollamos la actividad educativa y la interacción profesor-alumno. Estos autores recogen como principios metodológicos: partir del nivel de desarrollo del alumnado y de sus aprendizajes previos; asegurar la construcción de aprendizajes significativos; garantizar la funcionalidad de los aprendizajes y la motivación; promover el tratamiento interactivo y relacional de los contenidos y el establecimiento de redes conceptuales además de reforzar los aspectos prácticos y la dimensión profesional; favorecer la autonomía e iniciativa personal y desarrollar las habilidades metacognitivas. Todo ello explicitado en la Figura 3.

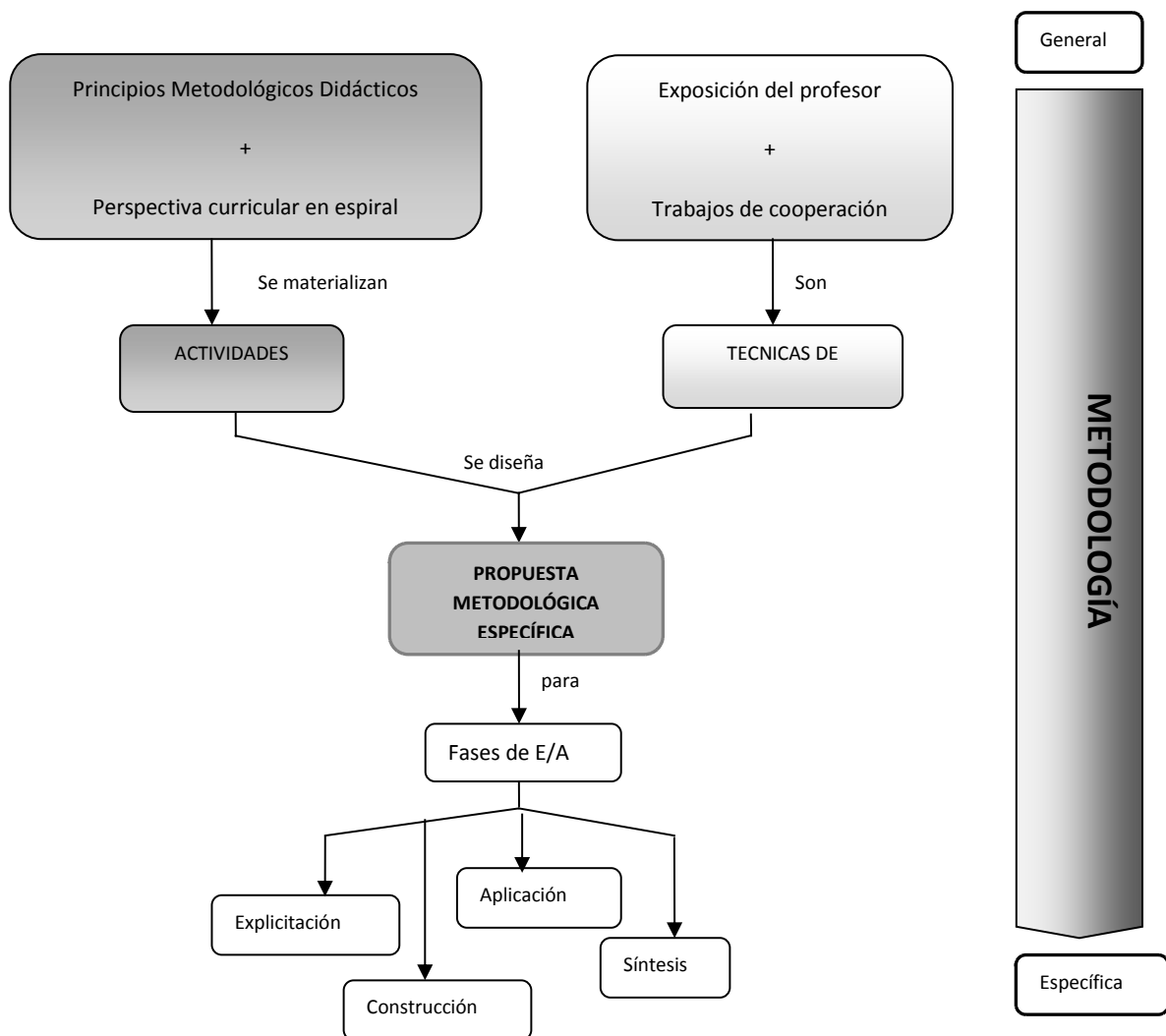


Figura 3. Esquema de la propuesta metodológica específica (elaboración propia)

Teniendo en cuenta estos principios metodológicos y la importancia de considerar la construcción de significados como actividad social y dependiente del contexto (Cubero, 2005), se diseñan las actividades tipo que se deben desarrollar a lo largo de las diferentes unidades didácticas. Las actividades se pueden clasificar atendiendo a distintos criterios tales como el protagonismo de los implicados en el

proceso (profesorado y alumnado), los momentos o pautas metodológicas basadas en la investigación, etc.

