

# LA ECOLOGÍA ACADÉMICA EN AMÉRICA LATINA ANTE LA CRISIS AMBIENTAL. I. ELEMENTOS HISTÓRICOS CONSTITUTIVOS DE SU POSICIONAMIENTO ACTUAL

Francisco F. Herrera, Daniel Lew y Eder Peña

## RESUMEN

*La crisis ambiental global, de consecuencias aún impredecibles y probablemente irreversibles, es un hecho que goza de un amplio consenso en el ámbito académico de las disciplinas ambientales. La ecología, en su forma académica, ha generado potentes instrumentos para la cuantificación del deterioro de los ecosistemas, pero se encuentra ante una encrucijada en torno al conocimiento necesario para trascender a la gravedad de la crisis. El análisis de la disciplina en este momento crítico es el objetivo del presente texto. Se plantea una revisión de la relación entre la Ecología Académica y la crisis ambiental a través de una reflexión fundamentalmente histórica de los eventos que le dieron origen como disciplina científica, los condicionantes que determinaron la conformación de su corpus teórico y su aproximación a*

*la naturaleza. Aspectos como la convicción cultural de la separación del ser humano de la naturaleza, la preponderancia de las interpretaciones reduccionistas en detrimento de las holísticas y la consecuente aceptación de la noción del desarrollo sustentable, son planteados como posibles limitantes en la búsqueda de alternativas desde el pensamiento ecológico tradicional. El debate de estos temas resulta de vital interés para poder brindar aportes a la superación de la paradoja desarrollo-supervivencia. Vincular a las próximas generaciones de ecólogos latinoamericanos con contenidos programáticos capaces de alzar la mirada hacia un nuevo horizonte para la Ecología Académica resulta hoy impostergable, en tanto la región constituye un amplio reservorio de diversidad biológica y cultural seriamente amenazado.*

## Introducción

La transformación biofísica del planeta por las actividades humanas es hoy incuestionable en el ámbito académico (Ripple *et al.*, 2017). La elevada tasa de extinción de especies, la afectación o desaparición de ecosistemas, la disrupción de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y el fósforo y el agotamiento de la fertilidad de los suelos (Rockström *et al.*, 2009; Barnosky *et al.*, 2012; Steffen *et al.*, 2015), destacan entre las transformaciones con mayor repercusión sobre la humanidad en las venideras décadas. Desde el pensamiento ecológico resulta sencillo comprender las dimensiones e implicaciones que estas disrupciones tendrán sobre los sistemas vivos y por consiguiente sobre la humanidad. Solo por mencionar

algunos escenarios, la afectación cercana al 40% de la superficie de los océanos debido principalmente a la sobrepesca, la contaminación y la acidificación, en las próximas décadas dejará sin acceso a proteínas a millones de personas que dependen de la biota marina para su subsistencia (Worm *et al.*, 2006). La limitación del acceso al agua dulce se ha incrementado de manera inquietante, fundamentalmente por la contaminación y la sobredemanda del modelo de agricultura industrial, la urbanización creciente y el cambio climático, lo que conduce a que en 2050 más de la mitad de la población del planeta estará sometida a las graves consecuencias derivadas de no contar con acceso a este recurso vital (Schlosser *et al.*, 2014). La combinación de una elevada

desaparición de insectos, entre ellos numerosos polinizadores, la pérdida de suelos fértiles por el uso de agroquímicos y la mecanización, sumado a la disminución en el acceso al agua destinada para el riego y a los cambios en patrones meteorológicos a causa del cambio climático global, generarán escenarios críticos para la producción de alimentos en el corto plazo (Hallmann *et al.*, 2017; UNCCD, 2017). Sin duda, el agotamiento de las condiciones para la vida acelerará la aparición de conflictos locales, apropiación forzada de recursos y masivas migraciones cuyos efectos apenas comienzan a ser considerados (SEP, 2015; UNCCD, 2017). Por tanto, no resulta exagerado afirmar que estamos ante una inminente crisis ambiental global de proporciones alar-

mantes y consecuencias aún impredecibles.

El uso acelerado de combustibles fósiles, el crecimiento poblacional, la generación de residuos industriales y domésticos, y el modelo agrícola industrial, suelen reconocerse como las causas proximales de la crisis ambiental planetaria (Barnosky *et al.*, 2012). Estos planteamientos no son recientes. Ya desde la década de 1960, con la aparición de *La Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962) y *La Bomba Poblacional* de Paul Ehrlich (1968), o el impacto de *Los Límites del Crecimiento* (Meadows *et al.*, 1972) elaborado a solicitud del Club de Roma, se establecen alertas claras de las repercusiones del modelo de desarrollo industrial, que se encontraba en franca expansión.

## PALABRAS CLAVE / Crisis Ambiental / Desarrollo Sustentable / Ecología / Modernidad / Naturaleza /

Recibido: 07/05/2018. Modificado: 27/10/2018. Aceptado: 30/10/2018.

**Francisco F. Herrera.** Ph.D. en Ciencias Biológicas, Exeter University, RU. Investigador, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Dirección: Centro de Ecología, IVIC,

Carretera Panamericana Km. 11, Sector Altos de Pipe, Estado Miranda, ZP. 1204, Venezuela e-mail: ffherrera@gmail.com  
**Daniel Lew.** Licenciado en Biología, Universidad Simón

Bolívar (USB), Venezuela. Profesional Asociado a la Investigación, Unidad de Diversidad Biológica, IVIC, Venezuela.  
**Eder Peña.** Licenciado en Biología, Universidad Central de

Venezuela (UCV). Profesional Asociado a la Investigación, Centro de Ecología, IVIC, Venezuela.

## ACADEMIC ECOLOGY IN LATINAMERICA AND THE ENVIRONMENTAL CRISIS. I. HISTORICAL CONSTITUTIVE FEATURES AND CURRENT FORM

Francisco F. Herrera, Daniel Lew and Eder Peña

### SUMMARY

*The planetary environmental crisis is broadly recognized by the scientific community and its consequences remain unpredictable and perhaps already irreversible. The magnitude of ecosystems damage has been effectively quantified by the ecological science by means of powerful procedures; however, the discipline stands at a crossroad in relation to the knowledge required to overcome the crisis. The aim of this document is to analyze the discipline at this turning point. Main historical events that shaped the ecological science are analyzed throughout the paper, especially its conceptual body and its approach towards nature, aimed to understand the relation-*

*ships between the discipline and the environmental crisis. Features such as human-nature disentanglement, the dominance of reductionist approaches and the widely accepted notion of sustainable development, are suggested as potential limitations to seek viable alternatives from the traditional academic ecological wisdom. The debate of these aspects is crucial to overcome the development-survivorship paradox. The involvement of future generations of ecologists with the transformation of Academic Ecology contents is an utmost priority to reach new horizons in Latin America; given its biological and cultural diversities, which are highly threatened.*

## A ECOLOGIA ACADÊMICA NA AMÉRICA LATINA DIANTE DA CRISE AMBIENTAL. I. ELEMENTOS HISTÓRICOS CONSTITUTIVOS DE SEU POSICIONAMENTO ATUAL

