

REVISIONES

Historia natural: La discusión  
Una revisión del concepto, el conflicto y sus ecos a la educación  
de las Ciencias Biológicas

Natural history: The discussion  
A review of the concept, the conflict and its consequences in Science teaching

*História natural: Discussão*  
*Uma revisão do conceito, do conflito e seus ecos para a educação em Ciências Biológicas*

*Sergio Elórtegui Francioli*

Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación, Facultad de Educación,  
Pontificia Universidad de Católica de Chile, Santiago, Chile. Correo electrónico: saelorte@uc.cl

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el contexto de la discusión sobre la historia natural y la defensa construida desde el mundo académico, ante el quehacer naturalista en crisis y sus ecos en la enseñanza de las ciencias biológicas. Se efectuó una revisión crítica de la literatura indexada y una recontextualización histórica del término desde los artículos que se adscriben al tema. Se precisó el núcleo original de la discusión centrada en los principales trabajos, redibujando los conceptos desde los autores. Luego se detectaron los vacíos metodológicos en torno a la transposición de la problemática hacia la investigación reciente en educación para, finalmente, discutir sus proyecciones y limitaciones del enfoque hacia este último ámbito.

*Palabras clave:* historia natural, naturalista, educación naturalista, ciencias biológicas.

ABSTRACT

This paper is an analysis of the context of the discussion about natural history and the defense built from the academic world regarding the naturalist's work in crisis, and its echoes in the teaching of the biological sciences. A critical review of indexed literature and historical recontextualization of the term from the articles related to the topic was conducted. The original core of the discussion focusing on the main literature is summarized, redrawing the concepts from the authors. Methodological gaps around the transposition of the problems to recent research in education are then presented to finally discuss the projections and limitations of the approach.

*Key words:* natural history, naturalist, natural education, biological sciences.

RESUMO

Analisa-se o contexto da discussão sobre a história natural e a defesa construída a partir do âmbito acadêmico perante o que fazer naturalista em crise e seus ecos no ensino das Ciências Biológicas. Realizou-se revisão crítica da literatura indexada e recontextualização histórica do termo a partir dos artigos que tratam da temática. O núcleo original do debate centrou-se nos principais trabalhos e na reinterpretação dos conceitos dos autores. Foram identificadas lacunas metodológicas em torno da transposição da problemática em pesquisas recentes em educação para, finalmente, discutir projeções e limitações do enfoque para o último âmbito.

*Palavras chave:* história natural, naturalista, educação naturalista, ciências biológicas.

Observar la naturaleza, estudiar sus productos, buscar las relaciones generales y particulares que han ido imprimiendo en sus caracteres y, finalmente, intentar comprender el orden que hace imperar por todas partes, así como su funcionamiento, sus leyes y los medios infinitamente variados que emplea para dar lugar a este orden, es, desde mi punto de vista, ponerse en camino de adquirir los únicos conocimientos positivos que se encuentran a nuestra disposición, los únicos, por otra parte, que pueden sernos verdaderamente útiles y al mismo tiempo nos pueden proporcionar las satisfacciones más dulces y limpias capaces de aliviarnos de las inevitables penas de la vida.

Lamarck, *Filosofía Zoológica* (Introducción)

## EL CONTEXTO DE DISCUSIÓN SOBRE HISTORIA NATURAL

Existe una discusión articulada desde la academia durante las últimas décadas respecto a la percepción, principalmente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias biológicas, de que la historia natural sería un resabio disciplinar anticuado, conceptualmente ambiguo, que no ofrece competencia a la especialización disciplinar actual y su desaparición de la enseñanza se produce en directa relación a esta mirada. La investigación sobre la organicidad, sistematicidad y propositividad de esta respuesta tendría serias implicancias para iluminar un reposicionamiento de la actividad naturalista en la arena de la educación de la ciencia. A tiempo de oxigenar la mirada dominada por la efectividad-accountability escolar, los modelos basados en competencia, un currículum estanco, y aun más grave, un *aprendizaje del mundo vivo* que hoy descanza en los libros y cuatro paredes y no en la experiencia directa de los sentidos. Su desaparición como disciplina, al igual que sus áreas afines (taxonomía, sistemática, zoologías, botánica entre otras), y la disminución del trabajo de campo en la enseñanza de las ciencias biológicas a nivel escolar y superior, es percibida como una pérdida con graves implicancias para el desarrollo de las nuevas generaciones de científicos (Futuyma, 1998; Greene, 2005; Noss, 1996; Page 2005; Willson y Armesto, 2006). Encontrar el foco inicial de la discusión, redibujar y precisar el desarrollo del concepto desde el discurso de los autores y sondear sus ecos en la educación, son los propósitos de este trabajo.

La aproximación a la literatura sobre el tema se realizó a través de la revisión de la base de datos de *Web of Science*. En la literatura indexada actualmente el concepto de *historia natural* es abordado por más de 60.000 artículos construidos desde todos los campos de estudio. Sin embargo, esta heterogeneidad y cantidad arroja claridad sobre la intención y dirección de la revisión. El sentido de búsqueda no es de un concepto, sino de relaciones que den cuenta de lo escrito sobre la problemática abordada. Se efectuó, por tanto, una búsqueda más acotada hacia los ámbitos en que se sitúa este trabajo. El primero en la relación de la historia natural con las ciencias biológicas contemporáneas; para lo cual se ocupó el concepto de naturalista (*naturalist*), que correspondería a la praxis activa del término en el contexto de las ciencias y en un segundo ámbito la relación que existe actualmente entre la historia natural y educación, donde los términos de búsqueda agrupados fueron (*natural history-education*) y (*naturalist-education*). Posteriormente se realizó una tercera fase de búsqueda asociada a este segundo ámbito que incorporó la dimensión de la escuela (*school*), con objeto de elevar información objetiva desde ese escenario particular. Finalmente, de estas dimensiones de búsqueda se obtuvo 434 trabajos que fueron sujetos al análisis.

## DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO DE HISTORIA NATURAL

Sin la intención de hacer una cronología de la historia natural, se hace necesaria, sin embargo, la caracterización y comprensión evolutiva del concepto que emerge desde la literatura. Su dimensión histórica ha sido ampliamente estudiada y la literatura es sobrea-bundante en esta materia. Pero desde una perspectiva histórica de la ciencia y con el foco puesto en el ejercicio de la tradición naturalista, acogeré las perspectivas de autores que han profundizado esta dimensión (Farber, 2000; Kingsland, 1985; Mayr, 1982; Provine, 1971).

