

Inter y transdisciplinariedad en investigaciones ambientales. Una sinopsis

Inter and transdisciplinarity in environmental research. A synopsis

Alberto Ramírez-González¹

RESUMEN

El presente artículo de revisión tiene como pretensión realizar un acercamiento al estado actual de conocimiento en torno a la conformación de grupos de investigación y el análisis de la problemática ambiental, bajo enfoques inter y transdisciplinarios. Constituye, esencialmente, una investigación teórica soportada en artículos científicos, libros y documentos publicados por entidades y organizaciones reconocidas nacional o internacionalmente. El documento incluye diversos puntos de vista en torno a los marcos conceptuales, teóricos y metodológicos, y expone algunas problemáticas ambientales y sociales que se presume deben ser abordadas desde tales enfoques. Adicionalmente, presenta algunos de los intersticios que ligan lo ambiental con algunas ciencias y disciplinas. La revisión hace acopio de los principales avances y los retos más recurrentes en torno a la formación de profesionales que cumplan con las competencias más pertinentes y adecuadas para la implementación inter y transdisciplinaria. Adicionalmente, enuncia algunos de los factores asociados con el éxito y el fracaso de los investigadores, los grupos de investigación y las investigaciones, que han pretendido tales enfoques. Finalmente, expone algunas recomendaciones que podrían potenciar el desempeño de los grupos que realizan investigaciones inter y transdisciplinarias, las cuales han emergido, precisamente, del seguimiento a proyectos de esta naturaleza. CC BY-NC-SA Gestión y Ambiente (2016).

PALABRAS CLAVE: investigación integral; asociaciones de investigaciones; enfoques de investigación; colaboración en investigación; formación en investigación; estudios ambientales.

ABSTRACT

This review article intends to address the current state of knowledge about the development of research groups and analysis of environmental problems, under inter and transdisciplinary approaches. It is essentially a theoretical research supported in scientific papers, books and documents published by organizations which are recognized nationally or internationally. The document includes several viewpoints around the conceptual, theoretical and methodological frameworks, while presenting some environmental and social problems that must be addressed from such approaches. In addition, it shows some of the interstices that link environmental matters with several sciences and disciplines. The review puts together the main developments and the most recurrent challenges around the training of professionals who must comply with the appropriate skills to implement inter-disciplinary researches. In addition, it sets out some of the factors associated with success and failure of researchers, research groups and studies which have tried inter and transdisciplinary works. Finally, it lays out some recommendations that could enhance the performance of inter-transdisciplinary groups, which have emerged precisely by tracking projects of this nature. CC BY-NC-SA Gestión y Ambiente (2016).

KEY WORDS: integrative research; research associations; research approaches; research collaboration; research training; environmental studies.

¹ Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
alberto.ramirez@javeriana.edu.co

Recepción: 07 de abril de 2016. Aprobación: 14 de diciembre de 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/ga.v19n2.57291>

Introducción

El propósito de esta revisión temática es exponer los principales aspectos debatidos, así como los resultados de las investigaciones inter y transdisciplinarias realizadas durante los últimos años en el área ambiental, y presentar algunos de los retos y dificultades más recurrentemente manifiestos durante su implementación. En tal sentido, este escrito no pretende plantear o defender posturas conceptuales, epistemológicas o metodológicas, sino exponer algunos de los avances y hallazgos más significativos en este campo del conocimiento.

Vale iniciar señalando, que desde la edad media la disciplinariedad tomó posesión del conocimiento en razón a la creación de universidades y facultades, lo que condujo a su fragmentación en disciplinas que hoy en día se traducen incluso en sub-disciplinas (Ramadier, 2004). Tal hecho adquirió fuerza a finales del siglo XVIII con la revolución científica cuando las disciplinas autodefinieron un lenguaje propio, códigos de verdad y sistemas de legitimidad, entre otros (Uribe, 2012).

Aunque la situación disciplinaria ha prevalecido desde entonces, el nuevo siglo nos convoca cada vez más, a la búsqueda de enfoques de investigación inter o transdisciplinarios que buscan desmarcarse de la atomización del conocimiento en disciplinas (Castán-Broto et al., 2009). Cabe iniciar reseñando que aunque el término de interdisciplinariedad fue acuñado por Piaget en 1970 (Piaget, 1973) en referencia con aquellas investigaciones en las que podría haber intercambios o recombinaciones disciplinares, fue Bohr quien formuló la noción de transdisciplinariedad (Ramadier, 2004). Asimismo, el primer centro de Estudios Transdisciplinarios (CETSAS) fue creado en 1973, en tanto en 1987 se constituyó en Francia el Centro Internacional para Estudios de Investigación Transdisciplinar (CIRET) y en 1983 el Centro para la Investigación Transdisciplinaria: Sociología, Antropología, Política (CETSAP, a partir de 1992 CETSAP) (Ramadier, 2004).

La inter y la transdisciplinariedad pretenden un enfoque más holístico, bajo el presupuesto que permitiría afrontar de forma más apropiada los graves problemas que aquejan a la humanidad como la inequidad, la pobreza, el deterioro ecológico y de servicios ecosistémicos, la contaminación y el cambio

climático, entre otros, los cuales caen dentro de la esfera del desarrollo sostenible como propósito fundamental para la supervivencia humana (United Nations, 1993). Sobre este particular, Goebel et al. (2010) señalan que para la resolución de tales problemas, no solamente se requiere de estudios inter y transdisciplinarios, sino también es substancial establecer una sombrilla común en torno a la justicia social y ambiental.

Cabe señalar que los conceptos de inter y transdisciplinariedad no son del todo claros y responden más al uso de uno u otro término por las distintas escuelas de investigación (Uribe y Núñez, 2012), por lo que, al confrontarlos bajo diversos autores, se superponen entre sí (ver por ejemplo Groot, 1992; Andreassen y Brown, 2005; Ramadier, 2004; Max-Neef, 2005). Por lo anterior, para dar claridad al desarrollo del presente artículo se le advierte al lector lo siguiente: i) el uso de uno u otro término permanece asociado al utilizado por cada autor citado, ii) el uso del término inter y transdisciplinar obedece a un genérico que alude a cualquiera o a ambos enfoques, iii) se toma una postura conceptual en torno a tales términos, soportada en gran parte de la bibliografía expuesta.

