

Enseñanza de la Ecología, conservación de la biodiversidad y salidas de campo en el ámbito de la formación inicial del profesorado en Ciencias Biológicas

Ecology Teaching, Biodiversity Conservation and Field Trips in the Area of Initial Teacher Training in Biological Sciences

Gabriel Calixto Molinari

IPA, IINN, Prof. Semipresencial – CFE – Uruguay

calixtouru@gmail.com

Recibido 06/10/2020 – Aceptado 1/06/2021

Para citar este artículo:

Calixto Molinari, G. (2022). Enseñanza de la Ecología, conservación de la biodiversidad y salidas de campo en el ámbito de la formación inicial del profesorado en Ciencias Biológicas. *Revista de Educación en Biología*, 25 (1), 9-19.

Resumen

La Ecología como ciencia empírica, integradora que aborda el estudio de las relaciones. A través de la contemplación de la diversidad y complejidad de la vida brinda la oportunidad de trabajar: conceptos, nociones, modelos y formas de producción de conocimientos enriquecedores e ineludibles en la formación del perfil profesional de los Profesores en Ciencias Biológicas. Estrategias didácticas, como las salidas de campo, acercan a los futuros profesores al estudio y comprensión de las nociones de la Ecología, a los aspectos didácticos de la enseñanza de las Ciencias Naturales y a la Educación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad.

Palabras Clave: Enseñanza de la Ecología; Formación docente; Salidas de campo; Biodiversidad; Conservación

Abstract

Ecology as an empirical, integrative science that deals with the study of relationships contemplating the diversity and complexity of life, provides the opportunity to work on concepts, notions, models and ways of producing enriching and unavoidable knowledge in the formation of the professional profile of Professors in Biological Sciences. Didactic strategies such as field trips, bring future teachers closer to the study and understanding of notions in Ecology, to the didactic aspects of teaching Natural Sciences and to Environmental Education for the Conservation of Biodiversity.

Keywords: Ecology Teaching; Teacher Training; Field Trips; Biodiversity; Conservation

Ecología, ciencia integradora por naturaleza

"La vida es una unión simbiótica y cooperativa que permite triunfar a los que se asocian."

Lynn Margulis

La historia de la Ecología se remonta a los trabajos de Aristóteles, quien con sus estudios pudo fundar una verdadera Biología de las poblaciones, a Linneo con aportes acerca de la economía de la naturaleza, a Humbolt y su visión biogeográfica, a Haeckel -a quién se le atribuye el nombre y primera conceptualización- o al grupo de cincuenta naturalistas británicos que fundaron en abril de 1913 la Sociedad Británica de Ecología. Quienes editan en el mismo año la primera publicación científica especializada, el *Journal of Ecology* (Deleage, 1993). Muy probablemente, aquellos solo significaron grandes mojones en la historia de una ciencia que se consolida, con metodologías propias, en el siglo XX.

Uno de los aportes más útiles de la historia de las ciencias es conocer los cambios conceptuales que permitieron su desarrollo hasta el presente. A partir del cual podemos establecer las bases del pensamiento de dicha ciencia (Gagliardi, 1986). En este caso ecológico, que se podrá trabajar con los estudiantes. Desde sus orígenes, la Ecología ha demostrado ser todo lo contrario a una disciplina encerrada en sí misma.

¿Cómo hacer ecología sin recurrir a la botánica y la geoquímica, a la oceanografía y a la climatología, a la agronomía y a la economía? Ciencia que constituye un punto de confrontación, ciencia de aire libre, abierta a las sociedades humanas, la Ecología no puede ser reducida, en ningún momento de su historia, a una simple rama de la Biología.

(Deleage, 1993, p.15)

La Ecología aborda el estudio de los fenómenos complejos, con un trabajo interdisciplinario, entendiéndolo como una verdadera integración de los conocimientos, modelos y modos de pensar de dos o más disciplinas (Barry et al., 2008). En ese espacio, donde las diferencias son prioritarias y los diversos métodos y enfoques se integran conformando una multiplicidad más que una unidad, está la clave para desarrollar investigaciones interdisciplinarias, adecuadas para comprender sistemas complejos (García, 2004).

