

# El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico

Gonzalo Miguel Angel Bermúdez <sup>1,a</sup>, Ana Lía De Longhi <sup>2,b</sup>, Valentín Gavidia <sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Córdoba y CONICET. Argentina

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

<sup>3</sup> Departamento de Didáctica las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Valencia. España

<sup>a</sup> gbermudez@unc.edu.ar , <sup>b</sup> analiadelonghi@yahoo.com.ar, <sup>c</sup> valentin.gavidia@uv.es

[Recibido en mayo de 2015, aceptado en marzo de 2016]

Este trabajo estudia el tratamiento del concepto de servicios ecosistémicos en libros de texto de la educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato de España. Con el objetivo de definir su marco conceptual se recopiló publicaciones científicas de la "comunidad de expertos", que actúa de referente epistemológico en el proceso de transposición didáctica. El concepto de servicios ecosistémicos estuvo presente sólo en el 10 % de los manuales analizados (de un total de 50); sin embargo, en la mayoría de ellos se mencionó algún bien o servicio (sobre todo en libros de ciencias de la tierra y medioambientales). Estos resultados se relacionan con la ausencia de la conceptualización en el currículo español. Los servicios "directos" de los ecosistemas fueron tratados con mayor frecuencia que los "indirectos". Aun así, se encontró un centrismo en las selvas tropicales como las únicas proveedoras de bienes, y escasa representación de los servicios sociales y culturales de la biodiversidad.

**Palabras clave:** servicios ecosistémicos; bienes ecosistémicos; libros de texto; transposición didáctica; biodiversidad.

## Treatment of goods and services provided by biodiversity in Spanish secondary education textbooks: an epistemological study

This paper examines the treatment of the concept of ecosystem services in textbooks of middle and high schools from Spain. We reviewed scientific publications from a "community of experts" in order to define their conceptual frameworks, which act as epistemological referents along the didactic transposition. The majority of 50 analyzed textbooks mentioned some particular goods or ecosystem service examples, but only 10 % of these defined their concept (especially earth and environmental science textbooks). These findings are related to the lack of conceptualization in the official curriculum. Direct services from ecosystems were treated more frequently than indirect ones. In addition, rainforests were found to be almost the sole providers of ecosystem goods, as there being an under-representation of the social, cultural and religious values of biodiversity.

**Keywords:** ecosystem services; ecosystem goods; textbooks; didactic transposition; biodiversity.

**Para citar este artículo:** Bermúdez, G.M.A.; De Longhi, A.L.; Gavidia, V. (2016). El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 527-543. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18495>

## Introducción

En la actualidad encontramos numerosas definiciones de la diversidad biológica -o biodiversidad- (Gutiérrez Hernández, 2013) principalmente debido a que es un término polisémico que se expresa en términos relativos (Gyllin y Grahn, 2005), y cuya interpretación y valoración dependen del grupo social y sector ocupacional al que pertenezca una persona (Cáceres, Tapella, Quétier y Díaz, 2015). En el ámbito político y en la comunidad científica, una de las ideas de la biodiversidad tan difundida como abarcadora es la del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), firmado en 1992 (CBD, 2001). Sin embargo, los nuevos desarrollos en la disciplina ecológica han llevado a complejizar la definición original,

detallando nuevos componentes y atributos, como es la aportada por Díaz et al. (2015), que engloba a:

[...] la variabilidad entre los seres vivos, dentro de los ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que son parte. Esto incluye la variación genética, fenotípica, filogenética y los atributos funcionales, tanto como los cambios en la abundancia y distribución a lo largo del tiempo, dentro y entre las especies, las comunidades biológicas y los ecosistemas. (p. 12)

Por otro lado, el renovado interés por la conservación de la diversidad biológica (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005) proviene probablemente de la promoción del término en el ámbito socio-político (Gutiérrez Hernández, 2013). Su importancia radica en que las condiciones, procesos y funciones que caracterizan a los ecosistemas naturales, en los cuales la biodiversidad juega un papel fundamental, proporcionan una serie de servicios ambientales a la sociedad que son esenciales (Costanza et al., 1997; de Bello et al., 2010; Díaz, Fargione, Chapin III y Tilman, 2006; Mertz, Ravnborg, Lövei, Nielsen y Konijnendijk, 2007).

Entendidos en sentido amplio como los beneficios que las personas obtenemos de los ecosistemas (MEA, 2005), directa o indirectamente, el concepto de servicios ecosistémicos ha sido propuesto como un elemento esencial en el análisis integral de los aspectos sociales y ecológicos tendiente al desarrollo sustentable (Cáceres et al., 2015; Díaz, Hector y Wardle, 2011). La provisión de estos bienes y servicios incluye desde la comida a la limpieza del aire y los beneficios psicológicos y sociales de disfrutar de un ambiente bello y diverso (Braat y de Groot, 2012).

Evidentemente, no es esta visión antropocéntrica y en parte utilitarista la única mirada hacia la biodiversidad y en general hacia los ecosistemas. Gudynas (2005) haciendo un repaso a la historia de las distintas formas de posicionarse ante la Naturaleza señala la importancia del pensamiento primero organicista y luego sistémico y global. Las funciones de los ecosistemas tienen sentido en sí mismas y no necesariamente como servicio o producto a usar por el ser humano. Sin embargo, también se acepta que la opción utilitarista colabora en el desarrollo de una mirada sostenible hacia el medio ambiente, urgente y necesaria en estos momentos.

El valor de enseñar y aprender los bienes y servicios que aporta la biodiversidad radica en que puede ayudar a que los estudiantes y otros actores sociales desarrollen competencias para fundamentar y orientar la interpretación crítica y la toma de decisiones en torno a las políticas de conservación. Esto conlleva el reconocimiento de que la dimensión ética y política de las problemáticas ambientales es consustancial a su carácter científico y social (García y Martínez, 2010). A su vez, lo que la sociedad considera como un “bien” o “servicio” realizado por la naturaleza resulta ideal para trabajar el ámbito axiológico de la conservación de la biodiversidad, ya que, como señalan Martínez y García (2009), se encuentra tratado deficientemente por las editoriales de España.

Estudios como el de Del Carmen y Jiménez (2010) dan cuenta de que el libro de texto sigue siendo el recurso más utilizado para la enseñanza de las ciencias, guiando al profesorado en la toma de decisiones. Otros afirman que han sustituido incluso al currículo escrito y oficial, y que se han transformado en una herramienta de actualización para el profesor (De Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Una de las problemáticas asociadas a esta situación radica en que si contuvieran errores o significados sesgados, tanto sea acerca de conceptos científicos como de la visión de ciencia, éstos pueden ser enseñados a los alumnos (Cardoso-Silva & Oliveira, 2013). Además, los manuales escolares representan un nivel de la transposición didáctica (Chevallard, 1991), entendida como las transformaciones que experimenta un objeto de saber para ser enseñado. Estas adaptaciones se conforman primeramente en las decisiones que

llevan a que un determinado conocimiento sea incluido en los programas curriculares (saber “a enseñar”), y luego, una vez que los docentes interpretan éstos y planifican sus clases, transformándolo en “objeto de enseñanza”. En este sentido, como recurso o como fuente de conocimiento en el aula, el contenido, estructura y nivel de complejidad del manual escolar actúa como mediador del proceso de transposición (Bermudez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014).