- *Monodisciplinariedad*: un problema científico abordado desde una única disciplina (Groot, 1992). En muchos escritos se refiere simplemente como *disciplinariedad*.
- *Multidisciplinariedad*: un problema científico abordado desde más de una disciplina con un resultado aditivo entre ellas (Groot, 1992), por lo que no hay integración entre las disciplinas. También es referido como pluridisciplinariedad.
- *Interdisciplinariedad*: un modo de investigar en la que se “integra información, datos, técnicas, herramientas, perspectivas, conceptos y/o teorías de dos o más disciplinas o cuerpos de conocimiento especializado para avanzar en la comprensión fundamental o para resolver problemas cuyas soluciones están más allá del alcance de una sola disciplina o área de investigación” (National Academies, 2005, p. 2). *La investigación interdisciplinaria* puede ocurrir por ejemplo, dentro de las ciencias sociales, dentro de las ciencias naturales o entre las ciencias naturales y sociales (Lyall y

Meagher, 2012) y, en tal sentido, Huutoniemi et al. (2010) distinguen la interdisciplinariedad *estrecha* cuando las disciplinas conjugadas son muy próximas, de la *amplia* para el caso contrario. Vale notar que algunos autores consideran que la interdisciplinariedad puede darse en una sola persona (Tress et al., 2009; Andreasen y Brown, 2005).

- *Transdisciplinariedad*: es semejante al concepto de interdisciplinariedad pero involucra además de personal académico, personas del común como usuarios, gestores o público en general. El uso de este término es más propio de las escuelas europeas (Zscheischler y Rogga, 2015). Por tanto, bajo esta perspectiva se tienen en cuenta no sólo diferentes enfoques teóricos (inherentes a los académicos), sino percepciones y conocimientos diversos (inherentes a las personas del común) (Groot, 1992; Tress et al., 2009; Mobjörk, 2010; Jahn et al., 2012; Muhar et al., 2013; Rosendahl et al., 2015). Respecto a este último aspecto, Boon et al. (2014) consideran que la participación de distintos actores contribuye a la legitimación del conocimiento. A la transdisciplinariedad se le asocia con la llamada ciencia post-normal, es decir que estudia problemas que van más allá de la disciplinariedad (Goebel et al., 2010; Kastenhofer et al., 2011) y se le refiere como “modo 2” o *producción de conocimiento robusto*, en oposición a la visión clásica generalmente positivista de “modo 1” o *producción de conocimiento objetivo* (Rosendahl et al., 2015).

Diversos autores concuerdan en que las investigaciones inter y transdisciplinares deben partir de la configuración de un enfoque epistemológico. Así, Groot (1992) consideran esencial la construcción de una teoría que dé cabida a marcos conceptuales, modelos, leyes y métodos diversos. Ésta debe permitir establecer un puente de conocimientos entre teorías y disciplinas, posibilitando la integración de información, datos, técnicas, herramientas, perspectivas y conceptos (Nissani, 1997). Sobre este particular, Lattuca (2001) identifica un continuo de posibles enfoques que incluyen disciplinariedad, interdisciplinariedad sintética, transdisciplinariedad e interdisciplinariedad conceptual, y refiere como ejemplo para los dos últimos en su orden, el paradigma

científico en la ecología y el paradigma interpretativo en las ciencias sociales.

Jahn et al. (2012) también señalan que el reto principal que subyace a la transdisciplinariedad es la integración epistemológica (paradigmas, estructuras, teorías, modelos, métodos, etc.), social (intereses de los actores) y comunicativa (lenguaje común). En ella se deben crear vínculos entre conceptos, como relaciones entre entidades, bajo una articulación coherente de las distintas realidades (Ramadier, 2004) y debe alcanzarse un trabajo de síntesis e integración entre disciplinas y discursos (Musacchio et al., 2005). En este último sentido, Boon et al. (2014) destacan como mayor reto de la investigación transdisciplinar, el equilibrio que debe haber entre la divergencia de posturas epistemológicas y la convergencia en la elaboración de un producto final.

Ahora bien, en la literatura se reconocen diversas posiciones en torno a las características que debe tener una investigación para que requiera de los enfoques inter o transdisciplinar aunque, posiblemente, una conjunción de las mismas resulte más apropiada. En tal sentido, Nissani (1997) supone que estos enfoques son necesarios en aquellas investigaciones que recaen en los intersticios entre disciplinas, por lo que permitirían mayor flexibilidad, conocimientos nuevos, ruptura de brechas de comunicación y abordaje de problemas de racionalidad social y justicia. Por su parte, Groot (1992) consideran que la pregunta y el alcance de la misma, así como la cantidad y complejidad de los datos que se analizan, son fundamentales para elegir estos enfoques.

Una postura ampliamente diferente es expuesta por Winnacker (2003) y Ramadier (2004), quienes concuerdan en que es la *complejidad* del objeto de estudio la que denota la necesidad de tales enfoques. Sobre este particular cabe mencionar algunas apreciaciones relevantes formuladas por García (2006):

- La complejidad está asociada a sistemas conformados por componentes pertenecientes a dominios materiales diferentes (ej. físicos, biológicos, sociales) que interactúan entre sí, con presencia de múltiples procesos interdefinibles que no pueden aislarse unos de otros, con niveles de organización que discurren a distintas escalas bajo dinámicas propias e interactuantes y con un proceso de evolución que ocurre por reorganizaciones sucesivas.

- La teoría de los sistemas complejos se refiere al uso de enfoques interdisciplinarios en el estudio de sistemas complejos, bajo un marco conceptual y un enfoque metodológico común, con el propósito de alcanzar una interpretación adecuada del funcionamiento de tal sistema, como una totalidad organizada.

Por su parte, Johnson (2007) enuncia otras características que a su juicio son las que definen a un sistema como complejo, las cuales se superponen parcialmente con las anteriores:

- Interacción entre elementos que conforman relaciones con retroalimentación, memoria y capacidad adaptativa; emergencia de respuestas o comportamientos que no se identifican en los elementos constitutivos del sistema (el todo es más que la suma de sus partes); respuestas dinámicas, no lineales y de difícil predicción; y, en ocasiones, competencia entre los elementos por recursos.

La complejidad es afrontada de forma distinta desde las ciencias sociales donde se plantea que nace de la forma particular y única en que cada persona interpreta la realidad, por lo que existe un universo de realidades individuales en torno a ese *mundo real* (Max-Neef, 2005). Este autor ejemplifica la complejidad a través de los graves problemas actuales que sufre la humanidad como la escasez de agua, las migraciones forzadas, la pobreza, las crisis ambientales, la violencia, el terrorismo, el neo-imperialismo o la destrucción del tejido social, a la vez que afirma que se requiere de enfoques inter o transdisciplinarios para su estudio y solución (Max-Neef, 2005).

En tanto, los anteriores hacen referencia de los sistemas complejos y la teoría de los sistemas complejos, Bueno (2012) lo aborda como las *ciencias de la complejidad*, y las refiere como las ciencias de los casos individuales, pues estudia los sistemas que no responden a generalidades, que exhiben componentes difíciles de precisar y de los cuales emergen respuestas que no son ni deterministas, ni caóticas. Por lo anterior, requieren de análisis muy laboriosos y holísticos y propone abordarlos desde estudios multivariados, modelación, simulación o enfoques puramente teóricos.

