

La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza

Gonzalo Bermudez y Ana Lía De Longhi

Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. E-mails: gbermudez@efn.uncor.edu; adelonghi@com.uncor.edu

Resumen: Este trabajo presenta una caracterización de la Ecología como disciplina científica para ubicarla luego, dentro del ámbito educativo, en el currículum formal de Argentina. Se realiza una revisión y se aportan resultados de investigaciones propias sobre las concepciones alternativas que tienen los alumnos sobre algunos temas estructurantes de la semántica de la Ecología. Tras una reflexión teórica sostenemos que esta ciencia debe actuar como vigilante epistemológico de la mayoría de los contenidos que se trabajan bajo el enfoque de Educación Ambiental para no caer en un reduccionismo conceptual y curricular basado en la mera discusión que entablan docente y alumnos sólo desde sus referentes cotidianos.

Palabras clave: Ecología, Educación Ambiental, ideas previas, biodiversidad.

Title: Ecology as a science and Environmental Education. Basis to take didactic decisions

Abstract: This work presents a characterization of the Ecology like scientific discipline in order to be located then, within the educational environment, in the formal curriculum from Argentina. A revision and a contribution of outputs of own investigations on the alternative conceptions that the students have on some structurant themes of the semantics of the Ecology are carried out. After a theoretical reflection we assert that this science should act as an epistemological vigilant of the majority of the contents that is worked under the focus of Environmental Education in order to do not fall in a conceptual and curricular reductionism based on mere discussions among the teachers and the students only from their intuitive knowledge.

Keywords: Ecology, Environmental Education, previous ideas, biodiversity.

Introducción

La enseñanza de la Ecología requiere considerar una complejidad de variables relacionadas con las características del propio objeto de conocimiento, el enfoque curricular que se le dará y los aprendizajes que se esperan lograr.

Los trabajos sobre las estructuras semánticas y los que retoman las concepciones alternativas de los alumnos nos ubican en un modelo de enseñanza-aprendizaje de tipo constructivista. Estamos centrados en la idea de

que el conocimiento científico es una construcción social producto del esfuerzo humano y sostenemos que el proceso de aprendizaje resulta de la interacción entre los esquemas mentales del que aprende y las características del contexto de aprendizaje (Driver, 1989). De este modo, cobran valor las ideas previas, las estrategias cognitivas, metacognitivas y los propósitos e intereses de los alumnos; adquiere importancia el sentido de cada situación de enseñanza y aprendizaje para cada individuo, grupo y momento.

Desde este modelo tiene gran relevancia la estructura cognitiva de quien aprende, pues el aprendizaje sólo es significativo cuando puede relacionarse, de modo no arbitrario y substancial, con lo que el alumno ya sabe (Ausubel *et al.*, 1978). La adquisición de conocimientos, entonces, no sería otra cosa que un proceso creativo basado en la reestructuración de las teorías de las que dichos conceptos forman parte (Pozo, 1987; 1989).

Lo anterior conduce a un cambio que le exige al diseño curricular y al docente una mediación diferente a la que se plantea en la enseñanza tradicional. Esta visión de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde se construyen significados a partir de lo que ya se sabe se ha visto reflejada en un nuevo papel del profesor. Anteriormente, éste fue visto como un mero transmisor de contenidos y evaluador de resultados; sin embargo, se ha convertido en la actualidad en un profesional capaz de reflexionar críticamente sobre su práctica, planificar creativamente, trabajar en equipos interdisciplinarios y participar en proyectos institucionales (De Longhi, 2006).

Hace ya casi veinte años que Gil Pérez (1991) se cuestionaba sobre qué debe saber y saber hacer un profesor de ciencias, y daba una fundamentada respuesta que incluía: conocer la materia a enseñar, conocer y cuestionar el pensamiento espontáneo, adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje, realizar una crítica fundamentada de la enseñanza habitual, saber preparar actividades, dirigirlas y evaluarlas.

Este posicionamiento visionario nos permite sostener, en este momento, que el universo de requerimientos se amplía en dos direcciones: hacia la formación integral, con capacidades disciplinar, pedagógico-didácticas, comunicacional y de investigación de su práctica, y hacia el desarrollo de aptitudes y valores éticos para impulsar y llevar adelante propuestas innovadoras y soluciones a problemas relacionados con la Educación en Ciencias y su lugar en la realidad bio-socio-cultural regional y nacional (De Longhi, 2006).

Combinar este modelo didáctico con un enfoque actualizado de la ecología nos ha llevado a la necesidad de delimitar este campo de estudio y discutir sobre lo que no puede dejar de enseñarse y tenerse en cuenta para hacerlo.

Muchas veces, cuando se estudian contenidos ambientales en materias de la escuela secundaria como Biología, Ecología o Ciencias de la Tierra, incluso bajo un enfoque ambiental, no suelen trabajarse conceptos, principios y procedimientos ecológicos. La enseñanza, más bien, suele quedar circunscripta a la discusión que entablan docente y alumnos desde sus referentes cotidianos (Pereiro Muñoz y Jiménez Aleixandre, 2001), sin que necesariamente se

produzcan rectificaciones, jerarquizaciones o ampliaciones conceptuales de las ideas previas.

Creemos que los principales aportes de la Ecología se desdibujan en las situaciones didácticas debido a las distintas acepciones que tiene la palabra *ecología* tanto desde el sentido común, como en la escuela, en los programas de formación docente y en los libros de texto. Particularmente, la educación ambiental y su enfoque son frecuentemente tomados como ejes organizadores del currículum, sin que se nutran de disciplinas científicas de componente biológico, como la ecología.

De esta manera sólo se alcanza, en el tratamiento áulico, un nivel de profundidad declarativo sobre los temas ambientales. Consecuentemente, los alumnos no logran comprender las redes semánticas que dan fundamento a los acontecimientos del medio ambiente bajo estudio. Incluso, a menudo, pueden asumir pensamientos y comportamientos eco-fóbicos cuando el tratamiento didáctico pone el énfasis en las secuelas de los problemas (generalmente contaminación, desertización, extinción) más que en sus causas o prospectiva.

El propósito de este trabajo es reflexionar teóricamente sobre los peligros de elegir un enfoque que no conlleve el tratamiento de los fundamentos científicos de temáticas ecológicas, y, además, al no considerar las concepciones alternativas de los estudiantes.

Para ello, primero, caracterizaremos la Ecología como disciplina científica desde sus comienzos hasta el surgimiento de sus nuevas especialidades, para luego diferenciarla del enfoque ambiental y de su acepción en el referente cotidiano. También analizaremos cuáles son los contenidos ecológicos que se estudian en el currículum oficial de Argentina y las concepciones alternativas que tienen los alumnos en relación con estos y otros temas estructurantes de la semántica de la disciplina.

La Ecología como ciencia: una conceptualización necesaria

La genealogía de esta ciencia, en la búsqueda de sus raíces, puede remontarse tan lejos como a unos 300 años a.C., a partir de los escritos de un discípulo de Aristóteles (padre de la Biología), Theophrastus, sobre las relaciones entre los organismos y el ambiente.

