

Jan Boll,* Timothy Link,** Mary Santelmann,*** Robert Heinse,**
Barbara Cosens**

Análisis y síntesis de buenas prácticas en la educación socioambiental interdisciplinaria en Estados Unidos

Resumen | Los problemas socioambientales a menudo son complejos y sus soluciones requieren de un enfoque interdisciplinario. En la actualidad, los científicos y tomadores de decisiones formados en programas de posgrado no cuentan con suficiente formación en métodos y herramientas interdisciplinarias que les permita lograr un enfoque efectivo a la solución de problemas socioambientales. En este artículo, caracterizamos y analizamos dos programas interdisciplinarios de posgrado en universidades del oeste de Estados Unidos, y desglosamos: i) las características de las instituciones y de la institucionalización; ii) las contribuciones (inter)disciplinarias; iii) los proyectos socioambientales del pasado y del presente; iv) los planes de estudio con sus métodos, cursos y éticas propios; v) los requisitos de tesis/trabajo de titulación; vi) las características de los profesores y alumnos, y, vii) el mercado de trabajo para los alumnos. La síntesis final incluye cinco lecciones aprendidas para tener un programa de educación e investigación interdisciplinarias exitoso: (1) un liderazgo efectivo; (2) una cultura institucional de colaboración; (3) recursos; (4) apoyo y ayuda institucional para desarrollar una estructura administrativa compatible con la institución, y, (5) una comunicación tanto interna como externa.

Analysis and synthesis of best practices in interdisciplinary social-environmental education in the USA

Abstract | Social-environmental (SE) issues often are complex and require an interdisciplinary approach for solutions. Currently, scientists and decision-makers trained in graduate programs do not have sufficient training in interdisciplinary tools and methods to achieve effective approaches to SE problems. In this paper, we characterize and analyze two interdisciplinary graduate programs in the western US to detail: i) characteristics of institutions and institutionalization; ii) (inter)disciplinary contributions; iii) past and current SE projects; iv) curriculum with signature methods, courses, ethics; v) thesis/dissertation requirements; vi) faculty and student characteristics, and vii) market for students. A final synthesis includes five lessons learned for a successful interdisciplinary education and

Recibido: 17 de junio de 2016. Aceptado: 29 de julio de 2016.

*Washington State University. **University of Idaho. ***Oregon State University.

Correos electrónicos: j.boll@wsu.edu | tlink@uidaho.edu | santelmm@oregonstate.edu | rheinse@uidaho.edu | bcosens@uidaho.edu

research program: (1) effective leadership, (2) an institutional culture of collaboration, (3) resources, (4) institutional support and assistance in development of administrative structure compatible with the institution, and (5) internal and external communication.

Palabras clave | programas de posgrado | caracterización | interdisciplinaridad, métodos integrados

Keywords | graduate programs | characterization | interdisciplinarity | integrated methods

Introducción

Los problemas socioambientales frecuentemente son complejos y requieren de un enfoque interdisciplinario para encontrar soluciones (Newell 2001). Desde hace algún tiempo, las universidades y centros de investigación han reconocido la necesidad de contar con enfoques interdisciplinarios (ver, por ejemplo, Luszki 1958 y Bammer 2013). El Comité de Facilitación de Investigación Interdisciplinaria de las Academias Nacionales examinó los alcances de la investigación interdisciplinaria en universidades de Estados Unidos, y en su informe presenta conclusiones y recomendaciones detalladas sobre cómo realizar investigación interdisciplinaria, los desafíos a vencer, y los cambios que se necesitan (NAS 2005). En años recientes, las universidades en Estados Unidos han visto un aumento en el número de programas interdisciplinarios a nivel posgrado en ciencias ambientales, recursos hídricos, y temas afines (Benson *et al.* 2015; Chandramohan y Fallows 2009).

El profesorado en las universidades de Estados Unidos está involucrado en proyectos de investigación integrada, financiados por agencias nacionales como la Fundación Nacional de la Ciencia (National Science Foundation, NSF por sus siglas en inglés). Hace muchas décadas, se lanzaron algunos programas interdisciplinarios de posgrado (como la maestría en gestión del agua de la Universidad de Wisconsin en Stevens Point); otros se iniciaron a través de financiamientos como la Formación en Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado de la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF-Integrative Graduate Education Research Traineeship/NSF-IGERT). Otros se iniciaron a través de las iniciativas de los profesores mismos, las cuales en algunos casos fueron facilitadas a través de financiamientos internos de los niveles superiores de la administración de la universidad. Calculamos que actualmente más de 100 universidades en Estados Unidos utilizan programas interdisciplinarios para la formación de científicos en las áreas del agua y el medio ambiente. En otras partes del mundo, también se han desarrollado programas interdisciplinarios de posgrado (Weingart y Padberg 2014). Todos estos programas se encuentran en diferentes etapas de madurez, y

requieren de una metodología que los caracterice y sintetice las lecciones aprendidas. Aquellos que de manera activa están desarrollando, coordinando y sustentando estos programas entienden tanto las ventajas de la formación de los estudiantes y el trabajo a través del cruce de disciplinas (*working across disciplines*), como los desafíos que enfrentan para poder conseguir resultados exitosos al interior de sus instituciones. El hecho de que algunas universidades hayan empezado a realizar transformaciones estructurales que institucionalizan la interdisciplinariedad, es un claro indicio de que se está dando un cambio institucional (Weingart 2014; Noorden 2015; Darbellay 2015; Crow y Dabars 2015).

En este artículo caracterizamos los programas interdisciplinarios de posgrado en recursos hídricos de dos universidades: la Universidad del Estado de Oregon, y la Universidad de Idaho. Estos dos programas comparten una visión similar, y buscan integrar la investigación, la educación, y la divulgación atravesando las fronteras tradicionales entre diferentes disciplinas (figura 1) a través de distintos elementos programáticos. Los autores tienen experiencia en el ámbito de estos programas de posgrado en calidad de directores y profesores que imparten

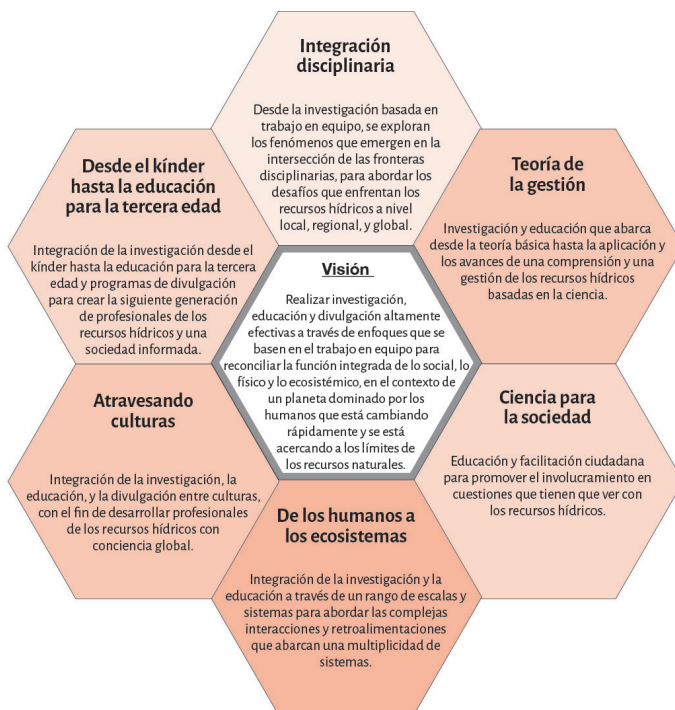


Figura 1. Los Programas de Recursos Hídricos en la Universidad del Estado de Oregon y la Universidad de Iowa comparten una misma visión general y buscan integrar la investigación, la educación, y la divulgación más allá de los límites tradicionales a través de diferentes componentes programáticos.

clases y asesoran a los alumnos, y también en el área de subvenciones en programas como Formación en Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado de la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF-IGERT, por sus siglas en inglés). También han participado en la revisión de otros programas interdisciplinarios en recursos hídricos (por ejemplo, de la Universidad de Nuevo México y la Universidad A&M de Texas), y se basan también en esa experiencia. Los objetivos de este artículo son: desarrollar una descripción de las dimensiones de los programas que se requieren para un ambiente óptimo en el que se pueda dar una formación interdisciplinaria de posgrado; caracterizar dos programas interdisciplinarios de posgrado que ya existen; y efectuar una síntesis de los hallazgos, para así mejorar los programas actuales o bien iniciar programas nuevos. El artículo, además, extiende recomendaciones para un análisis y una síntesis continuos de los programas de formación interdisciplinaria.