Francisco F. Herrera, Daniel Lew e Eder Peña

### RESUMO

*A crise ambiental global, de consequências ainda imprevisíveis e provavelmente irreversível, é um fato que conta com amplo consenso no âmbito acadêmico das disciplinas ambientais. A ecologia, na sua forma acadêmica, tem gerado potentes instrumentos para a quantificação do deterioro dos ecossistemas, mas se encontra diante de uma encruzilhada em torno do conhecimento necessário para transcender à gravidade da crise. A análise da disciplina neste momento crítico é o objetivo do presente texto. É recomendada uma revisão da relação entre a Ecologia Acadêmica e a crise ambiental através de uma reflexão fundamentalmente histórica dos eventos que lhe deram origem como disciplina científica, as condicionantes que determinaram a conformação de seu corpus teórico e sua aproximação à natureza. Aspectos como*

*a convicção cultural da separação do ser humano da natureza, a preponderância das interpretações reducionistas em detrimento das holísticas e a consequente aceitação da noção do desenvolvimento sustentável são apresentados como possíveis limitantes na procura de alternativas a partir do pensamento ecológico tradicional. O debate de estes temas resulta de vital interesse a fim de viabilizar contribuições para a superação do paradoxo “desenvolvimento - sobrevivência”. Hoje é impossível adiar o envolvimento das próximas gerações de ecologistas da América Latina com conteúdos programáticos capazes de elevar o olhar para o novo horizonte da Ecologia Acadêmica, em quanto a região constitui um amplo reservatório de diversidade biológica e cultural seriamente ameaçado.*

A pesar de que en los últimos años numerosos estudios han producido información concluyente con relación al impacto diferenciado de la humanidad en el deterioro ambiental, los efectos de la privatización del conocimiento, el crecimiento del consumo y la acumulación de capital (Steffen *et al.*, 2011; WWF, 2014), y aunado al amplio consenso en fijar en la revolución industrial del siglo XVIII de la Europa occidental el punto de partida biofísico del cambio climático, la Ecología Académica no ha generado una interpelación profunda a las causas esenciales de la crisis ambiental global. A través de disciplinas como la biología de la conservación, la economía ecológica o la aproximación al

desarrollo sustentable, se generan análisis críticos que no logran confrontar los cimientos de la problemática. Dilucidar esta aporía no es una tarea sencilla, pero resulta una tarea impostergable.

El presente análisis, a través de una reflexión fundamentalmente histórica, pretende aportar elementos que permitan entender los fundamentos que determinan el posicionamiento de la Ecología Académica frente a esta crisis. Se entenderá por Ecología Académica a la disciplina científica que se imparte en el sistema educativo actual, la que se fundamenta en una apreciación específica de la naturaleza, eminentemente biológica y física, que determina campos de investigación acotados. Si bien el corpus de la

Ecología Académica se presenta desde una configuración universal, su discusión desde América Latina resulta muy relevante en la actualidad, tanto por la riqueza cultural de la región, como por las graves amenazas a su territorio. La aproximación establecida aspira convocar a una reflexión crítica y constructiva en torno a la Ecología Académica, sus potencialidades, motivaciones y limitaciones, desde sus elementos constitutivos, en tanto disciplina científica.

### Elementos Fundacionales de la Ecología

#### *Del naturalismo a la ecología*

Ernst Haeckel, más que fundador de la disciplina científica como tal, fue el creador del

neologismo en torno al cual se fue construyendo una nueva rama de conocimientos que tuvo entre sus raíces al naturalismo, e incluyó en su germen fundacional la función básica de prospección de recursos, materializada en el coleccionismo. No es sino hasta bien entrado el siglo XX cuando se comienza a desarrollar un cuerpo teórico que le es propio (Figura 1).

Cuando Haeckel, en 1866, acuña el término ecología (de oikos (casa, vivienda, hogar) y logos (estudio o tratado)): “Entendemos por ecología al conjunto de conocimientos relativos a la economía de la naturaleza —la investigación de todas las relaciones de los animales, tanto con sus ambientes orgánicos como inorgánicos;

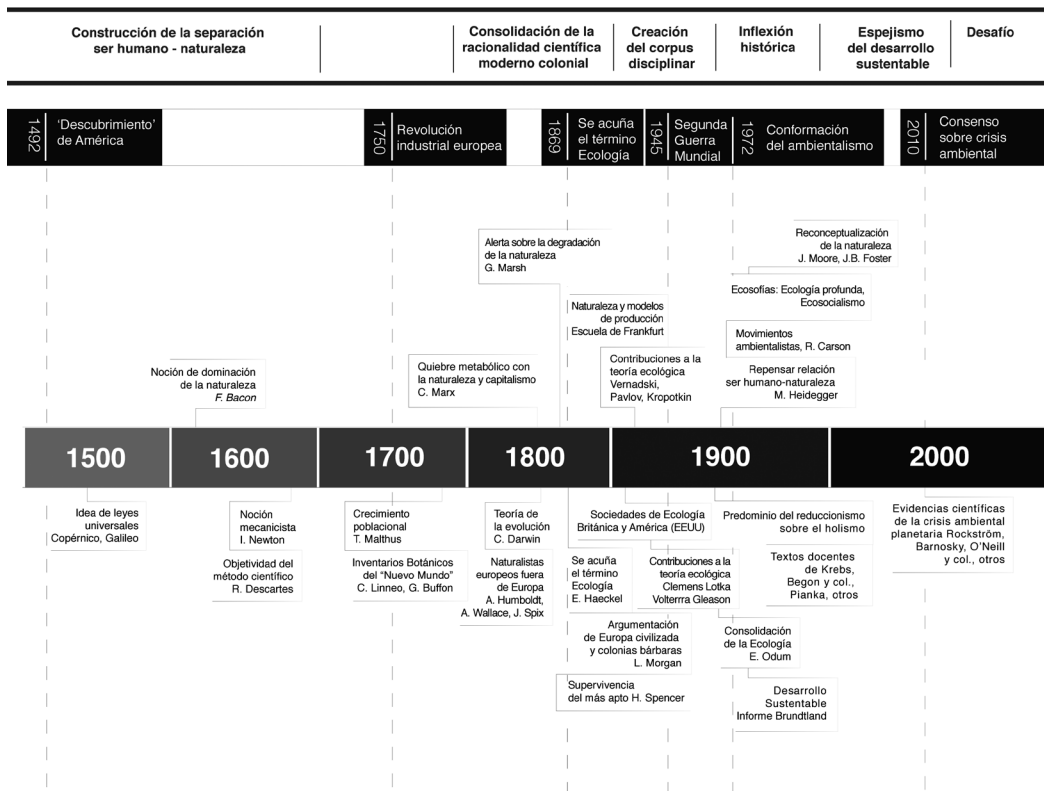


Figura 1. Esquema temporal de algunos eventos y acontecimientos que han modulado la conformación del corpus de la Ecología Académica para América Latina, establecido a partir de 1492. Las líneas punteadas indican etapas determinadas por hitos históricos, propuestas por los autores. La mención o descripción de las referencias se encuentra en el texto.

incluyendo, sobre todo, sus relaciones beneficiosas y perjudiciales con aquellos animales y plantas con los cuales estos entran en contacto directo o indirecto— en una palabra, ecología es el estudio de todas aquellas interrelaciones complejas referidas por Darwin como las condiciones de la lucha por la existencia” (Tomado de Egerton, 2013: 229), ya Buffon había propuesto la división de la evidencia geológica en etapas, introduciendo el concepto de ‘evolución’ y la idea de ‘especies perdidas’, determinante en el desarrollo de la paleontología; Malthus había escrito en 1798 su *Ensayo sobre el Principio de Población*, donde expone su teoría que se fundamenta en el crecimiento geométrico de la población (exponencial) y por tanto mucho más rápido que el crecimiento aritmético (lineal) de los recursos, pronosticando catastróficas consecuencias; Humboldt sostenía que la naturaleza es ‘una red de vida’, y

que la Tierra es un organismo vivo y todos los organismos están interconectados; Lamarck en 1809 publicó su revolucionaria teoría de evolución, contraria al postulado creacionista, donde la ‘necesidad’ de adaptación permitiría el desarrollo de caracteres heredables; Darwin había publicado diez años antes el texto *Origen de las Especies, por Medio de la Selección Natural, o Preservación de las Razas Favorecidas en la Lucha por la Existencia* (1859), argumentando que diversas especies podrían originarse a partir de una precursora común, proponiendo un mecanismo que lo explicara, asociado a la interacción de los individuos con su medio.

