

Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos

Transdisciplinary studies in socio-ecosystems: Theoretical considerations and its application in Latin American contexts

Tamara Ortega Uribe,¹ Matías E. Mastrangelo,² Daniel Villarroel Torrez,³ Agustín Piaz,⁴ María Vallejos,⁵ Jesús Eduardo Saenz Ceja,⁶ Federico Gallego,⁷ Montserrat Franquesa Soler,⁸ Leonardo Calzada Peña,⁹ Noelia Espinosa Mellado,¹⁰ Jerico Fiestas Flores,¹¹ Luis R. Gill Mairhofer,¹² Zarahí González Espino,¹³ Betsabé Montserrat Luna Salguero,¹⁴ Claudia María Martínez-Peralta,¹⁵ Olivia Ochoa,¹⁶ Lucía Pérez Volkow,¹⁷ Juan Emilio Sala,¹⁸ Isabelle Sánchez-Rose,¹⁹ Madeline Weeks,²⁰ Daniela Ávila García,²¹ Isabel Bueno García-Reyes,²² Alejandra Carmona,²³ Fernando Castro Videla,²⁴ César Sergio Ferrer González,²⁵ María Elisa Frank Buss,²⁶ Gabriela López Carapia,²⁷ Martha Núñez Cruz,²⁸ Rossi Taboada Hermoza,²⁹ Daniel Benet,³⁰ Ysmael Venegas,³¹ Patricia Balvanera,³² Tuyeni H. Mwampamba,³³ Elena Lazos Chavero,³⁴ Elke Noellemeyer,³⁵ Manuel Maass³⁶

RESUMEN

Debido a limitaciones para abordar la complejidad de la relación sociedad-naturaleza, los esfuerzos para solucionar los problemas ambientales han sido en general infructuosos. Aquí proponemos que el enfoque holístico de "socio-ecosistema" por parte de la academia, podría contribuir a disminuir estas limitaciones desde la adopción de cuatro cambios: i) ontológico, que presenta el concepto de "socio-ecosistemas"; ii) epistemológico, que propone a la transdisciplina como la forma de entenderlos, iii) metodológico, que sugiere intervenir en ellos de forma participativa y adaptativa y, iv) cambios institucionales que facilitarían la adopción de esta propuesta. Este planteamiento se complementa con la descripción de una experiencia transdisciplinaria en la cuenca del río San Juan Zitácuaro, México, en el contexto de un curso internacional de manejo de socio-ecosistemas.

PALABRAS CLAVE

Transdisciplina, socio-ecosistemas, academia, ontología, epistemología, metodología, Latinoamérica.

ABSTRACT

Given the difficulties to approach the complex relationship between society and nature, efforts to solve environmental problems have generally been unsuccessful. Here we suggest that a holistic "socio-ecosystem" approach by the sciences could help diminish these difficulties by embracing four kinds of changes: i) ontological, which introduces the concept of "socio-ecosystem"; ii) epistemological, which proposes transdiscipline as the way to understand them, iii) methodological, which suggests that in intervention in them must be participatory and adaptive, iv) institutional changes that would facilitate the adoption of this approach. This is then followed by a description of a transdisciplinary work experience in the Zitácuaro river basin, in Mexico, in the context of an international course on socio-ecosystem management.

KEYWORDS

Transdiscipline, socio-ecosystems, academy, ontology, epistemology, methodology, Latin America.

¹ Núcleo Interdisciplinario de Estudios Socioambientales, Universidad de Chile, Av. Capitán Ignacio Carrera Pinto, 1025, Santiago de Chile, Chile. tamara.ortega.u@gmail.com

² Grupo de Estudio en Agroecosistemas y Paisajes Rurales, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ruta 226 km 73.5, Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina. matimastra@gmail.com

³ Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina. villarro@agro.uba.ar

⁴ Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, Martín de Irigoyen 3100, Buenos Aires, Argentina. apiaz@unsam.edu.ar

⁵ Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección, Facultad de Agronomía,

Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina. vallejos@agro.uba.ar

⁶ Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. ExHacienda de San José de la Huerta. CP. 58190 Morelia, Michoacán. México. jsaenz@cieco.unam.mx

⁷ Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, Montevideo, Uruguay. federicogallego06@gmail.com

⁸ Red Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, 91070, Xalapa, México. franquesa-montse@gmail.com

1. Introducción

El sistema socio-económico actual, basado en un modelo de producción, acumulación y consumo globalizados ha generado graves consecuencias ambientales (Ehrlich *et al.* 2012). La distribución de estas consecuencias negativas es asimétrica tanto en tiempo como en espacio, siendo las poblaciones de países en desarrollo y las generaciones futuras las más vulnerables a las externalidades negativas del desarrollo económico (Lambin y Meyfroidt 2011). Estas observaciones han sido documentadas detalladamente, y sobre ellas existe amplio consenso en ámbitos académicos y políticos (Martínez-Alier 2004; Brockington *et al.* 2008).

En la búsqueda de alternativas a estos problemas, gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales (ONG) invierten esfuerzos para reconciliar objetivos económicos, sociales y ambientales bajo el discurso del desarrollo sustentable. En esta tarea la ciencia cumple un papel central en el entendimiento y la definición de los problemas, la búsqueda de soluciones y el soporte para la toma de decisiones. Sin embargo, a pesar del creciente consenso social, los esfuerzos políticos y los avances científico-tecnológicos en torno a los problemas ambientales, su resolución ha sido limitada. Por este motivo es urgente la necesidad de reflexionar desde todos los ámbitos sobre la forma en que se intenta mitigar esta crisis ambiental, a partir de un abordaje distinto de los socio-ecosistemas.

⁹ Laboratorio de ecosistemas de Montaña, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Distrito Federal, México. leocp_92@ciencias.unam.mx

¹⁰ Universidad de la Armada – ESPE, Sangolquí, Ecuador. Campus Politécnico, Av. Gral. Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador. IDENTIA, Instituto Internacional, Centro Desarrollo Cultural y Social, E-03700, España, noe.espinosam@gmail.com

¹¹ Instituto de Estudios Peruanos, Av. Horacio Urteaga 694, Lima, Perú. jerico.ff@gmail.com

¹² Ministerio de la Defensa Pública, Av. Artigas entre San Estanislao y Vía Ferrea, 4to Piso, Asunción, Paraguay. lrgm85@gmail.com

¹³ Departamento de Meteorología, Facultad de Medio Ambiente, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba, zarahi08@gmail.com

¹⁴ Sociedad de Historia Natural Niparáj, A.C., Revolución de 1910 # 430, Colonia Esterito, C.P. 23020, La Paz, Baja California Sur, México. bluna.salguero@gmail.com

¹⁵ Dirección General de Conservación, Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, Ave. Reyes y Aguascalientes s/n Col. San Benito, 83190, Hermosillo, Sonora, México. martinez.claudia@gmail.com

¹⁶ Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., oliviachoa@fevaq.net

¹⁷ Av. Universidad, Coyoacán, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, Distrito Federal, México luciaperezvolkow.unam@gmail.com

¹⁸ Laboratorio de Ecología de Predadores Tope Marinos (LEPTOMA), Centro Nacional Patagónico (CONICET), Blvd. Brown 2915, Puerto Madryn, Argentina. juansala@cenpat-conicet.gov.ar

¹⁹ Área de Ciencia y Tecnología, Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela, Av. Neverí, Edificio Fundavac. Colinas de Bello Monte, Caracas. Apartado Postal 47604. Caracas 1040 - Venezuela. abulafia2@gmail.com

²⁰ University of Cambridge, Department of Geography, Downing Pl, Cambridge CB2 3EN, United Kingdom. mrweeks001@gmail.com.