Dimensiones de los programas

Tanto Weingart (2014), como Crow y Dabars (2015) identificaron que los obstáculos a los enfoques interdisciplinarios se encuentran en la naturaleza de las disciplinas en tanto formas de producir conocimientos, y en las estructuras organizativas institucionalizadas, como los departamentos universitarios o las facultades que no son tan fáciles de cambiar. En este sentido, para la creación de mejores condiciones para el desarrollo interdisciplinario en sí mismo y para el desarrollo interdisciplinario de programas socioambientales es clave la importancia de entender cómo se produce el conocimiento en programas interdisciplinarios de posgrado. Entender cómo se producen los conocimientos socioambientales implica darle sentido a las prácticas académicas e involucra un proceso compartido de comunicación.

Desarrollar un programa interdisciplinario de posgrado no es tan sencillo como desarrollar un plan de estudios y un conjunto de requisitos para un posgrado. Además, existen conceptos medulares relacionados con la institución académica, la cultura o culturas disciplinarias y la comunidad de profesores y alumnos. Hemos identificados un conjunto de siete dimensiones programáticas: i) las características de las instituciones y de la institucionalización; ii) las contribuciones interdisciplinarias y disciplinarias; iii) los proyectos socioambientales del pasado y del presente; iv) los planes de estudio con sus métodos, cursos y éticas propios; v) los requisitos de tesis/trabajo de titulación; vi) las características del profesorado y del alumnado (como la productividad y la felicidad), y, vii) los mercados de trabajo para los alumnos. A continuación, se discutirán estas dimensiones.

Características de las instituciones y la institucionalización: la primera dimensión describe las características de la institución académica en la que se

imparte el programa (es decir, de la universidad). Las descripciones se enfocan en lo siguiente: el proceso que se siguió para dar inicio al programa, cómo se administra el programa al interior de la estructura universitaria, el nivel de apoyo administrativo por parte de las facultades y departamentos de la universidad, las conexiones con los institutos de investigación, y la base de recursos para los alumnos. Una cuestión subyacente es si el programa es sustentable.

Contribuciones interdisciplinarias y disciplinarias: los programas interdisciplinarios se basan en las fortalezas de las disciplinas involucradas en el programa, tal cual lo ejemplifican los cursos a los que tienen acceso los alumnos por sus elementos de profundidad y de amplitud, y la riqueza de los cursos, comités de alumnos, proyectos de investigación basados en metodologías interdisciplinarias.

Proyectos socioambientales del pasado y del presente: cada programa de posgrado se caracteriza por los proyectos de investigación y los estudios de caso en los que se involucran los alumnos de posgrado en vistas a la producción de conocimientos nuevos. La producción de conocimientos nuevos es un aspecto importante de los programas interdisciplinarios exitosos para mejorar su capacidad de articular el motivo de su existencia con claridad. ¿Cuál es el valor que tiene un programa interdisciplinario en una institución con programas disciplinarios fuertes? ¿Cuáles son los conocimientos nuevos que se producen? Nuestro argumento es que los enfoques interdisciplinarios son esenciales tanto para estructurar la investigación sobre los sistemas socioambientales como para entender e interpretar los resultados de dicha investigación.

Planes de estudio con sus métodos, cursos, y éticas propios: los cursos disciplinarios e interdisciplinarios, incluyendo cursos que van más allá de la disciplina dominante de los alumnos (como ética ambiental, historia ambiental, y seminarios, por ejemplo), tienen un gran valor para la formación orientada hacia la investigación interdisciplinaria (Klein 2006; Newell 1994). Es de particular importancia el acceso que tengan los alumnos a cursos en los cuales trabajan en equipo y practican métodos interdisciplinarios.

Los requisitos de tesis/trabajo de titulación: en esta dimensión, los efectos combinados de las contribuciones (inter)disciplinarias, los proyectos socioambientales, y la formación interdisciplinaria en los cursos que ofrece la institución definen la profundidad y la amplitud del proyecto de investigación de tesis.

Las características del profesorado y del alumnado (por ejemplo, la productividad y la satisfacción): además de las disciplinas que contribuyen al programa, esta dimensión caracteriza el grado de participación del personal docente, en términos de su productividad en la enseñanza y la investigación, la conexión con la universidad en su conjunto, el disfrute y la disposición para participar en

grupos de colaboración, y tomar el liderazgo en aspectos administrativos y sociales del programa. Las características del alumnado incluyen su capacidad e interés en involucrarse en la educación e investigación interdisciplinarias, y otros elementos programáticos, como la organización de seminarios o de actividades sociales.

Los mercados de trabajo para los alumnos: la última dimensión lidia con los problemas socioambientales del “mundo real” en términos de cómo se reflejan en la capacidad de los alumnos de posgrado para conseguir empleo, y si consiguen empleo en su propio campo.

Características de dos programas interdisciplinarios de posgrado

En esta sección, describimos dos programas interdisciplinarios de posgrado en recursos hídricos, caracterizados por la relevancia de las siete dimensiones programáticas señaladas arriba.

Programa de Posgrado en Recursos Hídricos de la Universidad del Estado de Oregon

i) Las características de la institución y de la institucionalización

La Universidad del Estado de Oregon (OSU, por sus siglas en inglés) es una institución *Land Grant*, *Sea Grant*, *Sun Grant* y *Space Grant*,¹ y una institución pública de alto nivel de investigación respaldada por el Instituto Carnegie. La Universidad del Estado de Oregon está constituida por casi 30,000 alumnos (incluyendo alrededor de 4,400 estudiantes de posgrado) (OSU 2015). Con más de 80 profesores activamente involucrados en la investigación y enseñanza de temáticas relacionadas con el agua, la Universidad del Estado de Oregon tiene suficientes cursos y asesorías como para ofrecer tres posgrados interdisciplinarios en ingeniería en recursos hidráulicos, políticas y gestión de recursos hídricos, y ciencia en recursos hidráulicos, como parte del Programa de Posgrado en Recursos Hídricos (PPRH) (Water Resources Graduate Program/WRPG). Desde su creación en el 2005, el programa ha graduado más de 150 alumnos y la inscripción anual ha sido de alrededor de 65 alumnos desde el año 2011 hasta el 2016. La institución desempeña un papel importante en la investigación, conocimientos y educación relacionados con el agua a nivel posgrado, tanto en Estados Unidos como a nivel internacional.

1 Es una de las dos universidades norteamericanas (la otra es la Universidad de Cornell) que ostentan estas cuatro categorías establecidas, en diferentes épocas, por el Congreso de los Estados Unidos para desarrollar investigación en estas diversas áreas. Por ejemplo, la ley *Sun Grant*, creada en 2003 donde cinco universidades que funcionan como centros regionales, realicen investigación y desarrollen alternativas bioenergéticas sostenibles y amigables con el ambiente.