El análisis que se desprende de la literatura en relación a la comprensión histórica de la historia natural, se basa en la relevancia que los autores otorgan a ciertos naturalistas en detrimento de otros, la regularidad con que estos son nombrados, así como la importancia asignada a ciertas obras y momentos particulares en su cronología.

La primera acepción de historia natural corresponde al militar y procurador romano Plinio el Viejo, el año 77 d.C. Ampliamente citado en la historia de la ciencia, se encuentran hoy más de 50 artículos indexados que, desde diversos ámbitos, lo ratifican como el precursor del término referido a su obra *Naturalis Historiae* que contiene 37 libros que abordan los conocimientos del mundo natural de la época y que van desde temas de mineralogía, zoología y botánica, hasta otros tan diversos como medicina, magia y como llevar una granja. En adelante, *Naturalis Historiae* será replicada en su estructura y fondo hasta entrado el siglo XVII.

Para los autores revisados, el origen de la historia natural como disciplina y su búsqueda por encontrar “un orden” en la naturaleza, ocurre en el siglo XVIII, en el marco de la ilustración basada en el racionalismo de Europa occidental (Farber, 2000; Mayr, 1982). El florecimiento cualitativo y cuantitativo –número de obras y actividades de exploración– de la historia natural, no se llevó a cabo sino hasta los siglos XVIII y comienzos del XIX con los inicios de la expansión británica y la exploración de sus territorios anexados; donde la historia natural se convirtió en una disciplina oficial y regulada por las debutantes “Sociedades de Historia Natural” de Gran Bretaña y luego de las colonias americanas (Arnold, 2003; Farber, 2000). En referencia a este periodo, la literatura apunta a un conjunto de autores en particular y sus obras, como articuladores del proceso de organicidad taxonómica y científica. Arnold (2003), Farber (2000), Kingsland (1985) y Mayr (1982) coinciden en el aporte decisivo en la sistematización y comprensión de la naturaleza de Carolus Linnaeus (1750) y su *Systema Naturae*, que permitió un orden general para el mundo natural en base a sus características observables, consolidando un lenguaje taxonómico binominal común; y Georges Buffon (1749-1788) con su *Histoire naturelle, générale et particulière*, obra enciclopédica monumental de 36 volúmenes que expuso la recopilación sobre los hechos naturales conocidos hasta ese momento. Los autores sugieren que sus obras, inspiradas por una comprensión empírica de la ciencia heredada del siglo anterior, derivaron en una mejor comprensión y distribución del conocimiento natural y en el desarrollo de un espíritu de descubrimiento sistemático que continuó hasta hoy. Sus pasos fueron acompañados a fines de siglo por Couvier y su clasificación del reino animal *Regne animal distribué d'après son organisation* (1817) y Lamarck con sus aportes a la filosofía de la ciencia y aproximaciones a una teoría de la evolución contenidas en su *Filosofía Zoológica* (1809) (Farber, 2000). Goethe, con sus numerosas obras científico-naturales, también es señalado como otro autor que influyó a generaciones de naturalistas (Naydler, 1996). Durante este mismo periodo, en Norteamérica se destacó la figura de Thomas Jefferson como un ávido naturalista que le

otorgó gran importancia al estudio de la historia natural, comisionando numerosos viajes de descubrimiento y registro del mundo natural a través de los Estados Unidos.

A este desarrollo de las ideas sobre historia natural, inspirado por “el siglo de las luces” y en particular por los aportes de Linneo y Buffon, le acompañó la enorme campaña exploratoria subsecuente del siglo XIX. Los naturalistas más citados son el “Padre de la Geografía Moderna Universal” Alexander Von Humboldt, con su empresa naturalista realizada principalmente en Sudamérica (1799-1804); y Charles Darwin en su conocida travesía abordo del *Beagle* y su obra *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo en el navío S.M. Beagle* (1839) (Bury, 2006; Farber, 2000; Futuyma, 1998). Otro naturalista que emergió frecuentemente fue Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873), un zoólogo y geólogo suizo que fue el responsable de la creación del Museo de Historia Natural en Cambridge y autor de la *Historia Natural de los Estados Unidos*, y que creó también “La estación para el estudio y la enseñanza de la historia natural” (Krupa, 2000). La revisión sugiere que para la literatura el contexto de estos naturalistas fue un periodo de gran acreción del conocimiento; la historia natural se consolidó académicamente siendo enseñada formalmente en escuelas y universidades donde la zoología, botánica, ornitología y entomología eran comunes en los cursos ofrecidos por universidades (Arnold, 2003; Farber, 2000). Según Farber (2000) la Era Victoriana en la segunda mitad del siglo XIX fue también una época de gran interés en la naturaleza, periodo en el cual se acrecentaron las colecciones de objetos naturales y tuvo su auge la museología, con la creación de la mayoría de los Museos de Historia Natural.