Como ciencia integradora que trabaja desde la interdisciplinariedad, la Ecología brinda conceptos, nociones, modelos y distintas explicaciones novedosas, que se adecúan a una forma de comprender la realidad compleja, intentando simplificarla lo menos posible. En este sentido, el estudio de nuevos niveles de organización surgidos en su seno -como lo son las poblaciones, las comunidades, los ecosistemas, los paisajes y hasta la biosfera- impulsa la noción de diversidad como concepto clave y estructurante.

Por otra parte, si bien las investigaciones en Ecología se pueden llevar a cabo en forma experimental en los laboratorios, es reconocido que dichas aproximaciones permiten realizar estudios en una escala muy reducida, además de presentar la realidad en forma excesivamente simplificada (Departamento de Ecología, 2005). Otra aproximación

la constituyen las investigaciones de campo (Smith y Smith, 2007) u observacionales que permiten detectar relaciones, procesos y patrones a distintas escalas espaciales (Departamento de Ecología, 2005).

La historia como las formas de producción del conocimiento, es importante a la hora de pensar en la enseñanza de la Ecología. En tanto Ciencia Natural se encuentra dentro de un campo específico, con formas de investigación propias, importante producción científica y un corpus independiente al de la Didáctica General, llamado Didáctica de las Ciencias Naturales (Aduriz-Bravo e Izquierdo, 2002; Gil et al., 2000; Izquierdo, 2007; Sanmartí, 2001). Este campo, más allá del modelo teórico de referencia, intenta responder preguntas tales como: ¿Qué imagen de ciencia tiene el profesor? ¿Qué ciencia enseñar? ¿Con qué finalidad se enseña ciencia en los distintos niveles de la educación formal? ¿Qué contenidos científicos se enseñan? ¿Cómo se puede enseñar? o ¿Cómo se piensa que aprenden ciencia los y las estudiantes? (Angulo, 2002), entre otras.

Estas y otras preguntas pueden dar pistas a la hora de seleccionar con solidez epistemológica los contenidos disciplinares, realizar una coherente, contextualizada y efectiva adecuación didáctica de los mismos y retroalimentar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación inicial de docentes.

En educación siempre hay que hacer un recorte

La diversidad biológica es la clave para el mantenimiento del mundo tal cual lo conocemos.

Edward O. Wilson

Como fue señalado anteriormente, estos interrogantes: ¿qué enseñar?, ¿desde qué mirada enseñar? y ¿para qué enseñar? son algunas de las preguntas claves que podemos hacernos, a la hora de realizar la elección y jerarquización de contenidos. Sobre todo si se tiene en cuenta que la producción de conocimientos y su divulgación es cada vez mayor. Además, los tiempos en educación siempre son escasos si se intentan abarcar los planes y programas que en general se proponen.

En este marco, es importante tener presente que existen conceptos estructurantes, y deben tener prioridad en la curricula de la formación inicial del profesorado de Ciencias Biológicas. Biodiversidad es uno de ellos y representa uno de los mejores aportes de la Ecología al conocimiento humano.

Diversidad Biológica o Biodiversidad

El concepto de Diversidad Biológica surge a partir de los trabajos de Lovejoy en 1980 y de Norse y McManus del mismo año, quienes hacen referencia a varios temas ambientales globales, así como la diversidad genética y ecológica (Perez-Mesa, 2013). Su posterior forma condensada Biodiversidad (BD) es acuñado por Walter G. Rosen, del Consejo Nacional de Investigación / Academia Nacional de Ciencias (NRC / NAS) en 1985, durante

la planificación de un foro sobre diversidad biológica: Foro Nacional sobre Biodiversidad, bajo los auspicios de la NAS y el Instituto Smithsonian.

En el año 1992 se genera una de las definiciones más difundidas, plasmada en el *Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas*:

"diversidad biológica" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, 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.