Antes del 2005, el profesorado y los cursos relacionados con los recursos hídricos en la Universidad del Estado de Oregon estaban distribuidos a lo largo de múltiples facultades y departamentos universitarios, con muy poca coordinación entre los planes de estudio. La fortaleza de la Universidad en la investigación y educación relacionada con el agua no tenía visibilidad fuera de la institución. En un esfuerzo realizado por profesores y estudiantes de seis facultades y múltiples departamentos universitarios, se creó el PPRH. Un aspecto clave para el desarrollo del programa fue la identificación de un plan de estudios coordinado que cubriera el trabajo académico de los posgrados interdisciplinarios en ingeniería en recursos hídricos, políticas y gestión de recursos hídricos, y ciencia en recursos hídricos, y mostrara la fortaleza de la Universidad en el campo de la investigación y la educación en recursos hídricos. El programa tiene dos objetivos centrales: (1) proporcionar posgrados identificables, y vendibles que preparen a los alumnos de posgrado para abordar cuestiones ambientales críticas y mejorar el saber académico en campos relacionados con el agua, y, (2) reforzar las fortalezas existentes para aumentar el número de estudiantes de posgrado que acudan a la Universidad del Estado de Oregon a estudiar recursos hídricos, con lo cual aumenten los rendimientos de los profesores, y se ayude a desarrollar fortalezas emergentes en la investigación y la educación en recursos hídricos. La presencia en las instalaciones universitarias del grupo de alumnos denominado los “Hidrófilos” (*Hydrophiles*) (estudiantes locales de la Asociación Americana de Recursos Hídricos (American Water Resources Association/AWRA)) ha ayudado en gran medida a promover el Programa de Posgrado en Recursos Hídricos. El grupo de los hidrófilos, con la ayuda del PPRH patrocina un simposio anual de investigación en recursos hídricos para resaltar las investigaciones de los alumnos. Con el paso del tiempo, han ido mejorando el equilibrio de género y la diversidad en el PPRH. La matrícula actual de estudiantes está conformado por el mismo número de alumnas y alumnos en los programas de posgrado en ingeniería en recursos hídricos, y ciencia en recursos hídricos, y el 75 por ciento de los alumnos inscritos en el Programa de Posgrado en Recursos Hídricos son mujeres. Desde el año 2011, alrededor de un 15 por ciento de los alumnos nacionales inscritos han sido miembros de minorías raciales o étnicas, y un 15 por ciento de los alumnos han sido estudiantes de otras naciones.

El apoyo institucional que recibe el programa incluye el salario de medio tiempo del director y un asistente administrativo, aunque la revisión más reciente del programa señala que se requiere que el puesto de director sea de tiempo completo. Las facultades que participan en el programa asignan espacios para los alumnos, incluyendo oficinas y salas de conferencia. Los alumnos comparten aulas e instalaciones de computación con los departamentos de licenciatura. Actualmente, el programa depende de los profesores universitarios que, a título individual, eligen destinar tiempo y recursos para asesorar a los

alumnos del programa. Las instalaciones para la enseñanza y la investigación se ubican en los departamentos y facultades participantes.

El Programa de Posgrado en Recursos Hídricos está íntimamente ligado al Instituto del Agua y Cuencas (Institute for Water and Watersheds/IWW), establecido en 2005 a través de un financiamiento interno de la Universidad del Estado de Oregon. El IWW también se financia con el retorno de los costos indirectos, con fondos de la Oficina de Investigación de la Universidad del Estado de Oregon, y, en parte, por el Programa de Encuestas Geológicas de Estados Unidos para los Institutos Estatales de Investigación en Recursos Hídricos (US Geological Survey Program for State Water Resources Research Institutes). El IWW ha ayudado a reunir a profesores y alumnos en torno a importantes proyectos de investigación interdisciplinaria relacionadas con el agua en el estado de Oregon, y proporciona fondos para invitar a conferencistas.

Actualmente, la Escuela de Posgrado es la sede administrativa de programas interdisciplinarios como el Programa de Posgrado en Recursos Hídricos. Sin embargo, en 2013, se propuso que la Escuela de Posgrado sirviera exclusivamente para incubar programas interdisciplinarios, los cuales una vez establecidos y con resultados exitosos, se trasladarían a las facultades. Un equipo de trabajo, conformado por profesores y alumnos, recientemente nombrado por el rector, produjo un informe en el que se recomienda que todos los programas interdisciplinarios en la Universidad del Estado de Oregon queden alojados en una escuela de Estudios Interdisciplinarios dentro de la Escuela de Posgrado, administrados por un rector asociado de la Escuela de Posgrado con una administración y un modelo presupuestal similar al de las facultades y departamentos universitarios, incluyendo un presupuesto base para las operaciones y un financiamiento adicional proporcionado en función a la productividad del programa con respecto al número de estudiantes de posgrado y las horas crédito impartidas a los alumnos de cursos relacionados con el campo de políticas y gestión de recursos hídricos, ciencia en recursos hídricos o ingeniería en recursos hídricos. La administración central de la Universidad del Estado de Oregon está considerando estas recomendaciones.

Aunque se han incrementado las inscripciones tanto a la Universidad como al Programa de Posgrado en Recursos Hídricos, los recursos disponibles para la institución y el programa no han crecido al mismo ritmo. Tanto los departamentos que participan en el programa como los asesores individuales, buscan apoyar a los alumnos de posgrado con financiamiento para investigación, ayudantías, becas de investigación y becas académicas. Sin embargo, muchas veces las necesidades financieras de los alumnos son mayores que los recursos disponibles. La falta de apoyo financiero muchas veces limita la capacidad del programa para reclutar alumnos.

ii) Contribuciones interdisciplinarias y disciplinarias

Las áreas de fortaleza de la Universidad del Estado de Oregon en investigación y educación relacionadas con el agua incluyen la hidrología en las áreas de recursos naturales en las Facultades de Agricultura, la Tierra, el Océano y las Ciencias Atmosféricas, Ingeniería, Silvicultura, las Artes Liberales, y la Ciencia. La interacción de los profesores atraviesa las fronteras entre las facultades y los departamentos universitarios para colaborar entre sí gracias a las becas de apoyo a la investigación interdisciplinaria. Otra de las iniciativas interdisciplinarias en la Universidad incluye el Programa de Ciencias Ambientales, el Programa de Gestión de Recursos Marinos, un Programa de Ingeniería Humanitaria, el nuevo Programa de Humanidades Ambientales, y la Iniciativa de Estudios Oceanográficos. Los profesores involucrados en el Programa de Posgrado en Recursos Hídricos de la Universidad se caracterizan por su amplia experiencia y calidad disciplinaria, así como por su visión interdisciplinaria, y voluntad para colaborar y aprender juntos a través de proyectos interdisciplinarios.