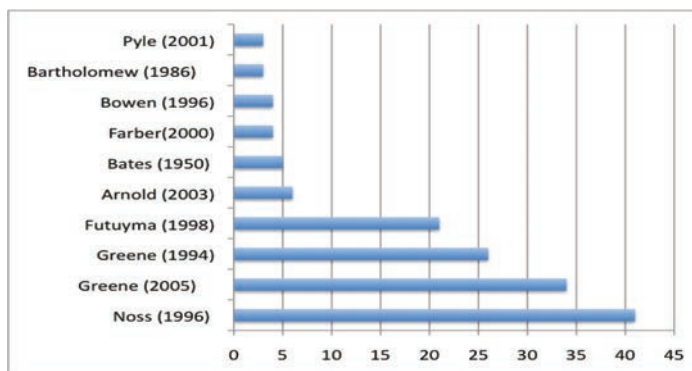
Hay coincidencia en que el tronco disciplinar y la genealogía de las disciplinas ancestrales –geología, botánica y zoología–, finalmente se ramificó a mediados del siglo XIX generando una “especialización disciplinar” producto de la propia masa crítica de conocimiento y número de personas trabajando en ello (Arnold, 2003; Jaksic, 1999; McIntosh, 1985), lo que se reflejó en la fundación exponencial y diversificación de sociedades científicas. Este movimiento coincide aproximadamente con la aparición de cursos especializados en los programas universitarios en general y con la creación de revistas cuyos ámbitos, si bien se derivan del tronco original, son cada vez más específicos: ecología del comportamiento, fisiología molecular, bioinformática y así sucesivamente (Arnold, 2003). Esto, por un lado, aceleró e incrementó el capital disciplinar, pero generó serios problemas comunicativos y epistemológicos entre las disciplinas, con escaso lenguaje común y una escisión real del tronco; en lo sucesivo, “historia natural” fue sinónimo de trabajo de campo y colecciones (Farber, 2000; Kingsland, 1985; Provine, 1971). La feudalización científica e hiper-especialización que emergió en el siglo XX impidió, a juicio de Noss (1996), una visión panorámica de la naturaleza; esto, sumado al surgimiento de la modelización matemática del mundo natural (Greene, 2005; Noss 1996), configura el escenario de discusión académica contemporánea respecto de si el naturalista de antaño está en su etapa de obsolescencia, o según Arnold (2003), en una clara evolución. Si a esto le sumamos la desaparición en progreso, desde la década del 60, de las disciplinas ancestrales del contexto universitario y su real extinción de la escuela (Noss, 1996; Schmidly, 2005), la discusión se vuelve más seria y el conflicto académico se hace evidente.

En el presente, es al científico E.O. Wilson y sus obras al que la literatura en su conjunto le considera “el representante vivo” de la tradición naturalista (Futuyma, 1998; Farber, 2000; Arnold, 2003; Greene, 2005; Willson y Armesto, 2006) y se le cita desde prácticamente todo los contextos de discusión sobre la historia natural.

## PRINCIPALES AUTORES QUE ABORDAN EL TEMA HOY

La historia natural asociada a una visión de disciplina en crisis empezó a aparecer fuertemente a mediados de la década de los 90 y hasta el presente, con la excepción adelantada de Bates (1950). Dan cuenta de esta situación más de 400 trabajos indexados escritos en este lapso desde las más diversas disciplinas. La revisión nos señala que la discusión se encuentra fuertemente posicionada en las áreas de la biología de la conservación, sistemática, biología evolutiva y ecología de poblaciones (90% de los trabajos revisados provienen de revistas en estas áreas). Pero más interesante aun que las diferentes posiciones y miradas que nos ofrece este conjunto de trabajos, es la información bibliográfica que se desprenden de cada uno de estos. Un análisis detallado indica la emergencia regular de un conjunto de autores y obras –todas ellas de carácter teórico– que fundan la discusión, transformándose en trabajos “iconos” que cada artículo posterior evita olvidar en sus citas. Según el número de citas levantado de la base de datos (Gráfico 1), los trabajos que más se recogen en relación a la discusión de una historia natural en conflicto, claramente nos llevan a F. Reed Noss (1996) y su ensayo como editor para *Conservation Biology*, respecto a la pregunta sobre si los naturalistas se están extinguiendo; Greene y sus trabajos sobre sistemática e historia natural (1994) y sobre el organismo como base para defender la importancia de la historia natural como disciplina (2005); y Arnold (2003), crítico de la visión de pérdida sobre el que se discutirá más adelante. Otro autor frecuentemente citado es Futuyama (1998), que al igual que Noss y Greene eleva una fuerte reflexión de la importancia de la figura del naturalista para las ciencias biológicas. Se suman a esta visión Bartholomew (1986), Bowen & Bass (1996), Farber (2000) y Pyle (2001). Otro autor muy querido es E.O. Wilson, prolífico investigador (108 artículos en *web of science*), creador del concepto de *biodiversidad* y cuyos aportes a la sociobiología, ecología y myrmecología han marcado la mirada de las ciencias biológicas y la biología de la conservación de comienzos de este siglo; sin embargo, su participación en la discusión sobre la historia natural ha sido más fuerte en el ámbito de la divulgación científica (Wilson, 1992, 2002; Wilson & Hölldobler, 1994; Wilson & Kellert, 1993) que desde la academia; emergiendo generalmente en la discusión contextualizada sobre otros temas, pero dejando en evidencia su mirada al titular su autobiografía *The Naturalist* (Wilson, 1994).

Gráfico 1. Principales trabajos citados basado en datos recuperados al 21 de mayo de 2014 de la base de datos de *web of science*



## CONCEPCIÓN DE HISTORIA NATURAL DESDE LA LITERATURA: LIMPIANDO EL CONCEPTO

La pregunta que muchos hacen, tanto en la academia como fuera, cuando se alude al concepto es: ¿A qué se refiere con historia natural? Esta es claramente una pregunta “a lugar”, pues los científicos noveles y personas en general nunca tuvieron como disciplina lo que antaño se enseñó con este nombre en escuelas y universidades. No existe esta reacción cuando, por ejemplo, se habla de biología celular o informática. Esta ausencia ha dotado a la historia natural como disciplina de un aura de imprecisión y ambigüedad. En su uso más temprano, la historia natural se refirió al estudio de la naturaleza en todas sus formas con el fin de diferenciarla de la historia eclesiástica o política. En el siglo XVIII, como ya hemos dicho, la historia natural se convirtió en un tema científico. Aun así la definición de la historia natural puede ser hoy un problema. La palabra “historia”, tal como se aplica en este uso, nada tiene que ver con el pasado, su significancia es descriptiva; por lo tanto, la historia natural es una descripción de los sistemas naturales. El énfasis de las acepciones de historia natural en la literatura revisada, se puede sintetizar en: a) el trabajo de campo como dimensión problemática generativa; b) el organismo y sus relaciones como núcleo explicativo; y c) la conceptualización teórica científica (Tabla 1).

