



Cómo secuenciar los contenidos para la biología y geología de 4.º curso de la ESO

Hortensia Morón
M.ª del Carmen Morón
Ana María Wamba
Grupo Investigación DESYM
Universidad de Huelva

Según esta propuesta, la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en secundaria obligatoria debe tratarse con un enfoque sistémico y holístico que permita la integración de la biología y la geología para asegurar aprendizajes significativos, en particular para 4.º curso de la ESO, donde se trabajan los dos grandes paradigmas de la biología y geología. Así se presenta una posible secuenciación y contextualización de los contenidos, que permita una visión sistémica y funcional de los procesos naturales, integrar las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y lograr la alfabetización científica.

How to sequence contents for biology and geology for fourth-year secondary education

This proposal suggests that teaching natural sciences in secondary education should be orientated from a systemic and holistic focus that makes it possible to integrate biology and geology to ensure there is meaningful learning, especially for fourth-year secondary level, which is where the two major paradigms of biology and geology are worked on. In this paper we set out a possible sequencing and contextualisation of the contents to give a systemic and function vision of natural processes, integrate science-technology-society (STS) relationships and improve scientific literacy.

Palabras clave: ciencias de la naturaleza, perspectiva sistémica, secuenciación y contextualización de contenidos, alfabetización científica, relaciones C-T-S.

Keywords: natural sciences, secondary education, systemic perspective, sequencing and contextualising contents, scientific literacy, CTS relationships.



■ La enseñanza de las ciencias de la naturaleza a partir de una visión sistémica

En la sociedad actual, las ciencias son un instrumento indispensable para comprender el mundo que nos rodea y sus transformaciones, así como para desarrollar actitudes responsables sobre aspectos ligados a la vida y la salud y los referentes a los recursos y al medio ambiente (Gil y Vilches, 2006). Es por ello por lo que los conocimientos

científicos se integran en el saber humanístico que debe formar parte de la cultura básica de todos los ciudadanos, ya que las ciencias deben ser tratadas con un enfoque integrador, donde se aúne lo experimental con lo social (Pujol, 2002).

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, lo que les permitirá obtener una visión holística, racional, sistémica e interdisciplinar de nuestro entorno con la que 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). La finalidad última de este enfoque es lograr una ciencia para todos a través de la alfabetización científica (Carpena y Lopesino, 2001; Gavidia y Rodes, 2007), «lo que supone dotar a la ciudadanía de un conocimiento científico funcional, susceptible de ser aplicado a diversas circunstancias», como apunta Pedrinaci (2006a, p. 11).

En 4.º curso de la educación secundaria obligatoria del sistema educativo español, se deja de hablar de las ciencias de la naturaleza para estudiar aspectos concretos de la biología y la geología. En este sentido debemos entender la biología y geología como una disciplina «viva» pendiente de los nuevos avances y descubrimientos científicos. Este hecho tiene especial relevancia para el desarrollo de sus dos grandes paradigmas, la Teoría de la Deriva Continental y las teorías evolutivas de Darwin (Pedrinaci, 2011). Esto implica enseñar las ciencias de la naturaleza con una concepción más integrada y más dinámica de la Tierra, donde la acción del ser humano es un elemento más que configura el medio ambiente (Morón y Wamba, 2010). En este sentido, Brusi (2011) sugiere considerar la Tierra con un enfoque sistémico a partir de la relación entre diferentes esferas (geosfera,

biosfera, atmósfera e hidrosfera) y en el que la influencia antrópica supone otra esfera más que influye en los procesos naturales.

En esta línea, Pedrinaci (2009, p. 41) subraya que «el mal acomodo que han encontrado en los currículos las interconexiones geo-biológicas ha afectado al tema del origen e historia de la Tierra», lo que rompe con la visión holística y sistémica con que deben ser tratadas las ciencias de la naturaleza.

■ Secuenciación y contextualización de los contenidos

Contextualizar el currículo de las ciencias significa usar contextos y aplicaciones de la disciplinas, en este caso de la biología y la geología, como medio de desarrollar los conceptos e ideas de ciencias (aplicaciones sociales, económicas, medioambientales, tecnológicas e industriales) de interés para los alumnos en su vida personal y profesional (Caamaño, 2007). Siguiendo este enfoque, se han secuenciado los contenidos de este curso a partir de los contextos para introducir y desarrollar los conceptos. Para ello, presentamos unos criterios generales de secuenciación y otros específicos para la enseñanza de la biología y la geología.