iii) Proyectos socioambientales del pasado y del presente

Los alumnos de posgrado han estado involucrados en la producción de conocimientos nuevos a través de la investigación interdisciplinaria, incluyendo una mejor comprensión de las interacciones entre las características sociales y biofísicas de los sistemas hídricos. A través de estos proyectos, se han identificado importantes umbrales y vulnerabilidades influidos no sólo por los componentes físicos y biológicos de estos sistemas, sino también por el contexto humano incluyendo, la demografía, la cultura, las relaciones de poder, las instituciones y la gobernanza, aunque no se limita a estas áreas de conocimiento. La mejor comprensión, que emerge de la investigación interdisciplinaria, proporcionó lineamientos para la toma de decisiones que incorporan aspectos biofísicos, socioeconómicos y socioecológicos del sistema. Brown *et al.* (2009), por ejemplo, crearon un modelo que se aplicó a represas en China (el modelo integrativo para la evaluación de represas/IDAM), que incorpora características geopolíticas, socioeconómicas y biofísicas para ayudar a caracterizar el contexto para la toma de decisiones y a entender los impactos que tendrán las represas en una región. El estudio de la adopción de nuevas prácticas agrícolas por parte de los agricultores para ayudar a conservar el agua, reveló las interacciones entre los cambios en el paisaje y la política del agua en China (Ingman *et al.* 2015). Las evaluaciones integradas de cómo el manejo alternativo de tierras agrícolas en el Cinturón del Maíz en Estados Unidos podría influir sobre la calidad del agua y la biodiversidad, basadas en las percepciones de los agricultores de cuáles son las buenas prácticas, proporcionó una guía importante para el desarrollo de la política agrícola (Santelmann *et al.* 2004). Se utilizaron estu-

dios de sustentabilidad del agua en una importante cuenca hidrográfica (Santelmann *et al.* 2013) para identificar las características que hacen que, frente al cambio climático, las cuencas sean vulnerables a la escasez de agua o bien sean resilientes a la misma. Si bien la investigación interdisciplinaria de sistemas aún es muy incipiente, al estudiar estos sistemas socioambientales se pueden identificar, de manera razonable, los umbrales e interacciones entre los factores que impulsan los procesos sistémicos.

En la tabla 1 se muestran estos ejemplos y otros importantes proyectos que incluyen fondos para que alumnos del programa trabajen como asistentes de investigación, brindando así la oportunidad para que tengan experiencia directa en colaborar en investigaciones que involucran el cruce de diversas disciplinas.

iv) Los planes de estudio con sus métodos, cursos y éticas propios

El Programa de Posgrado en Recursos Hídricos ofrece doctorados y maestrías en ciencias en ingeniería en recursos hídricos y ciencias en recursos hídricos, además de una maestría en ciencias en políticas y gestión de recursos hídricos con nuevas materias en torno a la cooperación relacionadas con el agua y la paz, que forma parte del Programa Educativo Conjunto con UNESCO-IHE en Delft, Holanda, y la Universidad para la Paz en Ciudad Colón, Costa Rica. Los alumnos también pueden solicitar e inscribirse simultáneamente a la Escuela de Derecho de la Universidad de Oregon, para estudiar un doctorado en jurisprudencia. Todos los alumnos del Programa de Posgrado en Recursos Hídricos toman por lo menos seis créditos de cursos comunes requeridos: el curso del tronco común WRP 524 aspectos sociotécnicos de los recursos hídricos (3 créditos); WRP, WRS o WRE 505 Journal Club (1 crédito); y dos seminarios WRP, WRS o WRE 507 seminario de recursos hídricos (1 crédito). Cada programa de grado además cuenta con requisitos específicos para los planes de estudios de cada área de especialización dentro del programa de posgrado. Los alumnos trabajan con su asesor y un comité para adecuar el programa de estudio a sus necesidades, tomando en cuenta los cursos que hayan tomado en la licenciatura y su campo de experiencia. También está en marcha un curso de culminación en problemas aplicados al campo para el Programa de Cooperación en Agua y Paz.

Los alumnos toman cursos de ética a través de la Oficina de Integridad en la Investigación (Office of Research Integrity); el curso del tronco común: Aspectos sociotécnicos de los recursos hídricos, aborda también aspectos éticos. La Universidad también ofrece cursos y seminarios específicos sobre ética de la investigación.

Tabla 1. Financiamiento principal para la investigación y apoyo a los alumnos en la Universidad del Estado de Oregon, nombres de los proyectos financiados y apellidos de los profesores que dirigieron el programa de recursos hídricos como investigadores principales, co-investigadores, o colaboradores.

Programa	Nombre del proyecto y apellidos de los profesores involucrados
Financiamiento interno de la institución.	Oficina del Rector, Facultades, Escuela de Posgrado.
Encuesta Geológica de Estados Unidos – Instituto de Investigación de Recursos Hídricos (USGS WRI, por sus siglas en inglés).	Institute for Water and Watersheds (Instituto para el Agua y las Cuencas) (Campana, Jarvis, McDonnell, Lach).
Programa de Agua–Cuencas de la Fundación Nacional para la Ciencia /Agencia de Protección Ambiental (NSF/EPA, por sus siglas en inglés).	Los efectos de los modelación sobre el diseño alternativo del paisaje y gestión de la calidad del agua y la biodiversidad en cuencas agrícolas de la región del medio oeste de Estados Unidos (Santelmann); El desarrollo de métodos y herramientas para la restauración de cuencas (Bolte, Santelmann, Smith).
La Biocomplejidad en el Medio Ambiente – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	El sostenimiento de múltiples funciones para los humedales urbanos (Santelmann, Bolte, Huber, Lach).
Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF IGERT, por sus siglas en inglés).	Informática para los ecosistemas (Jones).
Acoplamiento de Sistemas Humanos y Naturales – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	Tender puentes entre las comunidades y la escala a través de una red global de sustentabilidad transdisciplinaria para las montañas (Nolin).
Toma de Decisiones de incertidumbre – Fundación Nacional para la Ciencia – Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado (NSF IGERT, por sus siglas en inglés).	Investigación interdisciplinaria y métodos para evaluar las represas como agentes de cambio en China (Tullo, Tilt, Wolf).
Sustentabilidad del Agua y el Clima – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	Previsiones de escasez de agua y cómo informar la respuesta integrativa del sistema hídrico en el noroeste del Pacífico (Nolin, Haggerty, Bolte, McDonnell, Santelmann).
Becas para ciencias, tecnología, inglés y matemáticas – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	Satisfacer las necesidades nacionales de hidrólogos e ingenieros en recursos hídricos (Santelmann, Haggerty, Tullos).
Redes de investigación en sustentabilidad – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	La transición hacia sistemas de aguas urbanas sustentables (Haggerty).

v) Requisitos de tesis/trabajos de titulación

Se requiere que los estudiantes de posgrado tengan profundidad disciplinaria así como amplitud interdisciplinaria. Cada uno de los programas de estudio para los posgrados en ingeniería en recursos hídricos y ciencia en recursos hídricos debe demostrar que el alumno reúne los criterios de certificación establecidos por el Instituto Americano de Hidrología (American Institute of Hydrology/AIH) para el examen de certificación como hidrólogo profesional y como ingeniero en recursos hídricos, y que sean compatibles con los requisitos de ciencia y matemáticas básicas para los exámenes de fundamentos de ingeniería y para ingeniero profesional. Los alumnos de políticas y gestión de recursos hídricos toman cursos fundamentales en políticas públicas, así como cursos en metodologías específicas. Para obtener un grado de maestría en ciencias, los alumnos del posgrado en ciencia en recursos hídricos deben reunir un mínimo de 45 créditos, además de concluir y defender una tesis, mientras que los alumnos de posgrado en ingeniería en recursos hídricos y de políticas y gestión de recursos hídricos deben reunir un mínimo de 45 créditos, además de concluir y defender ya sea un artículo de investigación, o bien una tesis. Para el grado de doctorado, los alumnos de los programas de Ingeniería en Recursos Hídricos y de Ciencia en Recursos Hídricos deben reunir 108 créditos, pasar exitosamente los exámenes comprensivos de conocimientos, y concluir y defender un trabajo de titulación.

vi) Características de la planta docente y del alumnado

Alrededor de 70 profesores han sido autorizados para asesorar a los alumnos que estudian posgrado en recursos hídricos. Estos profesores participan de manera activa en el programa, además de otros 10 o 20 profesores adicionales que ocasionalmente integran algún comité o imparten los cursos que toman los alumnos del programa. En la década pasada, los profesores de posgrado que participan activamente fueron muy productivos en el campo de la investigación: publicaron más de 1,740 artículos académicos y generaron más de \$150 millones de dólares americanos en el periodo del 2005 al 2014. Es interesante notar que fueron los profesores que asesoran a alumnos en más de un programa de posgrado quienes generaron el mayor número de publicaciones y la mayor cantidad de financiamiento. Se trata de profesores cuyas líneas de investigación y trabajo de asesoría abarcan múltiples disciplinas y tienden a atraer a alumnos de posgrado con interés en la investigación interdisciplinaria.