Para cerrar la cuestión de la complejidad, no está demás mencionar que nació y se fortaleció en torno a las ciencias naturales y se destacan como pioneros hacia finales de las décadas de los 70 e inicios de los 80 (s. XX), el Centro de estudios para la dinámica no-lineal en el Instituto La Jolla y el Centro para estudios no-lineales en el Laboratorio Nacional de Los Álamos (Maldonado y Gómez, 2010). En torno al tema, los conceptos de emergencia, auto-organización y autopoiesis han sido pilares, así como los temas relativos al origen de la materia, el fenómeno vida, las relaciones mente-cerebro y los sistemas sociales (Maldonado y Gómez, 2010).

En otro orden de ideas aunque no ajeno a la complejidad, Hirsch-Hadorn et al. (2006) sugieren que la *teoría general de sistemas* –TGS– junto con la *teoría de la organización* (agrupación e interacción estructurada de personas que persiguen un propósito particular) deberían constituir la columna vertebral que enmarca el análisis de la transdisciplinariedad. En este punto resulta pertinente describir algunos de los aspectos señalados por el padre de la TGS, von Bertalanffy (1986). Como primera medida, la define como una disciplina lógico-matemática formal que puede ser aplicada a diversas ciencias empíricas, gracias a que existen isomorfismos en los modelos matemáticos que determinan su estructura y respuesta, los cuales podrían encajarse en generalidades o leyes universales que transiten de las ciencias naturales a las sociales. La TGS enfatiza en la interacción de múltiples componentes del sistema, más que en la composición o estructura de éste, de las que se derivan salidas frecuentemente no lineales y emergen comportamientos que no se reconocen en los componentes. Cabe notar que Bertalanffy planteó dicha teoría en el marco de las ciencias naturales y consideraba que las investigaciones desarrolladas en biología durante la primera mitad del siglo XX mostraban enfoques muy reduccionistas al concentrarse en las relaciones entre tan solo un par de variables, lo cual no permitiría alcanzar desarrollos mayores como, por ejemplo, la integración de los componentes de una célula en su conjunto. Adicionalmente, planteó diferentes enfoques matemáticos en su estudio como los análisis multivariados o la teoría de la información, pero destacó el papel de los sistemas de ecuaciones diferenciales como la vía más apropiada.

Cabría apuntar, sin embargo, que De Rosnay (1977) habla del *enfoque sistémico* como una metodología interdisciplinar (ni teoría, ni ciencia, ni disciplina), que aunque cercana a la TGS se distancia de ésta, en cuanto no pretende englobar el conjunto de sistemas dentro de un formalismo matemático, sino que *permite reunir y organizar conocimientos*. Esta distinción confiere un enfoque más amplio.

En suma, en tanto la complejidad hace alusión a sistemas que poseen características particulares, la teoría general de sistemas o el enfoque sistémico, se refieren a un enfoque metodológico que pretende englobar un conjunto importante de elementos de un sistema, junto con sus interacciones, con el propósito de lograr una síntesis comprensiva de tal sistema.

Potencialidad de su empleo en estudios ambientales

Aunque el tema de la inter y la transdisciplinariedad viene abriendo nuevas puertas en lo que concierne con el cruce de múltiples y diversas disciplinas, en este párrafo se privilegia el área *ambiental*. Cabe iniciar señalando que el concepto de ambiente formulado desde la ecología se refirió en sus orígenes a las condiciones físicas y químicas de un lugar, sobre las que se insertan los seres vivos conformando en conjunto los ecosistemas (Margalef, 1977). Vidart (1986), desde un enfoque epistemológico, advierte que el ambiente se refiere a lo que está alrededor de algo, de una realidad distinta a la de su propia naturaleza, por lo que el ambiente de un organismo es el entorno que influye en él y que es influido por él. Cabe notar que bajo esta última perspectiva, los organismos externos a otro organismo particular también forman parte de su ambiente, por lo que el concepto de ambiente se amplía no solo al sistema físico sino al biológico. González (1999) va más allá y refiere que naturaleza y sociedad son un continuo, una única entidad por lo que el ambiente es parte de nosotros como nosotros somos parte de él. En consecuencia, el concepto *ambiental* ha adquirido con los años connotaciones más amplias, que suelen incluir combinaciones de características e interacciones abióticas, bióticas y antrópicas, por lo que la *cuestión ambiental* es referida con frecuencia, como el

área innata para el empleo de enfoques de investigación inter y transdisciplinar, tal y como se presenta a continuación.

A la *ecología* se le considera una ciencia de síntesis, puesto que se construyó a partir de los conocimientos que ya habían desarrollado otras ciencias y disciplinas entre las que sobresalen la: fisiología, botánica, etología, zoología, evolución, paisaje, geología, geografía, oceanografía, climatología, epidemiología, pesquería, ingeniería forestal, agricultura, ganadería, demografía humana, economía, química, física, matemáticas y estadística (Margalef, 1977; Deléage, 1993); por lo que su médula espinal emerge de la interdisciplinariedad. En la ecología se privilegiaron los estudios relativos a especies y ecosistemas naturales durante la mayor parte del siglo XX, sin embargo, durante las últimas décadas del siglo XX se adicionó rápidamente el componente antrópico.

Sobre este particular, Winnacker (2003) apunta que en tanto los problemas ecológicos son causados por variables sociales, culturales e institucionales y no por causas biológicas, debe haber una conjunción de los enfoques investigativos de las ciencias naturales y sociales. Esta misma postura había sido ya señalada por Borrero (1997), al sugerir que los estudios ecológicos debían abarcar además de los enfoques de la biología y el ambiente, los políticos, jurídicos, geográficos, sociales, económicos, educativos, históricos, antropológicos y legales. En tanto la ecología amplía su objeto de estudio, se hace necesaria su reconstrucción epistemológica, y en tanto el ser humano se convierte en el principal modelador de los sistemas naturales, es necesario estudiar y evaluar su papel en ellos, por lo que un campo preferencialmente de biólogos y ecólogos, ha dado cabida, hoy día, a profesionales de numerosas disciplinas (Ramírez, 2007; 2015).

De Rosnay (1977) señala a los ecosistemas como un ejemplo tipo de sistemas complejos, en tanto en ellos confluyen e interactúan con flujos de energía y ciclos de materia, los subsistemas biosfera, atmósfera, litosfera e hidrosfera, a los cuales se les ha incorporado hoy día la antroposfera con sus subsistemas político y económico, este último, por demás, con subsistemas de producción, consumo y mercado, y flujos de bienes, servicios, energía y dinero.

Quizá el enfoque con mayor auge al interior de la ecología durante las últimas décadas se refiere a la *ecología del paisaje*, que conjuga a las ciencias naturales y a las sociales, al incluir aspectos de biodiversidad, sostenibilidad, gestión de recursos, planificación, política, desarrollo económico, gobierno y patrimonio cultural (Tress et al., 2001). Por demás, tal enfoque está embebido en el holismo, en la teoría de la complejidad y en la teoría general de sistemas, lo que posibilita la interacción de investigadores de múltiples disciplinas (Musacchio et al., 2005).