A pesar de estos antecedentes, que durante siglos fueron creando la sustancia fundadora de la ecología, su institucionalización académica es muy reciente (Asdal, 2003), incluso con relación a otras ciencias de la vida. No por ser más joven que buena parte de las dis-

ciplinas científicas, la ecología ha quedado eximida de incorporar aquellos elementos fundacionales de la ciencia que se fueron estableciendo en la Europa occidental (principalmente Inglaterra, Francia y Alemania) de los siglos XVI al XVIII, a través de personajes como Galileo, Bacon, Descartes o Newton, por mencionar algunos. Emerge en Occidente durante el proceso de industrialización ya avanzado y en una sociedad donde ciertos grupos se identifican con las nociones de crecimiento, progreso y desarrollo. Popper (1994) en *El Mito del Marco Común*, atribuye a Bacon una visión casi profética, al anunciar tan pronto como en el siglo XVII, el devenir de un mundo industrial, cuando en su *Novum Organum* (publicado en 1620) afirmaba que el conocimiento es poder, que la ciencia y las técnicas podían y debían ser puestas al servicio del dominio de la naturaleza (Bacon, 2011). De estas afirmaciones

Popper (1994) sentencia: “...esta idea, esta peligrosa idea, del dominio del hombre sobre la naturaleza -de hombres como dioses- ha sido una de las ideas más influyentes a través de las cuales la religión de la ciencia ha transformado nuestro mundo” (Popper, 1994: 85-86).

Se trata de planteamientos, como señala Foster (2000), que surgen en un momento histórico marcado por la transición del feudalismo al capitalismo, y de la escolástica medieval a la ciencia moderna. La institucionalidad científica europea en torno a la biología, a las ciencias naturales y finalmente a la ecología, estaba signada por las fuerzas de una economía liberal que florecía junto a las nuevas ciencias, y que encontró en este campo una palanca imprescindible para la expansión de sus fronteras comerciales. Las actividades de prospección de ‘recursos naturales’ en el nuevo mundo, y en general en todas las colonias, se vieron impulsadas con importantes financiamientos que diseminaron expediciones por toda la geografía de la América, desde el siglo XVIII.

Las claves fundadoras de la ciencia en América Latina, y en particular de las ciencias naturales, se remontan al proceso colonial y se revelan en el desarrollo de los jardines botánicos y herbarios. Con la expansión geográfica de los enclaves de Europa, la taxonomía de las plantas se convirtió durante el siglo XVIII en la tarea principal de los botánicos de jardines y herbarios, entre ellos Linneo y Buffon. Desde comienzos del siglo XIX, con el surgimiento de un gran interés por el estudio de la distribución de plantas en todo el mundo, se emplearon científicos dedicados inicialmente a comprender la distribución global de las especies (Humboldt y Darwin en Suramérica, Spix y Saint-Hilaire específicamente en Brasil y Wallace en Asia). Luego, el objetivo fue explicar cómo la geografía física influía en la presencia o ausencia de especies en determinadas regiones y finalmente desarrollar técnicas para trasplantar espe-

cies comercialmente viables de una parte del mundo a otro, permitiendo así desarrollar una economía de plantación: botánicos del Real Jardín Botánico de Kew en Londres dirigieron en el siglo XIX el trasplante y cultivo del caucho, la quina y el sisal, originarios de Meso y Suramérica (Pyenson, 1982).

El concepto de aclimatación, vinculado a la zoología, la botánica y la medicina, fue un tema relevante para la ciencia europea del siglo XIX: para evaluar los riesgos en ambientes exóticos, para la reproducción de los entornos ambientales europeos en los asentamientos coloniales, pero principalmente para promover el intercambio de una flora y fauna 'útil' (Osborne, 2001). Los objetivos utilitarios del colonialismo hicieron que la aclimatación surgiera como la pregunta emergente más relevante a la ciencia europea avanzada la segunda mitad del siglo XIX (Kuklick, 1996) y para 1900 se había formado una red de más de cincuenta sociedades de aclimatación alrededor del mundo, su mayoría en las colonias (Osborne, 2001).

Los estudios sobre aclimatación no fueron marginales a la investigación darwiniana, sino que ocuparon una posición central (Kuklick, 1996). No es difícil adivinar que las derivaciones de los conceptos subyacentes a esta corriente principal de las ciencias de la naturaleza, desde finales del siglo XIX y comienzos del XX, conducirían a la emergencia de nuevas teorías como el darwinismo social, ubicado en un "difuso entrecruce de ciencia, ideología y poder" (Palma, 2016: 33), y que derivaría más adelante en un proyecto político que encontraba argumentos para su fundamentación en autores como Spencer, Galton y el propio Haeckel.

La pretensión 'misionera y salvadora' en la forma de relación impuesta por la Europa moderna a sus colonias, incluso en el campo de la ciencia, encuentra explicación en el texto publicado en 1877 titulado *Sociedad Antigua o Investigaciones en las Líneas del*

*Progreso Humano desde el Salvajismo a Través de la Barbarie Hasta la Civilización* de Lewis H. Morgan, uno de los fundadores de la antropología moderna, donde plantea: "Es innegable que porciones de la familia humana han existido en un estado de salvajismo, otras partes en un estado de barbarie, y otras partes en un estado de civilización, parece igualmente que estas tres condiciones distintas están conectadas entre sí en una secuencia de progreso tanto natural como necesaria" (Morgan, 1877: 3).

Sin sugerir una relación de causalidad, Aranda (2015) explicita analogías (isomorfismos) entre algunos de los supuestos ontológicos del modelo de la sociedad liberal de mercado y el modelo de la economía de la naturaleza darwinista. El autor señala que, por un lado, en Adam Smith "se presupone que el orden económico posee autonomía y leyes propias que autoregulan su funcionamiento" (Aranda, 2015: 64), cuya ley de oferta y demanda por la propia lógica de la competencia, daría lugar a una natural tendencia al equilibrio de los precios. Por el otro lado, la evolución por selección natural planteada por Darwin "también manifiesta una dinámica autoregulada que, combinando azar y necesidad, tiende al equilibrio. En efecto, la lucha por la vida –por su propia lógica– redundaría en una situación de equilibrio, así, la interdependencia de los vivientes en la economía de la naturaleza queda asegurada" (Ibid; pág. 64). Herbert Spencer acuñó el concepto de 'supervivencia del más apto' al exponer sus teorías sobre la selección social en artículos aparecidos en 1852 (Paul, 1988); posteriormente en *Principios de Biología*, Spencer (1864) explicitamente lo sinonimiza con la 'selección natural' de Darwin, homologando la competencia por recursos y la selección natural a las relaciones humanas y el desarrollo de la sociedad. Darwin incorpora esta expresión en la quinta edición de su *Teoría del Origen de las Especies* (en 1869), al modificar el título de su capi-

tulo IV, llamado *Selección Natural*, añadiendo "o la Supervivencia de los Más Aptos" (Paul, 1988).