*Tabla 1.* Generalización de las principales características de la historia natural por autor

Autor	Descripción
Noss (1996)	Disciplina basada en una sabiduría que proviene del trabajo de campo y los conocimientos principales de taxonomía y sistemática.
Arnold (2003)	Disciplina que busca el orden natural y valora por igual a todo el linaje de las ciencias donde el trabajo de campo es una herramienta subordinada a la creación de conceptos.
Willson & Armesto (2006)	Disciplina centrada en los procesos generativos e inductivos proveniente de la observación y problematización del mundo natural, insertada en la metodología científica, con implicancias éticas y que busca entender la diversidad biológica.
Greene (2005)	Disciplina que estudia a los organismos, basada en un proceso de retroalimentación con otras ramas de la ciencia, centrada en conceptos y teoría, para enfocar las preguntas que emergen de la observación en el trabajo de campo.
Bates (1950)	Estudio de la vida a nivel del individuo –de lo que las plantas y animales hacen, cómo se relacionan, agrupan en poblaciones y comunidades, y en qué forma reaccionan con su medio ambiente– con base sólida en el trabajo de campo.
Futuyma (1998)	Disciplina que sustenta el conocimiento y registro de los organismos y sus relaciones con el medio a través de la sistemática, la ecología y el trabajo de campo, generando y evaluando hipótesis científicas.

## EXPOSICIÓN DEL CONFLICTO

El conflicto transparentado está centrado en la praxis de la historia natural como disciplina, esto es en la figura y quehacer del “naturalista”. Las consideraciones sobre su presencia o ausencia se encuentran en los principales autores (Gráfico 1) y es sobre su figura actual y quehacer que la discusión se centra. Noss (1996), el más citado de los autores, inicia el conflicto en la literatura y no siendo, de hecho, el primero, es, sin embargo el que introduce una suerte de “llamada angustiada” sobre el tema de la desaparición del quehacer del naturalista, captando la atención de sus contemporáneos: “hago un llamado a todos los biólogos –ecólogos, biólogos evolucionarios, botánicos, zoólogos, genetistas de población, taxónomos entre otros– a unirse para resistirse a la biología de escritorio” (1996: 2). Noss pone de relevancia que en la ausencia de una base sólida de experiencia de biología de campo es difícil, si no imposible, la correcta interpretación de la naturaleza a partir de los resultados modelizados por la vistosa tecnología científica. Futuyma (1998), siguiendo la línea de Noss, fue más lejos e incorporó en su artículo un pequeño estudio etnográfico sobre cuál es la reacción en estudiantes postdoctorales en áreas de la biología respecto de la pregunta: ¿Cuál es su reacción frente a alguien que dice está interesado en la historia natural? Obteniendo respuestas como: (1) “no conseguirá trabajo...” (2) “persona con poco éxito académico...” o (3) “interés de los científicos más viejos...” Futuyma releva la visión peyorativa que tiene la biología moderna sobre la historia natural como disciplina y su mirada imperante hipotético-deductiva, la que califica de estrecha, visión que es compartida por otros autores (Armesto, 1985; Gould, 2002; Pickett *et al.*, 1994). Estos trabajos y su visión particular de pérdida, deterioro y descrédito de la historia natural, son acompañados por Bartholomew (1986), Greene (1994), Bowen y Bass (1996), Willson y Armesto (2006), Farber (2000) y Pyle (2001).

La discusión se torna particularmente interesante con el trabajo de Arnold (2003). Crítico salido de las mismas filas de los biólogos de campo anteriormente citados, quien señala que la historia natural como disciplina, lejos de desaparecer se encuentra hoy entre nosotros con más fuerza que nunca. El título de su artículo “Too much natural history, or too little?” es elocuente e intencionadamente provocativo para el escenario de discusión. Arnold argumenta que el linaje de la historia natural está representado en todas las disciplinas que se desprendieron del tronco principal y que el énfasis en una historia natural actual descansa en la riqueza conceptual que estas mismas le han aportado. Para Arnold el naturalista es tanto el que explora una selva con su cuaderno de notas como el experto en modelos GIS que no sale de su oficina; siempre que la búsqueda final sea el orden natural. La contrarrespuesta proviene de Greene (2005), centrada en tres puntos de discordia a los que se suma la visión de Futuyma (1998) y Dayton (2003). Greene señala –tema fundamental en la discusión de este artículo– que: (1) la observación, descubrimiento y experimentación no pueden estar subordinados a la creación conceptual, por el contrario son nucleares en las ciencias biológicas tanto como el marco conceptual que la sostiene; (2) la nula preocupación expresada por lo empírico y los aspectos educativos de la historia natural *sensu stricto*; y (3) la percepción de un énfasis excesivo en la prueba de hipótesis y la creación de concepto como los criterios que definen la asignación de recursos en biología, en detrimento de la investigación de campo exploratorio y la disminución en la oferta de cursos superiores “organísmicos”. Al día de hoy, la mayoría de la literatura posterior a Greene (2005) se alinea con la respuesta que este da a Arnold (Page, 2005; Schmidly, 2005; Willson & Armesto, 2006).

## POSICIÓN DE LA EDUCACIÓN EN LA DISCUSIÓN Y LA DIMENSIÓN EDUCATIVA DEL NATURALISTA

Uno de los ejes fundamentales de la discusión, sino el más importante, gira en torno a la pérdida de las habilidades del naturalista y su impacto en la educación de las nuevas generaciones de estudiantes de ciencias biológicas (escolares y superiores). Para los autores que lideran la discusión, la caracterización de las habilidades y herramientas del naturalista se hace principal para argumentar la existencia e implicancias de la crisis respecto de su inminente extinción. Para Noss (1996), el naturalista es la persona que es capaz de una reinterpretación conceptual del mundo natural –por lo tanto con formación teórica– a través de una sólida trayectoria de trabajo de campo, dotado de una capacidad de observación privilegiada y una intuición y vínculo emocional proporcionado por esta experiencia. A esta definición, Greene (2005) aporta que su labor conlleva la comprensión teórica de “organismo” y la motivación enciclopédica en la descripción de su diversidad. Futuyma (1998) y Willson y Armesto (2006), por su parte, argumentan sobre su capacidad problematizadora y su habilidad en la construcción de hipótesis gracias a la información previamente adquirida. De estos trabajos también se desprende una mirada respecto a las habilidades y herramientas que acompañan al trabajo del naturalista: (1) observador de campo paciente y sistemático; (2) con conocimientos taxonómicos; (3) con amplio manejo de la literatura de la historia natural local; y (4) registra todas sus observaciones (descripciones y dibujos) en su bitácora. Esta visión se aproxima a la visión más clásica y estricta del naturalista, a la que Arnold (2003) ofrece sus reparos, escindiéndolo totalmente de estas habilidades. Claramente, el concepto de naturalista para la literatura es un término abierto y en oposición a la especialización parcelada de las ciencias biológicas actuales. La actividad naturalista implica la comprensión, a lo menos parcial, de un gran conjunto de sistemas vivos y posee la capacidad de moverse transdisciplinariamente entre estos universos gracias a sus habilidades en el manejo conceptual y empírico de lo vivo. Hayes (2009) traduce lo anterior como el desarrollo de la “inteligencia naturalista” en el marco de las inteligencias múltiples.