Como *criterios generales* se consideran:

- La elección de un contenido organizador, ya sean los conceptos, las aplicaciones de las ciencias o las relaciones ciencia-tecnología-sociedad.
- La definición de las preguntas clave e ideas-eje en torno a las cuales estructurar la secuenciación de los contenidos.
- La adecuación a la capacidad cognitiva de los alumnos.
- El desarrollo progresivo de las ideas y de los conceptos desde lo cualitativo a lo cuantitativo y desde lo más simple a lo más complejo.

Debemos entender la biología y geología como una disciplina «viva» pendiente de los nuevos avances y descubrimientos científicos. Este hecho tiene especial relevancia para el desarrollo de sus dos grandes paradigmas, la Teoría de la Deriva Continental y las teorías evolutivas de Darwin



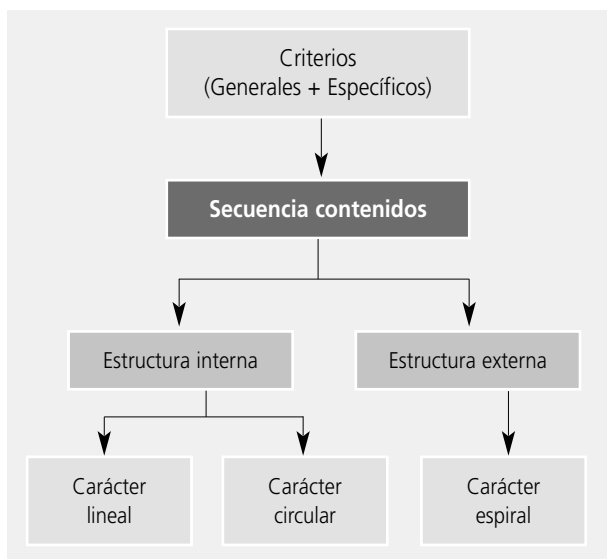
Y como *cráterios específicos* (Pedrinaci, 2006b) que nos permiten la temporalización de los contenidos en 15 unidades (cinco por trimestre):

- *Aprendizaje significativo e ideas previas*, por lo que se comenzará con el bloque de geología, concretamente por unidades que guarden relación con los contenidos adquiridos en el curso anterior (3.º de la ESO) para «enganchar» lo ya conocido con lo nuevo, hasta el bloque de biología. Entre estos dos grandes bloques irán unidades multidisciplinares de transición que hemos denominado de medioambiente.
- *De lo más perceptible a lo menos perceptible*. Es decir, de los procesos rápidos a los lentos, de los que ocurren en la superficie terrestre a los que ocurren en el interior terrestre, de los que ocurren a escala macroscópica a los que ocurren a escala microscópica, etc.
- *Un mismo hilo conductor*, de tal manera que las ideas no queden descontextualizadas y

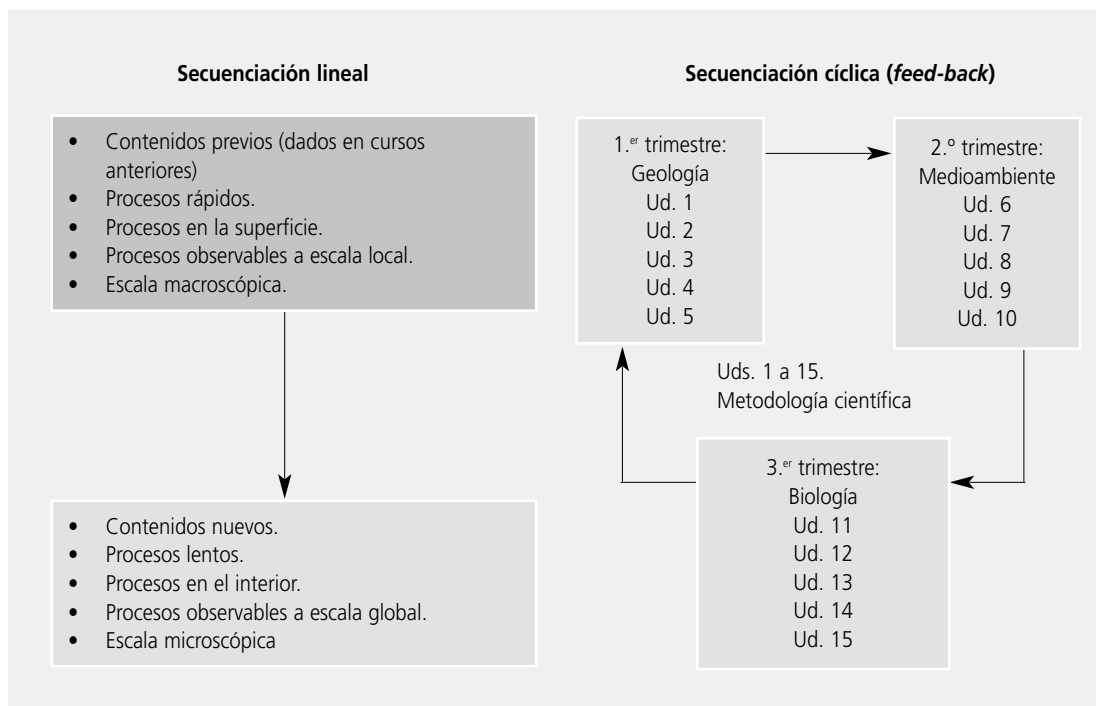
Contextualizar el currículo de las ciencias significa usar contextos y aplicaciones de la disciplinas como medio de desarrollar los conceptos e ideas de ciencias de interés para los alumnos en su vida personal y profesional