La palabra "ecología", sin embargo, fue utilizada por primera vez por Ernest Haeckel en 1869 para describir el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente (Begon *et al.*, 1988): "... *la investigación de todas las relaciones de los animales con el medio ambiente inorgánico y orgánico, incluyendo sobretodo las relaciones positivas y negativas con aquellos animales y plantas con los que interactúa directa o indirectamente, es la Oecología...*".

Tradicionalmente, la Ecología se ha debatido entre varias líneas de pensamiento o paradigmas (Pickett *et al.*, 1994). Una, que podemos asociar a los planteamientos de la demografía (Terradas, 2001), pone el acento en los *organismos* y puede resumirse en la definición de la ecología de Andrewartha y

Birch (1954) y de Krebs (1972) como "el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y la abundancia de los organismos". Otra, con claro enfoque hacia las relaciones funcionales que se dan entre los seres vivos, y en un intento de abordar tanto las comunidades como los ecosistemas, es la que brinda Odum (1971): "la ecología es el estudio de la relación de los organismos o agrupaciones de organismos con su ambiente".

Begon *et al.* (1988) mencionan que esta ciencia adopta metodologías y construcciones teóricas particulares de acuerdo al nivel de organización que se trate. Si es el de *organismo*, se ocupa del modo en que los individuos se ven afectados y cómo influyen en su ambiente biótico y abiótico; si se trabaja al nivel de *población*, la ecología se ocupa de la presencia o ausencia de unas especies determinadas, de su abundancia o escasez, y de las oscilaciones y fluctuaciones de su número. Si se trabaja con *comunidades*, el objetivo será estudiar su composición y estructura, y las vías seguidas por la energía, los nutrientes y otros productos químicos a medida que atraviesan por ellas.

La rama más joven de la ecología, que surge de la necesidad de extrapolar información a través de escalas y del reconocimiento de la heterogeneidad espacial y temporal en la dinámica de los procesos ecológicos, es la *ecología del paisaje*. Si bien sus orígenes se remontan a inicios del siglo XX, es hacia su fin que comienza a desarrollar métodos y teorías propios (Metteucci, 1998). Esta disciplina se ocupa de las interrelaciones entre la sociedad y los paisajes abiertos –naturales y rurales- y construidos –urbanos-. Involucra una actividad transdisciplinaria que sirve de herramienta para la solución de problemas de planeamiento, manejo, conservación y restauración (Metteucci, 1998), por lo que resulta una ciencia prescriptiva y predictiva (Naveh y Lieberman, 1994).

En este contexto, Likens (1992) propone adoptar una concepción más pluralista y abarcadora, entendiendo a la ecología como el estudio científico de los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, las interacciones entre ellos y las interacciones entre los organismos y la transformación y los flujos de la materia y de la energía. En la actualidad, la Ecología no deja de ser una ciencia con paradigmas coexistentes, teorías provisionarias, diferentes visiones del mundo y extensos debates teóricos y metodológicos (Korfiatis, 2005). Como ciencia empírica que es, la ecología debe lidiar con el carácter provisional de sus hipótesis en el ámbito tanto educativo como científico (González del Solar y Marone, 2001). Estos autores recalcan que el dinamismo de las teorías ecológicas se funda en el bajo nivel de generalización y sistematización del conocimiento ecológico, con enunciados que son reemplazados a un paso relativamente rápido -como las nociones de equilibrio del desarrollo teórico de los '50 y '60 (MacArthur, 1972), o las relaciones entre la diversidad y la estabilidad de las redes alimentarias sostenidas por MacArthur (1955)-, y en los cambios que quizá subyacen a éstos, que refieren a los protocolos metodológicos (González del Solar y Marone, 2001).

Terradas (2001) y Pisanty (2003) recuentan, de algún modo, cuáles son las ideas dominantes en el presente sobre las comunidades y ecosistemas,

teniendo en cuenta cuáles son los constructos que van perdiendo sustento epistemológico. Por ejemplo, a) de la comunidad en estado de equilibrio al reconocimiento de los estados de no-equilibrio; b) del ecosistema cerrado al ecosistema abierto; c) de la comunidad homogénea a la heterogeneidad a todas escalas; d) del cambio direccional al cíclico; e) a la importancia de las perturbaciones; e) de las escalas rígidas a la integración multiescalar; f) de los procesos exclusivamente deterministas a la introducción de procesos estocásticos y caóticos; g) del determinismo unicausal al reconocimiento de la multicausalidad y las relaciones recíprocas; h) de la ecología de las comunidades a la del paisaje, de la conservación a la restauración; etc.

Por otra parte, varios comités de ecólogos (Ecological Society of America, 1996; National Research Council, 1986), en un intento de resaltar los conceptos disciplinares más relevantes, han elaborado listas de las características de los sistemas ecológicos que son particularmente importantes para tener en cuenta cuando se trata de entender y mitigar sus respuestas a las perturbaciones. Estas especificaciones son las que los administradores y los ciudadanos deberían conocer para realizar fundamentadas recomendaciones en cuestiones de manejo. Estos tópicos son: las *conexiones múltiples* que tienen lugar en los ecosistemas (con claros ejemplos como el papel de las especies clave o 'keystone species', o casos de biomagnificación); el *equilibrio dinámico* de los sistemas biológicos; el *contexto* y la *escala* en los que ocurren los procesos ecosistémicos y en los cuales se estructuran; y la *complejidad* e *incertidumbre* resultantes de los particulares ensamblajes y de las relaciones emergentes de las partes constituyentes, lo que requiere un pensamiento probabilístico más que determinista (Hogan, 2002).

Es importante destacar que el término biodiversidad ha ganado espacio rápidamente en áreas políticas, administrativas, públicas y científicas (DeLong, 1996). Ghilarov (1996), afirma incluso que su aparición en el debate político antecedió al del científico. Este término está comúnmente asociado con el de la diversidad de especies, pero, sin embargo, ésta no resulta la única medida aplicable (Hamilton, 2005).

Basta una breve recopilación bibliográfica de los últimos tiempos para darnos cuenta que el concepto ha variado. En 1980, la diversidad biológica se empleaba para describir lo que presumiblemente era la riqueza de especies (Lovejoy, 1980). Otros ecólogos (Norse y McManus, 1980; Norse *et al.*, 1986) incorporaron variables tanto ecológicas como genéticas al concepto, conformándose la *"trilogía de la biodiversidad"* (di Castri y Younès, 1996). Bajo esta perspectiva, la biodiversidad incluye el ensamble y las interacciones jerárquicas de las escalas de organización genética, taxonómica y ecológica (di Castri y Younès, 1996).

Actualmente, el concepto de biodiversidad es lo suficientemente abarcador como para incluir todos los niveles de organización biológica. La definición más difundida es la incluida en la Convención sobre la Diversidad Biológica, según la cual es *"la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos"*

y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (UNEP, 1992; CBD, 2001-2005).

La Ecología en el currículum formal

De acuerdo con el enfoque de alfabetización científico-biológica, que ha de ser el predominante en la educación escolar obligatoria, son prioritarios los objetivos de enseñanza que se refieran al desarrollo de capacidades e instrumentos cognitivos y afectivos necesarios para que el alumnado vaya logrando comprender, posicionarse personalmente y, en su caso, actuar ante las problemáticas socioambientales que incluyen componentes de conocimiento biológico (Cañal de León, 2004; Castillo *et al.*, 2002).