(Naciones Unidas, 1992, p.3)

Además de los niveles o escalas antes mencionados, se pueden contemplar también los procesos asociados a estos, como parte de la BD. por lo tanto, es relevante tener en cuenta tanto la composición, como la estructura y la función de los sistemas biológicos (Noss, 1990). La composición se refiere a la variedad de genes, poblaciones, especies, comunidades y paisajes en sí. La estructura involucra la forma en que se organizan dichos componentes, por ejemplo: desde aspectos genéticos y demográficos de las poblaciones, hasta la fisonomía a nivel de paisaje. Mientras que la función atañe a los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren entre los componentes, como los intercambios genéticos, interacciones interespecíficas o flujo de nutrientes (Noss, 1990).

Apuntes sobre el estudio de la biodiversidad

En nuestros días, los ecólogos realizan diversos trabajos de recolección de datos y técnicas de muestreo en campo. Posteriormente, "para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones" (Villarreal et al., 2004, p.189). También elaboran inventarios, ya que es la forma más directa de reconocer la biodiversidad (Noss, 1990), y

los datos provenientes de los inventarios pueden ser procesados, contextualizados y analizados para obtener una caracterización de la biodiversidad; pueden tener una aplicación en sistemática, ecología, biogeografía, y manejo de ecosistemas entre otros. Ellos aportarán información sobre el estado de la conservación de la biodiversidad, la detección y evaluación de cambios biológicos y ecológicos, y la estimación de la proporción de la biodiversidad que falta inventariar.

(Villarreal et al., 2004, p.22)

Una estrategia para el diseño de los programas de evaluación y monitoreo de la BD contempla utilizar el paisaje como escala geográfica de estudio, el uso de grupos indicadores como objeto prioritario y el análisis de los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad de especies (Halffter et al., 2001). La diversidad alfa es la riqueza de especies de cada comunidad, la beta es el cambio en la composición de especies entre distintas comunidades y la gamma es la riqueza de especies en el conjunto de comunidades que

integran el paisaje estudiado (Halffter et al., 2001; Villarreal et al., 2004)

Como se verá más adelante varios de los trabajos desarrollados por los investigadores, pueden ser adecuados didácticamente a la formación inicial de docentes.

Conservación de la Biodiversidad

¿Por qué preocuparnos por la pérdida de la BD? Existe una enorme cantidad de motivos por los cuales la humanidad debería estar muy preocupada y ocupada, en intentar conservar la BD. Su pérdida no refiere solamente a la desaparición de tal o cual genoma, especie o ecosistema, nos enfrenta, además, a la incertidumbre de continuar nuestra propia evolución sin las relaciones que establecen y las que jamás se van a originar sin ellos (Calixto, 2013). Cada vez que se conocen dichas relaciones, se evidencia también que, más allá de cuestiones éticas y el valor intrínseco que tienen las distintas formas de vida, hay aspectos prácticos y utilitarios que en ocasiones se desconocen y están relacionadas con la propia supervivencia de la especie humana, por ejemplo:

las arañas, junto con sus primos hermanos, los restantes artrópodos (si, insectos, escorpiones, ciempiés, cangrejos etc.) constituyen el grupo más diverso de la naturaleza. Tienen cerca de un millón de especies conocidas y tal vez diez a cien millones más por conocer. Si estas especies desaparecieran, la sobrevivencia de los seres humanos en el mundo duraría unos pocos meses, o tal vez menos (...) el planeta volvería a como era hace 500 millones de años (Pérez-Miles, 2013, p. 67). Cuando se habla de conservación no se hace referencia a no tocar, no usar o no consumir más, eso implicaría desaparecer del planeta; sino que refiere a estudiar y tomar decisiones para manejar nuestro entorno de forma sustentable, cumpliendo por lo menos dos objetivos:

“1) a corto y mediano plazo se minimicen o neutralicen los efectos negativos de los seres humanos sobre la naturaleza, la cual nos incluye y 2) a largo plazo provea a los otros seres vivos del máximo número de alternativas para tolerar y sobrevivir nuestra breve presencia en el planeta”. (Feinsinger, 2003, p.1)

Si bien, para lograr la conservación al menos de una parte significativa de la BD se deberían cambiar varios aspectos que atañen incluso a la forma de vida que tienen la mayoría de los humanos, como parte del proceso civilizatorio. Para el presente trabajo se piensa en forma menos ambiciosa, tomando por un lado una herramienta como ejemplo, el desarrollo de Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas (SNAP) u otras estrategias de conservación y su contrapartida en la educación para la conservación, específicamente en Formación Docente.

Didáctica de las Ciencias Biológicas: ¿cómo abordar el conocimiento para enseñar?

Porque el hombre es cada vez más poderoso, educar es cada vez más importante.

Clemente Estable

Luego de presentar un recorte disciplinar a manera de ejemplo, en relación a temáticas tan amplias como la BD y su conservación, es hora de pensar en cómo enseñarlo, en el ámbito de la formación inicial del profesorado en Ciencias Biológicas. Esto se relaciona con otro elemento fundamental: el cómo aprenden los y las estudiantes de formación docente, por lo cual se harán referencias permanentes a ambos aspectos.

La formación inicial es el ámbito oportuno para que los futuros profesores reflexionen y expliciten sus concepciones, actitudes, emociones sobre la ciencia y sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Esto será un punto de partida para tomar conciencia de dichas concepciones y propiciar, incluso, otras perspectivas más innovadoras (Cañal, 2011). Para ello, el futuro cuerpo docente debe tener la oportunidad de realizar su propio proceso metacognitivo y reflexivo, a la hora de aprender a enseñar su materia específica, integrando los conocimientos académicos, las concepciones personales y el conocimiento práctico, para contribuir a generar su propio conocimiento didáctico del contenido (Mellado, 2003).

El conocimiento didáctico del contenido surge a partir de la idea de Shulman (1987) del conocimiento pedagógico del contenido, en cuanto al conocimiento que faculta al profesor para transformar ciertos conocimientos en contenidos de enseñanza (Amórtegui, 2018) En el contexto iberoamericano, se establece la equivalencia entonces entre el conocimiento pedagógico y didáctico del contenido, en el cual Shulman le otorga especial importancia a las ideas del estudiantado, así como a las estrategias metodológicas para facilitar el aprendizaje de estudiantes (Amórtegui, 2018).

Pero un profesional docente no solamente debe desarrollar un conocimiento didáctico del contenido a enseñar, sino que debe abordar los conocimientos desde múltiples dimensiones. Como lo es: el conocimiento de distintos tipos: del contenido específico, pedagógico general, del currículum, del estudiantado y del aprendizaje, del contexto de educación y de la filosofía educativa (Shulman, 1987). Esto conlleva una dificultad extra, multidimensional y compleja, para las y los futuros docentes a la hora de aprender para enseñar, y para las y los formadores, a la hora de enseñar, para que aprendan a enseñar.

Las y Los futuros docentes de Ciencias Biológicas, entonces, deberán abordar múltiples temas de su campo disciplinario, para tratar de alguna manera los contenidos específicos y realizando recortes, bajo supuestos de enseñanza y aprendizaje que manejen. Además, utilizarán prácticas metacognitivas y establecerán vínculos en sus clases entre la teoría y la práctica, con claras intenciones de enseñar y favorecer procesos de construcción de conocimiento. Estos son algunos aspectos de lo que Litwin (2000) denomina como: "configuraciones didácticas", esta es la manera particular que despliegan docentes para favorecer el aprendizaje desde una visión constructivista.