²¹ Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, Distrito Federal, México. aleinad319@ciencias.unam.mx

²² Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Morelia, Michoacán, México. isabel.bogora@gmail.com

²³ Instituto de Economía Agraria, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile, acarmonas@gmail.com

²⁴ Grupo de estudios atmosféricos y ambientales, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, Rodríguez 273, Mendoza, Argentina. ferhcastro@gmail.com

²⁵ Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, Centro Científico Tecnológico, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (INCIHUSA, CCT Mendoza CONICET), Av. Ruiz Leal s/n Parque General San Martín, Mendoza - Argentina. CP 5500. Tel: 54-261-5244050 / Fax: 54-261-5244001. cferrer@mendoza-conicet.gov.ar / cesarsergioferrer@gmail.com

²⁶ Área de Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Ruta 35, km.334, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. mefrankbuss@yahoo.com.ar

²⁷ Laboratorio Comunicación para el Manejo de Ecosistemas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, Antigua Carretera a Patzcuaro N° 8701, Morelia, México. gcarapia@cieco.unam.mx

²⁸ Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, México D. F. CP. 04510, andivi7@gmail.com

²⁹ Proyecto PEER - Laboratorio de Teledetección, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Universitaria / Av. Germán Amézcaga s/n. Ciudad Universitaria, Lima 1, Perú. r.taoadah@gmail.com

³⁰ Alternare A.C. Kilómetro 5 carretera Anganguo - Aporo, Municipio de Aporo, Michoacán, México. benet@pmip.unam.mx

³¹ Alternare A.C. Kilómetro 5 carretera Anganguo - Aporo, Municipio de Aporo, Michoacán, México. ysvenegas@yahoo.com

³² Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 27-3, Santa María de Guido, Morelia, Michoacán, México. pbalvanera@cieco.unam.mx

³³ Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 27-3, Santa María de Guido, Morelia, Michoacán, México. tuyeni@cieco.unam.mx

³⁴ Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circ. Mario de la Cueva, Cd. Universitaria, D.F., México, lazos@unam.mx

³⁵ Facultad de Agronomía, UNLPam, CC 300, RA 6300 Santa Rosa, L.P., Argentina. noellemeyer@agro.unlpam.edu.ar

³⁶ Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México - Campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Morelia, Michoacán 58190, México. maass@cieco.unam.mx

En este documento planteamos una reflexión desde el sector académico sobre la forma en que la ciencia intenta comprender y solucionar los problemas ambientales. Postulamos que los esfuerzos de investigación y gestión tienen limitaciones para abordar la complejidad de la relación entre el ser humano y la naturaleza, entre otros motivos, por la deficiencia del paradigma predominante en la ciencia.

Un análisis de los fundamentos filosóficos de la ciencia actual echa luz sobre las causas de estas limitaciones en aportar a la solución de problemas ambientales. El pensamiento científico predominante concibe al ser humano separado de la naturaleza, lo que ha llevado a las sociedades modernas a considerar a ésta como un objeto a ser “conquistado” y “controlado”, y a su disección como parte del método para comprenderla. Este dualismo impide reconocer las múltiples escalas de interacción entre la cultura humana y la naturaleza (Callicott 2007), lo que dificulta la comprensión de la estrecha interdependencia entre sistemas ecológicos y sociales que subyace a los problemas ambientales.

La segregación del ser humano de la realidad estudiada reviste al investigador de una supuesta objetividad y neutralidad que le impide reconocer la naturaleza parcial y subjetiva de todo tipo de conocimiento y el carácter político del quehacer científico (Spangenberg 2011). Ante estas limitaciones ha surgido el enfoque del socio-ecosistema, que hace explícita la heterogeneidad, complejidad e incertidumbre que resulta de la interrelación entre los humanos y su entorno biótico y abiótico como un mismo todo natural e integrado.

Dado su carácter holístico e integral, el enfoque de los socio-ecosistemas promete la producción de conocimiento que soporte decisiones más legítimas y socialmente justas en cuanto a la conservación, apropiación y distribución de servicios ecosistémicos (Berkes *et al.* 2003).

En este marco, debemos reconocer que distintas alternativas al enfoque predominante han llevado a converger en posiciones que consideran las interrelaciones sociedad-naturaleza en una unidad, pero las cuales todavía se encuentran en construcción y abiertas a aportes de distintos contextos y perspectivas. Por tanto, en este trabajo en particular reflexionamos en torno a la construcción de visiones para abordar los problemas socio-ecológicos desde

una perspectiva latinoamericana a partir del análisis de cuatro ejes claves para la elaboración y aplicación de este enfoque: i) la propuesta ontológica de los socio-ecosistemas, ii) la propuesta epistemológica de la transdisciplina, iii) la propuesta metodológica del co-manejo adaptativo, y iv) los aspectos institucionales que catalizan la utilización del enfoque. La discusión de estos ejes se hace a través de: 1) comprender los elementos fundamentales del marco conceptual de los socio-ecosistemas; 2) examinar las características de un enfoque latinoamericano; 3) relacionar estos objetivos con una experiencia de investigación transdisciplinar en la cuenca del río San Juan Zitácuaro en México.

2. Marco conceptual

Apuntes para la ontología de los socio-ecosistemas

Los problemas socio-ecológicos son complejos porque vinculan a los seres humanos con el entorno que los rodea de múltiples maneras, tanto a diferentes escalas temporales como espaciales. La pregunta acerca de estas formas particulares de interconexión ha recobrado mayor interés a partir de fines del siglo pasado, tanto desde las ciencias naturales como desde las humanidades (Daily *et al.* 1997). Esto se vio catalizado por el surgimiento y consolidación de los movimientos ambientalistas y el creciente consenso acerca de que el planeta se encuentra atravesando una crisis socio-ambiental que guarda estrecha relación con los modelos de producción y acumulación capitalista, junto con los desarrollos tecnológicos asociados a estos (Hajer 1995; Dryzek 2005).

Contrastar la percepción monista de la relación entre la naturaleza y la sociedad (ser humano *en* la naturaleza) con la dualista (ser humano *por fuera* de la naturaleza) nos remite a una discusión ontológica (i.e. qué es lo que existe) que ha vuelto al centro de la escena académica con tantas dudas como certezas. Esta discusión presenta un terreno fértil para la reflexión y un horizonte de clausura que por el momento parecería estar lejano (Descola y Pálsson 2001). Las implicancias de esta discusión incluyen el problema de la definición y la especificidad de los saberes científicos, la distinción entre naturaleza y cultura pro-

movida desde el pensamiento occidental, y el cambio epistemológico (por ejemplo, cómo conocer lo que existe) que se deriva de reformular el concepto que se tiene de la relación sujeto-objeto.

Las críticas centrales que se han formulado al dualismo ontológico provienen, principalmente, desde las humanidades; aunque existen algunos lúcidos análisis críticos surgidos a partir de científicos naturales que remiten a la imposibilidad de una percepción verdaderamente holística de las relaciones entre los seres humanos y el ambiente, conduciendo a posturas relativistas y reduccionistas. Algunas de estas críticas provienen del materialismo dialéctico, de la mano de pensadores marxistas como Richard Lewontin y Richard Levins (1987). Estas críticas sostienen que el ambiente presupone al organismo tanto como la sociedad presupone al ser humano. Para estos autores, si bien una temprana separación entre organismo y ambiente ha resultado útil, en el largo plazo ha representado un obstáculo en el progreso del entendimiento de sus interacciones.

La visión del universo como organismo fue reemplazada por la nueva concepción del universo como máquina, y el experimento como método de investigación para intentar despojar a la naturaleza de todos sus secretos (Gallegos Nava 1999). Así, el entorno natural y las sociedades humanas han sido investigadas de manera fragmentada, siguiendo desde entonces lógicas establecidas por las distintas disciplinas científicas como si se tratara de objetos con procesos independientes y diferenciables, idénticos a los objetos de investigación de disciplinas científicas definidas. Sin embargo, los objetos reales no son directa e inmediatamente objetos de investigación de disciplina científica alguna, sino que responden a decisiones teóricas y metodológicas asumidas por el investigador según el 'objeto' de investigación por él construido.