En este marco, la transposición didáctica permite realizar una vigilancia epistemológica de lo que se enseña en relación con lo que se explicita debe ser enseñado, echando luz sobre los cambios experimentados por el paso de los saberes desde el contexto de producción (en la comunidad científica, por ejemplo) al de enseñanza (en las escuelas). Para el didacta, es una herramienta que permite recapacitar, tomar distancia, interrogar las evidencias, desprenderse de la familiaridad engañosa de su objeto de estudio (Chevallard, 1991). Por ello, tal como sostienen Occelli y Valeiras (2013), los manuales escolares han comenzado a constituirse en objeto de investigación didáctica en las últimas décadas. Al respecto, los estudios que han vigilado el tratamiento de la biodiversidad en los libros de texto se han centrado en su conceptualización (Bermudez et al., 2014; Bermudez y De Longhi, 2012), en la descontextualización del ámbito axiológico y social de las causas y estrategias de conservación (Bermudez, De Longhi y Gavidia, 2015, Martínez y García, 2009), en las diferencias en la presentación de contenidos sobre especies animales y vegetales (Rodríguez, de las Heras, Pérez y de León, 2014) y en el reconocimiento de las causas, consecuencias y posibles soluciones a la pérdida de la biodiversidad (Montañés y Jaén, 2015). Sin embargo, a la fecha, no hemos encontrado estudios que aborden la presencia del concepto de “bienes y servicios ecosistémicos” en los libros de texto de la educación secundaria española. Por lo tanto, nos planteamos como objetivos de investigación:

- a) Elaborar un instrumento de análisis de los servicios ecosistémicos para ser aplicado a libros de texto del bachillerato y de la educación secundaria obligatoria (ESO).
- b) Analizar la presencia del concepto servicios ecosistémicos en libros de texto del bachillerato y de la ESO. Si bien la LOMCE es la nueva ley del sistema educativo español, no está completamente implantada, por lo que nuestro análisis lo haremos de la todavía vigente LOE, Ley Orgánica de Educación.

## Metodología

Fase primera: se determinó el ámbito conceptual de los servicios ecosistémicos definido por la comunidad de expertos a partir de la lectura de literatura especializada: revistas internacionales (artículos de investigación, revisiones, opiniones y ensayos) y enciclopedias destinadas al ámbito científico. De esta forma definimos una herramienta de trabajo formada por categorías y subcategorías de análisis.

Fase segunda: se realizó el estudio del tratamiento de los servicios ecosistémicos en manuales de la ESO y bachillerato (considerando textos de los últimos años), registrando la presencia/ausencia de cada ítem de la red conceptual y transcribiendo textualmente las citas. Para ello se revisaron los capítulos dedicados al tema “biodiversidad” y “problemáticas ambientales” de textos de numerosas editoriales, con cierta preponderancia de los provenientes de la Comunitat Valenciana, aunque sin interés comparativo entre editoriales (Montañés y Jaén, 2015).

Previamente a este análisis de los materiales escolares, y para que sirviera de guía en la selección de los niveles escolares y de los textos a analizar, se estudió pormenorizadamente el

currículo prescriptivo que presentaban los Reales Decretos que desarrollaban la Ley Orgánica de Educación (2006).

El listado completo de libros ( $n = 50$ ), se presenta en el Anexo 1. Durante el procesamiento, cada manual recibió un código dado por su nivel educativo: “ESO” ( $n = 27$ ) y “BAC” para bachillerato ( $n = 23$ ). A la vez, se clasificaron por año dentro de los dos niveles educativos; es decir, “1” para libros de primero de la ESO (ESO1,  $n = 13$ , de Ciencias de la Naturaleza) y de BAC (BAC1,  $n = 13$ , de Biología I y de Biología y Geología), “2” para manuales del segundo curso de BAC (BAC2,  $n = 10$ , Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, y “4” para libros del cuarto curso de la ESO (ESO4,  $n = 14$ , de Biología y Geología).

La comparación entre etapas educativas (ESO frente a BAC) y cursos se realizó con la prueba estadística de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), siguiendo el protocolo señalado por Bermudez et al. (2014), y utilizando el programa estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences, versión 17). Se trabajó con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Los resultados se expresaron como porcentajes y la significancia como \* ( $p \leq 0.05$ ), \*\* ( $p \leq 0.01$ ) y \*\*\* ( $p \leq 0.001$ ).

## Resultados

### A. Los servicios ecosistémicos en el ámbito científico

Desde 1983, fecha en que se publicó el primer trabajo científico con la palabra “servicios ecosistémicos”, Costanza y Kubiszewski (2012) han contado 2.386 artículos de investigación sobre este tema en la base ISI (Institute for Scientific Information’s Web of Science), con un crecimiento exponencial hasta la actualidad. Sin embargo, el concepto de servicios ecosistémicos es complejo y pocas veces se aporta su definición en las publicaciones científicas (Petchey y Gaston, 2006).

Haciendo un análisis histórico, Braat y de Groot (2012) señalan que el tratamiento de los servicios ecosistémicos comenzó como marco utilitario de las funciones ecosistémicas beneficiosas para la sociedad, lo cual incrementó el interés público por la conservación de la biodiversidad. En la década del ’90, la aparición de métodos para estimar su valor económico (Costanza et al., 1997), hizo que los servicios formaran parte de la literatura profesional. Braat y de Groot (2012) sostienen que existe un acuerdo en reconocer como parte del concepto tanto el trabajo realizado por la naturaleza (lo que es comúnmente llamado “servicio”) como los productos de tales procesos (denominados “bienes” o “mercancías”).

De esta forma, existen funciones o procesos que se llevan a cabo gracias a la biodiversidad y son considerados como servicios por diversos autores y organismos (Chapin et al., 2000; Díaz et al., 2006; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2003). Estos son:

- a) *servicios de soporte*: mantienen las condiciones de habitabilidad de la superficie terrestre como la formación y retención del suelo, el ciclo de nutrientes, la polinización y la dispersión de semillas, la producción de biomasa vegetal, etc.;
- b) *servicios de regulación*: del clima, a través del secuestro de carbono, y de procesos ecosistémicos como la erosión, protección contra amenazas naturales, etc.;
- c) *servicios de aprovisionamiento*: de productos como alimentos, maderas, fibras, medicinas, recursos genéticos, etc.; y,
- d) *servicios culturales*: dados por los valores espirituales y religiosos, educativos, estéticos, recreativos, simbólicos y cognitivos.

Otra clasificación agrupa a los servicios ecosistémicos en *directos* cuando están asociados a la presencia de determinadas especies, las que proveen de bienes materiales o inmateriales como fibras, medicinas, belleza, etc. e *indirectos*, que derivan del continuo funcionamiento de los procesos ecosistémicos (por ejemplo, la formación, retención y mantenimiento de la fertilidad del suelo depende de los procesos ecosistémicos de descomposición y ciclado de nutrientes por la microbiota, entre otros) (Díaz et al., 2006).