Biodiversidad como concepto estructurante

Se puede afirmar que la noción de BD irrumpe en el último cuarto del siglo XX, como: “un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores” (Gagliardi, 1986:31). Así como la idea de que los organismos vivos cumplen una autopoyesis, que se producen continuamente a sí mismos (Maturana y Varela, 2003)- por ejemplo: a nivel celular mediante procesos anabólicos producen los componentes de la membrana (Galfrascioni, 2014), o pensar que el nivel microscópico determina las propiedades emergentes en los niveles macroscópicos. Lo cual lleva a que todos los fenómenos sean observados en forma diferente (Gagliardi, 1986), la BD también es un concepto estructurante para las Ciencias Biológicas.

Este concepto permitiría comprender la variedad de formas y procesos que se llevan a cabo en el mundo viviente. Por ejemplo, los diferentes tipos de especies que existen y han existido, los tipos de moléculas que hacen parte de la estructura y función de los organismos, los diferentes fenotipos y genotipos al interior de una especie, las distintas clases de células en un organismo pluricelular, las diferentes castas pertenecientes a una colonia de insectos sociales, los diferentes ecosistemas existentes en la biósfera, etc.

(Castro y Valbuena, 2007, p.132)

La diversidad es una propiedad fundamental que caracteriza a los seres vivos, como la unidad y aproxima de forma distinta a comprender la complejidad de la vida en sus diferentes niveles y escalas, así como también la multiplicidad de posibilidades de adaptación asociados a los procesos evolutivos que la han originado. Además, el desarrollo del concepto de BD facilita la aproximación a las amenazas que sufre desde distintas dimensiones, pone en evidencia los beneficios que aporta a los seres humanos, como parte activa y las estrategias que se pueden planificar y poner en práctica para su conservación.

La BD, junto a las nociones de su conservación, se constituye entonces en un conjunto de temáticas ineludibles en la formación inicial del profesorado en Ciencias Biológicas, vertebradoras y estructurantes, para el abordaje de la vida, desde una mirada más compleja y actualizada, frente a los desafíos que enfrenta la educación en estos tiempos.

Salidas o prácticas de campo - estrategia privilegiada para el abordaje de la biodiversidad

Con el propósito de colaborar con el desarrollo del perfil profesional de profesores de Ciencias Biológicas, y si tenemos en cuenta el recorte disciplinar propuesto, una estrategia concreta de trabajo, son las salidas o prácticas de campo, principalmente a ambientes con pocas modificaciones o que posean predominancia de BD autóctona. Este tipo de estrategias se encuentran dentro de las denominadas actividades prácticas.

Desde hace algunas décadas, en el campo de la didáctica de las ciencias se ha formulado claramente que la aproximación al conocimiento científico requiere un proceso

de actividades prácticas, individual y colectivo, en el que se hagan explícitas las ideas propias, se contrasten con otras y con evidencias empíricas que permitan poner a prueba, a través de la discusión y la reflexión, la validez de las ideas utilizadas.

(Del Carmen (2011, p. 91)

Anteriormente vimos que, el estudio de la BD se da principalmente en el medio natural, y no es un escenario neutral para la actividad científica, porque en él por ejemplo: los seres vivos no son invitados pasivos, como si fuera un laboratorio (Amórtegui, 2018); otro tanto ocurre con las actividades de enseñanza y aprendizaje. Aprender sobre el medio natural en el aula o el laboratorio escolar siempre va a resultar una aproximación por métodos indirectos y parciales, de lo que es una realidad compleja y única, cada vez que se la visita. Las experiencias son únicas y no se pueden replicar en clase, por lo tanto, pueden aprovecharse al máximo (DeWitt y Storksdieck, 2008).

Hay un amplio acuerdo también que los aprendizajes generados en las salidas de campo son significativos (Ajaja, 2010; Orión, 1993; Pedrinaci, 2012; Ríos y Ruedas, 2009) y contribuyen a la alfabetización científica de la ciudadanía, al tratarse de trabajos con futuros docentes (Amórtegui 2018; Ayotte et al., 2017; Del Toro, 2014; Ríos y Ruedas, 2009). Además, participar en las distintas etapas de planificación de las mismas aumenta la motivación del estudiantado y predispone el aprendizaje (Amórtegui, 2018; Ayotte, et. al., 2017; Del Toro, 2014; Gómez, 2013; Howarth y Slingsby, 2004; Morag y Tal, 2013; Ríos y Ruedas, 2009).