Los profesores del Programa de Posgrado en Recursos Hídricos han sido reconocidos por varias organizaciones profesionales: uno fue nombrado miembro honorario de la Unión Americana de Geofísica, otros han sido elegidos como conferenciantes Henry Darcy por parte de la Asociación Nacional de Aguas Sub-

terráneas de Estados Unidos (National Groundwater Association), y otro fue reconocido como ingeniero diplomado en recursos hídricos por parte de la Academia Americana de Ingenieros en Recursos Hídricos (American Academy of Water Resources Engineers/AAWRE). Hay profesores que han recibido distinciones como el Premio John Hem por Excelencia en Ciencia e Ingeniería, la Cátedra Hollis Dole en geociencias, la Cátedra Dubach en políticas públicas, y el prestigioso Premio Heinz. Varios profesores han fungido como Editor o Editor Asociado de la revista científica *Water Resources Research, Hydrologic Processes*, así como otras revistas científicas relacionadas con el agua como *Water Policy* y *Ecosphere*. Otros profesores han sido reconocidos por ocupar cargos en organizaciones profesionales, uno fungió como presidente de la Asociación Americana de Recursos Hídricos (American Water Resources Association), y otro como tesorero de la Asociación Internacional de Ecología del Paisaje (International Association for Landscape Ecology). El Programa de Posgrado en Recursos Hídricos proporciona delegados para el Consejo Universitario para los Recursos Hídricos (University Council for Water Resources/UCOWR).

vii) Mercados de trabajo para los alumnos

Los datos recopilados por el programa a través de encuestas de salida indican que aproximadamente un 95 por ciento de los alumnos que concluyen su posgrado en ingeniería en recursos hídricos consiguen trabajo en su propio campo, seis a doce meses después de haberse graduado, o bien optan por seguir estudiando. Estos cálculos concuerdan con los resultados de una encuesta de ex alumnos realizada en el otoño del 2014 para hacer una revisión de un programa de diez años, en la cual el 100 por ciento de los encuestados informaron que habían encontrado trabajo durante el primer año posterior a su graduación; y todos los encuestados de nivel doctorado habían encontrado trabajo durante los primeros seis meses posteriores a su graduación. Hasta la fecha, de los alumnos que se doctoraron, cinco son profesores asistentes en universidades públicas; otros trabajan en firmas consultoras o en agencias estatales/federales.

Casi todos los alumnos en el posgrado de políticas y gestión de recursos hídricos encontraron empleo en su propio campo durante los primeros seis meses posteriores a su graduación (64 por ciento) o bien procedieron a hacer un programa de doctorado o un doctorado en jurisprudencia (27 por ciento). La encuesta a ex alumnos realizada en el otoño de 2014, para hacer nuestra revisión de diez años de actividades, halló que la mayoría de los encuestados del posgrado de políticas y gestión de recursos hídricos trabajaban en su campo de estudio, aunque tres trabajaban en otras profesiones. Es frecuente que los graduados del posgrado de políticas y gestión de recursos hídricos trabajen en el área de consultoría ambiental o bien en dependencias del gobierno. Varios se han inscrito a

un programa de doctorado y otros trabajan para organizaciones no gubernamentales en Estados Unidos o a nivel internacional.

Casi todos los alumnos de la maestría en ciencias que se graduaron en ciencias de recursos hídricos encontraron trabajo en su campo dentro de los primeros seis meses de haberse graduado o bien procedieron a entrar en un programa de doctorado. Entre los entrevistados para un encuesta de ex alumnos, el 71 por ciento de los ex alumnos encontraron trabajo dentro de los primeros seis meses de haberse graduado, y el 15 por ciento encontraron trabajo al año de haberse graduado.

El 100 por ciento de ex alumnos encuestados, que incluye todos los programas de posgrado, reportaron que recomendarían el programa, además de reportar un grado relativamente alto de satisfacción con la asesoría, mentoría y los cursos ofrecidos. También reportaron haber obtenido calificaciones promedio —en una escala de cinco puntos— en todas las categorías que van de 4.2 a 5 puntos en todos los programas de grado, en donde 1 es igual a insatisfecho y 5 a muy satisfecho. Los alumnos del Programa de Posgrado en Políticas y Gestión de Recursos Hídricos reportaron los niveles de satisfacción más bajos en el rubro de apoyo financiero (3.3) y asesoría de los profesores (3.7), y los niveles de satisfacción más elevados corresponden a la relación profesional con el comité (4.4) y hubo una satisfacción general con el programa (4.5). Para los ex alumnos de ciencia en recursos hídricos e ingeniería en recursos hídricos, el nivel más bajo de satisfacción se relacionó con la disponibilidad de cursos diversos (3.6) y el nivel más alto de satisfacción se relacionó con la importante mentoría de los profesores y los recursos disponibles para la investigación.

El Programa de Recursos Hídricos de la Universidad de Idaho

i) Características de las instituciones y la institucionalización

La Universidad de Idaho es una universidad pública tipo *Land Grant* que sirve al estado de Idaho como institución que realiza investigación subvencionada por el estado. Aproximadamente 9,100 estudiantes de licenciatura y 2,200 estudiantes de posgrado están inscritos en los programas disciplinarios ubicados en nueve facultades que ofrecen 88 opciones de posgrado de maestrías en ciencias y 32 opciones de posgrados de doctorado. El Programa de Recursos Hídricos es uno de cuatro programas académicos interdisciplinarios en la Universidad de Idaho, y es el único programa en el estado de Idaho que cuenta con posgrados en Recursos Hídricos a nivel maestría en ciencias y doctorado.

El lanzamiento del Programa de Posgrado en Recursos Hídricos en el año 2007 fue precedido por importantes esfuerzos organizativos informales de un grupo de profesores entusiasmados provenientes de múltiples facultades. El lanzamiento formal del Programa fue parte de un financiamiento interno a cinco