La valoración de los servicios ecosistémicos puede tener diferentes perspectivas, así de Groot et al. (2012) advierten que suelen expresarse en unidades monetarias, pero sólo constituye una guía para la comprensión de las preferencias de las personas por uno u otro servicio. Mertz et al. (2007) reconocen que interpretar los servicios en términos económicos indica un menosprecio de su verdadero valor debido a que muchos de ellos no forman parte del capital de mercado; es decir, no poseen precio (por ejemplo, el costo de mantener el aire limpio en una ciudad). Al respecto, Chapin et al. (2000) agregan que las técnicas empleadas para valorar la biodiversidad van desde la valuación directa basada en los precios de mercado hasta las estimaciones de lo que estarían dispuestas a pagar las personas para proteger la vida silvestre amenazada. Esta aproximación permite definir prioridades de recursos destinados al cuidado de estos servicios, tema de crucial importancia para la implementación del programa de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2001). De hecho, el nuevo plan estratégico para 2020 de la CBD solicita que los valores de la biodiversidad sean integrados en las estrategias de desarrollo y en las economías nacionales.

Mertz et al. (2007) añaden que en la evaluación de los servicios ecosistémicos pueden considerarse dos enfoques. Por un lado, valorando ecosistemas o biomas enteros; y por otro, haciéndolo con uno o más bienes o servicios. Un ejemplo de los primeros es el de Costanza et al. (1997), quienes estimaron el valor total de servicios para diferentes biomas. Años después, de Groot et al. (2012) revisaron trabajos previos y concluyeron que el valor total de los servicios ecosistémicos es considerablemente importante, y que oscila entre un mínimo de 490 dólares internacionales por año (int\$/año) para el total de servicios que pueden ser provistos por una hectárea de mar abierto, a casi 350.000 int\$/año por los servicios globales de una hectárea de arrecifes de coral. La mayor parte de esos valores está fuera del mercado, ya que son considerados como bienes públicos no trazables en términos de riqueza económica. Esto indica que la continua sobreexplotación de los ecosistemas se produce a expensas de la vida de los más desfavorecidos y las generaciones futuras, ya que las sociedades y personas poderosas utilizan la naturaleza en su provecho con el consiguiente empobrecimiento del resto de la población y destrucción de los recursos naturales necesarios para la sostenibilidad de la vida como la conocemos. En este sentido, Díaz et al. (2006) afirman que la desaparición de los servicios ecosistémicos dependientes de la biodiversidad acentuará la inequidad y la marginación de los sectores más vulnerables de la sociedad debido al menor acceso a materiales básicos para desarrollar una vida saludable.

Como acción global de las naciones contra la pérdida de la biodiversidad, la CDB firmada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, estableció tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes, y la distribución justa y equitativa de los beneficios del uso de los recursos genéticos (CBD, 2001). En este contexto, el artículo 13 hace referencia a la necesidad de incrementar el conocimiento general del significado de la biodiversidad a través de la educación formal e informal.

Como resultado de esta descripción del ámbito conceptual de los servicios ecosistémicos definido por la comunidad de expertos se elaboró una parrilla para el análisis de su tratamiento en los manuales de la educación secundaria, la que se presenta en las Tablas 1 y 2.

## B. Los servicios ecosistémicos en el currículo oficial

En el currículo del Ministerio de Educación para la ESO (Biología y Geología, Ciencias de la Naturaleza) y el bachillerato (Biología, Biología y Geología, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente) del Ministerio de Educación y Ciencia español (MEC, 2006, 2007, 2008) que desarrolla la Ley General de Educación (LOE, 2006) no hemos encontrado mención explícita a la noción de servicios ecosistémicos. Sin embargo, de manera indirecta, en el 1º curso de la ESO se trabaja la “valoración de la importancia de mantener la diversidad de los seres vivos. Análisis de los problemas asociados a su pérdida” (bloque 4, p. 694), lo que puede derivar en el estudio de los beneficios de la biodiversidad. En el 2º curso de la ESO, se estudian los distintos tipos de ecosistemas, reconociendo “el papel que desempeñan los organismos productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema” (p. 695) y en Criterio de evaluación nº 7 se indica “El alumnado ha de [...] valorar la diversidad del ecosistema y la importancia de su preservación” (p. 696). Estas podrían ser instancias para introducir el concepto de servicio ecosistémico y complejizar la noción de la biodiversidad y su conservación.

En el 3º curso de la ESO, en el único bloque de los siete en el que se estudia Ecología se hace desde la perspectiva de la actividad humana, prescribiendo “Valoración de la necesidad de cuidar del medio ambiente y adoptar conductas solidarias y respetuosas con él” (p. 697). El criterio de evaluación nº 12 señala “el alumnado debe valorar el medio ambiente como un patrimonio de la humanidad y argumentar las razones de ciertas actuaciones individuales y colectivas para evitar su deterioro” (p. 698). No aparece el concepto de biodiversidad.

En el 4º curso de la ESO, en la materia “Biología y Geología”, se estudian las transformaciones de los ecosistemas y la dinámica que en él existen (bloque 4):

“Las transformaciones en los ecosistemas. La dinámica de los ecosistemas: análisis de las interacciones existentes en el ecosistema. Las relaciones tróficas. Ciclo de materia y flujo de energía. Identificación de cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos. Ciclos biogeoquímicos. Autorregulación del ecosistema: las plagas y la lucha biológica” (p. 701).

El único servicio ecosistémico que se explicita es la figura de “lucha biológica”. Abundando en esta idea el criterio de evaluación nº 9 señala “[...] la gestión sostenible de algunos recursos por parte del ser humano” (p. 702).

En el bachillerato, en la materia del primer año “Biología y Geología”, se profundizan los contenidos sobre taxonomía desarrollados en el nivel anterior, mientras que en “Biología”, del segundo curso, se tiene una mirada netamente molecular. La noción de diversidad biológica es retomada en la materia “Ciencias de la Tierra y medioambientales”, estudiando las relaciones tróficas, los cambios en los ecosistemas a lo largo del tiempo y los principales problemas ambientales. En el Bloque 4º de los contenidos se puede leer: “La biosfera como patrimonio y como recurso frágil y limitado. Impactos sobre la biosfera: pérdida de biodiversidad” (MEC, 2007, p. 45437).