En lo relativo a los *aprendizajes conceptuales*, existe consenso en la necesidad de la construcción de modelos interpretativos sobre los principales campos conceptuales de la biología: evolución, nutrición, reproducción, relación, célula, organismo vivo, *ecosistema*.

En cuanto a los *aprendizajes procedimentales*, se destaca la importancia en la alfabetización científico biológica en los siguientes procedimientos: a) de comunicación y toma de decisiones personales y colectivas: dialogar, expresar, argumentar, debatir, negociar, moderar, etc.; b) de interacción cognitiva de la persona con la naturaleza; c) de elaboración / transformación de la información: ordenar, clasificar, inventar, etc.; y d) de reconocimiento y formulación de problemas, etc.

En cuanto a las *actitudes*, se fomenta una aproximación sucesiva a las actitudes científicas y, específicamente, interés por la *conservación del entorno natural, los ecosistemas y la biodiversidad; solidaridad con los demás seres vivos y protección de otras formas de vida: cuidado de especies amenazadas, mantenimiento de hábitat, tolerancia con especies que pueden resultarnos molestas*, etc. (Cañal de León, 2004).

En este contexto, las investigaciones e innovaciones en la enseñanza de la biología de los últimos años han producido avances concretos en aspectos como la elaboración de nuevos enfoques curriculares para la formación científico-biológica que promueven la *comprensión*, el desarrollo de una biología integradora, contextualizada y significativa para la vida cotidiana, y la determinación de problemas y aspectos mejorables en las actividades y estrategias de enseñanza de campos concretos como la *ecología*, evolución, nutrición, etc. (Cañal de León, 2004; Bermudez, 2007; Paz, 2006; Paz y Bermudez, 2006; Solis y Vaudagna, 2006).

McComas (2002) afirma que en las últimas cuatro décadas la Ecología ha encontrado su lugar en el currículum de las ciencias de la vida entre otros más nuevos campos científicos como la Biología Molecular. Principalmente, este autor sostiene que la Ecología le permite a los estudiantes aplicar y sintetizar mucho más que otras disciplinas de la Biología y, en este sentido, se asemeja a la Evolución debido a que no sólo informa sino que a la vez provee el

fundamento para otros campos del conocimiento biológico. Sin embargo, se ha visto que en algunos currículos, como los de Inglaterra y Gales, existen grandes barreras para la enseñanza de la ecología como es el énfasis sobredimensionado en conceptos sofisticados, además de una falla en el progreso de la comprensión de la biología desde el nivel de organismo (Barker y Slingsby, 1998).

Según García (2003), la Ecología propone una perspectiva sistémica, “no mecanicista” dada por el trabajo con entes complejos, la búsqueda de una visión global del mundo, la integración del análisis con la síntesis.

En Argentina, los Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1995) estipulan el tratamiento de cuestiones ecológicas en las ciencias naturales, dentro del bloque ‘la vida y sus propiedades’, donde *salud y educación ambiental* son ejes transversales. Desde el *primer ciclo* (primer a tercer grado de la E.G.B.) se realiza una introducción a la diversidad animal y vegetal (p.144). Luego, en cuanto a los organismos y las interacciones entre sí y con el ambiente, se estudian los seres vivos en el ecosistema acuático y terrestre, las actividades humanas y el mejoramiento del ambiente (p. 146). Ya en el *segundo ciclo* (cuarto a sexto grado de la E.G.B.) se prevé la introducción del concepto de ecosistema, con los factores físicos y bióticos, las relaciones entre las especies, los organismos productores, consumidores primarios, secundarios y descomponedores. Además, se trabaja sobre las cadenas y tramas alimentarias y los niveles de organización de individuo, población y comunidad. Por otro lado, se estudian aquellos cambios ‘naturales’ y aquellos que son producidos por el hombre, sus actividades que deterioran el agua, aire y suelo, y aquéllas tendientes a mejorarlo (p.147). En el *tercer ciclo* (séptimo a noveno año de la E.G.B. o Ciclo Básico Unificado –C.B.U.-), estos conceptos se profundizan para trabajar el ecosistema como flujo de la energía y ciclo de la materia en las redes tróficas; los ciclos biogeoquímicos, la dinámica de poblaciones, el nicho ecológico, la competencia por los recursos, las comunidades y sus relaciones. Además, se analiza la contaminación física, química y biológica, el impacto ambiental y el uso de recursos naturales renovables (p.147).

El enfoque ambiental y el papel que desempeña la Ecología

Es necesario reconocer que en nuestra cultura, cuando se habla de ecología, se utilizan dos significados del término: como movimiento social –ecologismo- o como disciplina biológica –la ecología ciencia- (García, 2003; Pedynowsky, 2003). Acot (1990) distingue entre “ecología” como conocimiento ecológico y el “saber ecológico” social como conocimiento ecológico presente en el conocimiento cotidiano y en las prácticas sociales. En la actualidad, este “saber ecológico” se configura como un conocimiento social originado en la interacción entre la ciencia ecológica y la cultura de nuestra sociedad, más amplio que el conocimiento práctico cotidiano, pues integra aspectos científicos, tecnológicos, filosóficos e ideológicos. Sin embargo, acordamos con García (2003), quien sostiene que esta mixtura no siempre resulta de estas fuentes, por lo que la

distinción es importante ya que a menudo no están bien delimitadas las fronteras entre la ecología-ciencia y la ecología como un conocimiento social más general.

Eichler y Faundes (2004) agregan que el movimiento ecológico social, muchas veces denominado *ambientalismo* es considerado como el conjunto de cualidades, acciones y comportamientos característicos de una doctrina o de una escuela de pensamiento acerca de temas relacionados con el medio ambiente natural. Pero que, sin embargo, este movimiento no siempre tuvo presentes los conocimientos científicos. De allí que no resulte extraño el término "ambientalismo", con un claro tinte peyorativo. Estos autores afirman que muchas de las actitudes que son asumidas en su nombre tienden a estar lejos de los estudios científicos (Botkin y Keller, 1995) o de la especulación filosófica (Assmann, 1996; Müller, 1996) cuando, desde el campo científico, se está de acuerdo en que la detección y el análisis de los nexos causales de la crisis ecológica competen a las ciencias (Müller, 1996).

En este contexto, la Educación Ambiental (EA) está vista como una concienciación ambiental creciente entre las poblaciones humanas como fuente de conocimiento, valores, actitudes y capacidades necesarias para proteger el ambiente (Castillo *et al.*, 2002; Vega Marcote y Álvarez Suárez, 2005).

No es nuestro interés aquí hacer una revisión de los trabajos publicados sobre Educación Ambiental (EA) ni profundizar sobre su sustento epistemológico. Solamente haremos mención a sus aspectos esenciales y a las ventajas de trabajar, con este enfoque, aunque cuidadosamente, contenidos de Ecología.

Como señalan Giordan y Souchon (1991), el enfoque ambiental tiene como objetivo formar una población mundial consciente y preocupada por el ambiente y sus problemas, que posea conocimientos, competencias y motivaciones que le permitan trabajar individual y colectivamente en resolver problemas actuales y evitar que se planteen otros nuevos. Estas afirmaciones están fundamentadas principalmente en el pronunciado de la *Conferencia Intergubernamental en Educación Ambiental* de Tbilisi (Georgia) de 1977, donde se sientan las bases de la EA (UNESCO, 1977).