años de \$1.6 millones de dólares de la administración de la Universidad para el desarrollo de un innovador programa de educación e investigación transversal de vanguardia llamado “Las aguas del Occidente” (Waters of the West), financiamiento que en parte apoyó el programa los primeros cinco años. Programáticamente, el programa ha atravesado por un número de cambios administrativos desde su creación. Inicialmente, era la estructura administrativa independiente de “Las aguas del Occidente” la que combinaba la investigación interdisciplinaria con programas de posgrado. A partir del 2011, la administración del programa de posgrado se consolidó con otros dos programas universitarios: los de la maestría profesional en ciencias y de ciencia ambiental. El Programa de Recursos Hídricos continuó como un programa de grado independiente. En 2015, como parte de un proceso de priorización de los programas a nivel estatal, llamado Enfoque sobre la Iniciativa del Futuro (Focus for the Future Initiative) en la Universidad de Iowa, se desligaron los Programas de Recursos Hídricos, Ciencias Ambientales y la maestría profesional en ciencias, y su administración se trasladó a facultades individuales. Dentro de esta nueva estructura, el Programa de Recursos Hídricos lo administra una sola facultad: la Facultad de Ciencias Biológicas y Agrícolas. La intención era conservar el Programa de Recursos Hídricos como un programa de la universidad en su conjunto, pero, a la vez, lograr una estructura administrativa más eficiente. Actualmente, el profesorado está realizando un esfuerzo por re-enfocar el programa para asegurar la sustentabilidad del programa de posgrado a largo plazo, un esfuerzo que ha recibido el apoyo del presidente, el rector, el vice presidente para la Investigación y el Desarrollo Económico, y de las facultades a las que están adscritos los profesores que participan en el programa. De manera paralela, en 2015, un grupo de alumnos altamente motivados inició un esfuerzo por organizar y enfocar las actividades a través de la formación de un club estudiantil de recursos hídricos llamado H2IdahO. El club es un capítulo formal de la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidroambiental (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research/IAHR) y han solicitado ser un capítulo conjunto de la Asociación Americana de Recursos Hídricos (AWRA, por sus siglas en inglés). Hasta la fecha, las actividades de los alumnos han consistido en la organización de una serie de seminarios a nivel estatal, reuniones sociales en coordinación con eventos de reclutamiento y recaudación de fondos, y colaboraciones informales con otros capítulos cercanos también constituidos por alumnos universitarios.

Se ofrecen posgrados en ingeniería y ciencia en recursos hídricos, ciencia y gestión de recursos hídricos, y derecho, gestión y políticas de recursos hídricos, tanto a nivel maestría en ciencias como doctorado. Los alumnos también tienen la opción de realizar un doctorado en jurisprudencia de manera paralela.

El programa se enfoca en enseñarle a los alumnos enfoques interdisciplinarios para entender y resolver los problemas de los recursos hídricos de manera integrada. El Programa de Recursos Hídricos es un programa universitario con una inscripción de aproximadamente 40 alumnos por año. El programa no cuenta con un cuerpo de profesores designado directamente; más bien, en el programa participan profesores autoseleccionados provenientes de ocho facultades diferentes de toda la universidad.

El apoyo institucional que recibe el programa incluye un director y personal administrativo de medio tiempo, así como una oficina y una sala de conferencias. El programa se basa exclusivamente en las contribuciones voluntarias del tiempo de los profesores y de recursos para las actividades programáticas. Como resultado de la naturaleza interdisciplinaria del plan de estudios y del profesorado del programa, las instalaciones para la investigación y la enseñanza se encuentran distribuidas por toda la universidad. La viabilidad de los recursos físicos a largo plazo está ligada a la universidad como un todo. En tanto programa universitario, el de Recursos Hídricos depende de la participación voluntaria de los profesores y del uso productivo del financiamiento para la inscripción de estudiantes de posgrado. Además, son profesores afiliados quienes imparten los cursos del tronco común del programa sin el apoyo directo del Programa de Recursos Hídricos. Actualmente, 57 profesores de ocho facultades diferentes se auto identifican con el programa, aunque su nivel de involucramiento varía muchísimo. Debido a que el programa en sí mismo no cuenta con los recursos financieros para apoyar los estipendios de los alumnos o las contribuciones de los profesores, ya que la motivación que tienen los profesores para involucrarse combina el egoísmo, altruismo, colectivismo y principismo. Institucionalmente, existen muy pocas restricciones al involucramiento de los profesores. Por ejemplo, se contabiliza dos veces a los alumnos asesorados en el Programa de Recursos Hídricos: una vez como parte del programa y otra como parte de la unidad a la que está adscrito el profesor, y las becas y publicaciones obtenidas a través de las actividades interdisciplinarias, por lo general, obtienen reconocimiento. Sin embargo, el nivel de incentivación o de desincentivación de las actividades interdisciplinarias del mismo, varía ampliamente con respecto a las unidades institucionales a las que están adscritos los profesores participantes, y está en gran medida determinado por los puntos de vista de los supervisores directos de los profesores individuales (jefes de departamento y rectores).

La inscripción está limitada primordialmente por el financiamiento externo. El financiamiento para los alumnos de posgrado proviene de una combinación de becas socio-ambientales, del Programa de Pedagogos en Educación Primaria, Secundaria y Preparatoria de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF GK-12, por

sus siglas en inglés), del Programa Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado de la misma Fundación (NSF IGERT, por sus siglas en inglés), y de financiamiento obtenido por los principales asesores (ver tabla 2), entre otras fuentes de financiamiento. Un número limitado de alumnos ha recibido apoyo a través de la facultad de una disciplina específica o de un departamento de investigación y al desempeñarse como ayudantes de maestros algunos alumnos han asumido parcialmente los costos de su educación ellos mismos.

ii) Contribuciones interdisciplinarias y disciplinarias

El Programa de Recursos Hídricos de la Universidad de Iowa enfoca sus fortalezas en el área de investigación en sistemas alimentarios, biofísicos y humanos. La investigación del nexo entre alimentos y agua incluye las siguientes áreas: acuicultura, la demanda, el diseño y calidad del agua asociada con la agricultura de irrigación, y una creciente fortaleza en el desarrollo de tecnologías para la reutilización y el tratamiento del agua. La investigación del sistema biofísico incluye la dinámica de la población piscícola, el vínculo entre los procesos físicos y ecológicos, y una creciente fortaleza en la aplicación de la ciencia climática a las predicciones regionales sobre el abastecimiento de agua y el desarrollo de formas de enfrentar los desafíos de la gestión de los recursos naturales. Los investigadores del conglomerado de sistemas humanos generalmente colaboran con los profesores en el área de sistemas alimentarios y biofísicos. Con la inclusión singular de la Escuela de Derecho en el programa, las fortalezas en el campo de la investigación incluyen la integración del derecho y la ciencia para desarrollar modelos para una reforma a la ley del agua que tome en cuenta las dinámicas del ecosistema, el cambio climático, y la sequía.

iii) Proyectos socioambientales del pasado y del presente

Inicialmente, se utilizaron dos proyectos integrados del programa “Las aguas del Occidente” para desarrollar una metodología de investigación basada en el trabajo en equipo entre profesores y alumnos del Programa de Recursos Hídricos. El primer proyecto versaba sobre la gestión del abastecimiento de agua para entidades que dependen de un acuífero en declive, el Acuífero de la Cuenca del río Palouse, que sirve a la Universidad de Idaho, a la Universidad del Estado de Washington, y a las comunidades que las rodean. Se utilizó un enfoque de sistemas participativos para caracterizar el comportamiento a largo plazo de un acuífero de basalto, y se evaluó la estabilización del acuífero con base en la conservación del agua y el desarrollo de una nueva fuente de agua (Beall *et al.* 2011). Los alumnos y los profesores de posgrado utilizaron datos poblacionales e hidrogeológicos para conceptualizar el problema, recurrieron a la ingeniería conceptual para diseñar nuevas fuentes de agua superficial, métodos de conser-

vación, y datos de ciencias sociales sobre las actitudes públicas hacia la conservación. El segundo proyecto fue sobre los esfuerzos por recuperar las truchas arcoiris anádromas (*Oncorhynchus mykiss*) en el río Lapwai, un afluente del río Clearwater dentro de la reserva indígena de los Nez Perce en el centro-norte del estado de Idaho. El problema requería de la integración de información cuantitativa y cualitativa atravesando múltiples disciplinas. Los alumnos utilizaron el sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) para comparar diferentes conjuntos de datos y analizaron la dinámica de las llanuras aluviales y del hábitat de la trucha arcoiris. Los dos proyectos fueron ejemplos de estudios de caso en el curso de métodos interdisciplinarios en recursos hídricos (descrito en la sección iv).