Ningún objeto real como la humanidad y la naturaleza, es una colección de objetos simplemente relacionados entre sí, sino un proceso único, total, en permanente transformación histórica. Este proceso puede ser disciplinariamente investigado, siempre y cuando el conocimiento sea construido concibiendo al objeto de investigación como condensación de la totalidad de la cual forma parte (Covarrubias 2007). Si el objeto real es una totalidad concreta, el método que se utilice para conocerlo debe corresponder con

esa realidad y por tanto, asumir la forma dialéctica,¹ abandonando así el método reduccionista (Caponi 2007).

Ante el creciente ascenso de los conflictos socio-ambientales, urge la promoción de un cambio de paradigma centrado en la noción de socio-ecosistemas (Spangenberg 2011). En este sentido, proponemos una nueva concepción ontológica, que promueve la necesidad de una re-conceptualización de la relación entre el hombre y el ambiente, que conciba al ser humano como parte y artífice del ecosistema y desde una perspectiva ecológica profunda, sistémica y compleja. Es decir, que contemple a los sistemas sociales humanos como parte constitutiva e indisoluble del entorno natural y, por tanto, de los socio-ecosistemas. Esta nueva forma de concebir el orden ontológico nos conduce al estudio de los socio-ecosistemas, los cuales se entienden como sistemas complejos y adaptativos en el que distintos aspectos ecológicos (evolutivos, biogeoquímicos, energéticos, etc.) y culturales (políticos, sociales, económicos, tecnológicos, etc.) están interactuando entre sí producto de la interacción de los componentes humanos, bióticos y abióticos que los conforman (Resilience Alliance 2010).

De la idea anterior se desprende, que para abordar el estudio de los socio-ecosistemas resulta indispensable comenzar a recorrer una transición hacia abordajes transdisciplinarios que contemplen la incorporación de otros saberes y conocimientos no-científicos o locales, vinculados con la experiencia, en sus distintas etapas. Por otro lado, este enfoque promueve un cambio tanto en las formas de producción de conocimiento como en las metodologías de investigación. Nos adentramos así a recorrer los posibles caminos que se abren mediante el estudio de los socio-ecosistemas.

¹En la filosofía se ha elaborado ampliamente el concepto de dialéctica, sin profundizar en su definición podemos entenderla como la relación interdependiente de los contrarios pertenecientes a una totalidad. En nuestro caso, resulta un concepto idóneo puesto que los socio-ecosistemas serían una totalidad en constante movimiento y transformación basada en la relación interdependiente de todos sus componentes. La contradicción y dependencia de todas sus partes contribuye así a la superación de la misma totalidad.

Nuevas formas de generar conocimiento

Desde los años noventa han surgido diferentes enfoques de investigación que buscan entender y mejorar la relación entre los científicos y el resto de la sociedad. Esto no sólo significa una búsqueda de criterios de calidad y pertinencia social del quehacer científico que sean más aterrizados a las necesidades sociales, sino además, el reconocimiento de otros saberes, que durante siglos se han esgrimido como saberes inferiores a la ciencia.

Esta nueva manera de hacer ciencia se construye en conjunto con las disciplinas sociales, políticas, económicas y ambientales (Escobar 1996) y nos conduce a una investigación que se ha denominado como transdisciplinaria, ya que va más allá del conocimiento científico y busca la complementariedad en el ejercicio epistémico, *“el principio epistémico de complementariedad subraya la incapacidad humana de agotar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, enfoque, óptica o abordaje, es decir, con un solo intento de captarla. La descripción más rica de cualquier entidad, sea física o humana, se lograría al integrar en un todo coherente y lógico los aportes de diferentes perspectivas personales, filosofías, métodos y disciplinas”* (Martínez Miguélez 2007). Es decir, una ciencia que involucra no sólo las perspectivas y métodos provenientes de distintas disciplinas, sino también los conocimientos, valores e intereses de otros actores no pertenecientes al ámbito académico.

Desde hace más de una década se viene insistiendo en esta forma de construir conocimiento, donde lo principal es lograr un conocimiento superior, pero no en el sentido de responder a cánones autoconvocados por la academia, sino superior por la capacidad y potencialidad de aportar al bienestar de los socio-ecosistemas. En términos simples, nos permite crear imágenes de la realidad más completas, más integradas, a partir de un movimiento dialéctico entre los diferentes actores que construyen una sociedad determinada (Martínez Miguélez 2007). Este tipo de investigación transdisciplinaria se construye como un espacio de negociación de conocimientos y significados compartidos (Lawrence et al. 2004), implica el desarrollo de capacidades para tender puentes de comunicación y transferencia con los actores no académicos y se orienta hacia la acción, es decir, parte

de la base que esta construcción de saberes tiene un fin práctico de aplicación en contextos específicos (Pregernig 2006).

América Latina no ha estado ajena a tales innovaciones. En los años sesenta se comienza a problematizar sobre epistemología y ambiente (Leff 2006), planteando la necesidad de re-conceptualizar elementos como ciencia, conocimiento y verdad científica, y buscando enfrentar las transformaciones de la ciencia ocurridas durante todo el siglo XX.² Con el desarrollo de estos planteamientos, se pretendía explicar la complejidad de los fenómenos actuales a partir de las diferentes miradas de las ciencias sociales, humanas, biológicas y filosóficas (Martínez Miguélez 2007) acerca del ser humano y sus relaciones con el entorno. Para ello la creación de conocimiento debía concebirse como un proceso intrínseco a la vida (Maturana y Varela 1990) y surgió la necesidad de crear nuevos conceptos interrelacionados para dar explicaciones globales y unificadas (Martínez 2007) que contribuirían, entre otras cosas, al buen vivir (Acosta 2008; Lander 2010, De Sousa Santos 2010; Gudynas 2011; Marañón 2014).

En este debate, el foco central de discusión es la imposibilidad de definir y ‘administrar’ el ambiente dentro de las lógicas de la racionalidad científica moderna. Surgen entonces propuestas latinoamericanas que buscan construir un saber ambiental que comunique a la modernidad con la posmodernidad, a la ética con el conocimiento y al método científico y la racionalidad económica con los saberes populares (Leff 2006). Una de esas propuestas es la epistemología ambiental (*Ibidem*), entendida como una política del saber que busca dar sustentabilidad a la vida sin renunciar del todo a los criterios construidos en torno al conocimiento y la búsqueda de la explicación y comprensión de la realidad. La epistemología ambiental propone una relación ser humano-naturaleza y ciencia-sociedad-ambiente para establecer un vínculo lógico amparado en el interés por la aplicación del conocimiento en propósitos que buscan mejorar el

² Transformaciones basadas en los cuestionamientos de físicos a mediados de los años cincuenta, luego por biólogos y filósofos de la ciencia, y últimamente por parte de las ciencias humanas y sociales, acerca de las deficiencias del método científico positivista, de la linealidad y búsqueda de certezas de la ciencia moderna, la confianza en los datos como forma de conocimiento de una realidad ‘objetiva’ a partir de criterios sensoriales.

bienestar de las comunidades y por una relación equilibrada entre ellas y su entorno.