## C. Los servicios ecosistémicos en libros de texto de la educación secundaria

El concepto de “servicios ecosistémicos” estuvo solamente presente en el 10 % de los textos analizados (Tabla 1), sin encontrarse diferencias significativas entre cursos o niveles educativos. En el único material de la ESO que los trató fueron definidos como “servicios de la naturaleza” (ESO4N, p. 149), en el contexto de la valoración de las áreas protegidas. Algo similar ocurrió en primero de bachillerato, cuando el libro B1I hizo referencia a ellos como “servicios globales de la biodiversidad” (p. 335). En el segundo curso de bachillerato los

servicios fueron tratados en tres manuales, con un nivel más elevado de complejidad ya que, incluso, se citó el trabajo de Costanza et al. (1997), pionero en la valoración económica de servicios ecosistémicos:

“Un estudio de la Universidad de Cornell (EE.UU.), señalaba en 1997 que la biodiversidad regala anualmente 435 billones de pesetas a la humanidad. Cada vez son más los estudios que confirman la importancia de la contribución de los ecosistemas en la actividad económica, que hasta hace muy poco permanecía ignorada.” (BAC2G, p. 230)

A continuación se presenta el análisis del tratamiento que dan los manuales a los servicios ecosistémicos, comenzando por los “directos” en la Tabla 1 y culminando con los “indirectos” en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Distribución de frecuencias relativas (%) para las categorías de análisis correspondientes a los servicios ecosistémicos directos en libros de texto de la educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato (BAC) español. Referencias. 1, 2 y 4 = cursos del nivel educativo correspondiente. X<sup>2</sup> = valor de p para la prueba Chi-cuadrado de Pearson. ns = no significativo. a = ≥ 25 % de las casillas poseen una frecuencia esperada inferior a 5. c = estadístico exacto de Irwin Fisher (significación bilateral) con p ≤ 0.01.

Categorías de análisis	Nivel			Curso					Total
	ESO	BAC	X <sup>2</sup>	ESO1	ESO4	BAC1	BAC2	X <sup>2</sup>	
Presencia del concepto	3.7	17.4	ns	0.0	7.1	7.7	30.0	ns	10.0
1. Alimentos, fibras y combustibles	40.0	47.8	ns	53.8	28.6	7.7	100.0	***	44.0
2. Recursos genéticos	0.0	30.4	** a,c	0.0	0.0	0.0	70.0	*** a	14.0
3. Sustancias bioquímicas	37.0	43.5	ns	53.8	21.4	7.7	90.0	***	40.0
4. Recreación y valores estéticos	3.7	39.1	** a,c	7.7	0.0	7.7	80.0	*** a	20.0
5. Sistemas de conocimiento	7.4	21.7	ns	7.7	7.1	0.0	50.0	** a	14.0
6. Educación e inspiración	3.7	8.7	ns	0.0	7.1	0.0	20.0	ns	6.0
7. Valores espirituales y religiosos	0.0	4.3	ns	0.0	0.0	0.0	10.0	ns	2.0

1. *Producción de alimentos, fibras y maderas.* Fue uno de los servicios ecosistémicos más frecuentes en los manuales de ambos niveles educativos (± 40 %); sin embargo, mientras que su presencia fue total en BAC2, sólo fue tratado en el 54 % de los textos de ESO1. Estos últimos presentaron un simple listado de los recursos naturales utilizados, otorgando una breve explicación de referencia:

“La biodiversidad es un recurso muy valioso. Nos proporciona alimentos, medicamentos, energía, materias primas y entornos de gran belleza para nuestro goce. Recursos alimentarios. Obtenemos alimentos básicos de las plantas, de la ganadería y de la pesca (...).” (ESO1E, p. 178)

Un texto de ESO4, hizo mención a la relación entre los recursos forestales ibéricos y el poderío naval de estos países en épocas colonialistas:

“La supremacía de España y de Portugal en los mares del mundo durante muchos siglos tuvo como pilar fundamental la explotación de los bosques de la Península. En España,

se utilizaron principalmente robles y pinos para abastecer los astilleros de la cornisa cantábrica (...). La flota española (...) estaba formada en el año 1585 por 300.000 toneladas de madera (...)." (ESO4H, p. 195)

En BAC2, el libro BAC2C reconoció la importancia comercial de los recursos alimenticios, dado el valor agrícola y ganadero de las especies silvestres:

"Importancia comercial: proporcionan madera que se procesa y utiliza en numerosas industrias, como la construcción de casas, muebles (...). El 90 % del alimento que consumimos actualmente se obtiene de plantas que fueron domesticadas partiendo de especies silvestres (...)." (p. 266; p. 397)

2. *Recursos genéticos*. Este servicio sólo estuvo presente en el 30 % de los libros del bachillerato, si bien la mayoría correspondió a BAC2 (70 %). Las explicaciones acerca del recurso genético se han centrado principalmente en la búsqueda de variedades cultivables con mayor grado de resistencia a las plagas actuales o futuras (conservación del acervo genético):

"Siete cultivos trigo, arroz, maíz, patata, cebada, boniato y mandioca, son la base de la alimentación a escala mundial (...). Al mismo tiempo se están perdiendo, por su menor productividad y falta de rentabilidad, las variedades locales que puedan facilitar los recursos genéticos necesarios para la adquisición de resistencia a las enfermedades. Si la diversidad genética se pierde, la capacidad de obtener variedades resistentes y con mejores condiciones disminuye drásticamente." (B2ACB, pp. 179-180)

3. *Sustancias bioquímicas*. Se encontraron frecuencias similares en los manuales de ambos niveles educativos ( $\pm 40\%$ ). Sin embargo, los que más desarrollaron este tema fueron los de ESO1 y BAC2, con más ejemplos en el último caso:

[sobre el origen de la aspirina] "Una infusión de corteza de sauce era, ya en el siglo I, un buen remedio para fiebres y dolores. En la corteza de sauce abunda el ácido salicílico. A partir del ácido salicílico, el doctor Felix Hoffmann sintetizó el ácido acetil-salicílico, que salió a la venta el 1 de febrero de 1899 con el nombre de aspirina." (BAC2B, p. 180)

4. *Recreación y valores estéticos*. Se encontraron diferencias significativas y la mayor frecuencia para este servicio fue hallada en el bachillerato (39 %), específicamente en BAC2 (80 %). Como en casos anteriores, las versiones más simples del concepto se presentaron en ESO1, como por ejemplo: "Lugares de goce. Los paisajes representan un patrimonio natural y cultural y contribuyen a nuestro bienestar psicológico y social" (ESO1E, p. 178). Las nociones más complejas se hallaron en BAC2:

"La importancia de la biodiversidad reside (...) en la belleza de un paseo por el campo, entre los árboles de un bosque. Las posibilidades de ocio, recreo y turismo que proporciona la diversidad biológica permiten percibir mediante nuestros sentidos la importancia, la necesidad de que nuestro mundo sea rico y diverso." (BAC2G, p. 230)

5, 6 y 7. *Sistemas de conocimiento, educación e inspiración, valores espirituales y religiosos*. Estos servicios fueron ignorados en ambos niveles educativos, pero, en algunos casos, los libros pusieron de relieve los servicios culturales de la diversidad biológica:

"Las áreas naturales son protegidas cuando el valor que la sociedad asigna a sus funciones es mayor que el que obtiene de explotar sus recursos. Algunos de estos valores son: servicios culturales, científicos, educativos, etc." (ESO4N, p. 149)

A continuación se muestra el análisis estadístico para el tratamiento de los servicios ecosistémicos “indirectos” (Tabla 2), los que mostraron porcentajes de presencia menores que los servicios “directos” (Tabla 1).