Caracterizado el naturalista, la literatura evidencia su preocupación por el tema de la educación, o con mayor precisión la “educación naturalista”. Su primera mirada, por un lado señala su desaparición –disciplinas afines y trabajo de campo– de la estructura curricular de formación biológica universitaria y escolar en pos de conocimientos tecnológicos, manejo de programas y modelización, y por otro la defiende como una mirada epistemológica de la ciencia, holística y desfragmentadora, imprescindible en la formación científica (Dayton, 2003; Futuyma, 1998; Greene, 2005; Noss, 1996; Willson & Armesto, 2006). Siempre en torno a la educación, se resalta su dimensión ética como conjunto de valores necesarios para las “mentes jóvenes” en relación con la apropiación del medio silvestre (Armesto *et al.*, 1996; Feinsinger *et al.*, 1997), de carga fuertemente inspiradora para una biología de la conservación (Page, 2005) y como una dimensión conectiva emocional-subjetiva con la ciencia y la naturaleza (Noss, 1996). Sin embargo, esta discusión epistemológica entre autores respecto a la educación se agota rápidamente y no se concreta en líneas de acción, generándose un vacío respecto de cómo reposicionar la historia natural y la labor del naturalista en la educación. Un ejemplo es Greene (2005) al rebatir duramente a Arnold (2003) por su desatención a los aspectos educativos de la historia natural. Finalmente él tampoco los aborda, relegando la discusión a señalar que la educación naturalista está mal representada en la educación biológica y a la necesidad de búsqueda de fondos para reposicionarla. Una



visión más aplicada de los naturalistas provendrá desde una serie de trabajos que, sin poseer una metodología sistemática sobre la evaluación de la educación naturalista, se vislumbran los primeros intentos por transponer la discusión hacia las ciencias de la educación.

## LA LITERATURA Y LA EDUCACIÓN NATURALISTA

La educación naturalista entendida como la formación de naturalistas, puesta en práctica de las habilidades, fortalecimiento teórico-conceptual y obviamente contextualizado en el trabajo de campo es materia de discusión muy recientemente en la literatura indexada sobre educación y claramente los pocos trabajos navegan en un océano de artículos sobre alfabetización científica, competencias de pensamiento científico, epistemología y didáctica de la ciencia.

McGlynn (2008) y Krupa (2000) se adhieren a la discusión epistemológica, reconociendo que en la enseñanza de las ciencias biológicas el “aula natural” es subvalorada, los profesores que la buscan son desalentados y que en general el trabajo de campo no cuenta con asignación de recursos por universidades norteamericanas. Krupa (2000) defiende la figura del maestro que ve en el trabajo de campo “su aula” y lo caracteriza como el *maestro-naturalista* –idea tomada de Cooper (1945)– quien: (1) posee el deseo de incorporar la historia natural a la enseñanza de las disciplinas curriculares, (2) experimenta la naturaleza de primera mano y la problematiza con sus alumnos, visión compartida por O’Neal (1995) y Janovy (1994) y (3) valora el registro científico y la dimensión emocional del trabajo en la naturaleza. Weiner (1994), en su tratado sobre la enseñanza de la evolución, señala que la mejor forma de afinar los conceptos es “perder el tiempo” con los organismos en el medio natural, resaltando la idea del principio de espontaneidad, descubrimiento y sensibilización por sobre la planificación pedagógica, algo así como un “less affaire pedagógico”, idea compartida por Krupa (2000). McGlynn (2008) propone estrategias para reintroducir la historia natural en el currículum de las carreras biológicas: laboratorios en el medio silvestre, el uso de organismos vivos en la medida de lo posible, uso de imágenes y videos en la enseñanza, reinsertar cursos “organísmicos” (zoologías, botánicas, micologías, etc.), las salidas frecuentes a terreno e incentivar la gestión de recursos intrafacultad para dichas actividades. Otra línea propositiva fuerte que toca la educación, en cuanto soporte a la actividad del maestro-naturalista, es la importancia asignada a la generación de libros, guías de campo, revistas y webs de historia natural (Clewis, 1992; Comstock, 1986).

Respecto al trasfondo metodológico de lo revisado, todas estas ideas son sostenidas desde trabajos teóricos, la mayoría en el formato de ensayo (Tabla 2); no desarrollan una metodología empírica sistemática que permita apoyar sus tesis, ni citan trabajos que cuantifiquen o permitan levantar teoría sobre el grado de impacto de la educación naturalista, apoyándose generalmente en el discurso de los autores principales (Gráfico 1).

## APROXIMACIONES A OTROS DISCURSOS DIDÁCTICOS

Tal vez Feinsinger *et al.* (1997) sea el único autor que intente aproximar la educación naturalista a un modelo didáctico en la búsqueda de una sistematización, pero sin dar el paso a metodologías de análisis. Él reconoce la importancia de que el ejercicio de la enseñanza naturalista se involucre en los temas de educación pública, ya que esta relación sería vital para la conservación de la biodiversidad, actuando esta como una inversión

social a futuro. Propone concentrar los esfuerzos por posicionar la historia natural en la escuela y en el profesorado, ya que los considera el foco más desatendido en la educación. Rescata las prácticas naturalistas desde la enseñanza de la ecología y el trabajo de campo, incorporándola a una metodología de *ciclo de indagación científica*, probablemente el modelo más a fin desde una mirada de la didáctica de la ciencia –junto a las experiencias pedagógicas de “manos en la masa” (Charpak *et al.*, 2005)–, relación discutida por otros autores (Allard & Barman, 1994; Berkowitz *et al.*, 1995; Hogan, 1994; McGlynn, 2008,) y que cuentan ambas con un largo recorrido en el análisis del impacto de sus prácticas a través de metodologías cuantitativas y cualitativas.