#### *El corpus conceptual e institucional de la ecología académica*

Hasta la primera mitad del siglo XX, la ecología poco se alejó de su enfoque fundado en el naturalismo, que devino en una dedicación sistemática a la cuantificación y métrica de entidades físicas mensurables, principalmente orientados al manejo y aprovechamiento de recursos; los ecosistemas, apenas reconocidos como tales, eran vistos como 'cajas negras' (Woodmansee y Woodmansee, 2015). Progresivamente, la conceptualización y el desarrollo de teorías permitieron trascender del inventario y la cuantificación, para adentrarse en los procesos ecológicos: de lo descriptivo a lo predictivo (Willis, 1997). En este periodo se inicia la conformación del cuerpo conceptual de la ecología. La incorporación de manera acelerada de hallazgos de disciplinas poco imbricadas con la ecología hasta la fecha, como la agronomía, la química, la fisiología, la matemática, entre otras, ocurridos en el siglo XIX, ampliarán los alcances de investigación de la joven disciplina (Margalef, 1974). Las contribuciones para explicar mecanismos y procesos ecológicos se darán desde las perspectivas autoecológica o sistémica. Esta última se irá conformando con los aportes de, entre otros, Vernadski y el concepto de biósfera, en 1926; la estocasticidad de la sucesión ecológica sugerida por Gleason (1926); el aporte del término de ecosistema por Tansley, en 1935, como una noción de sistema completo, con una perspectiva física, que involucra la complejidad de los factores abióticos del entorno; y Lindeman, quien en 1942 definió al ecosistema como la integración de los procesos físico-químicos-biológicos activos dentro de una unidad de espacio-tiempo determinada. Desde la aproximación del estudio de

las especies y sus interacciones, destacan iconos como los modelos de competencia y depredador-presa desarrollados por Lotka (1925) y Volterra (1926), interacciones que serán complejizadas con los conceptos de nicho ecológico propuestos por Grinnell (1924) y Elton (1926), que abrieron el camino a la aplicación de modelos matemáticos en ecología. Las aproximaciones a la elucidación de mecanismos o procesos desde las perspectivas autoecológicas o sistémicas (holistas) no estuvieron exentas de disputas (Egerton, 1983; Walker y del Moral, 2003), hasta la década de los 60, como se analiza más adelante. De manera concomitante, en este periodo se conforman las primeras instituciones en torno a la ecología.

Bajo el título general *Una Historia de las Ciencias Ecológicas*, Egerton reúne 57 contribuciones en el Boletín de la Sociedad Ecológica de América (entre 2001 y 2016), en los que dedica varios números para el tratamiento amplio e integrador de la ecología (Egerton, 2010, 2012, 2013, 2015) y muchos más a la síntesis del surgimiento y desarrollo de diversas disciplinas específicas asociadas. Los aspectos generales relevantes de la institucionalización de la disciplina se expresarían según este autor en:

-La forma de organización que adoptaron los ecólogos hasta la primera mitad del siglo XX fueron las acostumbradas 'sociedades científicas', que reunieron a los actores de las diversas disciplinas, quienes imprimieron el carácter determinante de una institucionalidad que ellos mismos fueron construyendo en torno a la ecología: sociedades sostenidas por cuotas de su membresía; revistas especializadas patrocinadas por estas mismas sociedades profesionales, y en menor grado por organizaciones académicas o universidades, museos, agencias gubernamentales, zoológicos o jardines botánicos.

-Especial relevancia tuvieron las revistas y boletines científicos, señalando que las limitacio-

nes a la publicación de temas ecológicos que impusieron algunas sociedades científicas de campos que la precedieron, retrasó su consolidación y la formación de una comunidad de profesionales.

- Las expediciones científicas de finales del siglo XIX y comienzos del XX, realizadas por instituciones europeas y estadounidenses a sus 'periferias' de influencia, jugaron un papel determinante. Los hallazgos derivados de estos viajes hicieron que algunas revistas dieran visibilidad a este incipiente campo, además del rol que cumplieron en la prospección de recursos naturales de importancia vital en el comercio y el establecimiento de las colonias.

- Es una concepción generalizada que solo hacia finales del siglo XIX la ecología puede reconocerse como una disciplina científica formalmente organizada, con objetivos y conceptos propios y que la diferenciación de otras ramas ya existentes como la biología, la zoología o la botánica (Egerton, 1977).

- Refiere la creación de las primeras organizaciones ecológicas en Gran Bretaña (1913; *British Ecological Society*, BES), y en Estados Unidos (1915; *Ecological Society of America*, ESA), reproduciendo el modelo de organización independiente que prevalecía en las disciplinas clásicas que le precedieron y permanece invariable hasta la actualidad. Debieron transcurrir más de 30 años, antes que se creara otra sociedad; en opinión de Egerton (2015) fue a partir de 1946 cuando comienza el desarrollo de la ecología como una 'ciencia mayor'.

La propuesta de Eugene P. Odum en 1948, de incluir la ecología en el currículo básico en biología del Departamento de Zoología de la Universidad de Georgia fue rechazada por el profesorado "sobre la base de que carecía de principios básicos" (Odum, 2001). Se aboca entonces a la tarea de escribir su *Fundamentos de Ecología* (Odum, 1953), el primer

libro de texto escrito para la instrucción universitaria de la ecología, que permitió no solo estructurar los contenidos académicos de la disciplina, sino introducir la palabra ecosistema en el vocabulario corriente de la sociedad estadounidense, despertando conciencia sobre los impactos de las acciones humanas en su entorno ambiental. Rápidamente se convirtió en la pauta académica de la ecología como ciencia y como materia en las carreras de biología de todo el mundo.

La ecología surgía así como una disciplina separada de la biología, desarrollándose y cambiando radicalmente durante los años 50 y 60. Aunque hoy parezca un asunto trivial, Odum postula en *The New Ecology*, de 1964, que "la nueva ecología es una ecología de sistemas o, para decirlo de otra manera, trata de la estructura y la función de los niveles de organización más allá del individuo y la especie" (Odum, 1964: 15). Aunque los avances de los modelos teóricos eran tímidos, a juicio de Odum conducían claramente hacia una rápida madurez de la disciplina y su unicidad conceptual en torno a supuestos de aceptable consenso; entre otras cosas, que el ecosistema es la unidad básica de la naturaleza y que la diversidad biológica aumenta el control y la estabilidad de los ecosistemas. En el terreno de los disensos sostiene que en los ecosistemas "el todo es mayor que la suma de sus partes" y por tanto los métodos reduccionistas fallan en explicar adecuadamente los sistemas vivos al reducir su estudio a sus más pequeñas fracciones o al pretender extrapolar al todo lo que ocurre en aquellas. A pesar de esto, a su juicio la 'nueva ecología' se vislumbraba tanto en el modelado matemático, como en el enfoque de análisis computacional, con resultados modestos pero prometedores: "MacArthur, Slobodkin, K. Watt, Nicholson, Margalef, y Patten figuran entre los que intentan desarrollar modelos para describir procesos ecológicos sobre la base de ecuaciones diferenciales, teoría

de la información, u otros conceptos matemáticos" (Odum, 1964: 16).