Las estrategias para definir los contenidos de la EA han sido variadas y, particularmente, muy disputadas cuando se han abordado en el marco del currículo de la educación formal. Por ejemplo, éstas han oscilado entre proponer la apertura de asignaturas relacionadas con tópicos ambientales o ecológicos, incorporar la dimensión ambiental como contenidos o enfoques en grupos de asignaturas, principalmente en las ciencias naturales, hasta el establecimiento de ejes transversales (Foladori y González Gaudiano, 2001). Esto parece más claro cuando se analizan los contenidos de los programas de EA y sus prácticas. Así, encontramos que muchos de ellos están más orientados a la enseñanza de la ecología o a la conservación de la naturaleza; otros a la relación entre los problemas ambientales y el desarrollo económico (Sauvé, 1999), y entre ambos hay un gran abanico de situaciones intermedias, pero donde, en general, las responsabilidades específicas sobre la causalidad

de los problemas se desvanece en un indiscriminado 'todos somos responsables' (Foladori y González Gaudiano, 2001).

En Argentina, la transformación curricular suscitada tras la implementación de la Ley Federal de Educación 24.195/1993 ha propuesto una serie de innovaciones incluyendo entre otros, contenidos transversales de EA para la Educación General Básica y Polimodal. De este modo, se intenta expresar una visión del mundo, de la ciencia y de la sociedad más amplia, dinámica, crítica e interdisciplinaria, reflejando una nueva manera de considerar la relación de la sociedad con la ciencia y con la tecnología (Campaner, 1997; Buch, 1999).

Sin embargo, en clases de ciencias, cuando se abordan distintos temas ambientales, se ha observado el empleo de frases poco coherentes, ideas tomadas de la publicidad escrita o de los medios de comunicación audiovisuales, argumentos con justificaciones de escaso valor científico de los que se infiere la incomprensión de significados y dificultad en las interacciones verbales entre docentes y alumnos (Campaner, 1997; Campaner, 2005). En tanto, Rivarosa *et al.* (2004), quienes analizaron proyectos de EA de nivel primario y secundario, encontraron una concepción de ambiente limitada sólo a lo natural, posiblemente influenciada por el particular origen de la EA en América Latina (Gaudiano, 1999). En España, Álvarez *et al.* (2004) clasificaron las ideologías ambientales del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria de Andalucía y hallaron que la mayoría sostenía una postura *desarrollista-proteccionista*, en donde se plasmaba una orientación antropocéntrica que iba en contra del biocentrismo proclamado desde la EA. Esta y otras componentes ideológicas tienen gran importancia ya que condicionan, de alguna manera, la orientación didáctica y los contenidos de las asignaturas en las que se tratan (Álvarez *et al.*, 2004).

Al respecto, Campaner (1999) y Chrobak *et al.* (2006) agregan otros obstáculos para la construcción significativa de conocimientos ambientales, como la escasa preparación de los docentes en EA, el reducido conocimiento de problemáticas ambientales locales y el tiempo escaso del que dispone el profesorado para trabajos inter-área o interdisciplinarios. Es por ello que para Meinardi y Revel-Chion (2005) se requiere la implementación de un nuevo enfoque, con una metodología activa por parte del alumnado que centre las actividades en el análisis de los problemas del entorno cercano. De allí que se vuelve necesario un relevamiento de tales problemas, y un cambio en las prácticas de enseñanza de los profesores, para abordar con éxito el tipo de formación, en contenidos, valores y procedimientos, que propone la Educación Ambiental (Meinardi y Revel-Chion, 2005). A nivel social, Alperín y Bonino (2004) advierten sobre la ineficiente tarea que cumplen los *mass media* de Argentina en cuanto a su misión de informar y educar sobre temas ambientales, actividad contemplada en las "Bases para la Política Ambiental para la República Argentina" (SRNyDS, 1998).

Desde los inicios de la EA hay un debate abierto acerca de si las ciencias constituyen el vehículo más adecuado para introducirla (Jiménez Aleixandre *et al.*, 1995). Esto se debe al fuerte componente científico que puede tener el

tratamiento de temas medioambientales en la escuela. Aunque esto no debe llevar a pensar que la EA sólo tiene relación con las ciencias naturales, no cabe duda de que éstas, acordando con lo señalado por Greenall Cough (1992), pueden desempeñar un papel más que privilegiado en ellas.

La experiencia indica que la ecología sistemáticamente ha llenado los supuestos contenidos de la EA (Foladori, 2005; Korfiatis, 2005) y es incuestionable en la constitución de los mismos (Mrazek, 1996; Gough, 2000; Sauvé, 1999). Foladori (2005) señala que esta ciencia ha alcanzado una posición hegemónica al aportar, al menos, elementos de importancia como el pensamiento en términos de 'ciclo de vida', donde se reconocen los flujos e interrelaciones de materia y energía entre todos los factores de un ecosistema, y el tratamiento con elementos y relaciones que pueden ser cuantificables por procesos físicos y químicos: la contaminación de un río puede ser medida en base a las partículas y elementos que contiene; el calentamiento global, por el conteo de partículas de dióxido de carbono, metano y otros; la pérdida de la biodiversidad, por índices, tasas, etc.

Las concepciones alternativas de temáticas ecológicas

La escuela tradicional presenta muchas veces las nociones ecológicas como un conjunto de dogmas cuando los alumnos estudian el ecosistema o las relaciones ecológicas como conceptos cerrados, est ticos (González del Solar y Marone, 2001; García, 2003), con una única formulación posible (García, 1997). Asociados a este tipo de enseñanza, numerosos estudios sobre las concepciones alternativas de los estudiantes dan cuenta de que las mismas prevalecen, se superponen, y configuran en la educación formal. Al respecto, Munson (1994) ha provisto una síntesis de los resultados empíricos de las investigaciones actuales del conocimiento ecológico de los estudiantes, así como Driver *et al.* (1999) lo han realizado para distintos contenidos de las ciencias naturales de la escuela secundaria. Dentro de estas temáticas, la recopilación de las ideas intuitivas acerca de las redes alimentarias, las poblaciones y la configuración de los ecosistemas suelen ser las más comunes.

Sin embargo, la enseñanza de la Ecología es significativamente más amplia, por lo que nuevas líneas de investigación están comenzando a señalar la importancia de generar una comprensión profunda de otros conceptos, procedimientos y actitudes que relacionen la ciencia, la tecnología y la sociedad. Algunos de ellos pueden ser considerados estructurantes (Gagliardi, 1986) en tanto que se hayan en la base de la ciencia y forman el armazón sobre el cual se construyen todos los demás. Algunos ejemplos de éstos son los de diversidad, sistema, interacción, cambio, ciclo, estructura, equilibrio, materia, energía, etc. (Gil Pérez *et al.*, 1993).

A continuación, destacamos algunas dificultades para el aprendizaje de temáticas ecológicas que hemos recopilado de la bibliografía existente y que hemos encontrado en estudios previos de nuestro equipo de trabajo. Las mismas refieren a temáticas estructurantes como son las nociones de sistema, cambio, organización y diversidad; particularmente los conceptos de

ecosistema, estabilidad y red trófica (Tabla 1); perturbación, contaminación (Tabla 2); y diversidad biológica (Tabla 3).