La idea de racionalidad ambiental, que apunta a la relación entre el pensamiento y la acción, que contempla la diversidad y la diferencia para dar lugar a saberes subyugados, responde a la crítica de los discursos sobre el desarrollo sostenible y se orienta por el propósito de *ambientalizar* a las ciencias. Esta racionalidad plantea también la construcción de nuevos conceptos, valores, cosmovisiones, saberes e identidades que articulan a las diferentes culturas con la naturaleza (Leff 2006) En este contexto adquiere relevancia la posibilidad de construir Epistemologías del Sur (De Sousa Santos 2009; Ortega Reyna 2009) atendiendo a lo indispensable que resulta hoy considerar el contexto sociopolítico en el que se inscriben ciertos saberes –y prácticas–, donde la racionalidad ambiental aloja la crítica de los movimientos sociales sobre las deficiencias y mecanismos del patrón del conocimiento científico *único* (Páez *et al.* 2011).

En definitiva, se construyen nuevos conocimientos, comprendiendo que las distintas formas del saber representan las formas de poder que existen en un sistema social determinado. De ahí la importancia de pensar y debatir en torno a nuevas formas de conocer, que a su vez se relacionan con nuevas formas de poder, reconociendo que la ciencia es un producto histórico (Pérez 2008) y que, por lo tanto, puede ser superado por otro concepto de ciencia que no se legitime *sólo* mediante el método y la fragmentación del objeto, sino que ponga en el centro la relación dialéctica ciencia-sociedad-naturaleza.

Elementos conceptuales para un cambio metodológico

En la actualidad, las diversas instancias de toma de decisiones se encuentran colmadas frente a la alta complejidad de las problemáticas socio-ambientales. La forma en la que nos aproximamos a este tipo de problemáticas, no ofrece soluciones reales para alcanzar la sustentabilidad, es decir, para mantener en el presente y en el futuro la capacidad de los ecosistemas de brindar servicios que sustenten el desarrollo y el bienestar de la sociedad (Galán *et al.* 2013).

Como se expuso anteriormente, el estudio y manejo de los ecosistemas se ha basado tradicionalmente en una visión monodisciplinaria y fragmentada.

Los problemas ambientales son tratados dividiendo el sistema en campos de observación y acción (natural y social) que ignoran la posibilidad de un sistema total de interacciones complejas. Desde instancias gubernamentales –y más que nada en los países latinoamericanos– una visión igualmente fragmentada ha llevado a que las políticas concernientes al uso de los recursos naturales sean elaboradas y ejecutadas de manera predominantemente vertical o “*top-down*” (Gunderson y Holling 2002). La acción gubernamental desde este enfoque fragmentario responde pobremente a las condiciones locales, a los medios de vida de la sociedad y a las preocupaciones de la comunidad, resultando la sobreexplotación, la degradación y el manejo irracional de los recursos (Folke *et al.* 2009).

En este contexto, la transdisciplinariedad en el estudio y la gestión de los socio-ecosistemas toma en cuenta la naturaleza transectorial, interrelacionada y de alcance imprevisible que adquieren los problemas complejos actuales. Se hace entonces necesario un cambio metodológico sobre el cual se aborden los problemas socio-ambientales (Gil 2007).

Responder de forma efectiva a las dinámicas de los socio-ecosistemas requiere integrar a la toma de decisiones consideraciones ambientales, sociales y económicas de los diversos grupos implicados. La comunicación y la colaboración entre distintos niveles institucionales, entre sectores y entre grupos sociales son por lo tanto elementos cruciales. Es importante establecer un marco ampliamente aceptado que permita institucionalizar la interacción entre los grupos de interés, negociar los intereses contrapuestos y generar mecanismos de resolución de conflictos, para determinar así la forma en que se llevarán a cabo la toma de decisiones y el manejo de los recursos (Galán *et al.* 2013).

En este marco, el co-diseño emerge como una aproximación ventajosa, ya que involucra a los actores interesados y a las comunidades de un socio-ecosistema dado como “expertos de sus experiencias”, permite asegurar que el producto final se ajuste a las necesidades de la mayor parte de los actores, siendo éste un proceso viable y eficaz (Sleeswijk Visser *et al.* 2005; Sanders y Stappers 2008). Para lograrlo es importante que haya una estrecha colaboración y participación entre los actores, tanto en el momento de la generación de ideas como durante todo el proceso del co-diseño (Stappers y Sleeswijk Visser 2007).

El co-diseño, asociado a la formulación de proyectos transdisciplinarios, está compuesto de cinco pasos iterativos:

1. Identificar las necesidades del grupo objetivo (por ejemplo, diagnóstico inicial), promoviendo al mismo tiempo el involucramiento de todos los interesados.³
2. Elaborar un plan de acción en conjunto (por ejemplo, diseño de la estrategia del proyecto) para la ejecución de los proyectos, por ejemplo talleres participativos, etc.
3. Establecer mecanismos para fomentar la comunicación, el debate y la retroalimentación fluida entre los actores involucrados con el fin de propiciar la toma de decisiones de manera consensuada.
4. Generar escenarios futuros para el sistema estudiado, y
5. Desarrollar un plan de seguimiento y mecanismos de evaluación de los objetivos propuestos.

En este esquema, la toma de decisiones es consensuada, es decir, refleja los intereses de los involucrados, aun reconociendo que durante el proceso existen limitaciones (recursos monetarios, herramientas, tiempo) para la generación de instancias de negociación entre todos los actores, en principio es a lo que se apuesta, por lo que la estrategia del co-diseño mejora substancialmente a otras aproximaciones metodológicas que sólo procuran incorporar a los actores más importantes o a los más activos (con el problema de identificar quienes lo son).

En definitiva, la comunicación, el diálogo, el seguimiento y el monitoreo a lo largo de todo el proceso de toma de decisiones involucrando a los actores más relevantes, son indispensables para el éxito del co-diseño y la transdisciplina. La organización de este equipo de trabajo requiere de una estructura que permita coordinar al equipo y dar seguimiento a la estrategia acordada. Los diversos medios de comunicación disponibles en la actualidad, como lo son la telefonía móvil, el correo electrónico, las redes sociales, entre otros, permite el vínculo estrecho entre los integrantes del equipo de trabajo y con el sistema en donde se

³ Los interesados pudiesen ser usuarios de los recursos, autoridades gubernamentales, expertos del tema y diversas instituciones públicas y privadas.

encuentra la problemática. Asimismo, es importante mantener reuniones de manera periódica con el fin de evaluar avances y establecer nuevas metas.

Arreglos institucionales para el ejercicio

Para continuar hablando sobre los cambios ontológicos, epistemológicos y metodológicos que permitan transitar hacia la sustentabilidad deben darse también cambios en las distintas organizaciones y actores de la sociedad, pero principalmente en las instituciones mediante las cuales se relacionan. En este apartado abordamos los cambios institucionales que deben tomar lugar, principalmente en el sector académico, para poder influir de manera más efectiva en la resolución de problemas socio-ambientales.

Las instituciones son las reglas del juego en una sociedad (North 1990), es decir las normas, convenciones y códigos de conducta que regulan el comportamiento de los actores sociales (Kofinas 2009). Ellas pueden expresarse de manera formal y escrita, como contratos y leyes, o de manera tácita, como costumbres o convenciones sociales, más difíciles de identificar y describir, pero a la vez más arraigadas en las sociedades. Son estas últimas las que aquí abordamos.

Se puede decir que la ciencia en sí es una institución en la sociedad (Liz 2009). Por lo tanto, traído al ámbito de la academia, las instituciones no sólo relacionan a organizaciones como consejos nacionales de ciencias, centros de investigación y universidades (quedando involucrado el Estado al menos indirectamente), sino también a los medios de divulgación del conocimiento y los mecanismos de extensión y aplicación.