Salidas de campo y educación para la conservación

La educación para la conservación de la naturaleza se circunscribe dentro de la Educación en Ambiente (EA), la cual ha sido definida por diversos autores desde la década del sesenta. Momento en el que comienza a surgir, desde la comunidad científica y los gobiernos, una creciente preocupación por el deterioro ambiental del planeta, sobre todo asociado a la pobreza y el deterioro de los recursos naturales; visualizándose así, la interrelación entre la naturaleza y los factores socioeconómicos (Calixto, 2013). Aunque es importante señalar que la enseñanza de la Ecología no decanta necesariamente en estos procesos de EA.

Se puede sostener que las salidas de campo son muy importantes para el desarrollo de procesos de EA para la conservación de la naturaleza. Esta es una de las corrientes dentro de la EA, la que se basa en la conservación de los recursos desde el punto de vista de su calidad, como su cantidad (Sauvé, 2010). El desarrollo de estrategias didácticas en los ambientes naturales del Uruguay, sobre todo pensando en la formación inicial del profesorado, es fundamental para que desde la Educación Formal se fortalezcan los procesos tendientes a la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) u otras estrategias territoriales de conservación, y para integrar la necesidad de que existan en la ciudadanía, no como relictos de naturaleza, sino integradas a las distintas formas de producción y uso, cada vez más sustentables, a efectos que continúen existiendo y evolucionando (Soutullo, 2006; Calixto, 2013).

Las salidas de campo deben incluir procesos de indagación en diferentes niveles de complejidad, que promuevan actividades científicas propias de la Ecología y de la EA (De Longhi y Rivarosa, 2015). De esta manera, se tenderá a una formación docente sensible frente a las problemáticas de conservación de la naturaleza, capacitada en su conocimiento didáctico y comprometida en generar procesos de enseñanza transformadores.

Referencias

- Aduriz-Bravo, A. e Izquierdo, A. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (3), 130-140.
- Ajaja, P. (2010). Effects of Field Studies on Learning Outcome in Biology. *Journal of Human Ecology*, 31(3): 171-177. DOI: <https://doi.org/10.1080/09709274.2010.11906312>
- Amórtegui, E. (2018). Contribución de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional del profesorado de Biología. Un estudio con futuros docentes de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia). Tesis Doctoral. Universitat de Valencia. <http://roderic.uv.es/handle/10550/66943>
- Angulo, F. (2002). Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado secundaria, basada en la metacogición. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona – Facultad de Ciencias de la Educación. <https://www.tdx.cat/handle/10803/4693>
- Ayotte, J-P., Potvin, P., Lapierre, H. y Glackin, M. (2017). Teaching and Learning Science Outdoors in Schools' Immediate Surroundings at K-12 Levels: A Meta-Synthesis. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(9): 5343-5363. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00833a>
- Barry, A. Born, G. y Weszkalnys, G. (2008). Logics of interdisciplinarity. *Economy and Society*, 37 (1): 20-49. DOI: <https://doi.org/10.1080/03085140701760841>
- Calixto, G. (coord.) (2013). *Educación para la conservación, pensando en las maestras*. Montevideo, Uruguay: SNAP – MVOTMA. http://www.ceip.edu.uy/documentos/2013/materialeseducativos/SNAP_Libro_Educacion_para_la_Conservacion_web_final.pdf
- Cañal, P. (Coord) (2011). *Biología y Geología: investigación, innovación y buenas prácticas*. Ministerio de Educación – Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional. Barcelona. Editorial GRAÓ
- Castro, J. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *TED: Tecnó, Episteme y Didaxis*, (22): 126-145. DOI: <https://doi.org/10.17227/ted.num22-385>
- Del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. En P. Cañal. (Ed.), *Didáctica de la biología y la geología* (pp. 91-108). Barcelona, España.
- Del Toro, R. (2014). Concepciones y prácticas del profesorado a cerca de las actividades de campo en educación secundaria de Biología en diferentes contextos educativos: los casos de Dinamarca, Campinas (Sao Pablo – Brasil) y la Comunidad de Madrid. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación. <https://eprints.ucm.es/27693/>
- Deleage, J.P. (1993). *La historia de la Ecología*. Barcelona: ICARIA Editorial S.A.