Tema	Dificultades de aprendizaje
Ecosistema	<p>Es un "trozo" de naturaleza, de límites rígidos, sin profundizar en su organización compleja y dinámica (García, 2003; Groves y Pough, 2002).</p> <p>No suelen considerarse las múltiples relaciones de causa-efecto o los efectos de segundo orden de los procesos ecosistémicos (Hogan, 2000).</p> <p>Ecosistema restringido a seres vivos (Jiménez Aleixandre, 2003).</p> <p>Pensamiento mágico: presuposición de la bondad y armonía de los elementos en la naturaleza por el solo hecho de ser 'naturales' (Rhode, 1996).</p>
Estabilidad	<p>Equilibrio estático entendido como un óptimo, homogeneidad, atribución de propiedades homeostáticas (García, 2003; Ibarra Murillo y Gil Quitéz, 2005).</p> <p>Idea de clímax preestablecido mediante la sucesión ecológica donde ninguna especie sobra o falta, y hay comida para todos (Ibarra Murillo y Gil Quitéz, 2005).</p>
Redes tróficas	<p>Organizaciones lineales –en un solo sentido- (García, 2003), o a lo sumo lineales bidireccionales o piramidales (Leach <i>et al.</i>, 1996a; Hogan, 2000).</p> <p>Dificultades en la comprensión de las redes e interrelaciones que gobiernan el ciclo de la materia y el flujo de la energía (Webb y Bolt, 1990; Munson, 1991; Leach <i>et al.</i>, 1996b).</p> <p>Causalidad recíproca para interpretar las relaciones entre predadores y presas (White, 1995).</p>

Tabla 1.- Principales dificultades de aprendizaje de los conceptos de ecosistema, estabilidad y red trófica.

En relación con este último punto, conviene destacar que la biodiversidad resulta de especial interés ya que se ha convertido en un vehículo para unir los aspectos biológicos con los socioculturales. Sin embargo, existen numerosos impedimentos para que adquiera significado para los estudiantes (Van Weelie, 2002). Por ejemplo, Gayford (2000) ha notado que por más que los programas incluyen muchos de los componentes principales sobre este tema, existe frecuentemente un intento infructuoso para asegurar que los alumnos logren un entendimiento más complejo y puedan responder a temáticas que son verdaderamente controversiales.

De hecho, la simplificación conceptual, la escasa profundidad en el tratamiento de este contenido, la falta de actualización, y/o su presencia en los medios masivos de comunicación han determinado que se asocie la *biodiversidad* sólo con la *diversidad de especies*, sin considerar los distintos

niveles de organización biológica para los que es válido este concepto (DeLong, 1996; Hunter y Brehn, 2003; Bermudez y De Longhi, 2005). No resulta insignificante el hecho de que este mismo dilema impregna actualmente, y lo ha hecho en el pasado, la comunidad de ecólogos (Hamilton, 2005).

Bright y Stinchfield (2005), luego de realizar una revisión bibliográfica sobre las distintas concepciones de la diversidad biológica, concluyeron que, como las definiciones técnicas y científicas pueden variar, se generan confusiones entre la comunidad científica, los administradores y el ciudadano.

Tema	Dificultades de aprendizaje
Perturbación	<p>Efecto disipador: las consecuencias de una perturbación, situadas en un lugar particular de la red alimentaria, se debilitan o disipan a medida que se expanden desde esa posición (White, 1997).</p> <p>Analogías con sistemas físicos complejos (White, 2000).</p> <p>Pensamiento mágico para la presencia de ganado y de nutrientes en el suelo: "si son elementos de la naturaleza no harán daño al medio ambiente".</p> <p>Pensamiento catastrófico: la presencia del disturbio siempre tiene connotaciones negativas y extremistas. Fuerte asociación del fuego, las lluvias y las actividades de caza con incendios devastadores, inundaciones y con la caza furtiva que conlleva necesaria e incondicionalmente a la extinción, respectivamente.</p>
Contaminación	<p>Concepciones erróneas y persistentes sobre hechos de escala global, como que el uso de gasolina sin plomo reduce el calentamiento global, y confusión entre éste y el adelgazamiento de la capa de ozono: "uno de los problemas más importantes es el calentamiento de la capa de ozono" (Francis <i>et al.</i>, 1992; Boyes y Stanisstreer, 1992; Bermudez, 2006).</p> <p>Al considerar cómo ciertos contaminantes pueden movilizarse y afectar al ecosistema, sólo se tienen en cuenta los efectos cuando existe el contacto directo de éstos con los organismos (Hogan, 2000).</p> <p>El "problema ambiental" se restringe a la contaminación. Percepción simplificadora y sesgada hacia los problemas de degradación (Jiménez Aleixandre, 2003).</p> <p>Pensamiento mágico: ciertos elementos no serían tóxicos o contaminantes ya que no son creados por el humano sino existen naturalmente (plomo, etc.).</p>

Tabla 2.- Principales dificultades de aprendizaje de los conceptos de perturbación y contaminación.

Por su parte, Hawken (1993) encontró algunos datos alarmantes acerca del conocimiento cotidiano de la biodiversidad. En su estudio, la mayoría de los norteamericanos pudieron identificar cientos de logos corporativos pero menos

de diez especies vegetales nativas. Por su parte, Nabhan y Trimble (1994) pusieron en evidencia que los adolescentes de Los Ángeles fueron capaces de nombrar con mayor probabilidad de éxito un arma automática por el sonido de su disparo que un ave por su canto.

Tema	Dificultades de aprendizaje
Biodiversidad	<p>Asociación de la "biodiversidad" sólo con la "diversidad de especies", sin considerar los distintos niveles de organización biológica para los que es válido este concepto (DeLong, 1996; Hunter y Brehn, 2003; Bermudez y De Longhi, 2005).</p> <p>Énfasis particular puesto en las especies animales y vegetales (Bright y Stinchfield, 2005).</p> <p>"Extinción de la experiencia": pérdida de oportunidades que tienen los niños de experimentar con la naturaleza para amarla y comprender su diversidad (Pyle, 1993; Miller, 2005).</p> <p>"Amnesia generacional medioambiental": refiere a que el ambiente percibido por las personas en su niñez, en un contexto mundial de urbanización (UNPD, 2004), sirve como línea de base para la interpretación e identificación de la degradación ambiental futuras.</p> <p>La conservación de la biodiversidad puede considerarse importante aunque su nivel de conceptualización sea deficiente (BRSRC, 1996) y verse desligada del desarrollo sustentable (Summers <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Confusiones terminológicas y conceptuales entre: a) el <i>número de especies</i> (riqueza, o "R") y el <i>número de individuos</i> (abundancia absoluta de organismos de la población de una especie, o "n"); b) la <i>riqueza de especies</i> (R) y la <i>diversidad funcional</i>, determinada por la variedad de caracteres funcionales representados en el pool de especies que integran una comunidad; y c) el número de individuos de una especie (n) y el mismo en relación con el conjunto de individuos del total de especies (o "N"); es decir, la abundancia relativa (n/N) (Bermudez y De Longhi, 2005; 2006).</p> <p>Falta de reconocimiento de la capacidad de amortiguamiento frente a un cambio drástico que tiene un ecosistema con mayor número de individuos de una especie, o de especies de un mismo tipo funcional o gremio, que otro (<i>redundancia funcional</i>) (Bermudez y De Longhi, 2005; 2006).</p> <p>El concepto matemático de <i>proporción</i> actúa como obstáculo epistemológico para la comprensión de la abundancia relativa de cualquiera de los niveles de organización implicados en el constructo biodiversidad (Bermudez, 2006).</p>

Tabla 3.- Principales dificultades de aprendizaje del concepto de biodiversidad.