Por estas razones, y por la amplia influencia que en potencia puede tener la ciencia en la sociedad, creemos que la influencia del sector académico sería más efectiva en la resolución de problemas socio-ambientales y en la toma de decisiones si antes genera cambios en tres dimensiones principales:

EN ASPECTOS CONCEPTUALES. Lo primero debería ser incorporar los cambios conceptuales propuestos en este artículo (ontológico y epistemológico). Es decir, comprender que los objetos de estudio de la ciencia son entidades naturales y sociales inseparables que se relacionan en distintas escalas y distintos niveles

(Cash, 2006), y al momento de estudiarlas hacerlo de forma inter y transdisciplinaria. Para esto, es necesario comprender el valor de otras disciplinas y tipos de conocimiento (local, tradicional, etc.), ya que la ciencia de la sustentabilidad se nutre de la colaboración y se guía no por las disciplinas que usa sino por los propósitos que persigue (Spangenberg 2011).

EN LA PRÁCTICA. Adoptar la transdisciplina como forma de conocer, estudiar y entender el mundo implica la necesidad de un aparato científico listo para aceptarla como paradigma. Un primer paso hacia ello sería empezar a reconocer el mérito académico que trae la práctica de la transdisciplina (Stokols *et al.* 2003). Es decir, la evaluación académica debe entender que la transdisciplina genera productos no convencionales que –aunque no son entendidos como científicos– deberían ser valorados o certificados (Vessuri *et al.* 2014).

La creación de redes de cooperación de estudios transdisciplinarios es otro buen punto de partida. Estas redes deberían permitir el intercambio de conocimiento y experiencias en investigación y resolución de problemas socioecológicos y de toma de decisiones.

Por otro lado, si se llega a la instancia no sólo de estudiar, sino de manejar sistemas (socio-ecológicos), debe hacerse de manera participativa y adaptativa, a modo de incorporar en el manejo a todos los actores involucrados a la vez que se aprende lo más posible del sistema (Meffe 2002).

Finalmente, es preciso crear y fortalecer carreras en países de América latina con visiones regionales y enfoques interdisciplinarios, como la de Ciencias Ambientales o de Recursos Naturales. Estas carreras buscan formar profesionales que desde una perspectiva científica puedan articular el conocimiento científico con la toma de decisiones (Paruelo 2009)

EN LA DIVULGACIÓN. Es necesario buscar que la sociedad en general se interese por la ciencia y que entienda que ella sí es una herramienta para solucionar problemas (Pielke 2007). Para lograr esto se requiere de un importante esfuerzo de formación y difusión de la ciencia en todos los niveles educativos y también fuera de las vías habituales de enseñanza (CRECE 2014). Por otro lado, para fomentar la generación de estudios socio-ecosistémicos, sería ideal la creación de revistas especializadas, de alcance regional y en castellano y portugués. Finalmente, si sumado a

lo anterior, las revistas son de acceso libre y gratuito se lograría una democratización poderosa del conocimiento, alcanzando un espectro mucho más amplio de lectores –no sólo los vinculados con la ciencia– con consecuencias potenciales muy positivas.

Creemos que la adopción de estos cambios, aunque sea parcial y gradual, abrirá caminos de comunicación tanto dentro del sector académico como fuera de él, que faciliten la producción de conocimiento “socialmente robusto” (Vessuri *et al.* 2014) con influencia valiosa y real en la solución de problemas.

En el cuadro 1 mostramos un resumen de los catalizadores institucionales propuestos en esta sección para la academia y también esbozamos posibles catalizadores para instituciones en otras esferas de la sociedad.

3. Co-diseño y transdisciplina en un estudio de caso

Todas estas reflexiones pudieron llevarse a la práctica a través de un ejercicio transdisciplinario, el cual se describe a continuación.

Gracias al financiamiento brindado por el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI, por sus siglas en inglés), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través del Centro de Investigación en Ecosistemas (CIEco), se llevó a cabo un curso teórico-práctico llamado “Manejo de Sistemas Socio-Ecológicos para apoyar la toma de decisiones”. El curso, de dos semanas de duración, se realizó en el campus Morelia de la UNAM, y contó con la participación de cuarenta estudiantes y profesionales de once países de América y de diversas disciplinas científicas que participan en proyectos interdisciplinarios.

Los objetivos principales fueron, por un lado, introducir a los participantes a las fases de una investigación interdisciplinaria bajo una visión integrada de socio-ecosistemas, y por otro, aplicar lo aprendido en un ejercicio con miras a reconocer la importancia y aprender las técnicas para incorporar elementos de co-diseño y transdisciplina en la elaboración e implementación de futuros proyectos. Para lograr esto, se separó el curso en dos partes: la primera consistió en jornadas teóricas dictadas por docentes del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) y del Instituto de Investigaciones Sociales, ambos de

Cuadro 1: Acciones propuestas (“catalizadores”) para el cambio institucional hacia un enfoque socio-ecosistémico.

Actor	Acciones propuestas
Academia	<p>Comprender el valor de otras disciplinas y tipos de conocimiento (local, tradicional, etc.), e incorporarlos a los estudios.</p> <p>El aparato científico de los países deberá considerar la colaboración transdisciplinaria en el mérito académico de nuevos investigadores.⁸</p> <p>Crear revistas especializadas de alcance regional con un enfoque socioecosistémico en países latinoamericanos.</p> <p>Fomentar una formación profesional interdisciplinaria.⁵</p> <p>Crear redes de estudios y cooperación transdisciplinarios.</p> <p>Entender que la “ciencia de la sustentabilidad” está guiada por sus propósitos y problemas, no por sus disciplinas.⁷</p> <p>Una vez que los proyectos estén en marcha, facilitar la interacción “cara a cara” entre disciplinas a lo largo del proceso.⁸</p> <p>Divulgar el conocimiento en la sociedad de forma práctica y gratuita.</p> <p>Buscar mecanismos novedosos de financiamiento para la práctica transdisciplinaria.⁹</p> <p>Situar a la ciencia como eje de políticas públicas.^{2,5}</p> <p>Incorporar la visión ecosistémica y transdisciplinaria en todas las etapas de generación de políticas públicas.¹</p>
Estado	<p>Promover –por medio de financiamiento– la realización de estudios transdisciplinarios a largo plazo.</p> <p>Al momento de ejecutar decisiones, incorporar la idea de que los socio-ecosistemas son dinámicos e interactúan en múltiples escalas y niveles.³</p> <p>Entender mejor el vínculo entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano y social a la hora de tomar decisiones.¹</p> <p>Elaborar políticas públicas flexibles y adaptables ante la incertidumbre.⁴</p> <p>Valorar el esfuerzo extra de la tarea transdisciplinaria al financiar actividades de investigación.⁸</p>
Organizaciones de la sociedad civil	<p>Promover espacios de debate y mejorar las relaciones entre los actores involucrados.</p> <p>Fomentar el aprendizaje recíproco entre involucrados y afectados a lo largo del ciclo de toma de decisiones.⁷</p> <p>Crear redes regionales/internacionales de colaboración entre proyectos transdisciplinarios en socioecosistemas.</p>
Sociedad civil	<p>Entender que la ciencia sí es una herramienta para solucionar problemas.⁶</p> <p>Ser capaz de negociar de forma justa sus intereses con otros sectores.⁶</p>

Fuentes: ¹ Galán *et al.* 2013; ² Carabias Lillo 2014; ³ Cash *et al.* 2006; ⁴ Kofinas 2009; ⁵ Paruelo 2009; ⁶ Pielke 2007; ⁷ Spangenberg 2011; ⁸ Stokols *et al.* 2003; ⁹ Vessuri *et al.* 2014.

la UNAM, así como la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, que buscaron construir un piso común de conocimiento entre disciplinas y prácticas de co-diseño, y la segunda fue un trabajo de campo transdisciplinario en comunidades rurales que habitan en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca en el estado de Michoacán, México. Esto último fue posible gracias a la participación de la ONG local “Alternare”, que trabaja con estas comunidades desde 1998, y que además colabora con investigadores y estudiantes del CIEco.