Con base en estos proyectos iniciales, el proyecto de Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado de la Fundación Nacional de la Ciencia (también /NSF IGERT, por sus siglas en inglés) titulado “La adaptación al cambio en los recursos hídricos: La ciencia para informar la toma de decisiones a través de diferentes disciplinas, culturas y escalas” proporcionó formación a 25 alumnos de doctorado en el Programa de Recursos Hídricos utilizando una investigación integrada basada en el trabajo en equipo. La visión de esta formación es preparar a los alumnos de doctorado para que integren la investigación de manera efectiva y se unan al mundo laboral formados con profesionalismo y una ética profesional, con la capacidad de comunicarse, colaborar y trabajar en equipo, contando con las habilidades de pensamiento crítico y de resolución de problemas. La meta general del proyecto es formar futuros científicos para que tengan la capacidad de abordar interacciones y retroalimentaciones complejas en los sistemas físicos, ecológicos, y sociales que resultan de la combinación de los impactos del cambio climático y las dinámicas poblacionales, y de utilizar las habilidades de colaboración para desarrollar estrategias de adaptación. Los escenarios de adaptación evaluarán los efectos de corto y largo plazo que tienen el cambio climático y la dinámica poblacional sobre el abastecimiento y la demanda de agua, al tiempo que asimila las retroalimentaciones, tales como los futuros cambios en la infraestructura, estructuras legales e institucionales, y las respuestas ecológicas. El Programa IGERT institucionalizará los componentes innovadores de la formación como parte del Programa de Recursos Hídricos para aumentar y sustentar el impacto del Programa una vez que concluya el financiamiento en 2019.

Un proyecto que sintetiza el derecho y la ciencia a través del Centro Nacional de Síntesis Socioambiental (National Socio-Environmental Synthesis Center/ SESYNC) (Cosens y Gunderson 2013) ha resultado en la publicación de seis evaluaciones de la resiliencia de las cuencas hidrológicas (Cosens *et al.* 2014), y artículos de síntesis sobre el proyecto, incluyendo el papel del derecho en la adaptación, los cuales actualmente están bajo revisión para un número especial

en la revista *Ecology and Society* (Cosens *et al.* 2016). En la tabla 2, aparecen estos proyectos, junto con otros centrales que apoyan la formación e investigación interdisciplinarias en recursos hídricos.

Tabla 2. Financiamiento principal para la investigación y apoyo a los alumnos en la Universidad de Idaho, nombres de los proyectos financiados y apellidos de los profesores que dirigieron el programa de recursos hídricos como investigadores principales, co-investigadores, o colaboradores.

Programa	Nombre del proyecto y apellidos de los profesores involucrados
Financiamiento interno de la institución.	Aguas del oeste (Blue Ribbon, 2006).
Centro de Ciencia Climática de Noroeste (Northwest Climate Science Center) – Encuesta Geológica de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés).	Proyección de los efectos del cambio climático sobre la distribución y la productividad de los álamos en las Rocallosas centrales y del norte a través del acoplamiento de modelos de alteración hidrológica y del paisaje (Link).
Encuesta Geológica de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés).	Proyectos de huertas en Lewiston (Kennedy).
Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés).	Programa 319: Río Lapwai (Cosens, Boll, Strand).
Comité de la Cuenca del Acuífero del Palouse (Basin Aquifer Committee/PBAC).	Desarrollo del modelo participativo en la cuenca del Palouse (Fiedler, Cosens, Beall, Boll).
Educación y Prácticas de Investigación Integrativas de Posgrado – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF IGERT, por sus siglas en inglés). Adaptación al Cambio en los Recursos Hídricos (Boll, Link, Cosens, Kennedy, Tracy).	Adaptación al cambio en los recursos hídricos (Boll, Link, Cosens, Kennedy, Tracy).
Pedagogos en Educación Primaria, Secundaria y Preparatoria – Fundación Nacional para la Ciencia (NSF GK-12, por sus siglas en inglés).	Proyecto de Pedagogos en Educación Primaria, Secundaria y Preparatoria (GK-12) en recursos hídricos para escuelas secundarias y preparatorias en el norte rural del estado de Idaho y en el este del estado de Washington (Boll, Williams, Allen).
Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura – Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA-NIFA, por sus siglas en inglés).	Síntesis y análisis de 13 proyectos de la agencia de evaluación de los efectos de la conservación – CEAP (Boll, Brooks, Wulfhorst, Mahler).
Centro Nacional de Síntesis Socio-Ambiental financiado por la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés).	Resiliencia del sistema socio-ecológico, el cambio climático y la gobernanza adaptiva del agua (Cosens, Fremier y otros de todo Estados Unidos).

iv) Los planes de estudio con sus métodos, cursos, y éticas propios

En 2007, los profesores comenzaron a enseñar el curso interdisciplinario: métodos interdisciplinarios en los recursos hídricos (Cosens *et al.* 2011). El curso está diseñado para introducir a los alumnos a los componentes disciplinarios de los recursos hídricos y métodos de integración que atraviesan estas disciplinas para resolver los problemas del agua que vayan surgiendo. En la porción disciplinaria del curso, los alumnos aprenden un concepto de Repko (2011) denominado “adecuación disciplinaria”, es decir, lo mínimo que debe saber un investigador interdisciplinario de la disciplina secundaria para poder alcanzar una integración efectiva, ya sea solo o en equipo. En el curso, las exposiciones de introducción a la disciplina son un punto de partida hacia alcanzar la adecuación disciplinaria ya que proporcionan una introducción a los métodos, valores, puntos de vista, y temáticas emergentes de una disciplina en particular, así como introducen a los alumnos a los profesores que enseñan e investigan esa área. Se desarrolló la sección del curso sobre métodos interdisciplinarios con el reconocimiento de que no hay exclusivamente una metodología, una herramienta, un recetario, o un enfoque únicos a la investigación interdisciplinaria, y se enfoca en los pasos que hay que dar para mejorar el proceso de integración. Se introduce a los alumnos a diferentes “herramientas” que incluyen el mapeo de conceptos, el planteamiento de preguntas transdisciplinarias integradoras, sistemas de modelaje, y métodos de diálogo. Debido a que el Programa de Recursos Hídricos de la Universidad de Iowa se enfoca en la investigación basada en el trabajo de equipo y un gran número de los proyectos de investigación involucran la interacción con los actores, la sección del curso sobre métodos interdisciplinarios incluye ejercicios de comunicación entre disciplinas (*exercises in cross-disciplinary communication*) (Eigenbrode *et al.* 2007; Looney *et al.* 2014), además de formas de manejar reuniones, conflictos, y dinámicas de grupo. Actualmente, se está utilizando el curso para someter a prueba un módulo enfocado en la ética relacionada con la investigación basada en los actores, financiado por la Fundación Nacional para la Ciencia en la que participan Cosens y Boll (O’Rourke 2013). Los alumnos aplican estos conceptos a dos proyectos basados en el trabajo de equipo, desarrollados con base en aspectos de la investigación realizada por profesores/alumnos dentro del programa. Los informes y presentaciones de grupo deben incluir no sólo una solución o pasos a seguir para solucionar el problema presentado, sino también las metodologías utilizadas por el equipo para la integración y reflexión sobre los desafíos que se enfrentan.