Las *ciencias ambientales* constituyen otra área disciplinar a la que le concierne lo ambiental, pero a diferencia de la ecología toma como punto de partida la relación de la especie humana con el entorno físico en el cual actúa. Aunque su enfoque generalmente ha estado más centrado en estudiar y resolver situaciones de contaminación (gestión, control, modelación, diseño), Groot (1992) consideran que constituyen un área de conocimiento capaz de albergar una teoría integradora centrada en el análisis, la explicación y la solución de los problemas ambientales, en la cual convergen conceptos de física, modelación o ecología, entrecruzados con aspectos económicos, sociales, normativos, políticos y de ingeniería.

Andreasen y Brown (2005) reconocen que para abordar adecuadamente los problemas de contaminación, agotamiento de recursos y crecimiento poblacional, es necesario integrar las ciencias físicas y naturales con la ingeniería, de tal modo que se garanticen: i) la sostenibilidad de las actividades extractivas, ii) los ciclos de vida de los recursos naturales y, iii) la supervivencia humana. La aglutinación de tales disciplinas deberá encargarse de formular indicadores de cambio e identificar y mitigar las amenazas ambientales (Andreasen y Brown, 2005), incluir aspectos de diversidad, complejidad y dinámica, junto con las condiciones particulares del contexto (Hirsch-Hadorn et al., 2006), además de incertidumbre, escalas espacio-temporales, pronósticos, normatividad y formulación de políticas, entre otros (Kastenhofer et al., 2011).

No está demás agregar que el enfoque propuesto para las ciencias ambientales se entrafía en la inter y la transdisciplinariedad, sobre la base de la conciliación de diversas disciplinas (Max-Neef, 2005; Hirsch-Hadorn et al., 2006; Muhar et al., 2013).

Otro campo interdisciplinar que ha cobrado especial ímpetu en torno a lo ambiental, se refiere a la *economía ecológica*, la cual es definida como el estudio de las relaciones entre las economías sociales y los ecosistemas naturales (Kastenhofer et al., 2011) o el estudio de las interacciones entre los sistemas económicos y ecológicos (Common y Stagl, 2008). Desde la economía ecológica, el sistema económico humano está inmerso en el medio ambiente y lo modifica, lo que a su vez afecta a la economía (Common y Stagl, 2008), estableciéndose un bucle de retroalimentación entre ellos.

Este campo de estudio surgió como respuesta a la economía neoclásica que se fundamenta esencialmente en el trabajo y en el capital, dando poca importancia a la tierra, puesto que asume que ésta es ilimitada o se puede sustituir (Costanza et al., 1999), condición que difícilmente aplica para muchos recursos no renovables y que no cumple con las leyes de la termodinámica (Georgescu-Roegen, 1996). De igual modo, tampoco tuvo en cuenta las consecuencias hacia el medio ambiente (Georgescu-Roegen, 1996; Common y Stagl, 2008) y, en consecuencia, los modelos económicos no incorporan ni los costos ni los daños ambientales (externalidades) (Martínez, 1992).

También surgió como respuesta a la economía ambiental que se ocupa de los problemas ambientales bajo la perspectiva de la economía, evaluando el resultado de las políticas implementadas junto con sus efectos en el crecimiento económico, el empleo o la inflación, entre otros (Field, 1995). En la economía ambiental prima aún el enfoque neoclásico del crecimiento económico, junto con la optimización del gasto (o los niveles de contaminación) y la maximización de beneficios, pero persiste la subvaloración del agotamiento de los recursos naturales y su deterioro.

Por el contrario, la economía ecológica enfatiza que los recursos naturales no deben ser explotados a una tasa mayor a la de regeneración, ni contaminados a una tasa mayor a la de depuración. Además, reconoce la necesidad de conservación de la biodiversidad de especies (Martínez, 1992), que no está adecuadamente protegida en las decisiones gubernamentales (Costanza et al., 1999), puesto que priman los propósitos económicos (Martínez, 1992).

La economía ecológica advierte que las políticas e inversiones medioambientales están subordinadas a la salud, la economía, las obras, los gastos militares, la energía, la justicia y los asuntos exteriores (Caldwell, 1994).

Cabe destacar que la economía neoclásica prioriza el crecimiento económico, por lo que el incremento del producto interno bruto –PIB– de una nación, se constituye en el propósito principal de las decisiones económicas. Contrariamente, los teóricos de la economía ecológica señalan que tal y como ha ocurrido en muchos países, el crecimiento del PIB ha estado acompañado del deterioro ambiental (Caldwell, 1994), de la extracción de recursos y su insostenibilidad para esta generación y las futuras (Costanza et al., 1999; Common y Stagl, 2008) y de una mayor pobreza e inequidad (Max-Neef et al., 1986), factores que no han sido incorporados en la valoración del desarrollo económico.

Hay amplia coincidencia entre los autores citados, en la necesidad de emplear enfoques inter o transdisciplinarios en la economía ecológica, sin embargo, Spash (2012) llama a reflexionar y a tener precaución en torno al pluralismo metodológico que se viene proponiendo, pues considera que está cargado de retórica, por lo que reclama una fundamentación en la filosofía de la ciencia aclarando su posición frente al formalismo matemático, el empirismo lógico y el pluralismo, ello sin generar contradicciones teóricas. Este autor plantea la necesidad de crear un marco ontológico, epistemológico y metodológico, y formula una propuesta en torno a los anteriores.

En igual sentido, Gendron (2014) realza que en torno a la economía ecológica se debe formular una re-conceptualización en la cual, por un lado, se integren los conocimientos económicos y ecológicos y, por el otro, se incluya la dimensión socialmente construida en torno a la naturaleza. Postura semejante exponen Burkhard et al. (2010) quienes subrayan que en los estudios relativos a *servicios ecosistémicos* se deben enlazar la integralidad, sostenibilidad y funcionalidad de los ecosistemas naturales, con los sistemas sociales, y añaden que los *sistemas socio-ambientales* vienen mostrando graves problemas alrededor de todo el mundo y, en la mayoría de los casos, no se cuenta con la información requerida para una respuesta apropiada.

Algunos otros enlaces entre disciplinas con espacio o competencia en la cuestión ambiental aunque con menor auge, incluyen:

- *Agroecología*, que integra la ecología, la agronomía, la economía y la sociología; se enfoca en problemas como hambre, producción de alimentos, aplicación de abonos y pesticidas, contaminación, sostenibilidad, pérdida de ecosistemas y conocimiento cultural tradicional (Dalgaard et al., 2003).
- *Ciencia del bienestar animal*, cuyo objeto de estudio son los animales de cultivo bajo una mirada interdisciplinaria que incluye dimensiones científicas, económicas, éticas y políticas (Lund et al., 2006).
- *Ecohidrología*, a través de la integración entre la ecología y la hidrología, y abordando las relaciones hombre-recurso hídrico e incluyendo los sistemas que hacen uso del recurso, los conflictos en torno a su oferta-demanda, la gestión, la gobernanza, las políticas, la cultura y la economía (Hiwasaki y Arico, 2007).
- *Estudios urbanos*, conjugan realidades geográficas, sociales, culturales y económicas, y entremezcla intereses individuales y colectivos (Ramadier, 2004). Petts et al. (2008) consideran que la geografía física como disciplina natural de estos sistemas, permite establecer puentes con las ciencias naturales y las sociales.
- Otros, como por ejemplo *ecología industrial*, *género y ambiente*, etc.