Sin embargo, las actividades que se presentan a continuación se han diseñado tomando como referencia el lugar que ocupan en el proceso de enseñanza y aprendizaje pero desde una visión progresiva de la construcción de los conocimientos. Desde esta visión sistémica del currículo se integran y concretan las actividades relativas al qué enseñar, al cómo enseñar y a la evaluación (García Díaz, 1998)

a) *Actividades iniciales* o de *explicitación*: se realizarán al comienzo de cada unidad y de cada concepto a trabajar; es decir, sobre cada parte de la unidad, por lo que se trabajan de forma longitudinal a lo largo del desarrollo de la misma.

b) *Actividades de desarrollo y construcción de aprendizajes*: relacionadas con los conceptos, procedimientos y actitudes previstos trabajar. Además, la sucesión de las mismas se hará desde actividades menos complejas a las que entrañen mayor complejidad.

c) *Actividades de aplicación*: es un nivel de complejidad mayor donde el alumno debe hacer uso de los conocimientos, previamente trabajados, en contextos diferentes.

d) *Actividades de síntesis o revisión*: sirven para relacionar y revisar los diferentes contenidos ya trabajados y alcanzar así una visión integrada de los mismos.

Esta secuencia de actividades no responde a un modelo lineal sino en espiral, en correspondencia con las características del proceso de construcción de los conocimientos (Luna Pérez, 2007) ya que permite la retroalimentación de los mismos y ayuda a alcanzar la perspectiva sistémica e integrada.

Por otro lado, la selección de diferentes técnicas de actuación o las distintas estrategias⁸ que aparecen en el currículo oficial, nos permitirá usar los elementos didácticos que componen una unidad en diferentes situaciones de aprendizaje. Estas estrategias las podemos resumir en las siguientes acciones:

a) *Exposición del profesor al gran grupo*: corresponde en todas las unidades al aporte de información unido al planteamiento de cuestiones, aclaraciones de ideas complejas, orientación del contenido y procurando la integración teórica-práctica de sus contenidos.

b) *Trabajos de cooperación en grupos (máximo cuatro componentes)*: El trabajo en grupo se ejercitará con los problemas y cuestiones planteadas en casi todas las unidades, sobre todo en aquellas *actividades de desarrollo* en las que el alumno debe buscar información. El rol del profesor/a es orientar y facilitar esta búsqueda. Finalmente, los/as alumnos/as realizarán mapas conceptuales con la información buscada y discutida por el grupo de trabajo.

c) *Lectura comprensiva*: la literatura científica nos habla de los obstáculos en la comprensión de textos que dificultan el aprendizaje, por lo que podemos considerarlo como una herramienta metodológica que nos va permitir la

⁸ Basadas en el Decreto 231/2007 del 31 de julio y la Orden de 10 de agosto del 2007 que regulan el sistema educativo español.

consecución de los objetivos propuestos y de las *competencias*⁹ a trabajar que marca el Real Decreto 1631/2006 de 29 de Diciembre en su Anexo I. Toda lectura comprensiva llevará asociada un resumen y selección de palabras claves del texto que constituirán su propio glosario de términos sobre esa unidad didáctica. Además, estas palabras claves o términos servirán para poder realizar un *mapa conceptual* sintético y sistémico de la unidad.

La integración de estas *actividades tipo* y este conjunto de *técnicas de actuación* nos permite diseñar una metodología específica en el cuarto curso de Biología y Geología de la ESO.

PROPUESTA METODOLÓGICA ESPECÍFICA PARA 4º CURSO DE LA ESO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

En la Tabla I, a modo de síntesis, se integra el marco general metodológico con las estrategias específicas que se seguirá con los alumnos a lo largo del curso y que se verán ampliadas y contextualizadas, constituyendo la base para cada unidad didáctica en la programación de aula.