que los alumnos adquieran así una visión global y a la vez sistémica de la asignatura. La Orden del 10 de agosto de 2007 para Andalucía nos ayuda a enfocar y dar continuidad a las diferentes unidades didácticas a través de la propuesta de cuestiones contextualizadas.

Atendiendo a estos criterios (generales y específicos), la secuenciación de los contenidos que vamos a presentar tiene una doble estructura (interna y externa) que vemos representada en el cuadro 1. La estructura interna presenta, por un lado, un carácter lineal o temporal (se irán desarrollando los contenidos progresivamente de forma más compleja a medida que avanza el curso) y, por otro lado, posee un carácter circular o de *feed-back* como consecuencia de la orientación integradora y sistémica que hemos dado a los contenidos. Este carácter circular o de *feed-back* (retroalimentación) permite en definitiva que los contenidos formulados en las distintas unidades temáticas tengan un camino de ida y vuelta, asentando aspectos y problemáticas que pueden ser retomadas y desarrolladas después. En este sentido, hablamos de integración de contenidos y enfoque sistémico, dentro de la filosofía global y heterogénea de las ciencias de la naturaleza en general: explicamos el todo (enfoque global) para entender la unidad (enfoque analítico) y viceversa (cuadro 2).



Cuadro 1. Esquema de la estructura doble de la secuenciación de los contenidos



Cuadro 2. Estructura interna de los contenidos

Además, la secuenciación que proponemos a continuación, al estar basada en los contenidos de las relaciones CTS (ciencia basada en contexto) y la evolución histórica de los conceptos, ofrece la posibilidad de revisar y profundizar determinados conceptos que realzan el currículo en espiral (Caamaño, 2007), configurando así lo que denominamos la estructura externa de la secuenciación de los contenidos. Esto supone retomar los conceptos básicos de una disciplina a lo largo de los diferentes cursos de cada etapa educativa, de manera que el alumnado los revise con niveles de comprensión y de conocimiento cada vez mayores. En este caso el criterio sería partir de los contenidos trabajados en 4.º de ESO y terminar asentando la base de los contenidos de biología y geología necesarios para 1.º de bachillerato.

■ Secuenciación propuesta

Partiendo de estos criterios (generales y específicos) y de los contenidos mínimos que marca la legislación curricular española para 4.º curso de la ESO (Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre, Decreto 231/2007 de Andalucía y Orden de 10 de agosto del 2007 de Andalucía), presentamos una posible secuenciación de los contenidos en 15 unidades didácticas que van desde aquellas que tienen un carácter más geológico hasta las más puramente de biología. Entre ambas, se establecen como puente las unidades que hemos denominado de medio ambiente, que desarrollan contenidos de la biología y la geología desde una perspectiva de mayor concienciación ambiental, y en las que el ser humano es un elemento más del medio, modificador de los sistemas naturales.