Durante el proceso de aprendizaje y co-diseño del trabajo de campo, se hicieron explícitos y se intentaron dejar de lado los preconceptos típicos de cada disciplina, con el ánimo de facilitar el trabajo colaborativo. Sumado a esto, en esta etapa también fue incorporada información acerca de los problemas locales obtenida en dos entrevistas grupales a manejadores y tomadores de decisiones: actores clave dentro de las comunidades. De esta manera se intentó establecer una agenda común en la producción de conocimiento transdisciplinario útil, fruto de un pro-

ceso de negociación donde las agendas individuales de los involucrados (en este caso la UNAM, Alternare, los participantes del curso y los pobladores locales) se modifican hasta orientarse en un asunto investigativo de interés común (Vessuri 2013), permitiendo la generación de conocimiento pertinente tanto para los usuarios como para los tomadores de decisiones (Castellanos *et al.* 2013)

El trabajo de campo –concebido como un ejercicio de lo propuesto en este artículo– a partir del enfoque de cuenca, se concentró en la cuenca San Juan Zitácuaro, específicamente en las comunidades de Donaciano Ojeda y Crescencio Morales, donde Alternare ha estado trabajando en la recuperación y conservación de bosques y en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Durante tres días, se recolectó información necesaria para abordar un problema ambiental muy latente: el acceso y manejo colectivo del agua y sus problemas asociados. Entendiendo la inseparabilidad ontológica de los habitantes con el medio ecológico, se evaluaron variables socio-ecosistémicas (sociales y biofísicas), además de realizar encuestas y entrevistas en profundidad para conocer su percepción del problema y los posibles caminos de solución que los pobladores vislumbran de acuerdo a su propia experiencia.

Una vez finalizado el curso y el trabajo de campo, los participantes tomaron el compromiso de elaborar una serie de documentos que reflejen el trabajo realizado, además de elaborar una propuesta para la formación de una red latinoamericana de estudios socio-ecológicos. Por un lado, se realizó un informe para Alternare y las comunidades con una visión amplia de la problemática de la región y con recomendaciones específicas derivadas de la información obtenida. Por otro lado se elaboró un manual postulando los principios y elementos básicos necesarios para llevar a cabo un curso teórico-práctico de este tipo, y, finalmente, se confeccionó el presente artículo académico. Todos estos documentos fueron realizados en forma colaborativa y cuentan con la autoría de todos los participantes del curso.

Ejercicio teórico práctico de la transdisciplina

Este estudio permitió a todos los integrantes salir de la limitada visión de conocimiento disciplinar y parcelado, reconociendo las posibilidades de una investiga-

ción producida bajo diferentes conceptualizaciones y logrando con ello un mejor entendimiento de los socio-ecosistemas y de la aplicación del conocimiento para la toma de decisiones. Se buscaba implementar el cambio ontológico necesario para la conceptualización y estudio de los socio-ecosistemas, por lo que se consideró al ser humano integrado a la naturaleza, custodiando los sesgos de cada disciplina que tendían a separarlos. Para el proyecto se trabajó con las cuencas hidrográficas como sistemas en los que la sociedad y los componentes biofísicos no pueden ser analizados separadamente sino como un todo integrado, caracterizado por complejas interacciones y estrechas interdependencias. Esto es particularmente necesario cuando la disponibilidad del recurso hídrico es determinante en la dinámica funcional del socio-ecosistema, como fue el caso en la zona de estudio. De esta manera, tanto el diagnóstico de los problemas como la definición de un objetivo común, debieron responder a necesidades del socio-ecosistema, es decir, a cuestiones tanto socio-culturales como biofísicas.

La finalidad de comprender al ‘objeto de estudio’ de una manera amplia, diversa y compleja permitió ir desarrollando el proyecto en forma simultánea al desarrollo de aprendizajes de cada uno de los participantes, tanto quienes formaban parte del curso, como la miembros de la ONG –principal actor local para el trabajo de campo– y las comunidades.

De acuerdo con este primer ejercicio de abstracción, se orientó la construcción de saberes para la acción, a partir de considerar a los individuos y la sociedad como producto de una historia de co-adaptación y co-evolución con el ambiente, en la que el hombre fue modificando su entorno para satisfacer sus necesidades, pero también formó parte de tales modificaciones. De esta manera, los individuos y la sociedad fueron construyendo su hábitat en esa cuenca, dándole significado a los elementos (por ejemplo, manantiales) y eventos (por ejemplo, precipitaciones) importantes para su bienestar y en virtud de ello asignando formas de relacionarse y organizar la vida en la comunidad.

Abordamos la cuenca hidrológica no únicamente como un sistema material biofísico, reductible a un conjunto de mecanismos, sino como un sistema material biofísico y simbólico, cuyo funcionamiento está determinado en gran medida por las prácticas culturales, los saberes tradicionales y una constante

reconstrucción de significados desde la intersubjetividad. Fue importante conocer las voces de los propios actores sociales para revelar los aspectos tanto materiales como simbólicos del sistema y los posibles caminos de solución que ellos mismos vislumbraban de acuerdo a su propia experiencia.

En cuanto al proceso metodológico, se realizó un diagnóstico exploratorio del caso de estudio con base en la recopilación y revisión de la información generada por diversas fuentes. Se recurrió a un intercambio constante de experiencias y aprendizajes tanto de los usuarios finales del conocimiento generado como del grupo de investigadores, tal y como es sugerido por Velázquez *et al.* (2003), para así delimitar el problema considerando los intereses y las necesidades de los involucrados, y así generar conocimiento pertinente tanto para los usuarios como para los tomadores de decisiones (Castellanos *et al.* 2013).

Considerado fundamental a la hora de embarcarse en una investigación transdisciplinaria, se elaboró un código de ética para explicitar los valores, deberes, obligaciones y prohibiciones que regularían nuestra conducta en todo este proceso. Se buscaba asegurar que todo el trabajo se orientara a apoyar a las comunidades con quienes establecimos el vínculo, puesto que la idea era generar conocimiento orientado a la acción.

Todo este ejercicio no hubiera sido posible sin la acción coordinada de diversos organismos e instituciones trabajando en pos de un objetivo común. En ese trabajo coordinado participaron instituciones de distinto origen y características: OSC (Alternare y todo su equipo local de trabajo), academia (grupos de investigación, universidad) y organismos internacionales (IAI). Esta diversidad de instituciones permitió que el proyecto contara con los facilitadores necesarios para abordar un estudio inter y transdisciplinario: la academia aportó una diversidad de profesionales con distintas formaciones disciplinares (ciencias sociales, naturales, políticas) y el bagaje de conocimiento para diseñar un proyecto de estas características; la OSC aportó el conocimiento del terreno, la confianza de los actores locales y sus propias instituciones, debido a su historia en el lugar y, el organismo internacional, aportó el liderazgo a través de docentes de amplia trayectoria, el financiamiento y los incentivos necesarios para poner el proyecto en marcha.

En definitiva, a través de este proceso se intentó generar un proceso virtuoso que propiciara la mejora o

nuevas ramificaciones del conocimiento co-generado, como su utilidad en los diversos niveles de la toma de decisiones que orienten hacia la solución de problemas sociales y ambientales (Castellanos *et al.* 2013).

4. Discusión e implicaciones para el desarrollo futuro de estos enfoques en América Latina

La concepción de la naturaleza en la vida humana a lo largo de la historia de la ciencia ha moldeado nuestras creencias acerca de la realidad (ontología), las teorías para la generación del conocimiento (epistemología), y nuestro modo de intervención en torno a los recursos naturales (Contreras 2010; Marsh 1864). La concepción de los socio-ecosistemas como estructuras complejas aspira a facilitar la articulación entre las ciencias sociales, las ciencias biofísicas y el saber empírico tradicional (McIntosh *et al.* 2000). En la actualidad se pretende lograr una resolución de la crisis ambiental, mediante la aproximación transdisciplinaria, la cual involucra no solamente el agregado de las disciplinas, sino la transversalidad de las mismas para el planteo de soluciones que contemplen los intereses de todos los sectores involucrados en una problemática (Bunge 2002).