Mientras Odum y otros teóricos de sistemas holísticos sostenían que el ecosistema tiene un estatus ontológico real, los reduccionistas como MacArthur y los biólogos de poblaciones afirmaban que las propiedades de los ecosistemas emergen de las interacciones entre las especies individuales. Demeritt (1994) advierte que aunque estuvieran en desacuerdo sobre las causas de las regularidades naturales observadas en los ecosistemas, sin duda hubo consenso en que el término ecosistema se refería a una entidad natural real que podría describirse matemáticamente a partir de un equilibrio dinámico atemporal. Según el mismo autor, en poco tiempo entraron en crisis "las afirmaciones audaces de los años sesenta y setenta de que la teoría de la información, el análisis de sistemas o el modelado matemático proporcionarían la metateoría unificadora para transformar la ecología en una ciencia madura y nomotética como la física" (Demeritt, 1994: 23). Si bien la matemática aplicada y las simulaciones en computadoras para modelar sistemas le confirieron a la ecología características de una 'ciencia dura' (Willis, 1997), la complejidad emergente que los investigadores de campo y los manejadores de recursos encontraron en la realidad, entraron en contradicción con los modelos reduccionistas. Siendo Odum presidente de la (ESA), anunciaba la irrupción de la Nueva Ecología desde un corpus teórico cada vez más robusto y a la vez advertía de la falta de apoyo en las principales universidades de los Estados Unidos para crear cátedras para la formación de talento humano; desde la tribuna académica explicitaba el debate que se estaba formando en la sociedad estadounidense: "Si los biólogos no se ponen a la altura del desafío, ¿quién asesorará sobre el medio ambiente humano? ¿Los técnicos que

tienen gran habilidad pero que no comprenden, o los políticos que tienen ambas carencias?" (Odum, 1964: 16).

La breve historia transcurrida desde entonces pone en evidencia que la tesis de Odum sobre el rol que debía asumir la academia para acompañar técnicamente la gestión del desarrollo, no se materializó. Por el contrario, tomando el atajo de la 'neutralidad' frente a una responsabilidad tan comprometida, la Ecología Académica permaneció ensimismada en la construcción del corpus teórico que la sacara de su estigma de ciencia 'menor'. Los enfoques holísticos fueron perdiendo terreno y el camino del reduccionismo tomó la delantera, a juzgar por las temáticas que rápidamente ocuparon las agendas de las publicaciones científicas y por los índices de contenido de los nuevos textos, que fueron marcando pautas en la docencia, y en consecuencia también por los enfoques en la producción científica de los profesionales emergentes.

### De la Ecología Académica al Desarrollo Sustentable

La inflexión que produjo el uso de la bomba atómica en 1945 y los posteriores ensayos nucleares marcaron el inicio de los movimientos contemporáneos en favor del ambiente en los Estados Unidos, multiplicados tras la aparición de *La Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962), quien advertía acerca de los riesgos que enfrentaban los sistemas naturales por el uso indiscriminado que se venía haciendo de novedosos pesticidas (como el DDT), y en general por la orientación de la ciencia moderna y sus riesgos para la salud humana. En este mismo periodo de mediados del siglo XX se producen las primeras alertas desde sectores académicos soviéticos y estadounidenses acerca de la amenaza del calentamiento global (Foster, 2016), lo que se presenta a través de los medios como un asunto que apenas emerge en la actualidad.

La concepción generalizada hasta comienzos de la década de 1960, que establecía que la historia humana y la naturaleza pertenecían a ámbitos separados, la primera asociada con lo destructivo e impredecible y la segunda con lo ordenado y predecible, llevó a postular la necesidad de conducir a la primera de conformidad con las virtudes de la última, para lograr una condición unificada estable (Worster, 1995). Desatendido por el ámbito académico de la ecología, el campo de la interacción antagónica entre el ser humano y su entorno natural, fue ocupado en un primer momento por movimientos y organizaciones sociales que dieron lugar al surgimiento del ecologismo (ambientalismo o conservacionismo), caracterizado por el activismo social en defensa del ambiente.

Worster (1995) afirma que la propia narrativa cultural acerca de la relación humana con la naturaleza ha establecido, en el imaginario colectivo de 'lo deseable', una suposición romántica acerca de un mundo estático de naturaleza incorrupta, cuando en realidad la historia ambiental también ha contado el devenir cambiante del entorno biofísico, alterado por las propias fuerzas de la naturaleza (y más recientemente de la tecnología), interactuando en una dialéctica de difícil comprensión. Entre otros ejemplos, el hecho que muchas especies y sistemas naturales requieran perturbaciones y que dependan de ellas a una escala temporal o espacial para reproducirse o mantenerse, y los innumerables ejemplos de perturbaciones no humanas que permanentemente operan sobre la naturaleza, entraron inmediatamente en conflicto con los conceptos establecidos de ecosistema, sucesión y equilibrio (Worster, 1995). Esos antecedentes ponen en entredicho la concepción de que los sistemas naturales pasan por una serie de estados predecibles hacia una condición de madurez, caracterizada entre muchas otras cosas por la estabilidad (una concepción predominantemente cultural).

Así, la eufórica promesa (y esperanza) que emergió de la enorme producción científica del período 1950–1970, según la cual el modelaje de los sistemas ecológicos (ecosistemas), no solo abriría los caminos a la aceptación de la ecología como una ciencia madura y formal, sino también a la elucidación de modelos capaces de lograr ese 'estado estable unificado' (que 20 años después se bautizaría con el muy conveniente nombre de 'desarrollo sustentable'), se comenzaba a desvanecer.

El 'desarrollo sustentable' o 'sostenible', según el cual se busca "satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (*Informe Brundtland*; CMMAD, 1987: 59) es quizá la más vigente y conocida consigna del ecologismo; un terreno virtualmente imposible de transitar, analizar o comprender sin adentrarse en la discusión del concepto de 'desarrollo'. La idea globalmente difundida (y asumida por defecto en los organismos multilaterales) presupone la existencia de un solo modelo de desarrollo: el modelo moderno-europeo, construido sobre un modelo social, uno científico, uno industrial, uno tecnológico, uno económico, y que sostiene que cualquier otro camino conduce inevitablemente al subdesarrollo (Bautista, 2014). Aunque el término 'desarrollo' evoca en el imaginario una percepción positiva, asociada al progreso, el avance, la mejora y el crecimiento, desde el punto de vista ambiental, por lo tanto humano y por encima de todo social, el modelo vigente de desarrollo global impuesto es probadamente inviable. De una interminable lista de evidencias basta mencionar que, mientras la economía crece (dogma del desarrollo actual), sobre la base de un progresivo incremento en la explotación de recursos, en el consumo de energía (en su mayoría no renovable) y en la producción de residuos y desechos, los sistemas naturales no están en

capacidad de sostener la cantidad de recursos y energía que este modelo demanda para satisfacer su concepto de bienestar, como tampoco son capaces de procesar las cantidades de contaminantes que aquel consumo provoca.