Como se puede observar en la citada tabla, las preguntas de reflexión y lluvias de ideas que se corresponden con las actividades de explicitación o iniciales, se trabajan de forma longitudinal, es decir en todas las fases del proceso de enseñanza. La lectura comprensiva lleva asociada actividades de síntesis, obtención de palabras claves, etc., y es también una estrategia que se puede llevar a cabo en todas las fases del proceso de enseñanza y aprendizaje aunque cobra más relevancia en el desarrollo y en la fase de aplicación que es donde se complejiza esta tarea. La creación de sus propias definiciones y conceptos implica un grado de conocimiento y complejidad mayor donde el alumno, en base a lo trabajado, sintetiza los diferentes conceptos claves de la unidad y es por tanto una actividad de aplicación y de síntesis. Las actividades realizadas con las Webquest (Dodge, 1995) son actividades de clases de búsqueda de información orientada y controlada que se asientan sobre los principios constructivistas de aprendizaje, sobre las normas del aprendizaje cooperativo, donde la investigación es una parte principal del proceso de aprendizaje (...).

Finalmente, los mapas conceptuales nos ayudan a integrar no sólo los diferentes contenidos trabajados sino también el proceso seguido a lo largo del desarrollo de la unidad; es por tanto una actividad de síntesis y revisión que se puede hacer tanto al comienzo de la unidad para detectar ideas previas y dificultades de aprendizaje como de revisión final de la unidad trabajada.

⁹ Las competencias básicas que recoge este Real Decreto en su Anexo I son las siguientes: "competencia en la comunicación lingüística", "competencia matemática", "competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico", "tratamiento de la información y competencia digital", "competencia social y ciudadana", "competencia cultural y artística", "competencia para aprender a aprender" y "autonomía e iniciativa personal"

TABLA I: PROPUESTA METODOLÓGICA ESPECÍFICA					
ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS METODOLÓGICAS		FASES DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE			
		FASE EXPLORACION	FASE CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO	FASE APLICACIÓN	FASE REVISIÓN Y SINTESIS
<p>Preguntas de reflexión y Lluvias de ideas</p> <p>(Con la finalidad de generar al alumno conflicto cognitivo, interés y motivación)</p>		Se presenta la unidad o el contenido, planteando una serie de problemas donde se pretende ver no lo "qué saben", sino el "cómo lo saben" y sus dificultades.	Para introducir los diferentes conceptos a trabajar a lo largo de la unidad a la vez que genera motivación e interés.	Permiten dar continuidad al proceso y mantener la motivación	Orientan la actividad y facilitan su consecución
<p>Lectura comprensiva: ideas claves, subrayado, resúmenes, etc.</p> <p>(Fomenta la capacidad aprender a aprender, dando al alumno autonomía en su aprendizaje.)</p>		Lectura introductoria sobre el tema que vamos a tratar, donde se plantea un problema a resolver.	<p>Búsqueda de información sobre un apartado que compone la unidad. Se puede realizar esta búsqueda en: internet, a través de la selección de determinadas páginas web, de libros, guías de las ciencias y enciclopedias.</p> <p>Otra opción es a través de las webquest, elaboradas por el propio departamento o profesor/a del centro de educación secundaria</p>	Para los alumnos que tengan más curiosidad o capacidad, se les plantean una serie de actividades que suelen estar basadas en la lectura de documentos o artículos científicos relacionados con la unidad con un contenido de mayor complejidad para los de ampliación.	
<p>Formulación de sus propias definiciones</p> <p>(estas definiciones son el reflejo de cómo ellos comprenden y se expresan)</p>				Los alumnos realizarán un glosario de términos con los distintos conceptos que van apareciendo a lo largo de la unidad, usando sus propias palabras para definir conceptos y procesos. Estas definiciones personales son un reflejo de cómo ellos comprenden y cómo se expresan.	
<p>Mapas conceptuales</p> <p>(Permite comprobar física, textual y artísticamente, cómo los alumnos interpretan un texto o la unidad)</p>		Nos permiten también observar y valorar las ideas previas de los alumnos de forma sistémica antes de abordar la unidad.		Para ver qué consideran los alumnos como los conceptos más importantes de la unidad, cómo los relacionan unos con otros y por tanto para integrar todos los contenidos trabajados durante el desarrollo de la unidad confirmando así una visión sistémica de los mismos. Se pueden plantear estos mapas conceptuales de dos formas: dándole a los alumnos unas palabras claves del tema y que ellos las enriquezcan con otras que consideren relevantes u otra opción sería que ellos seleccionen esas palabras claves. Esta segunda opción requiere un mayor dominio no solo de la realización de mapas conceptuales sino de comprensión lectora y capacidad de síntesis.	
Trabajo	grupal		X		X
	individual	X	X	X	

Para una mejor comprensión de la propuesta, se ha elaborado una ejemplificación que se recoge en la Tabla II, relacionada con los dos paradigmas vigentes en esta área de conocimiento: la "Evolución de las Especies" y la "Tectónica de Placas".