- De Longhi, A. y Rivarosa, A. (2015). La Didáctica de la Biología: tensiones que desafían la formación del educador en ciencias. En: G. Bermudez y A. De Longhi (Coords), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: aportes para la formación docente* (1a ed., pp. 239-258). Córdoba: Editorial de la UNC
- Departamento de Ecología, (2005). Métodos de Investigación en Ecología. España. Universidad de Alcalá. http://www3.uah.es/tiscar/Eco_Biol/Complementos_Eco/Cuaderno%20metodos%20investigacion05.pdf
- DeWitt, J. y Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, 11(2): 181-197. DOI: <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>
- Dourado, L. y Leite, L. (2013). Field activities, science education and problem solving. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 106 (10): 1232-1241. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.138>
- Feinsinger, P., (2003). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Bolivia. Editorial FAN.
- Furio, C.J. y Gil, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3): 257-265.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1): 30-35.
- Galfrascoli, A. (2014). Un acercamiento a la noción de conceptos estructurantes en el Profesorado de Educación Primaria. *Revista Aula Universitaria*, 16: 42-55. DOI: <https://doi.org/10.14409/au.v0i16.4989>
- García, R. (2004). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. En: E. Leff (Comp.), *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Gil, D., Carrascosa, J. y Martínez, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo de investigación específico. En J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil
- Gómez, M. (2013). Las prácticas de campo una estrategia didáctica para conservar el ecosistema de páramo desde el estudio ecofisiológico del frailejón (Asteraceae espeletia). *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, Número Extraordinaria, 446 – 445. DOI: <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia446.454>
- Halffter, G., Moreno, C. y Pineda, E. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza. <http://sea-entomologia.org/PDF/MTSEA02.pdf>
- Howarth, S. y Slingsby, D. (2004). Biology fieldwork in school grounds: a model of good practice in teaching science. *School Science Review*, 87 (320), 99-106.
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar Ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6: 125-138.
- Litwin, E. (2000). *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza superior*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Maturana, H. y Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento, las bases biológicas del entendimiento humano*. Buenos Aires, Argentina: Grupo Editorial Lumen.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía

- de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3): 343–358.
- Morag, O., Tal, T. y Rotem-Keren, T. (2013). Long-Term Educational Programs in Nature Parks: Characteristics, Outcomes and Challenges. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(3), 427-449. Doi: 10.12973/ijese.2013.213^a
- Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trip as an Integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93 (6): 325-331.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.
- Pérez-Mesa, M. (2013). Concepciones de biodiversidad: una mirada desde la diversidad cultural. *Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural*, 6 (12) Ed. Especial: 133-151. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m6-12.cbmd>
- Perez-Miles, F. (2013). Las arañas: ¿la bella o la bestia? En G. Calixto (Coord.), *Educación para la conservación, pensando en las maestras* (pp. 67-69). Montevideo, Uruguay: SNAP – MVOTMA.
- Ríos, M. y Ruedas, M. (2009). El trabajo de campo: una estrategia para captar la complejidad de la realidad dirigida a futuros docentes en ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona: 420-423.
- Sauvé, L., (2010). Educación científica y educación ambiental, un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 5–18.
- Sanmarti, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy completo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40: 31–48.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching. Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1): 1-23.
- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología*. Madrid, España: Pearson Educación S.A.
- Soutullo, A. (2006). *Marco conceptual para la planificación de la conservación de la diversidad biológica: implicancias para el diseño de un sistema de áreas protegidas en Uruguay*. Montevideo, Uruguay: SNAP-MVOTMA.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. y Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>