En cuanto al papel de los medios de comunicación, Kelsey (2001), Aber (2001), Alperín y Bonino (2004) sostienen que el principal problema respecto del tratamiento de la diversidad biológica es la falta de interés por este tema,

asociado a una comunicación poco efectiva entre los que trabajan a nivel técnico y científico y los dedicados a la comunicación social.

Por ello, se recomienda un mayor rigor científico, una cobertura regular y sistemática del tema de la biodiversidad y un enfoque local, nacional y regional a los desafíos de la conservación. En tanto, en el ámbito educativo, los recursos didácticos especializados son escasos, sobre todo en países no desarrollados, donde los docentes carecen de información y materiales adecuados al medioambiente en el que habitan, debiendo depender parcialmente de estudios de caso y ejemplos foráneos (Aber, 2001).

Discusión

La Didáctica de las Ciencias no es una disciplina que pueda prescribir cómo enseñar, sino que más bien, al menos en la situación actual de los conocimientos, sólo puede pronunciarse sobre lo que no debería suceder en el aula (Sanmartí, 2000). En este sentido, la escuela tendría que considerar la fuerte imbricación de lo ecológico con lo social en un doble sentido; es decir, la presencia de lo social en el objeto de estudio ecológico y la popularización de lo ecológico al ámbito social (García, 2003).

La Ecología le otorga a los problemas ambientales un ámbito de validez científica ya que ofrece conocimientos y metodologías eruditas para su descripción, solución, predicción y control. Es por ello que en la EA deberían abordarse problemáticas con una aproximación ecológica, al menos en espacios curriculares como Biología, Ecología, o Problemática Ambiental, lo que no necesariamente excluye su tratamiento desde otras ciencias (Endter-Wada *et al.*, 1998). En este sentido, la Ecología actúa como vigilante epistemológico (De Longhi *et al.*, 2003) en la construcción del conocimiento académico ecológico para evitar la presencia de aportes que muchas veces no abandonan su estatus de conocimiento cotidiano.

Además, la Ecología aporta elementos fundamentales al debate social como una visión biocéntrica que ayuda a superar el antropocentrismo tan extendido en nuestra cultura (García, 2002) y una crítica a la lógica económica, dominante del pensamiento de nuestra sociedad (García, 2003). Como señala este autor, no basta con reconocer, por ejemplo, la existencia del problema del efecto invernadero y entender las causas sociales de lo que sucede; pues hay que entender también los procesos ecológicos subyacentes.

Por ejemplo, antes de hablar de la pérdida de la *biodiversidad* (tema más que repetido en las planificaciones de los docentes de biología) creemos necesario saber qué es, qué niveles de organización están abarcados en el concepto, cómo podemos medirla, a qué escala, cuáles son las dificultades y limitaciones para hacerlo, qué relación guardan estos aspectos con la semántica de la disciplina, cómo ha cambiado su definición a lo largo del tiempo, las causas y las consecuencias, cuándo y cómo surgió el concepto, y cuáles son los valores, aspectos éticos, morales, religiosos, económicos, y socio-culturales implicados para, a partir de aquí, estar capacitados para discutir sobre si sería necesario evitar su pérdida.

Para llevar a cabo esta tarea, las concepciones espontáneas de los estudiantes constituyen el punto de partida del aprendizaje por construcción. La recopilación que hemos realizado de algunos temas ecológicos da cuenta de las numerosas dificultades con las que se enfrentan los alumnos en las situaciones de enseñanza. Las mismas, manifiestas en contradicciones con el saber erudito, deberían constituir el nivel de partida con el que se trabajen los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Como ya hemos señalado, estos obstáculos difícilmente se superen con discusiones guiadas por meras opiniones.

Cuando verdaderamente comprendemos un conocimiento podemos hacer uso social y político de él, con lo que la Ecología se vuelve apasionante. Ello nos permite aplicar, traducir, predecir, resolver, argumentar, confrontar, extrapolar lo que sabemos a nuevas e imprevistas situaciones; en definitiva, intervenir como ciudadanos para hacer valer nuestros derechos e intereses, individuales y colectivos. Como docentes, tenemos en nuestras manos la tarea de formar personas que no sólo posean "conciencia ecológica" sino también "conocimiento ecológico". Sólo así empezaremos a generar el cambio que todos anhelamos.

Referencias bibliográficas

Aber, A. (2001). Draft programme of work and outline of priority projects for COP 6. Including recommendations to the parties for support of the programme. En: *CBD-UNESCO Consultative Working Group of Experts on Biological Diversity, Education and Public Awareness*. (pp. 5-19). Third meeting, Bilbao (Spain).

Acot, P. (1990). *Historia de la ecología*. Madrid: Taurus.

Alperin, S. y Bonino, E.E. (2004). La Educación Ambiental a través de los medios de comunicación social: una aproximación a la realidad argentina. *Revista de Educación en Biología*, 7(1), 33-40.

Álvarez, P.; García, J. y Fernández, M.J. (2004). Ideología ambiental del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. Implicaciones didácticas y evidencias sobre la validez de un instrumento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 3, N° 3.

Andrewartha, H.G. y Birch, L.C. (1954). *The distribution and abundance of animals*. Chicago: University of Chicago Press.

Assmann, H. (1996). Eco-teología: un ponto cego do pensamento cristão? *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 6(2), 85-106.

Ausubel, D.P.; Novak, J.D. y Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology*, 2a. ed. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston. Trad. de Sandoval, M. (1983). *Psicología Educativa*. México: Trillas.

Barker, S. y Slingsby, D. (1998). From nature table to niche: Curriculum progression in ecological concepts. *International Journal of Science Education*, 20(4), 479-486.

Begon, M.; Harper, J.L. y Townsend, C.R. (1988). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Barcelona: Ediciones Omega.

Belden, Russonello & Stewart Research and Communications. (1996). *Human values and nature's future: Americans' attitudes on biological diversity. An analysis of findings from a national survey*. Washington, D.C.: BR&SRC.

Bermudez, G. (2007). Construyendo comprensiones maestras en Ecología. Resolución de situaciones problemáticas sobre biodiversidad y perturbaciones. En A.L. De Longhi y M.P. Echevarriarza (Compiladoras), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina* (pp. 87-110). UNESCO. UNC. ISBN: 978-987-572-088-7. Córdoba: Universitatis.

Bermudez, G. y De Longhi, A.L. (2005). De la ingenuidad a la maestría. Niveles y dimensiones de la comprensión de cuestiones ecológicas en la escuela media. Ponencia en el Tercer Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología. 9 y 10 de diciembre. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En: <http://www.adbia.com.ar/eidibi_archivos/aportaciones/com_orales/trabajos_completos/berm_dez_deLonghi_co.pdf>. Acceso febrero 2006.

Bermudez, G. y De Longhi, A.L. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología. *Campo Abierto*, 26(2), 13-38.