En el cuadro 3 se presenta la secuenciación de las diferentes unidades y se describen los contenidos de cada una de ellas y sus características más generales: la visión sistémica y holística, las relaciones CTS y la educación ambiental (EA). Aunque presentamos estos contenidos de forma lineal por razones puramente operativas, vemos que la última unidad del ámbito biológico (evolución de los seres vivos) retoma los aspectos tratados en las uni-

dades iniciales de geología (unidad 1, 2 y 3, principalmente). Como hemos señalado anteriormente, el tratamiento de estos contenidos es un camino de ida y vuelta (*feed-back*) que permite la integración e interacción de los conocimientos de la geología (en este caso, la teoría de la deriva continental) con la biología (evolución de las especies), siendo éste uno de los objetivos principales de dicha secuenciación y contextualización.

UD	Descripción de las unidades	Características	Ámbito
1	Se estudia el modelo geoquímico de la Tierra, así como los diferentes métodos de estudios del interior terrestre (directo e indirecto) y la importancia del desarrollo de tecnologías como sismos. Se introducen los antecedentes a la deriva continental (fijismo y movilismo).	Escala macroscópica. Procesos Lentos y en el interior. Tierra como sistema. CTS: cambio social, historia de la ciencia y progreso tecnológico.	Geología
2	Ideas básicas sobre la tectónica de placas partiendo de la de la deriva continental y de las aportaciones del desarrollo científico-tecnológico para el conocimiento de los fondos marinos.		
3	La TP no sólo explica cómo y por qué se mueven los continentes y océanos sino también qué consecuencias geológicas producen (terremotos, volcanes, islas, deformaciones plásticas y por rotura) gracias al desarrollo científico-tecnológico.		
4	El origen y formación de la Tierra y la atmósfera. Las características de las diferentes eras geológicas, a través de la evolución de los seres vivos y las principales extinciones hasta llegar a la aparición del ser humano y su pronta acción sobre el medio (sexta gran extinción).	Escala macroscópica. Procesos lentos. Tierra como sistema. CTS: acción antrópica. EA.	Medio ambiente
5	El relieve por la acción del clima y los diferentes sistemas morfoclimáticos (templado, glaciar y árido) y la acción del ser humano sobre el clima.	Escala macroscópica. Procesos lentos (naturales). Relieve como sistema. CTS: acción antrópica (procesos rápidos) y el patrimonio natural. EA.	
6	Factores condicionantes del modelado terrestre (litológico, estructural y humano). El modelado costero. El relieve como recurso y patrimonio natural y geológico.		
7	El medio ambiente (MA), los ecosistemas y diferentes sistemas (abierto, cerrado y aislado). Los ecosistemas españoles y los espacios naturales protegidos (biodiversidad y patrimonio).	El MA como sistema. CTS: el patrimonio natural y la biodiversidad. Acción antrópica. EA.	
8	Los problemas medio ambientales globales y el impacto humano. Medidas para prevenir y corregir posibles impactos (ecoauditoría, educación ambiental y sostenibilidad ambiental).		



UD	Descripción de las unidades	Características	Ámbito
9	Elementos de los ecosistemas (biotopo y biocenosis). Las relaciones intraespecíficas e interespecíficas. Las adaptaciones de los seres vivos a los ambientes acuáticos y terrestres.	Escala macroscópica. Ecosistemas visión holística. CTS: acción antrópica.	Medio ambiente
10	El flujo de la materia y de la energía en los ecosistemas (redes y cadenas tróficas) y los ciclos biogeoquímicos.		
11	Estructura y funciones de las células procariotas y eucariotas (vegetal y animal). Niveles de organización de los seres vivos. La teoría celular y la importancia del microscopio para el desarrollo del conocimiento científico.	Escala microscópica. Célula como sistema. CTS: progreso tecnológico e historia de la ciencia.	Biología
12	El ciclo celular. El núcleo en la interfase y en división. La división del citoplasma y la meiosis.	Escala microscópica. CTS: Progreso tecnológico e historia de la ciencia.	
13	Los genes y las Leyes de Mendel hasta la Teoría cromosómica de la herencia a través del desarrollo científico-tecnológico. La genética humana y las mutaciones		
14	La estructura y composición química del ADN. La transcripción, traducción y replicación del ADN. La aplicación científica tecnológica de la genética y sus posibles repercusiones sociales, ambientales y éticas.	CTS: el progreso tecnológico, repercusiones y patrimonio genético. EA.	
15	Teorías sobre el origen de la vida (creacionismo). La teoría sintética de la evolución y sus bases y antecedentes (Lamarck y Darwin) y su relación con la TP.	Ídem uds. 1, 2 y 3.	