Otros trabajos abordan la experiencia naturalista por la “puerta de atrás” en una relación causal diferente; la idea subyacente es la de que el ser humano moderno tiene como medio natural la urbe y la escuela busca restaurar la relación hombre-naturaleza, ocupando las habilidades naturalistas para practicar esta reconexión. Esto ha generado una serie de trabajos interesantes respecto de las bondades de las clases fuera del aula en el medio silvestre (Kellert, 1993; Moore & Wong, 1997; Nahban & Trimble, 1994; Rivkin, 1995, 1998). En cuanto a la metodología de los trabajos pertenecientes a esta dimensión, todos son teóricos en formato de ensayo.

Finalmente existe otro conjunto vasto de investigaciones que, sin ser parte de la discusión epistemológica sobre la necesidad de la experiencia naturalista, tangencialmente se topa con esta en relación a la validación pedagógica de los *field trips* o viajes de trabajo de campo (museos de historia natural, zoológicos, parques nacionales o “el jardín de la escuela o facultad”) que pueden tener un profundo impacto cognitivo y emocional en los estudiantes (Falk & Dierking, 2000; Falk *et al.*, 1998). Las dimensiones de la autorregulación del aprendizaje y la verificación de la vinculación del alumno con el conocimiento a través de sus representaciones en estos contextos cuenta con sólidos resultados (Griffin, 2004; Price & Hein, 1991), al igual que la visión de profesores respecto de la conexión con el currículum y su enriquecimiento (Anderson & Zhang, 2003) y el input motivacional al quehacer pedagógico desde estos contextos (Kisiel, 2005). Esta dimensión, al igual que el modelo indagatorio, cuenta con un acervo de investigaciones que, a través de metodologías cualitativas, cuantitativas y mixtas, dan cuenta del impacto pedagógico de estas experiencias.

Tabla 2. Principales enfoques metodológicos para abordar la educación naturalista

Autor	Metodología
Noss (1996), Arnold (2003), Willson & Armesto (2006), Greene (2005), Futuyama (1998), McGlynn (2008), Krupa (2000), O’Neal (1995), Janovy (1994), Weiner (1994), Clewis (1992) y Comstock (1986).	Teóricos formato de ensayo: (1) defensa epistemológica de la historia natural y los naturalistas en el contexto de la enseñanza de las ciencias biológicas (escolar y universitaria), (2) explicativos/propositivos de experiencias, habilidades y herramientas naturalistas para el contexto educativo, (3) descriptivos de experiencias naturalistas ejecutadas con estudiantes, y (4) biográficos respecto a maestros naturalistas.
Feinsinger <i>et al.</i> (1997)	Aproxima la educación naturalista a un modelo didáctico ( <i>ciclo de indagación científica</i> ) en la búsqueda de una sistematización, pero sin dar el paso a metodologías de análisis.
(Sin autores indexados)	Metodologías de análisis cualitativo, cuantitativo o mixto.

## DISCUSIÓN

El análisis de la literatura revisada respecto a la historia natural como disciplina ha permitido verificar la existencia de un contexto problemático, en el cual participan connotados académicos y cuyos escritos en las últimas décadas dan cuenta de la creciente desaparición de la historia natural como tronco de conocimiento y sus áreas afines del currículum de la formación biológica de universidades y escuelas. Esta revisión dio cuenta de posturas encontradas respecto de lo anterior, ya que la mirada interna del problema (biología de la conservación, ecología de poblaciones y otras) refleja una tensión epistemológica del significado de la historia natural y su ejercicio (Arnold, 2003; Greene, 2005). Sin embargo, la literatura desde parcelas más específicas de la biología acoge de forma conciliatoria ambas visiones y destaca la labor científica buscando los puntos de encuentro que puedan aportar a su propia disciplina y desentendiéndose de la discusión epistemológica (Bury, 2006).

Todos los artículos sobre el tema reconstruyeron con mayor o menor precisión el término historia natural desde la historia de la ciencia, sus propias áreas de estudio y su ejercicio como naturalista. Siendo el estudio y la comprensión del orden natural el sentido de esta, el foco que unifica las miradas es el concepto de *organismo* como punto de entrada y salida fenomenológica. Este núcleo irreductible se conecta al trabajo de campo como dimensión problemática generativa (excepto para Arnold, 2003) y a la conceptualización teórica científica para redefinir la historia natural (*organismo-marco teórico-praxis naturalista*). Aun cuando en la mayoría de los artículos no está explicitado, en ellos se revela una dimensión profundamente subjetiva de la ciencia. Esto reflejaría un avance paradigmático de la discusión hacia arenas de la filosofía, complejidad, fenomenología y las ciencias sociales; dirección futura que probablemente oxigenará el conflicto desde una mirada de la complejidad (Morin, 2002) y anteriormente vista, por ejemplo, en las ideas de Goethe (Naydler, 1996). Por otro lado la redefinición del término puede ayudar a establecer las diferencias, a veces difusas, con el “ecologismo” o su dimensión más amable, el “ambientalismo” (Colom & Melich, 1997); ya que de lo analizado se desprende un consenso académico respecto a que el ejercicio de la historia natural requiere formación teórica exhaustiva y permanente; y si es cierto que fruto del ejercicio naturalista muchas veces se cristaliza una visión conservacionista, la historia natural, desde la literatura revisada posee un sentido científico más amplio que no se agota en esta mirada.

La figura del naturalista es sin lugar a dudas el centro estructural de la defensa que la literatura hace de la historia natural como disciplina en extinción. Y su caracterización ha sido de vital importancia para tratar de transparentar el concepto de historia natural en la comunidad académica y laica. ¿Qué es ser un naturalista? es la pregunta obligada. Si es cierto que hay ciertos acuerdos sobre qué es lo que hace un naturalista, el conjunto de artículos que detallan sus actividades finalmente no dan cuenta de su “ethos”. Entonces, queda claro para esta revisión que la respuesta aún no ha sido respondida o no se puede responder desde el ámbito de las ciencias biológicas. Por tanto la discusión habría que extenderla hacia otras disciplinas que nos permitan una comprensión epistemológica del naturalista, que por ahora descansa en la figura de los naturalistas históricos y sus obras.