Obstáculos y facilitadores de la investigación inter y transdisciplinaria

Si bien es cierto que muchos autores abogan por los enfoques, inter y transdisciplinarios, también es cierto que el camino recorrido y por recorrer aún es largo e incierto; y algunos de los aspectos concernientes con tal recorrido se exponen a continuación. Groot (1992) refieren que en ocasiones los intentos interdisciplinarios no dan fruto porque a los integrantes les cuesta moverse por fuera de sus propias disciplinas, por lo que, de forma recurrente, terminan orbitando dentro de su propio campo

disciplinar dando lugar a estudios multidisciplinarios. Como causa de ello señalan al desconocimiento de otras disciplinas incluidos sus conceptos y metodologías (Andreasen y Brown, 2005; Castán-Broto et al., 2009; Tress et al., 2009), como también, la incapacidad para operacionalizar e integrar los anteriores (Musacchio et al., 2005; Tress et al., 2009).

Algunas publicaciones se han centrado en la evaluación de los factores que dificultan o facilitan los procesos de investigación inter y transdisciplinar, y los resultados más significativos iniciando con el área ambiental, son:

- Podestá et al. (2013) llevaron a cabo un estudio en la Pampa Argentina sobre los procesos colaborativos en equipos de investigación transdisciplinar (profesionales y actores locales), en proyectos sobre *ecosistemas agrícolas con variabilidad climática*. Para ello hicieron seguimiento al proceso de interacción entre los copartícipes mediante observación participante, entrevistas individuales longitudinales y análisis de documentos, y encontraron, entre otros factores que favorecieron el desarrollo de la investigación, los siguientes: actitud abierta por parte de los participantes; trabajo preliminar en conceptos, lenguaje común y definición del problema; compatibilidad interpersonal, interacción cara a cara; predefinición de normas y responsabilidades; liderazgo; y procesos de auto-reflexión. Y entre los factores que la dificultan: discrepancias disciplinares e interpersonales, integración final de los resultados; y expectativas disímiles entre científicos y actores.
- Harris y Lyon (2013) evaluaron 10 casos de estudio en investigaciones transdisciplinares en torno al *desarrollo sostenible de la agricultura*, y para ello aplicaron entrevistas semiestructuradas a los líderes de los proyectos y a algunos participantes. Su interés de investigación recayó en los procesos de construcción de confianza entre los miembros y, en tal sentido, hallaron que son relevantes aspectos como conocer la información académica, profesional o personal de los demás participantes; haber trabajado previamente de forma conjunta; establecer normas de cooperación; e instaurar sanciones a quienes trasgredan las normas. Destacan como parte importante de estos procesos de investigación, contar con profesionales que asuman el liderazgo de integración de los resultados.
- Boon et al. (2014) mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas y análisis documental, analizaron el desarrollo de 15 investigaciones en torno a la *resiliencia al cambio climático*. Los autores encontraron entre otros resultados, que a mayor diversidad y cantidad de investigadores y disciplinas, se reduce la eficacia del proceso transdisciplinar por cuanto se incrementan las diferencias de conocimientos entre los investigadores participantes.
- Rosendahl et al. (2015) evaluaron una iniciativa de investigación transdisciplinar en *gobernanza de recursos* en climas cambiantes y con personas de bajos recursos. El estudio que abarcó seis países, arrojó que los profesionales y académicos mantuvieron la autoridad y el control sobre todo el proceso de investigación, lo cual aminoró la participación de los miembros provenientes de la sociedad civil, razón por la cual cuestionan el alcance transdisciplinar obtenido en algunas de estas investigaciones.
- Zscheischler y Rogga (2015) revisaron 167 artículos que abordaron el *uso de la tierra* desde un enfoque transdisciplinar y entre sus conclusiones más significativas destacan las siguientes:
 - La producción anual de publicaciones ha aumentado significativamente lo que recalca la importancia creciente de este enfoque en el mundo científico, además, hay una creciente coherencia conceptual, aunque persiste una brecha entre la discusión teórica y la aplicación práctica. En esta última que sigue siendo un reto para los investigadores, prevalecen el análisis de sistemas y las técnicas basadas en escenarios.
 - Muchas publicaciones reclaman resultados exitosos, pero raramente consideran la integración de conocimientos y el aprendizaje mutuo. Hay poca auto-reflexión sobre los procesos de investigación, a la vez que están sub-representadas las reflexiones y percepciones de los actores no científicos quienes, por demás, son incorporados de forma selectiva.

- Las investigaciones transdisciplinarias aún no cuentan con resultados empíricos concretos sobre los beneficios de su práctica en la resolución de problemas relativos al uso sostenible de la tierra. En defensa del juicio anterior, los autores señalan que ello ocurre porque se requiere de un largo período de tiempo para evaluar el impacto de las medidas propuestas, las cuales suelen recaer en proyectos e investigadores diferentes.
- Clasifican en cuatro tipos las dificultades y los facilitadores de la investigación transdisciplinar: i) la actitud humana, incluida la apertura, confianza y respeto entre los investigadores, ii) la comunicación en cuanto juega un rol esencial en la integración de los participantes, iii) las habilidades, los conocimientos y la experiencia diferencial y, iv) la estructura del proyecto, que incluye, entre otros, su dimensión y recursos.

Otras investigaciones con un objeto de estudio más amplio han encontrado lo siguiente:

- Huutoniemi et al. (2010) formularon indicadores cuantitativos para medir el nivel de interdisciplinariedad en las investigaciones, tomando como base la superación de los marcos conceptuales y metodológicos disciplinares. Encuentran que prevalece la interdisciplinariedad *estrecha* (2/3 de los estudios) frente a la *amplia* (1/3) y realzan los esfuerzos realizados para lograr una integración epistemológica, aunque observan una muy baja integración instrumental.
- Van Rijnsoever y Hessels (2011) estudiaron en Holanda los factores que favorecen la conformación de grupos con enfoques interdisciplinares y encontraron relación directa con los años de investigación de los científicos, el que hayan trabajado en diversas universidades o centros de investigación y el que estén involucrados con disciplinas estratégicas. Advierten también, desde sus resultados, que las mujeres son más proclives a la interdisciplinariedad que los hombres.
- Kastenhofer et al. (2011) llevaron a cabo una revisión apreciable de publicaciones en economía ecológica y advierten que los enfoques predominantes de investigación han sido muy limitados pues se enmarcan en: ser locales/regionales, mostrar alcances reduccionistas, omitir métodos participativos y no exponer recomendaciones concisas. Adicionan que tales estudios han estado enmarcados, principalmente, en un alto enfoque matemático y de modelación dinámica.