Boix Mansilla, V. y Gardner, H. (1999). ¿Cuáles son las cualidades de la comprensión? En M. Stone Wiske (Ed.), *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 215-256). Barcelona: Paidós.

Borges, F. y Duarte, M.C. (2007). A problemática ambiental no 1° ciclo do Ensino Básico: uma intervenção pedagógica com alunos portugueses do 4° ano do esclarecimento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 146-164.

Botkin, D. y Keller, E. (1995). *Environmental Science: Earth as a living planet*. New York: John Wiley & Sons.

Boyes, E. y Stanisstreer, M. (1992). *Students' perceptions of global warming*. Liverpool: University of Liverpool.

Bright, A. y Stinchfield, H. (2005). Assessment of Public Knowledge, Values and Attitudes toward Biodiversity and Sustainable Forestry. Final Report to the National Commission on Science for Sustainable Forestry. NCSSF Workshop in Portland, 15 June.

En <<http://www.warnercnr.colostate.edu/nrrt/biodiversity/>>. Acceso febrero 2006.

Buch, T. (1999). La alfabetización científica y tecnológica y el control social del conocimiento. *Redes*, 4(13), 119-136.

Campaner, G. (1997). La Educación Ambiental en el currículo escolar. Tesis de Maestría. Universidad Alcalá de Henares y Universidad de La Serena.

Campaner, G. (1999). La Educación Ambiental en el curriculum escolar: un estudio de caso. *Revista de Educación en Biología*, 2(2), 50-55.

Campaner, G. (2005). ¿Se pueden mejorar las producciones argumentativas en clases de educación ambiental? *Memorias La Educación en Biología: para una nueva relación entre Ciencia, Cultura y Sociedad. VI Jornadas Nacionales, I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología* (pp. 264-267). 7 a 9 de octubre de 2004. Buenos Aires. ADBIA.

Cañal de León, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *C&E: Cultura y educación*, 16(3), 245-258.

Castillo, A.; García-Ruvalcaba, S. y Martínez, L.M. (2002). Environmental education as facilitator of the use of ecological information: a case study in Mexico. *Environmental Education Research*, 8(4) November 01, 395-411.

Chrovak, R.; Prieto, R.; Prieto, A.B.; Gaido, L. y Rotella, A. (2006). Una aproximación a las motivaciones y actitudes del profesorado de enseñanza media de la provincia de Neuquén sobre temas de Educación Ambiental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1).

Convention on Biological Diversity. (2001-2005). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. United Nations Environment Programme.

En <<http://www.biodiv.org/convention/default.shtml#>> Acceso febrero 2006.

DeLong Jr., D.C. (1996). Defining Biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 24, 738-749.

De Longhi, A.L.; Bernardello, G.; Crocco, L. y Gallino, M. (2003). *Ciencias Naturales II: Genética y Evolución*. Módulos 1 y 2. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

di Castri, F. y Younés, T. (1996). Introduction: biodiversity, the emergence of a new scientific field – its perspectives and constraints. En F. di Castri y T. Younés (Eds.), *Biodiversity, science and development: towards a new partnership* (pp. 1-11). Cambridge: CAB Internations & IUBS.

Driver, R. (1989). «Students» conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-190.

Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.

Ecological Society of America. (1996). The Report of Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6, 665-691.

Eichler, M. y Fagundes, L.C. (2004). Conductas cognitivas relacionadas con el análisis de problemas ambientales. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 287-298.

Endter-Wada, J.; Blahna, D.; Krannich, R. y Brunson, M. (1998). A framework for understanding social science contributions to ecosystem management. *Ecological Applications*, 8(3), 891-904.

Foladori, G. y González Gaudiano, E. (2001). En pos de la historia en Educación Ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, 3(8), 28-43.

Foladori, G. (2005). A methodological proposal for environmental education. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10 (Spring), 1-16.

Francis, C.; Boyes, E.; Qualter, A. y Stanisstreer, M. (1992). *Ideas of elementary students about reducing the "greenhouse effects"*. Liverpool: University of Liverpool.

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 30-35.

García, J.E. (1997). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.

García, J.E. (2002). Los problemas de la educación ambiental ¿es posible una Educación Ambiental integradora? *Investigación en la Escuela*, 46, 5-25.

García, J.E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación en la Escuela*, 51, 83-100.

Gaudiano, E. (1999). Otra lectura a la historia de la Educación Ambiental en América Latina y el Caribe. *Tópicos en Educación Ambiental*, 1(1), 7-26.

Gayford, C. (2000). Biodiversity education: a teacher's perspective. *Environmental Education Research*, 6(4), 374-361.

Ghilarov, A.M. (1996). What does biodiversity means -scientific problem or convenient myth? *TRENDS in Ecology and Evolution*, 11, 304-306.

Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.

Gil Pérez, D.; Gavidia Catalán, V.; Sanmartí Puig, N.; Caamaño Ros, A.; Albadejo Marcet, C.; Jiménez Aleixandre, M.P.; Barral, F.M.L. y Otero Gutierrez, L. (1993). *Propuestas de secuencia. Ciencias de la naturaleza*. Madrid: Editorial Escuela Española.

Giordan, A. y De Vecchi, G. (1988). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Diada.

Giordan, A. y Souchon, C. (1991). *Une Education pour L'Environnement*. Nice: Z' Editions.

González del Solar, R. y Marone, L. (2001). The "freezing" of science: consequences of the dogmatic teaching of Ecology. *BioScience*, 51(8), 683-686.

Gough, N. (2000). Repensar el sujeto: (de)construyendo la acción humana en la investigación en educación ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4(2), 49-60.

Greenall Cough, A. (1992). Environmental education as a challenge to science education in schools. Ponencia en el Congreso de AERA. San Francisco.

Green, D.W. (1997). Explaining and envisaging an ecological phenomenon. *British Journal of Psychology*, 88(2), 199-217.

Groves, F.H. y Pough, A.F. (2002). Cognitive illusions as hindrances to learning complex environmental issues. *Journal of Science Education and Technology*, 11, 381-390.

Hamilton, A. (2005). Species diversity or biodiversity? *Journal of Environmental Management*, 75, 89-92.

Hawken, P. (1993). *The Ecology of Commerce*. New York: Harper Collins.

Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35(1), 22-28.

Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.

Hunter, L.M. y Brehm, J. (2003). Qualitative insight into public knowledge of, and concern with biodiversity. *Human Ecology*, 31(2), 309-320.

Ibarra Murillo, J. y Gil Quítez, M.J. (2005). Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3): 345-356.

Jiménez Aleixandre, M.P.; López Rodríguez, R. y Pereiro Muñoz, C. (1995). Integrando la educación ambiental en el currículum de ciencias. *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 6, 9-17.

Jiménez Aleixandre, M.P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M.P. Jiménez Aleixandre (Coord.); A. Caamaño; A. Oñorbe; A. Pedrinaci y A. de Pro, *Enseñar ciencias* (pp. 119-146). Barcelona: Grao.

Kelsey, E. (2001). Conveying the importance of communication and education instruments to the parties to the Convention on Biological Diversity (CBD). En *CBD-UNESCO Consultative Working Group of Experts on Biological Diversity, Education and Public Awareness*, Third meeting. (pp. 20-31). Bilbao (Spain).