Igualmente, el término 'sustentable' requiere de un examen detallado. El mismo año que aparece el *Informe Brundtland*, Brown *et al.* (1987) alertan acerca de la ausencia de una definición inequívoca del término sustentabilidad, y señala que su significado depende del contexto en el que se aplica: social, económico o ecológico. Caldwell (1998), para quien el término 'sustentabilidad' carece de significado en sí mismo, advierte su ambigüedad pues permite diferentes interpretaciones, y ante sus diversos significados e implicaciones, la palabra corre el riesgo de volverse vacía. Como tal fue empleada por décadas y así sigue siendo usada. Se pone así de manifiesto que el campo de acción de los movimientos ecologistas (ambientalistas o conservacionistas), no solo demanda de sólidos argumentos conceptuales y teóricos, sino que tiene profundas implicaciones políticas que deben ser asumidas y no pueden ser evadidas.

Pierri (2005) presenta una reconstrucción sistematizada del pensamiento que condujo a la formulación del término 'desarrollo sustentable', que puede contribuir a configurar el debate necesario. La autora reconoce tres grandes corrientes antagónicas: el ecologismo conservacionista (asociado a una sustentabilidad fuerte) que desde sus raíces naturalistas defiende las posturas ecocéntricas; el ambientalismo moderado (asociado a una sustentabilidad débil), de inclinación antropocéntrica y desarrollista, que desestima la fragilidad de los límites de la naturaleza frente a las presiones de la economía; y el humanismo crítico que sostiene que el uso económico de los recursos naturales debe subordinarse a los objetivos sociales para poder superar la crisis sociedad-naturaleza y

toma en la década de 1970 las banderas del ecodesarrollo.

El análisis cronológico de los hitos ambientales del siglo XX permiten a Pierri (2005) concluir que el ecocentrismo fue el primer enfoque que se impuso en la caracterización de la crisis ambiental, con su expresión más simplificada y explicativa en la presión humana generando demandas sobre recursos naturales limitados, a partir de lo cual se instala el problema como una confrontación absoluta entre sociedad y naturaleza, entre economía y naturaleza, entre desarrollo y conservación. Por su parte, el antropocentrismo se impone de manera firme en los espacios del multilateralismo de la Organización de Naciones Unidas (ONU), donde la preservación de los recursos es vista y enunciada como un medio para favorecer el desarrollo y mejorar las condiciones de vida, pero frente al argumento de 'crecimiento cero' (Meadows *et al.*, 1972) la ONU afirma que el crecimiento es necesario para superar la pobreza. No solo no diferencia crecimiento de desarrollo, sino que la pobreza se presenta alternativamente como problema a ser atendido y como causa de los problemas ambientales. Debatiéndose entre el antropocentrismo y el ecocentrismo, o aun tratando de superar o trascender a esta dualidad, la mayor debilidad del ecologismo es haberse construido, desde un discurso ético carente de contenido sustantivo u orientación teórica clara: "la dicotomización que encarnan estas visiones tiende a perpetuar las concepciones basadas en el dilema 'humanidad contra naturaleza' que, en muchos sentidos, es la fuente del problema." (Foster, 2000: 41). Por su parte, el humanismo crítico expresó su posición a través de la propuesta del ecodesarrollo, en el marco de los movimientos por el establecimiento de un nuevo orden económico internacional, proponiendo nuevos estilos de desarrollo según los potenciales ecológicos de cada región y las capacidades, necesidades e intereses de sus pueblos (Pierri, 2005).

Si algún aporte hubo en la introducción del término ‘desarrollo sustentable’ fue poner a la ‘naturaleza’ y al ‘desarrollo’ bajo el denominador común de la ‘sustentabilidad’, ya que apuntó directamente a la raíz de un debate históricamente evadido. Sin embargo, a pesar de poner en evidencia la creciente importancia del tema ambiental, en realidad sirvió fundamentalmente para promover una “convivencia racional dentro del modelo de explotación vigente” (Cruces, 1992: 15). Más allá de su concepto intuitivamente promotor, lejos de contribuir a superar la crisis que le dio origen hace 30 años, el término se usó para etiquetar las mismas estrategias de desarrollo y los mismos proyectos de conservación, cuyo balance fue la agudización de la misma crisis. Hoy ese debate en los ámbitos público, multilateral y académico es impostergable, en virtud de que las intervenciones antropogénicas sobre el sistema biofísico han instalado una crisis ambiental planetaria de consecuencias aún impredecibles (Rockström *et al.*, 2009), quedando en evidencia el fracaso en resolver la inviabilidad del modelo de desarrollo vigente. Las claves de la ineficacia del desarrollo sustentable radican en haber enfocado sus esfuerzos en comprender y atacar las consecuencias (o causas proximales) del conflicto ambiente-desarrollo, ‘desenfocando’ e invisibilizando las causas originarias del conflicto, que además no forman parte del temario central de la Ecología Académica ni de las iniciativas conservacionistas, menos aún de las multilaterales. En consecuencia, las propuestas técnicas y académicas desde la conservación, la ecotecnología, las áreas protegidas, el reciclaje, la restauración, el manejo de la biodiversidad, hasta la economía verde, entre otras, no son capaces de incidir en un modelo basado en el crecimiento ilimitado que es termodinámicamente incompatible con la disponibilidad finita de recursos del planeta.

## La Ecología Académica en América Latina

En este tránsito, la Ecología Académica en general adquirió y mantuvo, al igual que las disciplinas que le precedieron, la concepción universalista que Merton (1949) atribuyó como carácter normativo de la ciencia y según la cual, la utilidad no es su objetivo direccionador, perdiendo así toda base como sistema social contemporáneo (Vessuri, 1984); asumiendo que lo utilitario emerge por sí solo, se conforma entonces una implícita justificación a su desentendimiento en torno a la sustentabilidad. En el marco de la aceptación de que la ciencia universalista (tal como aún se concibe en nuestros días) es la productora de conocimiento válido, y con las sociedades ecológicas británica y estadounidense como la pauta científica referencial, América Latina comienza en la segunda mitad del siglo XX a estructurar su Ecología Académica regional. De manera determinante, el proceso de estructuración resulta influido por los parámetros desarrollistas dictados desde el multilateralismo, a través de las políticas de ‘consenso’ de la ONU (sus agencias y programas), la institucionalización científico-tecnológica promovida por la UNESCO y el financiamiento condicionado de la Alianza para el Progreso (Barreiro y Davyt, 1999). La estructuración abarcó diversos ámbitos: en lo político con el ‘modelo lineal de innovación’, la ciencia por sí sola se encargaría de lograr el progreso de las naciones subdesarrolladas mediante la copia de modelos, formas y prácticas científico-tecnológicas de países industrializados; en lo institucional, con la creación de los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología, se estableció una burocracia para la gestión del proceso (Dagnino y Thomas, 1999), y desde el financiamiento de los programas de formación, se aseguraba la ‘sintonía’ del talento especializado con los centros de ‘excelencia’ de Estados Unidos y Europa, principalmente. Sobre

estos determinantes se sentaron las bases del desarrollo científico de la región, los vectores de sus lineamientos y objetivos temáticos, así como las políticas de formación especializada de investigadores y docentes, quienes privilegian estos referentes de aprendizajes que reprodujeron y reproducen localmente los modelos aprendidos según pautas, intereses y realidades de las universidades de Estados Unidos y Europa. Como resultado, el conocimiento ofertado mediante la investigación científica regional, y aun por los desarrollos tecnológicos alcanzados en la región, por lo general no responde al contexto socio-económico local (Dagnino y Thomas, 1999).