En torno a lo expuesto, es necesario advertir que para García (2006) no existen grupos de investigación inter o transdisciplinarias, sino grupos multidisciplinarias, los cuales emplean enfoques inter, trans o multidisciplinarias en sus investigaciones.

Obstáculos y facilitadores de la conformación de programas académicos inter y transdisciplinarios

En este párrafo se abordan aspectos relativos a la conformación, principalmente, de programas académicos de doctorado que tienen como propósito el desarrollo de competencias inter y transdisciplinarias en sus estudiantes, así como la implementación de aquellas en sus trabajos doctorales, todo ello dentro de un entorno de grupos de investigación con enfoques inter y transdisciplinarios. Es pertinente referir, no obstante, que algunos de los problemas previamente referidos, podrían manifestarse por igual en investigaciones disciplinares grupales, y no tendrían que estar circunscritos exclusivamente a los estudios inter-transdisciplinarios. Algunos autores que han ahondado en este tema son:

- Max-Neef (2005) considera que la aplicabilidad metodológica de la transdisciplinariedad es deficiente, por lo que sugiere que ésta debe darse primero al interior de cada uno de los investigadores, por lo que descarga tal responsabilidad en la educación.
- Tress et al. (2009) advierten, que se requiere de varios años para alcanzar apropiación de una disciplina particular (pregrado-posgrado), por lo que consideran que los estudiantes de doctorado (con 3 a 4 años de estudio), no tienen el tiempo suficiente para alcanzar conocimientos y apropiación adecuada sobre otras disciplinas y con ello lograr investigaciones inter o transdisciplinarias.
- Corrales (2013) describe algunos aspectos resultantes de la conformación de una Facultad en Estudios Ambientales y Rurales, que se estructuró

- bajo un enfoque interdisciplinar fundamentado en la relación sociedad-naturaleza y el desarrollo sostenible. A través de una revisión documental y de entrevistas a algunos de sus profesionales encontró como mayores dificultades las siguientes: i) la facultad surgió con una postura dicotómica de dos departamentos que disoció a los profesionales de las ciencias naturales y sociales, ii) fue pensada más desde la perspectiva del trabajo de cada profesional, que de los grupos de investigación, lo que dificultó la interacción entre disciplinas, iii) ha sido baja la conjunción de las distintas disciplinas a través de proyectos de investigación concretos, iv) los diálogos entre académicos se han dado con dificultad, v) ha habido escasez o carencia de reflexiones epistemológicas, vi) los grupos de investigación se han conformado, principalmente, por profesionales de disciplinas muy cercanas y, vii) se reconoce rigidez mental en algunos de los investigadores disciplinares. Por otro lado, destaca como logros relevantes los siguientes: i) la construcción colectiva de conocimientos gracias a la implementación de métodos de investigación participativos, principalmente, en el área de desarrollo rural, ii) la coexistencia en un mismo vecindario de profesionales de ciencias distantes, así como los espacios de intercambio de experiencias investigativas y, iii) los currículos de los diferentes programas académicos pues incluyen tanto asignaturas de las ciencias sociales como naturales, lo que le permite a los estudiantes no solo tener una visión más amplia de los problemas en cuestión, sino empaparse de los lenguajes y métodos propios de tales ciencias. Subraya que, por lo anterior, las investigaciones con enfoques inter y transdisciplinares, son comunes en los trabajos de grado de los estudiantes.
- Uribe (2011) describe una situación similar durante la puesta en marcha de un Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas, en cuyo seno se pretende un enfoque interdisciplinar. Sobre la base de entrevistas a profesores y estudiantes, destaca las siguientes dificultades para alcanzar la interdisciplinariedad: i) la falta de un proyecto común, ii) la baja disposición de algunos profesores para abordar tal enfoque, iii) la distancia que hay entre la teoría y la práctica, iv) la falta de cursos en métodos de investigación y, v) la participación de muchos profesores de distintas facultades, lo cual ha dificultado un lenguaje común e integrador.
 - Lyall y Meagher (2012) evaluaron a los alumnos de programas doctorales interdisciplinares en el Reino Unido, y observaron que el asesoramiento de los tutores en los trabajos de investigación, la orientación hacia publicaciones y la participación en redes temáticas, constituyen facilitadores de la interdisciplinariedad. A su vez, destacan el desarrollo de habilidades y competencias en enfoques metodológicos tanto de las ciencias naturales, como sociales, y las reuniones en que se comparten experiencias.
 - Muhar et al. (2013) estudiaron los retos para la construcción de programas doctorales inter y transdisciplinares en sostenibilidad, y para ello evaluaron dos casos de estudio, uno en Austria y otro en Suráfrica. Sus resultados destacan los siguientes facilitadores: i) el apoyo de los dirigentes de la Universidad, junto con toda la creación y financiación de una estructura logística, académica y administrativa para ello, incluida la capacitación de tutores en tales enfoques, ii) la implementación de asignaturas que propendan por enseñar: la inter y la transdisciplinariedad; la importancia del contexto y los marcos conceptuales; la metodología de la investigación científica; los paradigmas y métodos de investigación; la integración de métodos; el análisis de datos cualitativos y cuantitativos provenientes de las ciencias sociales y naturales; y los sistemas complejos.
 - Darbellay (2015) evaluó 10 centros universitarios en Suiza los cuales muestran en común, un enfoque interdisciplinario en su misión. Sobre una muestra de 66 investigadores a quienes indagó mediante cuestionarios, entrevistas semiestructuradas y grupos focales, encontró que el concepto de interdisciplinariedad no es sistemáticamente discutido, por lo que no está adecuadamente apropiado por los estudiantes. Adicionalmente, señala como otros obstáculos la presencia de barreras institucionales,

epistemológicas y metodológicas, barreras de comunicación y pugnas interpersonales.

- Lawrence (2015) realizó un balance amplio de los estudios transdisciplinarios en la educación y para ello se apoyó en investigadores de 10 países industrializados. Destaca como las mayores dificultades en tales propósitos, las siguientes: i) existencia de barreras conceptuales e institucionales, ii) baja enseñanza en la educación superior, iii) poco reconocimiento de tales enfoques en las instituciones profesionales y en los patrocinadores de las investigaciones, iv) limitaciones metodológicas para el diseño de programas, planes y proyectos de investigación y, v) limitaciones en la producción, transmisión de conocimientos y co-ejecución de intervenciones.