8. *Producción sostenida de biomasa.* Este servicio se encontró ausente en ESO1 y con bajos porcentajes de aparición en ESO4 y BAC1. Aunque el servicio se asoció principalmente a la producción de materia prima, la producción sostenida de biomasa se diferencia en cuanto a que el recurso es continuamente restablecido sin necesidad de que el hombre intervenga para que crezcan las plantas y los animales. En este sentido, como noción de regeneración natural, encontramos el texto ESO4M, que explica lo siguiente:

“¿Se puede solucionar el problema de nuestros bosques? (...) En segundo lugar, debe favorecerse, ayudando y sin interferir, la regeneración natural de la vegetación. Muchas especies mediterráneas rebrotan (y otras germinan) espontánea y “gratuitamente”, después de una tala o un incendio.” (p. 101)

**Tabla 2.** Distribución de frecuencias relativas (en porcentaje) para las categorías de análisis correspondientes a los servicios ecosistémicos “indirectos” en libros de texto de la educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato (BAC) español. Referencias al pie de la Tabla 1.

Categorías de análisis	Nivel			Curso					Total
	ESO	BAC	X <sup>2</sup>	ESO1	ESO 4	BAC1	BAC2	X <sup>2</sup>	
8. Producción sostenida de biomasa	7.4	21.7	ns	0.0	14.3	15.4	30.0	ns	14.0
9. Formación, retención, fertilidad del suelo	37.0	56.5	ns	15.4	57.1	23.1	100.0	***	46.0
10. Regulación del ciclo del agua	33.3	52.2	ns	15.4	50.0	23.1	90.0	***	42.0
11. Provisión de hábitat	18.5	21.7	ns	7.7	28.4	0.0	50.0	* a	20.0
12. Polinización	0.0	13.0	ns	0.0	0.0	0.0	30.0	** a	6.0
13. Dispersión de semillas y frutos	0.0	8.6	ns	0.0	0.0	0.0	20.0	ns	4.0
14. Resistencia a organismos invasivos	11.1	8.7	ns	0.0	21.4	0.0	20.0	ns	10.0
15. Control biológico	18.5	13.0	ns	0.0	35.7	0.0	30.0	* a	16.0
16. Regulación del clima	11.1	52.2	**	0.0	21.4	15.4	100.0	*** a	30.0
17. Protección contra peligros naturales	11.1	26.1	ns	15.4	7.1	0.0	60.0	*** a	18.0

9. *Formación, retención y mantenimiento de la fertilidad del suelo.* Los textos de BAC2 fueron los que trataron la temática con mayor frecuencia, incluso estimando el valor económico del servicio prestado (BAC2B). Otros se refirieron a la creación de suelos y prevención de la erosión: “Creación de suelo, prevención de su erosión y regulación tanto de su fertilidad como de la retención y circulación del agua” (ESO4G, p. 335).

10. *Regulación del ciclo de agua.* Si bien no se encontraron diferencias significativas para el nivel educativo, los manuales de BAC2 fueron los que presentaron la temática con mayor y significativa frecuencia (90 %). El tratamiento de este servicio estuvo asociado a la pérdida del suelo y la conservación de los bosques:

“Importancia ecológica: ayudan a retardar la pérdida de agua de lluvia por escorrentía, porque absorben y retienen agua que recarga manantiales y acuíferos. Además, el agua que pasa por los bosques tiene muy poco fango y elementos minerales, por lo que requiere pocos tratamientos.” (BAC2C, p. 266)

11 y 12. Provisión de hábitat y polinización. Estos servicios fueron escasamente presentados por los libros de texto de los dos niveles educativos. Sin embargo, las frecuencias de aparición en libros de BAC2 fueron más altas que en el resto de los manuales, principalmente para el caso de la polinización. Las nociones de provisión de hábitat más simples aparecieron en ESO1 y en algunos libros de ESO4. Por ejemplo: "La desaparición de unas especies afecta a otras, ya que en cada zona geográfica las especies mantienen entre sí una serie de relaciones: unas proporcionan alimento, guarida, etc. a las otras" (ESO1F, p. 144). Estos ejemplos se complejizaron con el estudio de casos, como es el de la *Posidonia oceánica* (ESO4D, p. 97):

“Conocidas como algueros (...) ofrecen alimento y cobijo a numerosas especies, actuando de criadero de alevines de especies pesqueras de gran importancia y de soporte de otras muchas que viven fijadas sobre ella.”

13 y 14. *Dispersión de semillas y frutos, y resistencia a organismos invasivos*. Estos servicios mostraron los porcentajes más bajos en todos los niveles y cursos. En cuanto a la propagación de semillas y otras estructuras vegetales, servicio ausente en el 96 % de los textos analizados, los manuales BAC2B y BAC2G presentaron una valoración económica del servicio. Por otro lado, la capacidad del ecosistema de evitar el ingreso de seres vivos con potencial invasor fue tratada en el texto ESO4A:

“En condiciones naturales, cuanto más alta es la biodiversidad, más rara es la aparición de plagas, puesto que éstas están sujetas a interacciones con sus enemigos ecológicos. La materia sigue sus ciclos naturales y se recicla una y otra vez.” (p. 214)

15. *Control biológico*. El tratamiento de este servicio ecosistémico fue mayor en los libros de ESO4 y BAC2. Algunos textos narraron casos concretos, valoraron monetariamente el recurso e incluso presentaron en apartados diferenciados, destacando así su importancia (BAC2B, BAC2H, BAC2J):

“En el Mediterráneo se ha desarrollado en los últimos años (...) un alga de origen tropical denominada *Caulerpa taxifolia*. (...) [que] forma prados densos (...) que en muchos casos, desplazan a las praderas de *Posidonia oceanica*. Una posible solución a este problema sería la introducción de una babosa marina del género *Ehysia*, que solo se alimenta de la *Caulerpa taxifolia* y que actuaría como enemigo natural.” (ESO4M, p. 108)

16. *Regulación del clima*. Este servicio estuvo presente en el 100 % de los textos de BAC2, pero escasamente tratado en el resto de los manuales:

“Los árboles tienen un gran papel de saneamiento de la naturaleza. Ayudan a regular el clima tanto local, como regional o mundial (...). Si grandes masas de árboles son taladas, la precipitación media anual disminuye y el clima de la región se hace más cálido y seco. Ayudan a mantener los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico (...).” (BAC2C, p. 266)

17. *Protección contra los peligros naturales*. Este servicio fue escasamente presentado por los libros de los dos niveles educativos. Sin embargo, las frecuencias de aparición en manuales de BAC2 fueron significativamente más altas (60 %). Uno de los ejemplos más interesantes, como en el caso de la provisión de hábitat, fue el de las praderas submarinas de *Posidonia oceanica* (ESO4D) y el de la protección contra tsunamis (BAC2F) y ciclones (BAC2C):

“El Parque de Sundarbans (...) actúa de barrera frente a los feroces ciclones que afectan ocasionalmente esta región de la India. Al tiempo, es un territorio vital para numerosas especies de aves, peces, crustáceos y, sobre todo, para el tigre de Bengala (...).” (p. 403)

## Discusión

Según Chevallard (1991), la *noosfera* se compone de representantes del sistema de enseñanza y de la sociedad, como miembros de asociaciones docentes, profesores, padres de alumnos, especialistas de las disciplinas de estudio y representantes de organismos políticos, quienes junto con las editoriales forman parte de los equipos que escriben y utilizan los manuales escolares. Para este autor, cuando se produce un desequilibrio entre el sistema educativo y la sociedad, es la noosfera quien opta prioritariamente por un reequilibrio (o tendencia a la *compatibilización*). Ello se traduce en una manipulación del saber, seleccionando elementos del saber sabio que, al ser designados como “saber a enseñar”, serán luego sometidos al trabajo de transposición interna; es decir, cuando se planifica y se enseña un contenido. El quehacer de la noosfera también incluye la construcción de un nuevo texto que acorte las distancias morales y biológicas cuando el saber a enseñar envejece en relación con la comunidad de expertos y con las necesidades de la sociedad (trabajo externo de transposición).