En el campo de la Ecología Académica no resulta casual que, en numerosos programas de formación en ecología en toda la región latinoamericana, los textos utilizados como referencia fuesen: *Fundamentos de Ecología* de Odum (1953), *Ecología. El Análisis Experimental de la Distribución y Abundancia* de Krebs (1972); *Ecología* de Margalef (1974), *Ecología Evolutiva* de Pianka (1974), *Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades* de Begon, Harper y Townsend (1986). Todos estos textos, enfocados en darle principios y postulados universales a la disciplina emergente, reunieron los aportes de sus primeros teóricos hasta mediados del siglo pasado, imprimiéndole una concepción profundamente reduccionista y mecanicista, coincidiendo cronológicamente con la implantación activa en América Latina de un modelo de ciencia y tecnología llamado a apalancar el desarrollo de la región a través de su industrialización. Bajo estos dos condicionantes de contexto, determinantes de ‘cual’ ecología y del ‘para qué’ de la ciencia a partir de la segunda mitad del siglo XX, las escuelas de formación de ecólogos en la región han favorecido la reproducción de una misma Ecología Académica (circunscrita a los ecosistemas como espacios biofísicos compartimentalizados), como si se tratara de ‘la eco-

logía’ o la ‘única ecología posible’, radicalmente aislada de la problemática socio-ambiental y en consecuencia inhabilitada para aportar a la superación de la crisis ambiental del desarrollo moderno. Sus capacidades puestas al servicio de la sustentabilidad se han enfocado en procurar, sin éxito alguno, soluciones a los problemas del desarrollo, y no a contribuir a la construcción de un nuevo modelo de desarrollo capaz de evitarlos.

## Comentarios Finales

Los alcances en la construcción de los fundamentos teóricos de la Ecología Académica, sobre los que se basa el análisis y la explicación de las dinámicas ecológicas, son muy notables, como lo son los innumerables testimonios documentados sobre la gravedad de la crisis ambiental global, de carácter existencial para el ser humano y para la vida en general, tal como la concebimos en la actualidad. Resulta evidente que el punto de llegada de este largo proceso de formación disciplinar se ha topado con su horizonte, con una paradoja ya ineludible y ante la cual tiene una responsabilidad indelegable: no es posible procurar darle sostenibilidad a un sistema vivo si no es a partir de una propuesta de coexistencia; por ello, limitarse a contribuir con la mitigación de los síntomas sin evidenciar desde su propia competencia disciplinar las causas, lejos de aportar a la solución de la crisis crea la falsa ilusión de que es posible superarla sin transformar el modelo de desarrollo. La concepción universalista, que proporcionó a la Ecología Académica la objetividad requerida para intentar llegar a ser una ‘ciencia exacta’, tuvo como ‘efectos secundarios’ una inconveniente simplificación de los sistemas y la enajenación del ser humano (principal perturbador de dichos sistemas) en sus análisis. Esta perniciosa separación entre naturaleza y ser humano no es simplemente un artefacto instrumental de las ciencias ambientales; es

propia de la cultura occidental de herencia europea, como ha sido reflejado en este trabajo, y está íntimamente ligada a su modelo de desarrollo.

Para que la Ecología Académica pueda contribuir a la superación de la paradójica relación desarrollo-supervivencia, resulta ineludible admitir las limitaciones que impone el reduccionismo a la cabal comprensión de los complejos sistemas que hacen posible la vida y a su vez reconocer que dicha comprensión es hoy imposible si nos empeñamos en mantener al ser humano fuera de sus algoritmos. Reservas ontológicas aún persistentes en otras culturas no conciben tal escisión y en consecuencia sus formas de relacionarse con la naturaleza nos ofrecen diversas y esclarecedoras oportunidades para vincular a las próximas generaciones de ecólogos con contenidos programáticos capaces de alzar la mirada hacia un nuevo horizonte para la Ecología Académica, ahora desafiando su corpus universalista frente a una realidad socio-ambiental local y regional que le es propia, que tiene sus necesidades, particularidades y especificidades geográficas, biológicas y culturales, a ser tomadas en cuenta y que reclaman de su concurso.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a José Miguel Cruces, Julieta Mirabal, Alicia Cáceres y Yurani Godoy por sus comentarios y sugerencias a versiones previas del manuscrito. Igualmente expresan su gratitud a Rusmary Camacho y Robert Porras de la Unidad de Diseño Gráfico, IVIC, por la elaboración de la figura.

#### REFERENCIAS

Aranda JM (2015) Economía de la naturaleza: concepto central para la ecología en el siglo XIX. *Contribuc. Coatepec* 29: 47-72.

Asdal K (2003) The problematic nature of nature: the post-constructivist challenge to environmental history. *Hist. Theory* 42: 60-74.

Bacon F (2011). *La Gran Restauración (Novum Organum)*. Tecnos. Madrid, España. 487 pp.

Barnosky AD, Hadly EA, Bascompte J, Berlow EL, Brown JH, Fortelius M, Getz WM, Harte J, Hastings A, Marquet PA, Martínez ND, Mooers A, Roopnarine P, Vermeij G, Williams JW, Gillespie R, Kitzes J, Marshall C, Matzke N, Mindell DP, Revilla E, Smith AB (2012) Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature* 486: 52-58.

Barreiro A, Davyt A (1999) *Cinuenta Años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Un Análisis Histórico de la Cooperación en la Región*. UNESCO. 133 Pp.

Bautista JJ (2014) *¿Qué Significa Pensar desde América Latina?* Akal. Madrid, España. 285 pp.

Begon M, Harper JL, Towsend CR (1986) *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell. London, RU. 876 pp.

Brown BJ, Hanson ME, Liverman DM, Merideth Jr. RW (1987) Global sustainability: Toward definition. *Environ. Manag.* 11: 713-719.

Caldwell LK (1998) The concept of sustainability: A critical approach. En Lemons J, Westra L, Goodland R (Eds.) *Ecological Sustainability and Integrity: Concepts and Approaches*. Environmental Science and Technology Library, Vol. 13. Springer. Dordrecht, Nederland. pp. 1-15.

Carson R (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin. Boston, MA, EEUU. 368 pp.

CMMAD (1987) *Nuestro Futuro Común (Informe Brundtland)*. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas. 300 pp.

Cruces JM (1992) Lo real y lo discursivo de la cuestión ambiental. *Estud. Venez. Comunic.* 79: 11-17.

Dagnino R, Thomas H (1999) La política científica y tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación. *Redes* 6: 49-74.

Darwin CR (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Murray. London, RU. 502 pp.

Darwin CR (1869) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 5ª ed. Murray London, RU. 596 pp.

Demeritt D (1994) Ecology, objectivity and critique in writings on nature and human societies. *J. Hist. Geogr.* 20: 22-37.

Egerton FN (1977) A bibliographical guide to the history of general ecology and population ecology. *Hist. Sci.* 15: 189-215.