La crisis socio-ecológica requiere además nuevos marcos de análisis y paradigmas alternativos basados en una visión integradora de todo el sistema. Los socio-ecosistemas se entienden como sistemas complejos y adaptativos en el que distintos aspectos culturales y están interactuando entre sí (Resilience Alliance 2010). Es necesaria una mirada socio-ecológica que considere a los conflictos como parte del proceso de formación y transformación del orden social, y no como anomalías o desviaciones que deberían evitarse (Azuela 2006).

Las relaciones entre el humano y la naturaleza son de vital importancia para comprender los impactos que produjo, y produce, una sociedad injusta en la concepción de la naturaleza (Noguera de Echeverri 2007). Para romper con viejas concepciones, se torna imprescindible ampliar la "propiedad del saber" para el beneficio de todos. Por eso es necesario descartar la supuesta neutralidad con la que se ha venido perpetrando el poder hegemónico para la intervención en la naturaleza, y se refuerza la necesidad de incluir el co-diseño de estrategias de intervención en conjunto

con las comunidades afectadas para la gestión de los recursos naturales (Lynam *et al.* 2007). Con base en lo anterior, y traducido en nuestro caso de estudio, se procuró comprender, desde una óptica transdisciplinaria y co-participativa, la problemática de la cuenca de San Juan Zitácuaro, en el contexto de la problemática del acceso al agua, contaminación por efluentes cloacales y dificultades de gobernanza.

Las universidades y el sistema científico en general han ido cambiado progresivamente sus métodos de enseñanza y producción de conocimiento, desde una modalidad disciplinar, académica y de organización jerárquica hacia una modalidad transdisciplinar, heterogénea, con una organización más horizontal, y con mayor responsabilidad social y reflexiva (Gibbons 1998). El proceso no ha sido fácil y de ninguna manera suficiente, pero la ruta está marcada y se promueve desde múltiples esfuerzos internacionales (Carpenter *et al.* 2012; Maass y Equihua *en prensa*). América Latina también se ha unido a tales innovaciones, planteando la necesidad de redefinir elementos como ciencia, conocimiento y verdad científica actualizándose al conocimiento científico vigente del siglo XXI. El cambio también se da a nivel institucional, fruto de reconocer que en nuestro continente se toman decisiones en contextos culturales, sociales y ecológicos únicos y difíciles de comparar. Para la resolución de problemas que apunten a un cambio, resulta imprescindible un aprendizaje mutuo, en el cual las comunidades se involucren en los procesos de generación del conocimiento y evaluación de las prácticas. Las universidades latinoamericanas deben asumir que la enseñanza de la ética y la responsabilidad social de la ciencia debe ser transversal, pues en todas las áreas del conocimiento se pueden presentar dilemas o conflictos éticos, y estos deben ser reflexionados y discutidos (Campagna 2009). La formación de profesionales e investigadores sensibles a la complejidad creciente de los cambios sociales y ecológicos es ineludible. Los derechos de la naturaleza ya conculcados en dos constituciones latinoamericanas nos marcan el rumbo hacia una visión plural e integral de las personas, la sociedad y la naturaleza.

Agradecimientos

Se agradece a todos quienes participaron en el Curso Internacional sobre Manejo de Socio-ecosistemas: Alejandra Atzin (Fac. Ciencias, UNAM), Ángeles Cruz

(Alternare A.C.), Cecilia Campuzano (Fac. Ciencias UNAM), David González-Jiménez (CIEco-UNAM), Diana Osorio (U. de los Llanos Villavicencio), Diana Ramírez (PCB-UNAM), Isabel Bueno (CIEco-UNAM), Katherine Moreno (Org. Usuarios del Agua), Marleth Mendoza (PCB-UNAM), Nahieli Manjarrez (CIBNor) y Rodolfo Ángeles (PCB-UNAM).

Se agradece a las instituciones que posibilitaron la realización del curso y de este artículo: el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la Universidad Nacional Autónoma de México, al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México y la ONG Alternare. Asimismo, un enorme reconocimiento a las comunidades que colaboraron con el ejercicio, pertenecientes a la cuenca del río San Juan Zitácuaro, México.

Este trabajo se llevó a cabo con el financiamiento otorgado por el Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) CRN3097, el cual es apoyado por la US National Science Foundation (Grant GEO-1128040), y por el apoyo económico del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM al curso "Bases Conceptuales para el Manejo de Ecosistemas".

5. Bibliografía

- Acosta, A. 2008. El Buen Vivir, una oportunidad por construir. *Debate* 75: 33-47.
- Azuela, A. 2006. *Visionarios y pragmáticos, una aproximación sociológica al derecho ambiental*. Fontamara/ IISUNAM, México. 537 pp.
- Berkes, F., J. Colding y C. Folke (eds.). 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge, Cambridge University Press. 393 pp.
- Bunge, M. 2002. *Crisis y reconstrucción de la filosofía*. Gedisa, Barcelona. 314 pp.
- Callicott, J. B. 2007. Lamarck redux: temporal scale as the key to the boundary between the human and natural worlds. En: Brown, C. S. y T. Toadvine (eds). *Nature's edge: boundary explorations in theory and practice*. State University of New York Press, Albano. Pp. 19-39.
- Campagna, M. C. 2009. Hacia una ruptura epistemológica en Latinoamérica. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales* 7(2). Disponible en: http://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_02.htm.
- Caponi, G. 2007. Física del organismo vs hermenéutica del viviente: el alcance del programa reduccionista en