En este contexto, en investigaciones previas hemos descrito que el concepto de biodiversidad que persiste en los manuales escolares está reducido a la riqueza de especies (Bermudez et al., 2014; Bermudez y De Longhi, 2012). En el presente estudio hemos encontrado un nivel de atraso equivalente en la conceptualización de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad, ya que prácticamente está ausente.

Por otro lado, hemos hallado que el principal bioma que provee de bienes y servicios es la selva tropical, lo que coincide con lo descrito por Gavidia y Cristerna (2000) sobre la ejemplificación con ambientes foráneos de los manuales de España. A su vez, Ibarra y Quílez (2005) dan cuenta de un idéntico centrismo en las selvas como ideal de equilibrio ecosistémico, ya que el clímax de toda sucesión ecológica presentada en los manuales siempre derivó en una selva tropical. Otros ambientes que quedaron fuera del tratamiento curricular fueron los océanos, que contienen un total de carbono cincuenta veces superior al de la atmósfera (Prentice et al., 2001). A su vez, los arrecifes de coral son los más ricos en términos monetarios en la provisión de servicios ecosistémicos, seguidos por las zonas húmedas costeras, los humedales continentales, y, de lejos, las selvas tropicales (de Groot et al., 2012).

Por otro lado, los particularmente bajos porcentajes de tratamiento de los bienes y servicios ecosistémicos en los manuales de la ESO ponen de relieve la falta de reconocimiento de los beneficios individuales y comunitarios a nivel biológico, mental, social, ambiental y económico de la biodiversidad (Maller, Townsend, Pryor, Brown, y St Leger, 2006). En la literatura científica ha comenzado a reconocerse a los espacios verdes por sus propiedades curativas en ambientes estresantes como hospitales u hogares de ancianos. Por ejemplo, Fuller, Irvine, Devine-Wright, Warren y Gaston (2007) han descrito que el bienestar psicológico de las personas generalmente aumenta con el acceso público a espacios verdes que poseen alta riqueza de plantas, lo que a su vez es reconocido por la gente por su gran belleza (Lindemann-Matthies, Junge y Matthies, 2010). Además, el hecho de ocultar los bienes y servicios de conocimiento, educación e inspiración, valores espirituales y religiosos de la biodiversidad puso de relieve el silencio del componente social en el análisis ambiental. Resultados similares fueron encontrados por Bermudez et al. (2015), para quienes la transposición didáctica vuelve *monumentalista* la enseñanza de la biodiversidad, pues olvida las razones de su existencia, a la vez que adquiere connotaciones *biologicistas*, *utilitaristas* y *aculturales* sobre los motivos de su conservación, ya que deja de lado dimensiones éticas, filosóficas y culturales.

En cuanto a los servicios ecosistémicos de regulación del clima, y a pesar de que la regulación de las condiciones atmosféricas es uno de los más importantes en el contexto actual del cambio climático (Díaz et al., 2006, 2011), fueron tratados de forma consistente sólo en los manuales de BAC2. Su inclusión en libros de la ESO y de BAC1 constituye un requisito a cumplir para poder comprender las relaciones entre la biodiversidad y las medidas para mitigar el calentamiento global.

## Conclusiones y consideraciones finales

Tras la análisis epistemológico del tratamiento de los bienes y servicios ecosistémicos en los libros de texto de España se concluye que, a pesar de que su conceptualización estuvo escasamente representada, ha tenido lugar un proceso de compatibilización proveniente del saber sabio (tendiente a la actualización), que ha promovido la inclusión de cuantiosos ejemplos de bienes y servicios que superan ampliamente al de “lucha biológica” explicitada en los diseños curriculares. Es decir, los autores de los manuales estudiados parecen haber reconocido la obsolescencia del saber a enseñar propuesto y tomado al conocimiento científico de referencia como base para su renovación (Bizzo y Caravita, 2012) a pesar de lo escrito en los Reales Decretos, que establecen las enseñanzas mínimas (saber a enseñar). Se plantea el interrogante acerca de la presencia y modo en que se planifica (objeto de enseñanza) y trabaja en el aula el concepto de servicios ecosistémicos y si, con el paso del tiempo, la definición y mayor cantidad de ejemplos (sobre todo de servicios socio-culturales e “indirectos”) serán incorporados en los programas oficiales. Como plantean Bizzo y Caravita (2012), la enseñanza de la Biología es interpelada por contenidos de disciplinas con un vertiginoso desarrollo (ecología, genética y biología molecular), lo que demanda una actualización continua de los programas y libros de texto.

En relación con los bienes y servicios descritos en los manuales, y ya que las selvas tropicales fueron predominantes, sugerimos re-jerarquizar los ecosistemas y biomas ejemplificados y ampliar los casos de ambientes a aquellos más cercanos al contexto español: el bosque mediterráneo, el bosque atlántico, la dehesa, los humedales, los ríos y sus riberas, las zonas semiáridas, etc. De otro modo, tal como refieren Menzel y Bögeholz (2009), los estudiantes pueden llegar a pensar que la biodiversidad se ubica solamente en los trópicos. Otro potencial error tendría lugar si los alumnos creyeran que para garantizar tanto la sustentabilidad de la diversidad biológica como la provisión de bienes y servicios ecosistémicos bastara conservar las selvas tropicales.

Como recomendación para la práctica docente invitamos a los profesores a tomar decisiones sobre el diseño curricular, teniendo en cuenta que trabajar sobre la selección y organización de un contenido como los servicios ecosistémicos exige la atención epistemológica, una adecuada transposición y la planificación de situaciones didácticas que recuperen el sentido ecológico y social de la temática. Los conocimientos de referencia para este trabajo didáctico (Chevallard, 1991) pueden buscarse en las explicitaciones del Currículo Oficial, en trabajos científicos de investigación y en publicaciones de organizaciones no gubernamentales y asociaciones dedicadas a la protección del medio ambiente. Para la planificación de unidades didácticas sugerimos el enfoque ambiental, ya que recupera la dimensión bio-ecológica, social, económica y política del saber biológico y vincula la ciencia, las prácticas sociales y el medio ambiente. En este sentido, se sugiere el uso y adecuación de manuales de la materia “ciencias de la tierra y medioambientales” de BAC2 para la enseñanza de los “bienes y servicios ecosistémicos” en todos los cursos de la educación secundaria.