Cuadro 3. Secuenciación y contextualización de los contenidos

■ Consideraciones finales

Los currículos oficiales marcan unas directrices generales y mínimas, en referencia a los diferentes elementos que configuran las programaciones didácticas. Sin embargo, estas directrices sólo nos orientan para desarrollar contenidos pero no para secuenciarlos y contextualizarlos con un enfoque didáctico y práctico para el alumnado. Esta circunstancia, junto con la complejidad que tiene enseñar ciencias de la naturaleza en la ESO con un enfoque interdisciplinar y sistémico que favorezca los procesos enseñanza-aprendizaje, pone

de manifiesto la importancia de planificar y sistematizar los diferentes contenidos que marca la legislación curricular. Por eso, la secuenciación de contenidos de biología y geología presentada para 4.º curso de la ESO ofrece una propuesta o modelo de secuenciación temporal de unidades que se basa en los principios o criterios didácticos contextualizados para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, puesto que:

- El conocimiento científico es resultado de una actividad llevada a cabo en un contexto por personas que piensan y sienten (Izquierdo y otros, 2006).



Este modelo es un esquema general que puede servir también de referencia para otras áreas y niveles, si se contextualiza a las necesidades específicas de cada uno de ellos

- Aporta una visión de las ciencias alejada de la verdad absoluta, ya que la presenta como una aventura y se desarrolla con preguntas y valores humanos (Izquierdo y otros, 2006).
- Implica enseñar la naturaleza de las ciencias a través de la historia del conocimiento científico, lo cual mejora en el aula la imagen de la ciencia y genera actitudes positivas hacia ella (Solaz-Portolés, 2010).
- Permite integrar la biología y la geología, así como lo social y lo experimental, pudiendo ser subcontextos de los contenidos las relaciones CTS, la educación ambiental y la educación patrimonial. Con este enfoque, el conocimiento científico y su construcción se presentan como un legado que arranca del pasado para evolucionar a partir del desarrollo científico-tecnológico de una sociedad.

Finalmente queremos señalar que este modelo es un esquema general que, aunque se ha diseñado específicamente para este curso y área, puede servir también de referencia para otras áreas y niveles, si se contextualiza a las necesidades específicas de cada uno de ellos.

Referencias bibliográficas

- BRUSI, D. (2011): «Un planeta interdependiente y complejo. Interacciones entre los subsistemas terrestres». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 67, pp. 28-36.
- CAAMAÑO, A. (2007): «El currículo de física y de química en la educación secundaria obliga-

toria en Inglaterra, Gales, Portugal, Francia y España». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 53, pp. 22-37.

CANTELL, H.; RIKKENEN, H. (2003): «Lifelong Geographical Education», en GERBER, R. (ed.): *International Handbook on Geographical Education*. Dordrecht. Kluwer Academic Publisher, pp. 60-71.

CARPENA, J.; LOPESINO, C. (2001): «¿Qué contenidos podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias?». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 29, pp. 34-42.

GAVIDIA, V.; RODES, M.ªJ. (2007): «La biología y la geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la educación secundaria obligatoria». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 53, pp. 65-76.

GIL, D.; VILCHES, A. (2006): «Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades». *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 42, pp. 31-53.

IZQUIERDO, M., y otros (2006). «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 48, pp. 78-90.

MORÓN, H.; WAMBA, A. (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*, vol. 3(4), pp. 1-24.

PEDRINACI, E. (2006a): «Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿una materia para la participación ciudadana?». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 49, pp. 9-19.

— (2006b): «Geología en la ESO, una oportunidad perdida». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 14(3), pp. 194-201.



- (2009): «Origen y evolución de la Tierra». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 62, pp. 8-19.
 - (2011): «El funcionamiento del planeta y la alfabetización de las ciencias de la Tierra». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 67, pp. 10-19.
- PUJOL, R.M.^a (2002): «Educación científica para la ciudadanía en formación». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 32, pp. 9-16.
- SOLAZ PORTOLÉS, J. (2010): «La Naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión». *Educación XXI*, núm. 1, pp. 65-80.

Direcciones de contacto

Hortensia Morón Monge

M.^a del Carmen Morón Monge

Ana María Wamba Aguado

Universidad de Huelva

hortensia.moron@ddcc.uhu.es

mcarmen.moron@dhis2.uhu.es

mwamba@uhu.es

Este artículo fue recibido por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en noviembre de 2011 y aceptado en octubre de 2012 para su publicación.