En la *Fase de Exploración* se pretende hacer cuestiones o preguntas relacionadas con los principales tópicos que se van a trabajar como son: el movimiento de los continentes, el concepto de capas de la Tierra, el interior terrestre y qué consecuencias geológicas, biológicas y sociales tiene.

En la *Fase de Construcción y Desarrollo*, se pretende trabajar con los contenidos principales de esa unidad implicando al máximo a los alumnos en el proceso; es por ello que se les pide que investiguen y busquen información sobre los principales puntos de la unidad como sería el modelo geoquímico y geodinámico para comparar y analizar diferencias, los sismos y su función para el estudio de la Tierra, los movimientos terrestres y sus consecuencias. Para ello, se organizan grupos para trabajar con los ordenadores. Cada grupo dirigido por el profesor busca información sobre un apartado de la unidad. Después se hace una puesta en común (pequeñas exposiciones), ampliando el profesor o reestructurando la información manejada en la misma.

La *Fase de Aplicación* tendrá un nivel de complejidad mayor o menor en función de cómo la clase haya ido evolucionando o simplemente atendiendo a la diversidad del alumnado; es por ello que presentamos como ejemplo dos actividades, cada una de ellas con un nivel de complejidad diferente. Así, aquella actividad que está más enfocada al refuerzo que ampliar información, la hemos denominado: "*Ponte a prueba!*" y aquella otra actividad de mayor nivel de maduración la hemos denominado "*Investigamos!*" en la que el alumno/a debe seguir cuestionándose aspectos relativos a cómo la ciencia evoluciona y cambia en paralelo a los avances científicos y su repercusión en nuestra actividad social y cultural (relaciones C-T-S)

Finalmente, la *Fase de Revisión y Síntesis* pretende que con todos los nuevos términos que los/as alumnos/as han ido trabajando y realizando su propio *glosario* de definiciones, en relación a la dinámica de la Tierra y sus consecuencias geo, bio, y socio-culturales, sean capaces de darles coherencia a partir de la realización de un *mapa conceptual*.

TABLA II: EJEMPLIFICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS METODOLÓGICAS	FASES DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE			
	FASE EXPLORACION	FASE CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO	FASE APLICACIÓN	FASE REVI SIÓN Y SINTESIS
<p>Preguntas de reflexión y Lluvias de ideas</p> <p>(Con la finalidad de generar en el alumno conflicto cognitivo, interés y motivación por el tema a trabajar)</p>	<p>Algunas preguntas podrían ser:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Consideran que es posible llegar al centro de la Tierra, como señala Julio Verne en su libro "Viaje al centro de la Tierra"? 2. ¿Cómo explicar que la Tierra está dividida en capas? ¿Es acaso una cebolla? ¿Cómo se formó? 3. ¿Los seres vivos (animales, plantas, etc) que existen hoy en la Tierra son los mismos que al principio de formarse la Tierra? 4. Otras cuestiones 	<p>¿Qué necesitamos conocer sobre la Tierra para dar respuesta a las preguntas anteriores?</p> <p>(Para retomar conceptos ya trabajados sobre la estructura interna de la Tierra e introducir una selección de conceptos básicos necesarios para la comprensión de la Tectónica de Placas)</p>	<p>¿Qué consecuencias tiene la estructura interna de la Tierra sobre el modelado de la superficie terrestre y sobre la distribución de las especies?</p>	<p>¿Qué manifestación derivada de la Tectónica de Placas ocurre en el lugar donde vives? (El nivel de sismicidad de la zona, medidas de seguridad vigentes para la construcción de edificios, y vinculaciones con el cambio y evolución de las especies.</p>
<p>Lectura comprensiva: ideas claves, subrayado, resúmenes, etc.</p> <p>(Fomenta la capacidad aprender a aprender, dando al alumno autonomía en su aprendizaje.)</p>	<p>Selección de fragmentos del citado libro de Julio Verne y análisis de cómo resuelve el autor los problemas para llegar al Centro de la Tierra y si es posible encontrar vida en su interior.</p>	<p>Búsqueda de información sobre los conceptos básicos de la Tectónica de Placas adecuadas a la ESO. Como: sismos, discontinuidad, método directo e indirecto, placa tectónica, etc.</p>	<p><i>Ponte a prueba!</i> Dibuja el modelo geoquímico de la tierra. ¿En qué método indirecto está basado? ¿Qué relación hay con las discontinuidades sísmicas y las capas terrestres?</p> <p><i>Investigamos!:</i> Una capa que no estaba la Astenosfera y la evolución conocimientos científico tecnológico. http://usuarios.multimedia.es/aepect/astenosfera/index.htm</p>	
<p>Formulación de sus propias definiciones</p> <p>(estas definiciones son el reflejo de cómo ellos comprenden y se expresan)</p>			<p>Formulación de definiciones personales (glosario de términos) relacionadas con los términos o conceptos básicos seleccionados en la fase anterior.</p>	
<p>Mapas conceptuales</p> <p>(Permite comprobar física, textual y artísticamente, cómo los alumnos interpretan un texto o la unidad)</p>	<p>Utilización de los conceptos del glosario de términos, ya realizado, anteriormente, para elaborar un mapa conceptual en forma de trama flexible.</p>		<p>A partir del mapa conceptual con los términos anteriores que han elaborado, analizar las relaciones que aparezcan entre ellos, seleccionando aquellos conceptos que consideran más importantes y significativos, en función del número y tipo de interrelaciones que aparezcan entre ellos y los demás conceptos.</p>	