Korfiatis, K. (2005). Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*, 11(2), 235-248.

Krebs, C.J. (1972). *Ecology*. Nueva York: Harper & Row.

Leach, J.; Driver, R.; Scott, O. y Wood-Robinson, C. (1996a). Children's ideas about ecology 3: Ideas found in children aged 5-16 about

interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18, 129-141.

Leach, J.; Driver, R.; Scott, O. y Wood-Robinson, C. (1996b). Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16 about cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18, 129-141.

Likens, G.E. (1992). *The ecosystem approach: its use and abuse*. En O. Kinney (Ed.), *Excellence in Ecology III* (1-166). Oldendorf/Luhe: Ecology Institute.

Lovejoy, T.E. (1980). Changes in biological diversity. En G.O. Barney (Ed.), *The Global 2000 Report to the President The Technical Report*, vol. 2. (pp. 327-332). Harmondsworth: Penguin Books.

MacArthur, R.H. (1955). Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology*, 36, 533-536.

MacArthur, R.H. (1972). *Geographical Ecology*. New York: Harper and Row.

Matteucci, S.D. (1998). La cuestión del patrón y la escala en la ecología del paisaje y la región. En S.D. Matteucci y G.D. Buzai (ed.), *Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial* (219-248). Buenos Aires: Eudeba.

McComas, W.F. (2002). The ideal environmental science curriculum: history, rationales, misconceptions and standards. *American Biology Teacher*, 64(9), 665-672.

Meinardi, E. y Revel-Chion, A. (2005). The Critical Condition of Environmental Education in Argentina: The Need for Conceptual and Methodological Innovations and New Educational Policies. *Journal of Science Education*, 6(2), 1-12.

Miller, J.R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 20(8), 430-434.

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. (1995). *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*. Capital Federal.

Mrazek, R. (Ed.). (1996). *Paradigmas alternativos de investigación en educación ambiental*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-NAAEE-SEMARNAP.

Müller, M.L. (1996). Vittorio Hösle - uma filosofia da crise ecológica. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 6(2), 9-62.

Munson, B.H. (1991). Relationships between an individual's conceptual ecology and the individual's conceptions of ecology. Doctoral thesis. Minneapolis: University of Minnesota.

Munson, B.H. (1994). Ecological missconceptions. *Journal of Environmental Education*, 24(4), 30-34.

Nabhan, G.P. y Trimble, S. (1994). *The Geography of Childhood: why children need wild places*. Boston: Beacon Press.

Naveh, Z. y Lieberman, A.S. (1994). *Landscape Ecology. Theory and application*. 2nd edition. Nueva York: Verlag.

Norse, P.J. y McManus, R.E. (1980). Ecology and living resources: Biological diversity. En *Environmental Quality 1980: The Eleventh Annual Report of the Council on Environmental Quality* (31-80). Washington: Council of Environmental Quality.

Norse, E.A.; Rosenbaum, K.L.; Wilcove, D.S.; Wilcox, D.S.; Romme, W.H.; Johnston, D.J. y Stout, M.L. (1986). *Conserving biological diversity in our national forests*. Washington D.C.: The Wilderness Society.

National Research Council, Committee on the Applications of Ecological Theory to Environmental Problems. (1986). *Ecological knowledge and environmental problem-solving: Concepts and case studies*. Washington DC: National Academy Press.

Odum, H.T. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3° ed. Filadelfia: Saunders.

Paz, A. (2006). La adrenalina y las situaciones de estrés. Discutir para comprender. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio* (pp. 85-104). Córdoba: Universitas.

Paz, A. y Bermudez, G. (2006). Adaptación de los piojos a los insecticidas: un problema cotidiano para aprender sobre evolución. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio* (pp. 105-116). Córdoba: Universitas.

Pedynowski, D. (2003). Toward a more "reflexive environmentalism": ecological knowledge and advocacy in the crown of the continent ecosystem. *Society and Natural Resources*, 16(9), 807-825.

Pereiro Muñoz, C. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2001). Argumentación sobre gestión ambiental en el Bachillerato. *Comunicación en el VI Congreso de Investigación en Didáctica de las Ciencias (Barcelona)*, 2, 67-68.

Pickett, S.T.A.; Kolasa, J. y Jones, C.G. (1994). *Ecological understanding*. Nueva York: Academic Press.

Pisanty, I. (2003). Integración de conceptos de ecología, manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en programas de conservación de ecosistemas. En O. Sánchez; E. Vega; E. Peters y M. Monroy-Vichis (Eds.), *Conservación de Ecosistemas de Montaña en México*. Méjico: Instituto Nacional de Ecología.

En <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/pisanty.html>> Acceso febrero 2006.

Pozo, J.I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor.

Pozo, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

Pyle, R.M. (1993). *The Thunder Tree: Lessons From an Urban Wildland*. Boston: Houghton Mifflin.

Rohde, G.M. (1996). *Epistemología ambiental: uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuacao humana alopoiética*. Porto Alegre: EDIPUCRS.

Rivarosa, A.S.; García, E. y Moroni, C. (2004). Los proyectos escolares en Educación Ambiental: su potencial educativo y transformador. *Revista de Educación en Biología*, 7(2), 16-22.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de Unidades Didácticas. En F. Perales Palacios y P. Cañal de León (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (239-266). Alcoy: Editorial Marfil.

Sauvé, L. (1999). La educación ambiental: entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos en Educación Ambiental*, 2(1), 7-25.

Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. (1998). *Bases de la Política Ambiental para la República Argentina*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.

Solís, M. y Vaudagna, E. (2006). Enseñar para generar conductas de prevención del VIH-sida y superar representaciones erróneas. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio* (pp. 117-134). Córdoba: Universitas.

Summers, M.; Corney, G. y Childs, A. (2004). Student teachers' conceptions of sustainable development: the starting-points of geographers and scientists. *Educational Research*, 46(2), 163-182.

Terradas, J. (2001). *Ecología de la vegetación. De la fisiología de las plantas a la dinámica de las comunidades y paisajes*. Barcelona: Omega.

UNEP. (1992). *Convention on biological diversity*. Nairobi. UNEP – Environmental Law and Institutions Program Activity Centre.

UNESCO. (1977). *Final Report-Tbilisi. Intergovernmental Conference on Environmental Education, Tbilisi, Republic of Georgia*. 14-26 October. Paris: UNESCO.

United Nations Population Division. (2004). *World Population Prospects: The 2002 Revision*. United Nations Population Division.

En <<http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2002/WPP2002-HIGHLIGHTSrev1.PDF>> Acceso Febrero de 2006.

Van Weelie, D. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24(11) November 01, 1143-1156.

Vega Marcote, P. y Álvarez Suárez, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico para la Educación Ambiental para un desarrollo sustentable. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).

Webb, P. y Boltt, G. (1990). Food chain to food web: a natural progression? *Journal of Biological Education*, 24(3), 187-190.

White, P.A. (1995). Common sense construction of causal processes in nature: causal network analysis. *British Journal of Psychology*, 86, 377-395.

White, P.A. (1997). Naïve ecology: causal judgments about a simple ecosystem. *British Journal of Psychology*, 8(2), 219-233.

White, P.A. (2000). Naïve analysis of a food web dynamics: a study of causal judgment about complex physical systems. *Cognitive Science*, 24(1), 605-650.