Egerton FN (1983) The history of ecology: Achievements and opportunities. Part One. *J. Hist. Biol.* 16: 259-310.

Egerton FN (2010) History of ecological sciences, part 34: a changing economy of nature. *Bull. Ecol. Soc. Am.* 91: 21-41.

Egerton FN (2012) *Roots of Ecology: Antiquity to Haeckel*. University of California Press. Berkeley, CA, EEUU. 273 pp.

Egerton FN (2013) History of ecological sciences, part 47: Ernst Haeckel's ecology. *Bull. Ecol. Soc. Am.* 94: 222-244.

Egerton FN (2015) History of ecological sciences, part 53: organizing ecologists before 1946. *Bull. Ecol. Soc. Am.* 96: 239-311.

Ehrlich PR (1968) *The Population Bomb*. Sierra Club/Ballantine. New York, NY, EEUU. 131 pp.

Elton CS (1926) *Animal Ecology*. University of Chicago Press. Chicago, IL, EEUU. 296 pp.

Foster JB (2000) *La Ecología de Marx: Materialismo y Naturaleza*. El Viejo Topo. España. 449 pp.

Foster JB (2016) Prologue. En Angus I (Ed.) *Facing the Anthropocene: Fossil Capitalism and the Crisis of the Earth System*. Monthly Review. p. 6.

Gleason HA (1926) The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torrey Bot. Club* 53: 7-26.

Grinnell J (1924) Geography and evolution. *Ecology* 5: 225-229.

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Mueller A, Sumser H, Hoerren T, Goulson D, de Kroon H (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12: e0185809.

Krebs CJ (1972) *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row. Nueva York, NY, EEUU. 694 pp.

Kuklick H (1996) Islands in the Pacific: Darwinian biogeography and British anthropology. *Am. Ethnol.* 23: 611-638.

Lamarck JB (1809) *Philosophie Zoologique*. Dentu. Paris, Francia. 928 pp.

Lotka AJ (1925) *Elements of Physical Biology*. Williams and Wilkins. Baltimore, MD, EEUU. 460 pp.

Malthus TR (1798) *Essay on the Principle of Population*. Murray. London, RU. p. 1-13.

Margalef R (1974) *Ecología*. Omega. Barcelona, España. 951 pp.

Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens III W (1972) *Los Límites del Crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. México. 255 pp.

Merton RK (1949) *Social Theory and Social Structure*. Free Press. Nueva York, NY, EEUU. 423 pp.

Morgan LH (1877) *Ancient Society Or Researchers in the Lines of Human Progress from Savagery through Barbarism to Civilization*. Kerr. Chicago, IL, EEUU. 570 pp.

Odum EP (1953) *Fundamentals of Ecology*. Saunders. Filadelfia, PA, EEUU. 383 pp.

Odum EP (1964) The New Ecology. *BioScience* 14 (7): 14-16.

Odum EP (2001) Turning points in the history of the Institute of Ecology. En Barret G, Barret TL (Eds.) *Holistic Science: The Evolution of the Georgia Institute of Ecology (1940-2000)*. Taylor and Francis. Ann Harbor, MI, EEUU. pp. 15-38.

Osborne MA (2001) Acclimatizing the world: a history of the paradigmatic colonial science. *Osiris* 15: 135-151.

Palma HA (2016) *Las Huellas de Darwin en la Argentina*. Teseo. Buenos Aires, Argentina. 237 pp.

Paul DB (1988) The selection of the survival of the fittest. *J. Hist. Biol.* 21: 411-424.

Pianka ER (1974) *Evolutionary Ecology*. Harper & Row. Nueva York, NY, EEUU. 356 pp.

Pierri N (2005) Historia del concepto de desarrollo sustentable. En Foladori G, Pierri N (coords.) *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma de Zacatecas. México. pp. 27-81.

Popper K (1994) *Myth of the Frameword: in Defense of Science and Rationality*. Routledge. Nueva York, NY, EEUU. 248 pp.

Pyenson L (1982) Cultural imperialism and exact sciences: German expansion overseas 1900-1930. *Hist. Sci.* 20: 1-43.

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Galetti M, Alamgir M, Crist E, Mahmoud MI, Laurance WI and 15,364 scientist signatories (2017) World scientists' warning



- to humanity: a second notice. *Bioscience* 67: 1026-1028. doi: 10.1093/biosci/bix125
- Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson S, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, de Wit CA, Hughes T, van der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P, Foley JA (2009) A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472-475.
- Schlosser CA, Strzepek K, Gao X, Fant C, Blanc É, Paltsev S, Jacoby H, Reilly J, Gueneau A (2014) The future of global water stress: an integrated assessment. *Earth's Future* 2: 341-361. doi:10.1002/2014EF000238
- SEP (2015) *Migration in Response to Environmental Change*. Science for Environment Policy Thematic Issue 51. University of West England. Bristol, RU. 16 pp. [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/migration\\_in\\_response\\_to\\_environmental\\_change\\_51si\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/migration_in_response_to_environmental_change_51si_en.pdf)
- Spencer H (1864) *The Principles of Biology*. Vol. 2. Williams & Norgate. London, RU. 501 pp.
- Steffen W, Persson A, Deutsch L, Zalasiewicz J, Williams M, Richardson K, Crumley C, Crutzen P, Folke C, Gordon L, Molina M, Ramanathan V, Rockström J, Scheffer M, Schellnhuber HJ, Svedin U (2011) The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio* 40: 739-761.
- Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, Biggs R, Carpenter SR, De Vries W, De Wit CA, Folke C, Gerten D, Heinke J, Mace GM, Persson LM, Ramanathan V, Reyers B, Sörlin S (2015) Planetary boundaries: guiding human development in a changing planet. *Science* 347: 736-746.
- UNCCD (2017) *The Global Land Outlook*. United Nations Convention to Combat Desertification. Bonn, Alemania. 337 pp.
- Vernadski VI (2007) *La Biósfera y la Noósfera. Cinco Ensayos*. IVIC. Caracas, Venezuela. 205 pp.
- Vessuri HM (1984) Introducción: La formación de la comunidad científica en Venezuela. En Vessuri HM (Ed.) *Ciencia Académica en la Venezuela moderna - Historia Reciente y Perspectivas de las Disciplinas Científicas*. Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela. 461 pp.
- Volterra V (1926) Fluctuations in the abundance of a species considered mathematically. *Nature* 118: 558-560.
- Walker LR, del Moral R (2003) *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press. Cambridge, MA, EEUU. 442 pp.
- Willis AJ (1997) The ecosystem: an evolving concept viewed historically. *Funct. Ecol.* 11: 268-271.
- Woodmansee RG, Woodmansee SR (2015) The rise of ecosystem ecology and its applications to environmental challenges. *Web Ecol.* 15: 43-44.
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, Jackson JBC, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR, Sala E, Selkoe KA, Stachowicz JJ, Watson R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.
- Worster D (1995) Nature and the disorder of history. En Soulé ME, Lease G (Eds.) *Reinventing Nature? Responses to Postmodern Deconstruction*. Island Press. Washington, DC, EEUU. pp. 65-85.
- WWF (2014) *Living Planet Report 2014. Species and Spaces, People and Places*. World Wide Fund for Nature International, Zoological Society of London, Global Footprint Network & Water Footprint Network. Gland, Suiza. 175 pp.