CONSIDERACIONES FINALES

Si bien hemos visto, a través del análisis del currículum educativo español que las directrices metodológicas que marca para la praxis docente son escasas y muy generales, no menos importante es la interpretación que los docentes hagan después de la misma. Así, se les deja a los profesores de secundaria obligatoria una interpretación abierta del currículum que incrementa la dificultad de su plasmación en actividades concretas. Además, se suma la complejidad temática que tiene los contenidos a trabajar en el cuarto curso de la ESO. Es por ello que, con este trabajo, hemos pretendido "ayudar" a construir un marco general metodológico para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza que facilite la práctica docente en el aula. Esta propuesta metodológica no deja de ser una propuesta, en el sentido de que no debe ser considerada como una receta cerrada a aplicar a cada unidad o contenido que se vaya a trabajar. Pretendemos por un lado, reflexionar sobre la ambigüedad y complejidad que se encuentra los docentes a la hora de diseñar propuestas didácticas concretas para el aula y por otro, que se valore la complejidad temática del área de las Ciencias de la Naturaleza y cómo un currículum en espiral, desde una perspectiva sistémica y holística, puede orientar una metodología que facilite los procesos de enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, queremos animar a otros docentes para llevar acciones metodológicas desde esta perspectiva interdisciplinar y provocar la reflexión crítica sobre cómo los currícula y guías generales nos orientan y también cómo nosotros como receptores y principales agentes de la puesta en práctica, lo interpretamos e implementamos en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Caamaño, A. 2007. El currículo de física y de química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra, Gales, Portugal, Francia y España. *Alambique*, 53: 22-37.
- Cantell, H. y Rikkenem, H. 2003. Lifelong Geographical Education. En R. Gerber (ed.): *International Handbook on Geographical Education*. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.
- Carpena, J. y Lopesino, C. 2001. ¿Qué contenidos podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias? *Alambique*, 29: 34-42.
- Cubero, R. 2005. *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- De Pro, A. y Saura, O. 2007. La planificación: en proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique*, 52: 39-55.
- De Pro, A.; Saura; O. y Sánchez, V. 2000. ¿Qué actividades de enseñanza utilizan los profesores en formación inicial y en ejercicio cuando planifican unidades didácticas de ciencias experimentales? *Investigación en la Escuela*, 40: 23-37.
- Dodge, B. 1995. WebQuests: A technique for Internet-based learning. *Distance Educator*, 1(2): 10-13.
- García Día, J.E. 1998. *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.

- Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. 1994. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- Luna Pérez, M. 2007. *Caracterización del modelo didáctico del profesorado innovador de ciencias en secundaria. Tres estudios de casos*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Morón, H. y Wamba, A.M. 2010. La percepción sobre los riesgos ambientales como indicador de los obstáculos y dificultades para la construcción del concepto de Medio Ambiente responsable. *Biografías: escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 3 (4): 1-24.
- Pedrinaci, E. 2009. Origen y evolución de la Tierra. *Alambique*, 62: 8-19.
- Pedrinaci, E. 2011. El funcionamiento del planeta y la alfabetización de las ciencias de la Tierra. *Alambique*, 67: 10-19.
- Pujol, R.M^a. 2002. Educación científica para la ciudadanía en formación. *Alambique*, 32: 9-16.