El trabajo en la transposición didáctica convierte al docente en un mediador calificado en la construcción del conocimiento escolar, quien tiene la tarea de vigilar epistemológicamente la

información contenida en los documentos curriculares y libros de texto para luego, en el trabajo interno de la transposición, generar y llevar a cabo su propuesta de clase. Por último, considerar el concepto de servicios ecosistémicos como objeto de enseñanza plantea la necesidad de revisar los reales decretos y la formación inicial y continua del profesorado. Para ello urge el trabajo colaborativo entre científicos y educadores.

### Agradecimientos

A CONICET, UNC, ANPCyT (FONCyT) y a los profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales (Universidad de Valencia).

### Referencias bibliográficas

- Bermudez, G.M.A. y De Longhi, A.L. (2012). Análisis de la Transposición didáctica del concepto de biodiversidad. Orientaciones para su enseñanza. En A. Molina, C. A. Martínez y O. Gallego (Eds.). *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las ciencias naturales en América Latina* (pp. 115-153). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bermudez, G.M.A., De Longhi, A.L., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.
- Bermudez, G.M.A., De Longhi, A.L. y Gavidia, V. (2015). La enseñanza monumentalista y utilitarista de las causas de la biodiversidad y de las estrategias para su conservación. Un estudio sobre la transposición didáctica de los manuales de la Educación Secundaria española. *Ciência & Educação* (Bauru), 21(3), 17-34.
- Bizzo, N. y Caravita, S. (2012). School textbooks and updated sound science: narrowing the gap between classrooms and cutting edge science. *Journal of Biological Education*, 46(1), 1-3.
- Braat, L.C. y de Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1, 4-15.
- Cáceres, D.M., Tapella, E., Quétier, F. y Díaz, S. (2015). The social value of biodiversity and ecosystem services from the perspectives of different social actors. *Ecology and Society*, 20(1), 62.
- Cardoso-Silva, C.B. y de Oliveira, A.C. (2013). Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? *Ciência & Educação*, 19(1), 169-180.
- Chapin, F.S. III, Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Taylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Sala, O.E., Hobbie, S.E., Mack, M.C. y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Chevallard, I. (1991). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Convention on Biological Diversity. (2001). *Secretariat of the Convention on Biological Diversity. United Nations Environment Programme*. Recuperado de; <http://www.biodiv.org/convention/default.shtml#>
- Costanza, R. y Kubiszewski, I. (2012). The authorship structure of “ecosystem services” as a transdisciplinary field of scholarship. *Ecosystem Services*, 1(1), 16–25.

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Karin Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonk, P. y van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- de Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J.H.C., Bardgett, R.D., Berg, M.P., Cipriotti, P., Feld, C.K., Hering, D., da Silva, P.M., Potts, S.G., Sandin, L., Sousa, J.P., Storkey, J., Wardle, D.A. y Harrison, P.A. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2873-2893.
- de Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L.C., ten Brink, P. y van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50-61.
- De Pro, A., Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210.
- Del Carmen, L.M. y Jiménez, M.P.A. (2010). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 66, 48-55.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N.; Larigauderie, A.; Adhikari, J.R.; Arico, S.; Baldi, A.; Bartuska, A.; Baste, I. A.; Bilgin, A.; Brondizio, E.; Chan, K.M.; Figueroa, V.E.; Duraiappah, A.; Fischer, M.; Hill, R.; Koetz, T.; Leadley, P.; Lyver, P.; Mace, G.M.; Martin-Lopez, B.; Okumura, M.; Pacheco, D.; Pascual, U.; Perez, E.S.; Reyers, B.; Roth, E.; Saito, O.; Scholes, R.J.; Sharma, N.; Tallis, H.; Thaman, R.; Watson, R.; Yahara, T.; Hamid, Z. A.; Akosim, C.; Al-Hafedh, Y.; Allahverdiyev, R.; Amankwah, E.; Asah, S.T; Asfaw, Z.; Bartus, G.; Brooks, L.A.; Caillaux, J.; Dalle, G.; Darnaedi, D.; Driver, A.; Erpul, G.; Escobar-Eyzaguirre, P.; Failler, P.; Fouda, A.M.M.; Fu, B.; Gundimeda, H.; Hashimoto, S.; Homer, F.; Lavorel, S.; Lichtenstein, G.; Mala, W.A.; Mandivenyi, W.; Matczak, P.; Mbizvo, C.; Mehrdadi, M.; Metzger, J.P.; Mikissa, J.B.; Moller, H.; Mooney, H. A.; Mumby, P.; Nagendra, H.; Nesshover, C.; Oteng-Yeboah, A.A.; Pataki, G.; Roué, M.; Rubis, J.; Schultz, M.; Smith, P.; Sumaila, R.; Takeuchi, K.; Thomas, S.; Verma, M.; Yeo-Chang, Y.; Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Díaz, S., Hector, A. y Wardle, D.A. (2011). Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 55-60.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F.S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLOS Biology*, 4(8), e227. Recuperado de: <http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0040277>
- Fuller, R.A., Irvine, K.N., Devine-Wright, P., Warren, P.H. y Gaston, K. (2007). Psychological benefits of green space increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3, 390-394.
- García, J.G. y Martínez, F.J.B. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-174.
- Gavidia, V. y Cristerna, M.D. (2000). Dimensión medioambiental de la Ecología en los libros de texto de la Educación Secundaria Obligatoria española. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 14, 53-67.

- Gudynas, E. (2005). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*. Montevideo: Coscoroba, Ediciones.
- Gutiérrez Hernández, S.G. (2013). Aspectos históricos y epistemológicos del concepto biodiversidad. *Bio-grafía: Escritos sobre Biología y su Enseñanza*, 6(10), 84-93.
- Gyllin, M. y Grahn, P. (2005). A semantic model for assessing the experience of urban biodiversity. *Urban Forestry & Urban Greening*, 3, 149–161.
- Ibarra, J.M. y Quílez, M.J.G. (2005). Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 345-356.
- Lindemann-Matthies, P., Junge, X. y Matthies, D. (2010). The influence of plant diversity on people's perception and aesthetic appreciation of grassland vegetation. *Biological Conservation*, 143, 195-202.
- Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P. y St Leger, L. (2006). Health nature healthy people: 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21(1), 45-54.
- Martínez, F.J.B. y García, J.G. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de Biología y Geología en Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, 109-122.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. London: Island Press.
- MEC Ministerio de Educación y Ciencia. (2008). Real Decreto 67/2008 de 19 de junio. Biología, Bachillerato LOE. B.O.C.M. 152, viernes 27 de Junio de 2008.
- MEC. (2007). Real Decreto 1467/2007 de 2 de noviembre. Biología y Geología, Bachillerato LOE. BOE 266, martes 6 de Noviembre de 2007.
- MEC. (2006). Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre. Educación Secundaria Obligatoria (ESO). BOE 5, viernes 5 de Enero de 2007.
- Menzel, S. y S. Bögeholz (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: how do pupils in Chile and Germany perceive dilemmas? *Research in Science Education*, 39, 429-447.
- Mertz, O., Ravnborg, H.M., Lövei, G.L., Nielsen, I. y Konijnendijk, C.C. (2007). Ecosystem services and biodiversity in developing countries. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2729–2737.
- Montañés, S.B. y Jaén, M.G. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la ESO? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16928>
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
- Petchey, O.L. y Gaston, K.J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9, 741–758.
- Prentice, I.C., Farquhar, G.D., Fasham, M.J.R., Goulden, M.L., Heimann, M., Jaramillo, V.J., Kheshgi, H.S., Le Quéré, C., Scholes, R.J. y Wallace, D.W.R. (2001). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. En J.T. Houghton (Ed.). *Climate change 2001: the scientific basis: contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the*