- la biología contemporánea. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 14: 443-468.
- Castellanos, E. J., Tucker, C., Eakin, H., Morales, H. Barrera, J. F. y R. Diaz. 2013. Assessing the adaptation strategies of farmers facing multiple stressors: Lessons from the Coffee and Global Changes project in Mesoamerica. *Environmental Science and Policy* 26: 19-28.
- Carabias Lillo, J. 2014. La ciencia y la toma de decisiones en las políticas públicas ambientales. Facultad de Ciencias UNAM, Ciudad de México.
- Carpenter SR, Folke C, Norstrom A., Olsson, O., Schultz, L., Agarwal, B., et al. 2012. Program on ecosystem change and society: an international research strategy for integrated social-ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4: 134-138.
- Cash, D. W., Adger, W. N., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P., y Young, O. 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology & Society*, 11(2).
- Contreras, R. 2010. Ontología y epistemología cyborg: representaciones emergentes del vínculo orgánico entre el hombre y la naturaleza. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociología* 7(19): 131-141.
- Covarrubias, F. 2007. El carácter relativo de la objetividad científica. *Cinta de Moebius* 28: 39-66.
- Comisión de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España (CRECE). 2014. *Ciencia y Sociedad*. Ponencia. Pp. 135-141.
- Daily, GC (ed.) 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.
- Descola, P. y G. Pálsson (comps.). 2001. *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*. Siglo Veintiuno Editores, México D.F. 368 pp.
- De Sousa Santos, B. 2009. *Una epistemología del Sur: La reinención del conocimiento y la emancipación social*. CLACSO y Siglo XXI, México.
- De Sousa Santos, B. 2010. Hablamos del Socialismo del Buen Vivir. En: *América Latina en Movimiento, Sumak Kawsay: Recuperar el sentido de vida*. Quito, Ecuador.
- Dryzek, J. 2005. *The Politics of the Earth. Environmental Discourses*. Oxford University Press, Nueva York. 276 pp.
- Ehrlich, P. R., Kareiva, P. M., y G. C. Daily. 2012. Securing natural capital and expanding equity to rescale civilization. *Nature* 486: 68-73.
- Escobar, A. 1996. Construction nature: Elements for a post-structuralist political ecology. *Futures* 28(4): 325-343.
- Folke, C., Chapin, F. S. y Olson, P. 2009. Transformations in Ecosystem Stewardship. En: F. S. Chapin, G. P. Kofinas y C. Folke. (eds.). *Principles of Ecosystem Stewardship*. Springer Science+Business Media. Pp. 103-125.
- Galán, C., Balvanera, P. y F. Castellarini. 2012. *Políticas públicas hacia la sustentabilidad: Integrando la visión ecosistémica*. CONABIO, México.
- Gallegos Nava, R. 1999. *Educación Holista: Pedagogía del amor universal*. Pax, México D.F. 177 pp.
- Gibbons, M. 1998. *Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI*. Banco Mundial. Washington, 75 pp.
- Gil, M.A. 2007. *Crónica ambiental. Gestión pública de políticas ambientales en México*. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. México, Fondo de Cultura Económica. 559 pp.
- Gudynas, E. 2011. Tensiones, contradicciones y oportunidades de la dimensión ambiental del Buen Vivir. En: I. Farah, L.Vasapollo (eds.). *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* CIDES, UMSA y Plural, La Paz, Bolivia. Pp. 231-246.
- Gunderson, L. H. y Holling C. S. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington DC, Island Press. 507 pp.
- Hajer, M. 1995. *The politics of environmental discourse: Ecological Modernization and the Policy Process*. Oxford University Press, Nueva York. 332 pp.
- Healy, P. 2007, The new institutionalism and the transformative goals of planning. En: N. Verma (ed.), *Institutions and Planning*, Oxford, Elsevier Publishing.
- Knapp, C. N., Gimenez, M. F., Kachergis, E. y A. Rudeen. 2011. Using participatory workshops to integrate State-and-Transition Models created with local knowledge and ecological data. *Rangeland Ecology and Management* 64: 158-170.
- Kofinas, G. P. 2009. Adaptive co-management in social-ecological governance. En: *Principles of ecosystem stewardship*. Springer, Nueva York. Pp. 77-101.
- Lander, E. 2010. Estamos viviendo una profunda crisis civilizatoria. En: *América Latina en Movimiento, Sumak Kawsay: Recuperar el sentido de vida*. Quito, Ecuador. Pp. 1-5.
- Lambin, E. F. y P. Meyfroidt. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 3465-3472.
- Lawrence, R. J. y Després, C. 2004. Futures of transdisciplinarity. *Futures* 36: 397-405.
- Leff, E. 2004. *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo veintiuno editores, México. 532 pp.
- Leff, E. 2006. *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI Editores, México. 56 pp.

- Levins, R. y R. Lewontin. 1987. *The Dialectical Biologist*. Harvard University Press, Cambridge. 336 pp.
- Liz, M. 2009. La ciencia como institución, la imagen científica, y la cultura científica. Érase una vez un elefante y seis hombres sabios. *Argumentos de razón técnica* 12: 167-181
- Lynam, T., W. De Jong, D. Sheil, T. Kusumanto, & Evans, K. 2007. A review of tools for incorporating community knowledge, preferences, and values into decision making in natural resources management. *Ecology and Society* 12(1): 5.
- Maass, M. and M. Equihua. En prensa. Earth Stewardship, Socioecosystems, the Need for a Transdisciplinary Approach and the Role of the International Long Term Ecological Research Network (ILTER). En: Rozzi, R., Pickett, S. T. A., Callicott, J. B. F. Chapin, S., M. E. Power y J. J. Armesto (Eds) *Earth Stewardship: Linking Ecology and Ethics in Theory and Practice*. Springer Book.
- Martínez-Alier, J. 2004. *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Flacso, Barcelona. 56 pp.
- Martínez Miguélez, M. 2007. Conceptualización de la transdisciplinariedad. *Polis. Revista Latinoamericana* 16.
- Marsh, G. P. (original 1864) 1965. *Man and Nature, or Physical Geography as modified by human action*. Editado por D. Lowenthal. The John Harvard Library, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge. 472 pp.
- Maturana, H. R., y F. J. Varela, 1990. *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano*. Debate, Madrid.
- Meffe, G. K. 2002. *Ecosystem management: adaptive, community-based conservation*. Island Press. Washington, DC. 317 pp.
- McIntosh, R. J., Tainer, J. A. y S. K. McIntosh. 2000. *The way the wind blows: climate, history and human action*. Columbia University Press, New York. 448 pp.
- Noguera de Echeverri, A. 2007. Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latino americano. *Gestión y Ambiente* 10: 5-30.
- North, D. C. 1990. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ortega Reyna, J. 2009. *Epistemología del sur*. Siglo XXI Editores, México. 368 pp.
- Páez, F., Casarin, M., Irastorza, R. 2011. Saberes en movimiento: denuncia y novedad epistemológica. *Espacio Abierto: Cuaderno Venezolano de Sociología* 20: 427.
- Paruelo, J. 2009. En relación con el artículo "El rol del ecólogo ante la actual crisis ambiental", de D. E. Gurvich, D. Renison y F. Barri. *Ecología austral* 19(3): 255-258.
- Pielke, R. A. 2007. *The honest broker: making sense of science in policy and politics*. Cambridge, Cambridge University Press. 188 pp.
- Pérez, C. 2008. *Sobre un concepto histórico de ciencia. De la epistemología actual a la dialéctica*. LOM Ediciones, Santiago. 251 pp.
- Pregernig, M. 2006. Transdisciplinarity viewed from afar: science-policy assessments as forums for the creation of transdisciplinary knowledge. *Science and Public Policy* 33: 445-455.
- Sanders, E. y Stappers, P.J. 2008. Co-creation and the new landscapes of design. *International CoDesign* 4: 5-18.
- Sleeswijk Visser, F., Stappers P. J., Van Der Lugt R. y Sanders E. 2005. Contextmapping: experiences from practice. *CoDesign* 1: 119-149.
- Spangenberg, J. H. 2011. Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 38(3): 275-287.
- Stappers P. J. y Sleeswijk-Visser F. 2007. *Bringing participatory techniques to industrial design engineers*. International Conference on Engineering and Product Design Education. Northumbria University, Newcastle Upon Tyne, Gran Bretaña.
- Stokols, D., Fuqua, J., Gress, J., Harvey, R., Phillips, K., Baezconde-Garbanati, L., y W. Trochim. 2003. Evaluating transdisciplinary science. *Nicotine & Tobacco Research*, 5(Suppl 1): S21-S39.
- Velázquez, A., Bocco, G. y Torres, A. 2003. La investigación participativa y los modelos adaptativos en el manejo de los recursos naturales. En: A. Velázquez, G. Bocco y A. Torres (eds). *Las enseñanzas de San Juan: investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales*. INE-SEMARNAT. México. Pp. 21-44.
- Vessuri, H. 2013. El nuevo mantra de la diplomacia científica internacional: ¿Co-diseño de conocimiento? ¿Investigación integrativa? *Universitas humanistica* 76: 25-50.
- Vessuri, H., Sánchez-Rose, I., Hernández-Valencia, I., Hernández, L., Bravo, L., Rodríguez, I. 2014. Desigualdades de conocimiento y estrategias para reducir las asimetrías, El trabajo de campo compartido y la negociación transdisciplinaria. Obtenido de la página web de la Red Internacional de Investigación en desigualdades interdependientes en Iinoamérica: Working Paper No. 62 http://www.desigualdades.net/Resources/Working_Paper/62-WP-Vessuri-et-al-Online.pdf?1389891315.