Conclusiones y recomendaciones

Bajo un ejercicio de síntesis en torno a la temática expuesta, se pueden enunciar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los conceptos de inter y transdisciplinariedad aunque han sido ampliamente debatidos, todavía se sobreponen entre sí, además, falta un mayor debate en torno a los enfoques epistemológico y metodológico.
- La inter y la transdisciplinariedad deben verse inicialmente como un enfoque no disciplinar de aproximación y abordaje de un objeto de estudio y, en segunda instancia, como la integración de disciplinas conformando un nuevo campo del saber o disciplina integradora.
- Hay un amplio acuerdo sobre los tipos de problemas que deberían ser estudiados bajo esta perspectiva, destacándose los sistemas complejos, con amplitud de componentes e interacciones, con respuestas emergentes y que requieren para su adecuada comprensión de una observación holística. Muchos de los problemas que aquejan hoy en día a la humanidad y que incluyen interacciones de componentes abióticos, bióticos y antrópicos, caen en esta configuración.
- La integración de personal académico proveniente de disciplinas diversas y distantes, como

de personal académico y no académico, suele ocurrir con tensiones pues hay diferencias apreciables en conocimientos, percepciones, expectativas e intereses. Asimismo, tal participación no suele darse en igualdad de condiciones.

- Otras dificultades recurrentes incluyen las discrepancias epistemológicas y metodológicas; los recelos personales y profesionales; y el tiempo que se requiere para aprehender una segunda disciplina.
- Como facilitadores de la investigación intertransdisciplinar se destacan la actitud positiva y respetuosa de los investigadores frente a los otros miembros y sus conocimientos, y frente al enfoque elegido; la realización de un trabajo previo de conceptualización; la comunicación asertiva y de mutua confianza entre investigadores; la habilidad, experticia y conocimiento de algunos investigadores, así como su capacidad para liderar la integración de las distintas disciplinas.

Para finalizar se plantean unas breves recomendaciones que podrían potenciar el trabajo inter y transdisciplinar de investigadores, profesores y estudiantes:

- Durante el desarrollo de investigaciones inter y transdisciplinarias, cabe implementar una investigación, un seguimiento o un proyecto de autorreflexión, en torno a la forma en que discurre el proceso investigativo. Estos permitirían, por un lado, generar conocimientos transferibles a otras investigaciones y, por otro, buscar soluciones oportunas a los escollos teóricos y prácticos que surgen durante la investigación.
- Implementar programas de capacitación a profesores y tutores en torno a tales enfoques.
- Realizar al interior de las facultades y grupos de investigación, discusiones juiciosas y rigurosas en torno a los conceptos más pertinentes.
- Incluir en los programas académicos asignaturas en: teoría general de sistemas, sistemas complejos, metodología de la investigación científica, enfoques epistemológicos y metodológicos e integración y análisis de datos cualitativos y cuantitativos.

Bibliografía

- Andreasen, N., Brown, T., 2005. Facilitating interdisciplinary research. National Academic Press, Washington DC.
- Boon, W., Chappin, M., Perenboom, J., 2014. Balancing divergence and convergence in transdisciplinary research teams. *Environ. Sci. Policy* 40, 57-68. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.04.005
- Borrero, A., 1997. Interdisciplinariedad y ecología. *Univ. Humanist.* 40, 13-21.
- Bueno, R., 2012. Una nota sobre complejidad y paradigma cualitativo. *Liberabit* 20, 353-368.
- Burkhard, B., Petrosillo, I., Costanza, R., 2010. Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecol. Complex.* 7, 257-259. DOI: 10.1016/j.ecocom.2010.07.001
- Caldwell, L., 1994. Ecología, Ciencia y política medioambiental. McGraw-Hill, Santafé de Bogotá. 251 p.
- Castán Broto, V., Gislason, M., Ehlers, M.-H., 2009. Practising interdisciplinarity in the interplay between disciplines: experiences of established researchers. *Environ. Sci. Policy* 12, 922-933. DOI: 10.1016/j.envsci.2009.04.005
- Common, M., Stagl, S., 2008. Introducción a la economía ecológica. Editorial Reverté, Barcelona, Español. 562 p.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R., 1999. Una introducción a la economía ecológica. AENOR, Madrid. 272 p.
- Corrales, E., 2013. La Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (FEAR). En: Uribe, C. (Ed.), La interdisciplinariedad en la universidad contemporánea: reflexiones y estudios de caso. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. pp. 108-164.
- Dalgaard, T., Hutchings, N., Porter, J., 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 100, 39-51. DOI: 10.1016/S0167-8809(03)00152-X
- Darbellay, F., 2015. Rethinking inter- and transdisciplinarity: undisciplined knowledge and the emergence of a new thought style. *Futures* 65, 163-174. DOI: 10.1016/j.futures.2014.10.009
- De Rosnay, J., 1977. Le macroscopie. Seuil (Points) (Traducción 1977. El macroscopio hacia una visión global. Alfa Centauro, Madrid). Paris.
- Deléage, J., 1993. Historia de la ecología: una ciencia del hombre y la naturaleza. Editorial Icaria, Barcelona, España. 368 p.
- Field, B., 1995. Economía ambiental: una introducción. McGraw Hill, Bogotá. 587 p.
- García, R., 2006. Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa, Barcelona, España.
- Gendron, C., 2014. Beyond environmental and ecological economics: proposal for an economic sociology of the environment. *Ecol. Econ.* 105, 240-253. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.06.012
- Georgescu-Roegen, N., 1996. La ley de la entropía y el proceso económico. Fundación Argentaria; Visor Distribuciones, Madrid.
- Goebel, A., Hill, T., Fincham, R., Lawhon, M., 2010. Transdisciplinarity in urban South Africa. *Futures* 42, 475-483. DOI: 10.1016/j.futures.2009.11.032
- González, F., 1999. Reflexiones acerca de la relación entre los conceptos: ecosistema, cultura y desarrollo. 2ª ed. Editorial Javegraf; Ideade, Bogotá. 102 p.
- Groot, W., 1992. A discipline for interdisciplinarity. *Stud. Environ. Sci.* 52, 36-73. DOI: 10.1016/S0166-1116(08)72155-1
- Harris, F., Lyon, F., 2013. Transdisciplinary environmental research: building trust across professional cultures. *Environ. Sci. Policy* 31, 109-119. DOI: 10.1016/j.envsci.2013.02.006
- Hirsch Hadorn, G., Bradley, D., Pohl, C., Rist, S., Wiesmann, U., 2006. Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecol. Econ.* 60, 119-128. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.12.002
- Hiwasaki, L., Arico, S., 2007. Integrating the social sciences into ecohydrology: facilitating an interdisciplinary approach to solve issues surrounding water, environment and people. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 7, 3-9. DOI: 10.1016/S1642-3593(07)70184-2
- Huutoniemi, K., Thompson Klein, J., Bruun, H., Hukkinen, J., 2010. Analyzing interdisciplinarity: typology and indicators. *Res. Policy* 39, 79-88. DOI: 10.1016/j.respol.2009.09.011
- Jahn, T., Bergmann, M., Keil, F., 2012. Transdisciplinarity: between mainstreaming and marginalization. *Ecol. Econ.* 79, 1-10. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.04.017
- Johnson, N., 2007. Simply complexity: a clear guide to complexity theory. Oneworld Publications, Oxford, UK.
- Kastenhofer, K., Bechtold, U., Wilfing, H., 2011. Sustaining sustainability science: the role of established inter-disciplines. *Ecol. Econ.* 70, 835-843. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2010.12.008
- Lattuca, L., 2001. Creating interdisciplinarity: Interdisciplinary research and teaching among college and university faculty. Vanderbilt University Press, Nashville, TN.
- Lawrence, R., 2015. Advances in transdisciplinarity: epistemologies, methodologies and processes. *Futures* 65, 1-9. DOI: 10.1016/j.futures.2014.11.007
- Lund, V., Coleman, G., Gunnarsson, S., Calvert Appleby, M., Karkinen, K., 2006. Animal welfare science - working at the interface between the natural and social sciences. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 97, 37-49. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.11.017