Concerniente a la transposición de la discusión y sus implicancias a la educación es donde esta revisión detectó los mayores vacíos. Ciertamente los artículos indexados que abordan de forma sistemática el tema historia natural y educación son periféricos en

la galaxia de artículos referidos a la enseñanza de la ciencia. Algunos de estos trabajos hicieron uso de modelos provenientes de la didáctica de la ciencia (indagación científica) para tratar de sistematizar sus propuestas metodológicas (Feinsinger *et al.*, 1997; McGlynn, 2008). La indagación es claramente la más emparentada con la actividad naturalista, pero no es extraño que esta última también recurra, por ejemplo, a una cátedra en terreno (el naturalista explica la conformación de un piso vegetal o la reproducción de un *onicóforo*) lo que se asemejaría a estrategias de un modelo reproductivo de la ciencia. Windschitl define la indagación como un proceso en el cual “se plantean preguntas acerca del mundo natural, se generan hipótesis, se diseña una investigación, y se colectan y analizan datos con el objeto de encontrar una solución al problema” (2003: 113). El concepto indagación científica también puede ser entendido como objetivos de aprendizaje, una metodología de enseñanza o un enfoque pedagógico, es decir, un conjunto de conocimientos y creencias que guían la enseñanza de las ciencias (Abell *et al.*, 2006). Ahora bien, la similitud obvia con la indagación y más aun con la indagación abierta, concluye en lo que respecta a la condición *sinequanon* del “trabajo de campo”, opcional en la indagación, y segundo que la actividad naturalista no necesariamente debe conllevar la intencionalidad del método científico y muchas veces las preguntas, hipótesis y pesquisa son secundarias al goce descriptivo, acumulación de conocimiento experiencial y registro del orden natural. Es aquí, en la intencionalidad, mecanicidad y ajustes a un currículum rígido basado en una cronología para obtención de competencias, donde se puede abrir la mayor fuente de conflicto entre la educación naturalista y el sistema escolarizado. A decir de Krupa (2000) sobre la educación naturalista: “...el principio de espontaneidad, descubrimiento y sensibilización está por sobre la planificación pedagógica” (557). Por lo que aquí se abre otra pregunta ¿Es la educación naturalista un modelo o le conviene serlo?

De cierta forma, la educación naturalista entra de forma un tanto *naïf*, como un pequeño extraño, a la escena de la educación científica dominada por las corrientes de alfabetización científica, modelos didácticos cerrados, competencias de pensamiento científico y pruebas estandarizadas. La enseñanza de la ciencia en la escuela de hoy, lejos de gozar de neutralidad ideológica y funcional, se encuentra totalmente sumergida en la “crisis paradigmática de la efectividad” de nuestra sociedad del conocimiento, que en un proceso de estandarización, abandona la creatividad e inventiva imponiendo y gestionando hasta los más mínimos detalles de un currículum uniforme (Hargreaves, 2003). El paradigma de efectividad ha tomado la escuela como un sistema productivo de logro (Leithwood *et al.*, 2008), reduciéndolo a variables y principios causales que dan forma al sentido de *accountability* de la escuela. Este es el escenario real para la posición naturalista y que ciertamente le pedirá cuenta de sus logros.

De la literatura se desprende que, por el momento, la educación naturalista adolece de una masa crítica de trabajos que, desde el campo investigativo de las “ciencias de la educación”, al igual que la indagación, evalúe sistemáticamente sus prácticas y su impacto en el contexto pedagógico a través de metodologías cuantitativas, cualitativas o mixtas. Los intentos microetnográficos de Futuyama (1998) respecto a la importancia de la historia natural que le asignaron alumnos de postgrado en ciencias, debieran dar paso a trabajos de análisis de discurso y teoría fundada, área muy desarrollada en sociología y antropología (Campo & Labarca, 2009; Glasser & Strauss 1967), para entender las representaciones del alumnado respecto de la importancia que este le asigna a la experiencia de educación naturalista. Estos pasos fortalecerían poderosamente los argumentos que fundamentan el

rescate de esta disciplina en el contexto escolar y universitario. Es aquí donde el cuerpo de investigadores de las ciencias consolidadas y la educación ven el vacío al no tener datos sobre la efectividad de este quehacer científico pedagógico, siendo probablemente los constructivistas más ortodoxos y los modelos cognoscitivos de la ciencia los que colapsen primero frente a estas ideas.

Por tanto la educación naturalista tiene su mayor desafío en atesorar el cuerpo de datos que permitan evaluar su contribución y academizar el discurso que ahora se sostiene por el status académico de quienes lo profesan. Probablemente, el mayor input en este sentido va provenir, con certeza, desde fuera de las ciencias “duras” con la incorporación de metodologías cualitativas provenientes de la sociología, psicología y antropología. La historia natural y su enorme fuerza fenomenológica contenida en esto que es “el hombre frente a la naturaleza” se hace eco hoy en las palabras de E.O. Wilson cuando señala que: “la vitalidad de la tradición naturalista depende de nuevas ideas y herramientas de otras disciplinas” (1989: 245).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S., Smith, D., & Volkmann, M. (2006). Inquiry in Science Teacher Education. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 389-425). Netherlands: Springer.
- Allard, D.W. & Barman, C.R. (1994). The learning cycle as an alternative method for college science teaching. *Bio Science*, 44, 99-101.
- Anderson, D., & Zhang, Z. (2003). Teacher perceptions of field-trip planning and implementation. *Visitor Studies Today*, 6(3), 6-11.
- Armesto, J. (1985). Prueba de hipótesis en ecología: una crítica al método científico formal. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58, 107-108.
- Armesto, J.J., Rozzi, R., & Willson, M.F. (1996). Bridging scientific knowledge, education, and application in temperate ecosystems of southern South America. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 77, 120-122.
- Arnold, S.J. (2003). Too much natural history, or too little? *Animal Behavior*, 65, 1065-1068.
- Bartholomew, G.A. (1986). The role of natural history in contemporary biology. *BioScience*, 36, 324-329.
- Bates, M. (1950). *The nature of natural history*. New York: Scribners.
- Berkowits, A.R., Hogan, K. & Corey, C.A. (1995). SYEFEST (Schoolyard Ecology for Elementary School Teachers): identifying teacher needs for outdoor inquiry-based ecology, *Bulletin of the Ecological Society of America*, 76, 20.
- Bowen, B.W., & Bass, A.L. (1996). Are the naturalists dying off? *Conservation Biology*, 10, 923-924.
- Bury, B. (2006). Natural history, field ecology, conservation biology and wildlife management: time to connect the dots. *Herpetological Conservation and Biology*, 1(1), 56-61.
- Campo-Redondo, M., & C. Labarca. (2009). La teoría fundamentada en el estudio empírico de las representaciones sociales: un caso sobre el rol orientador del docente. *Opción*, 25(60), 41-54.
- Clewis, B. (1992). Books for the Amateur Naturalist: Sources of Experiments & Activities for Outdoor Biology Classes. *The American Biology Teacher*, 54(1): 16-18.
- Colom, A.J., & J.C. Melich. (1997). *Después de la modernidad: nuevas filosofías de la educación*. Barcelona: Paidós.
- Cooper, L. (1945). *Louis Agassiz as a Teacher*. London: Constable and Company Ltd.
- Comstock, A.B. (1986). *Handbook of nature study*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

- Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2005). *L'enfant et la science: l'aventure de la main à la pâte*. Paris: Odile Jacob.
- Dayton, P.K. 2003. The importance of the natural science to conservation. *American Naturalist*, 162: 1-13.
- Falk, J.H., & Dierking, L.D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira.
- Falk, J. H., Moussouri, T., & Coulson, D. (1998). The effect of visitors' agendas on museum learning. *Curator*, 41, 107-120.
- Farber, P. L. (2000). *Finding Order in Nature: the Naturalist Tradition from Linnaeus to E. O. Wilson*. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press.
- Feisinger, P., Margutti, L., & Oviedo, R.D. (1997). School yards and nature trails: Ecology education outside the university. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(3), 115-120.
- Futuyma, D.J. (1998). Wherefore and whither the naturalist? *American Naturalist*, 151(1), 1-6.
- Glaser, B.; Strauss, A. 1967. *The discovery of Grounded Theory. Strategies for qualitative analysis*. New Jersey: Aldine Transaction.
- Gould, S.J. (2002). *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, Massachusetts, USA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Greene, H. W. (1994). Systematics and natural history, foundations for understanding and conserving biodiversity. *American Zoologist*, 34, 48-56.
- Greene, H.W. (2005). Organisms in nature as a central focus for biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(1), 23-27.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(1), 59-70.
- Hargreaves, A. (2003). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Octaedro.
- Hayes, M. (2009). Into the field: naturalistic education and the future of conservation. *Conservation Biology*, 23(5): 1075-1079.
- Hogan, K. (1994). *Eco-Inquiry: A guide to ecological learning experiences for the upper elementary/middle grades*. Dubuke, IA: Kendall-Hunt.
- Jaksic, F.M. (1999) ¿Qué fue de la historia natural? *Revista Chilena de Historia Natural* 72, 5-6.
- Janovy, J. Jr. (1994). *Dunwoody Pond: Reflections on the High Plains Wetlands and the Cultivation of Naturalists*. New York: St. Martin's Press.
- Kellert, S. (1993). Introduction. In S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.), *The Biophilia Hypothesis*. Washington, DC: Island Press/Shearwater.
- Kingsland, S. E. (1985). *Modeling Nature: Episodes in the History of Population Ecology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kisiel, J. (2005). Understanding Elementary Teacher Motivations for Science Fieldtrips. *Science Education*, (6), 936-955.
- Krupa, J.J. (2000). The Importance of Naturalists as Teachers & the Use of Natural History as a Teaching Tool. *The American Biology Teacher*, 62(8), 553-558.
- Leithwood, K., A. Harris & D. Hopkins. 2008. Seven strong claims about successful school leadership. *School Leadership and Management*, 28(1), 27-42.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought, Diversity, Evolution and Inheritance*. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press.
- Mc Glynn, T.P. (2008). Natural History Education for Students Heading into the Century of Biology. *The American Biology Teacher*, 70(2), 109-111.
- Mc Intosh, R.P. (1985). *The background of ecology: concept and theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moore, R. C., & Wong, H. (1997). *A natural way of learning: The experience of the Washington environmental yard*. Berkeley, CA: MIG Communications.
- Morin, E. (2002). *Educación en la era planetaria. El pensamiento complejo como método de*

*aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Valladolid: Gráficas Varona.

Nabhan, G. P., & Trimble, S. (1994). *The geography of childhood: Why children need wild places*. Boston: Beacon Press.

Naydler, J. (1996). *Goethe on Science. An anthology of Goethe's scientific writings*. Floris Books.

Noss, R.F. (1996). The naturalists are dying off. *Conservation Biology*, 10, 1-3.

O'Neal, L. H. (1995). Using wetlands to teach ecology and environmental awareness in general biology. *The American Biology Teacher*, 57(3), 135-139.

Page, L.M. (2005). Organisms in nature as a central focus for biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 20, 361-362.

Pickett, S.T.A., Kolasa, J., & C.G. Jones. (1994). *Ecological understanding: the nature of theory and the theory of nature*. San Diego, California: Academic Press.

Price, S. & Hein, G. E. (1991). More than a field trip: Science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13(5), 505-519.

Provine, W. B. (1971). *The Origins of Theoretical Population Genetics*. Chicago: University of Chicago Press.

Pyle, R.M. (2001). The rise and fall of natural history. *Orion*, 20(4), 16-23.

Rivkin, M. (1995). *The great outdoors: Restoring children's right to play outside*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.

Rivkin, M. (1998) "Happy Play in Grassy Places": The Importance of the Outdoor Environment in Dewey's Educational Ideal. *Early Childhood Education Journal*, 25(3), 199-202.

Schmidly, D.J. (2005). What it means to be a naturalist and the future of natural history at American universities. *Journal of Mammalogy*, 86(3), 449-456.

Weiner, J. (1994). *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in our Time*. New York: Vintage Press.

Wilson, E. O. (1989). The coming pluralization of biology and the stewardship of systematics. *BioScience*, 39, 242-245.

Wilson, E. O. (1994). *Naturalist*. Washington, DC: Island Press.

Wilson, E. O. (1992). *The Diversity of Life*. USA: Harvard University Press.

Wilson, E. O., & Kellert, S.R. (1993). *The Biophilia Hypothesis*. USA: Shearwater Books.

Wilson, E. O. & Hölldobler, B. (1994). *Journey to the Ants: A Story of Scientific Exploration*. USA: Harvard University Press.

Wilson, E. O. (2002). *The Future of Life*. USA: Knopf.

Willson, M., & Armesto, J.J. (2006). Is natural history really dead? Toward the rebirth of natural history. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79, 279-283.

Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, 87, 112-143.