*Intergovernmental Panel on Climate Change*. (pp. 183-238). Cambridge: Cambridge University Press.

Rodríguez, F.D.P.M., de las Heras, M.A., Pérez, R.R.F. y de León, P.C. (2014). El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 97-114.

Secretariat Of The Convention On Biological Diversity. (2003). *Interlinkages between biological diversity and climate change*. Montreal: SCBD.

## Anexo 1. Listado y códigos de identificación de los manuales escolares españoles analizados.

**1. Primer curso de la ESO: Ciencias De La Naturaleza:** (A) Fernández Esteban, M.Á., et al. (2008). Comunitat Valenciana. 1. Valencia: Vincens Vives Educació Secundària. **ESO1A**. (B) García Gregorio, M., et al. (1996). Proyecto Avisor. 1. Paterna: Ecir. **ESO1B**. (C) López Fenoy, V., et al. (1996). Zaragoza: Edelvives. **ESO1C**. (D) Pedrinaci, E. L. C., et al. (2003). Madrid: Ediciones Sm. **ESO1D**. (E) Balibrea, S., et al. (2007). Valencia: Anaya. **ESO1E**. (F) Barrio Gómez De Agüero, J., et al. (2007). Madrid: Oxford Educación. **ESO1F**. (G) Casas Úbeda, J. M., et al. (2004). Barcelona: Voramar Santillana. **ESO1G**. (H) Carrión, F., et al. (1996). Barcelona: Anaya. **ESO1H**. (I) Brincones, I., et al. (1996). Valencia: Voramar Santillana. **ESO1I**. (J) Barrio Gómez De Agüero, J., et al. (2002). Madrid: Oxford Educación. **ESO1J**. (K) Del Carmen, L., et al. (1997). Toledo: Ediciones Sm. **ESO1K**. (L) Panadero Cuartero, J. E., et al. (1996). Madrid: Bruño. **ESO1L**. (M) Sánchez, D., et al. (2000). Barcelona: Grup Promotor Santillana. **ESO1M**.

**2. Cuarto curso de la ESO: Biología y Geología:** (A) García, C., & Riza Moya, C. (1995). Madrid: Bruño. **ESO4A**. (B) Elizalde Gómez, J. R., & Sánchez Delgado, I. (1995). Madrid: Mcgraw-Hill. **ESO4B**. (C) Flores Sarrión, M. J., & Gomez Gomez, S. (1998). Madrid: Akal Ediciones. **ESO4C**. (D) Balibrea, S., et al. (2003). Barcelona: Anaya. **ESO4D**. (E) Albaladejo Marcet, C., et al. (2003). Estella: Oxford. **ESO4E**. (F) Berges, T., et al. (1998). Madrid: Anaya. **ESO4F**. (G) García Gregorio, M., et al. (2003). Paterna: Ecir. **ESO4G**. (H) Panadero Cuartero, J. E., et al. (1999). Madrid: Bruño. **ESO4H**. (I) Belart Rodríguez, A., et al. (1998). Madrid: Editex. **ESO4I**. (J) García Gregorio, M., et al. (2008). Paterna: Ecir. **ESO4J**. (K) Brusi, D., et al. (2003). Barcelona: Voramar Santillana. **ESO4K**. (L) García Gregorio, M., et al. (1999). Paterna: Ecir. **ESO4L**. (M) García Giménez, L., et al. (1999). Valencia: Ediciones Tilde. **ESO4M**. (N) Pedrinaci, E., & Gil, C. (2003). Madrid: Sm. **ESO4N**.

**3. Primer curso del bachillerato: Biología y Geología** (se especifica si es distinto): (A) Pulido, C., et al. (2002). Madrid: Anaya. **BAC1A**. (B) García Gregorio, M., et al. (2003). Comunidad Valenciana. Valencia: Ecir. **BAC1B**. (C) Pulido, C., et al. (2000). Madrid: Anaya. **BAC1C**. (D) Ferrer Mari, N., et al. (2008). Madrid: Anaya. **BAC1D**. (E) Furió Egea, J., et al. (1997). Valencia: Ecir. **BAC1E**. (F) Escarré Esteve, A., et al. (1996). Madrid: Santillana. **BAC1F**. (G) Cabrerizo Ribate, B., et al. (2002). Madrid: Oxford University Press España. **BAC1G**. (H) Jimeno, A., et al. (2002). Madrid: Santillana. **BAC1H**. (I) Anguita, F., et al. (1997). Madrid: Ediciones Sm. **BAC1I**. (J) Anglada Esquiús, M., et al. (1998). Barcelona: Edebé. **BAC1J**. (K) Barutell Encina, A., et al. (1998). *Ciencias Naturales*. Bachillerato. 1. Barcelona: Anaya. **BAC1K**. (L) Arias, M., et al. (1997). *Biología 1*. Barcelona: Castellnou. **BAC1L**. (M) Pedrinaci, E., et al. (2002). *Ciencias de la Naturaleza y de la Salud*. Toledo: Ediciones Sm. **BAC1M**.

**4. Segundo curso del Bachillerato: Ciencias de la Tierra y medioambientales:** (A) López, T. (2003). Madrid: Santillana. **BAC2A**. (B) Asensi Marqués, J.J., et al. (1998). Valencia: Ecir. **BAC2B**. (C) Cabrera, M.E., et al. (1996). Madrid: Editex. **BAC2C**. (D) Gurrera, M.A., et al. (2009). Barcelona: Edebé. **BAC2D**. (E) Gurrera, M.A., et al. (2003). Barcelona: Edebé. **BAC2E**. (F) Alfonso Cervel, F., et al. (2006). Estrella: Oxford Educación. **BAC2F**. (G) García Gregorio, M., et al. (2004). Paterna: Ecir. **BAC2G**. (H) Rubio Sáez, N., et al. (2003). Sabadell: Anaya. **BAC2H**. (I) Diodora Calvo, M.T., et al. (2005). Madrid: Mcgraw-Hill. **BAC2I**. (J) Diodora Calvo, M.T., & Salvachúa, J. (2001). Madrid: Mcgraw-Hill. **BAC2J**.