- Lyll, C., Meagher, L., 2012. A masterclass in interdisciplinarity: research into practice in training the next generation of interdisciplinary researchers. *Futures* 44, 608-617. DOI: 10.1016/j.futures.2012.03.011
- Maldonado, C., Gómez, N., 2010. El mundo de las ciencias de la complejidad. Un estado del arte. Documentos de Investigación No. 76. Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad-CEEP; Laboratorio de Modelamiento y Simulación Empresarial-LMyS; Editorial Universidad del Rosario, Bogotá. 96 p.
- Margalef, R., 1977. *Ecología*. 2ª ed. Ediciones Omega, Barcelona, España. DOI: 10.4319/lo.1977.22.6.1100b
- Martínez Alier, J., 1992. De la economía ecológica al ecologismo popular. Editorial Icaria, Barcelona, España. 362 p.
- Max-Neef, M., 2005. Foundations of transdisciplinarity. *Ecol. Econ.* 53, 5-16. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.01.014
- Max-Neef, M., Elizalde, A., Hopenhayn, M., 1986. América Latina: crisis y perplejidad. En: *Desarrollo a escala humana una opción para el futuro*. Centro de Alternativas de Desarrollo de Chile (CEPAUR); Fundación Dag Harnmarskjold, Santiago. pp. 9-18.
- Mobjörk, M., 2010. Consulting versus participatory transdisciplinarity: a refined classification of transdisciplinary research. *Futures* 42, 866-873. DOI: 10.1016/j.futures.2010.03.003
- Muhar, A., Visser, J., van Breda, J., 2013. Experiences from establishing structured inter- and transdisciplinary doctoral programs in sustainability: a comparison of two cases in South Africa and Austria. *J. Clean. Prod.* 61, 122-129. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.07.031
- Musacchio, L., Ozdenerol, E., Bryant, M., Evans, T., 2005. Changing landscapes, changing disciplines: seeking to understand interdisciplinarity in landscape ecological change research. *Landsc. Urban Plan.* 73, 326-338. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.08.003
- National Academies, 2005. *Facilitating interdisciplinary research*. Washington DC. DOI: 10.17226/11153
- Nissani, M., 1997. Ten cheers for interdisciplinarity: the case for interdisciplinary knowledge and research. *Social Sci. J.* 34, 201-216. DOI: 10.1016/S0362-3319(97)90051-3
- Petts, J., Owens, S., Bulkeley, H., 2008. Crossing boundaries: interdisciplinarity in the context of urban environments. *Geoforum* 39, 593-601. DOI: 10.1016/j.geoforum.2006.02.008
- Piaget, J., 1973. *Main trends in interdisciplinary research*. Harper and Row, New York.
- Podestá, G., Natenzon, C., Hidalgo, C., Ruiz Toranzo, F., 2013. Interdisciplinary production of knowledge with participation of stakeholders: a case study of a collaborative project on climate variability, human decisions and agricultural ecosystems in the Argentine Pampas. *Environ. Sci. Policy* 26, 40-48. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.07.008
- Ramadier, T., 2004. Transdisciplinarity and its challenges: the case of urban studies. *Futures* 36, 423-439. DOI: 10.1016/j.futures.2003.10.009
- Ramírez, A., 2007. *Construcción, deconstrucción y reconstrucción de la teoría ecológica*. Disponible en: www.academia.edu/12753608/CONSTRUCCI%C3%93N_DECONSTRUCCI%C3%93N_Y_RECONSTRUCCI%C3%93N_DE_LA_TEOR%C3%8DA_ECOL%C3%93GICA consultado: diciembre, 2016.
- Ramírez, A., 2015. La ecología. De la Selección Natural a la Selección Cultural, de la disciplinarietà a la interdisciplinarietà. *Rev. Javer.* 151, 60-63.
- Rosendahl, J., Zanella, M., Rist, S., Weigelt, J., 2015. Scientists' situated knowledge: strong objectivity in transdisciplinarity. *Futures* 65, 17-27. DOI: 10.1016/j.futures.2014.10.011
- Splash, C., 2012. New foundations for ecological economics. *Ecol. Econ.* 77, 36-47. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.02.004
- Tress, B., Tress, G., Décamps, H., d'Hautesserre, A.-M., 2001. Bridging human and natural sciences in landscape research. *Landsc. Urban Plan.* 57, 137-141. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00199-2
- Tress, B., Tress, G., Fry, G., 2009. Integrative research on environmental and landscape change: PhD students' motivations and challenges. *J. Environ. Manage.* 90, 2921-2929. DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.03.015
- United Nations, 1993. *United Nations Conference on Environment & Development Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992 Agenda 21*. New York.
- Uribe, C., 2011. El Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas de la Pontificia Universidad Javeriana. En: Remolina, G. (Ed.), *Una apuesta por la interdisciplinarietà*. Editorial Javeriana, Bogotá. pp. 15-40.
- Uribe, C., 2012. La interdisciplinarietà en la universidad contemporánea. En: Uribe, C. (Ed.), *La interdisciplinarietà en la universidad contemporánea: reflexiones y estudios de caso*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. pp. 14-24.
- Uribe, C., Núñez, J., 2012. Interdisciplinarietà y transdisciplinarietà: ¿Colaboración o superación de disciplinas? En: Uribe, C. (Ed.), *La interdisciplinarietà en la universidad contemporánea: reflexiones y estudios de caso*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. pp. 26-62.
- van Rijnsoever, F., Hessels, L., 2011. Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration. *Res. Policy* 40, 463-472. DOI: 10.1016/j.respol.2010.11.001
- Vidart, D., 1986. *Filosofía ambiental epistemología, praxiología, didáctica*. Series Manuales Vol. 6. Editorial Nueva América, Bogotá. 549 p.

Von Bertalanffy, L., 1986. Teoría general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica, México DF.

Winnacker, E.L., 2003. Interdisciplinary sciences in the 21st century. *Curr. Opin. Biotechnol.* 14, 328-331. DOI: 10.1016/S0958-1669(03)00063-6

Zscheischler, J., Rogga, S., 2015. Transdisciplinarity in land use science: a review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures* 65, 28-44. DOI: 10.1016/j.futures.2014.11.005