Como ya se mencionó anteriormente, el programa ofrece posgrados en: ingeniería y ciencia, ciencia y gestión, y derecho, gestión y políticas. Cada una de las opciones requiere que los alumnos completen un conjunto de cursos del

tronco común, además de requisitos específicos de posgrado en el área elegida. Considerando el énfasis que el área de los recursos hídricos le da a la profundidad y que las áreas interdisciplinarias le dan a la amplitud, tanto los grados de maestría en ciencias como de doctorado exigen un mayor número de créditos para los cursos académicos que para los posgrados de la Facultad de Estudios de Posgrado. Además, los alumnos pueden hacer un doctorado paralelo en jurisprudencia, ya sea con una maestría en ciencias o un doctorado. El área optativa del plan de estudios de ingeniería y ciencia reúne los criterios de certificación establecidos por el Instituto Americano de Hidrología (AIH, por sus siglas en inglés) para el examen de certificación como hidrólogo profesional que son compatibles con los requisitos de matemáticas básicas y ciencia para los exámenes del área de Fundamentos de la Ingeniería e Ingeniero Profesional. Los requisitos del plan de estudios para el área de Ciencia y Gestión son compatibles con los criterios de certificación establecidos por la Oficina de Administración de Personal de Estados Unidos (US Office of Personnel Management) para los estándares de competencia para la Serie de Hidrología (GS-1315). Los requisitos del plan de estudios para los grados paralelos del doctorado en jurisprudencia son compatibles con los requisitos para presentar el examen estatal de acceso a la abogacía que son equivalentes a los requisitos generales de admisión al doctorado en jurisprudencia en la Facultad de Derecho de la Universidad de Iowa.

v) Requisitos de tesis/trabajo de titulación

Las tesis y trabajos de titulación para los posgrados en recursos hídricos reflejan una integración que va más allá del campo de una sola disciplina. La integración se puede lograr a través de la tesis/trabajo de titulación, o bien a través de un capítulo interdisciplinario que de manera específica integre métodos y/o información de por lo menos dos disciplinas diferentes para sustentar la argumentación de la tesis/trabajo de titulación. Todos los capítulos deberán integrarse en un todo coherente. Cada alumno evalúa la interdisciplinariedad de su tesis/trabajo de titulación tanto en la etapa de entrega de la propuesta como en la defensa de su tesis/trabajo de titulación interdisciplinario. Un aspecto que caracteriza este trabajo es que los capítulos interdisciplinarios pueden ser coescritos por dos o más alumnos. El capítulo interdisciplinario podrá ser escrito por un alumno que no sea el autor principal de la tesis/trabajo de titulación, siempre y cuando haya estado involucrado sustancialmente en la investigación y que el comité del posgrado apruebe la inclusión del capítulo en el documento final.

vi) Características del profesorado y del alumnado

Variaron considerablemente los resultados de un sondeo entre alumnos sobre cómo les había ayudado el programa a alcanzar sus metas; las respuestas más

comunes fueron las que se enfocaron en la naturaleza interdisciplinaria del programa. Las fortalezas del programa incluyeron: la habilidad para desarrollar una profundidad técnica en las ciencias más recientes, la habilidad para pulir la capacidad de trabajar en equipo y la habilidad para utilizar tecnología de vanguardia. Algunos alumnos ya habían encontrado trabajo antes de graduarse, mientras que otros afirmaron que su educación actual está mejorando considerablemente sus posibilidades futuras. Los puntos más fuertes mencionados por los alumnos son la excelencia de los profesores y la naturaleza interdisciplinaria del programa. Otros mencionaron la ubicación de la Universidad de Iowa, el rango de personas y talentos en el programa, y el reclutamiento más reciente del programa de otros talentos de muy alto calibre que le fueron recomendados personalmente. Las actuales debilidades percibidas en el Programa de Recursos Hídricos fueron la falta de diversidad de alumnos y profesores, y las alteraciones debidas a cambios administrativos internos. Las necesidades identificadas incluyen un mayor número de opciones en los planes de estudio, el ofrecimiento de cursos actualizados que estén alineados con la ciencia actual, un mejor grado de planeación, una mayor cohesión social y mayor coordinación y la expansión de mayores oportunidades de aprendizaje y enseñanza experienciales, así como de investigación al interior del programa.

vii) Los mercados de trabajo para los alumnos

De manera consistente, los graduados se han asegurado empleos bien retribuidos en el mundo académico, dependencias federales y estatales, consultorías privadas, tribus indígenas americanas, despachos de abogados, y organizaciones no lucrativas. En varios casos, los graduados consiguieron empleo debido a su formación interdisciplinaria en el campo de los recursos hídricos. Existe una red de graduados, que muestra una cohesión continua más allá de su participación en el programa.

Síntesis

Hemos observado que programas interdisciplinarios bien protegidos aportan una multiplicidad de beneficios. Estos programas atraen a alumnos altamente motivados y comprometidos, y a profesores con una pasión por integrar sus conocimientos con las necesidades sociales más apremiantes. Como resultado, los programas efectivos pueden formar científicos profesionalmente instruidos en la ética del trabajo, con capacidad de comunicación, de colaboración y de trabajar en equipo, además de pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas. Debido a la inercia institucional, el desarrollo de tales programas puede resultar desafiante, por lo que concluimos este artículo con una síntesis de las

lecciones aprendidas de nuestros programas colectivos y una sugerencia referente a las futuras direcciones que aprendan de los anteriores desafíos y éxitos programáticos. Con base en nuestras experiencias a lo largo de la última década, hemos identificado cinco elementos clave de un programa interdisciplinario exitoso: (1) un liderazgo efectivo; (2) una cultura institucional de colaboración; (3) recursos; (4) apoyo institucional y asistencia en el desarrollo de una estructura administrativa compatible con la institución, y, (5) comunicación tanto interna como externa. La ausencia de cualquiera de estos componentes hace vulnerable al programa y lo pone en riesgo en términos de su sustentabilidad.

Liderazgo

No solamente nuestras propias experiencias, sino también nuestra experiencia como evaluadores externos de otros programas subrayan la importancia que tiene un liderazgo enérgico y apasionado para que un programa interdisciplinario sea exitoso. Los profesores involucrados en la conducción de programas e iniciativas interdisciplinarias no nada más son buenos administradores, aunque la habilidad administrativa sí es un atributo importante que comparten. El liderazgo del profesorado en los programas interdisciplinarios exitosos además ayuda a crear y financiar oportunidades para la investigación y la educación interdisciplinarias a través de la colaboración con colegas con apoyos financieros (*on collaborative grants*). Sin embargo, el liderazgo debe ser compartido entre el profesorado (incluyendo el involucramiento de los directores adjuntos y del profesorado regular en comités) para evitar el agotamiento, y ayudar a mantener un nivel elevado de involucramiento entre los profesores que participan en el programa.

Una cultura institucional de colaboración

Para que florezcan los programas interdisciplinarios debe haber proyectos de investigación interdisciplinaria enfocados a que los alumnos tengan la experiencia de conocer este tipo de investigación. Estos proyectos surgen y promueven una cultura que valora la colaboración institucional. Colaboración en el desarrollo de los planes de estudio para toda la universidad, promover la eficiencia de los cursos a través de eliminar la redundancia en los contenidos que ofrecen y de ayudar a que éstos alcancen un nivel suficientemente alto de inscripciones. En las figuras 2a y 2b, se muestran los modelos conceptuales del programa de posgrado en ingeniería en recursos hídricos de la Universidad del Estado de Oregon, y de los Programas de Recursos Hídricos de la Universidad de Iowa, respectivamente. Los departamentos y facultades ofrecen sus propios posgrados y colaboran para ofrecer el posgrado interdisciplinario en ingeniería en recursos hídricos con cursos, asesoría, y participación en comités de alumnos de diferen-

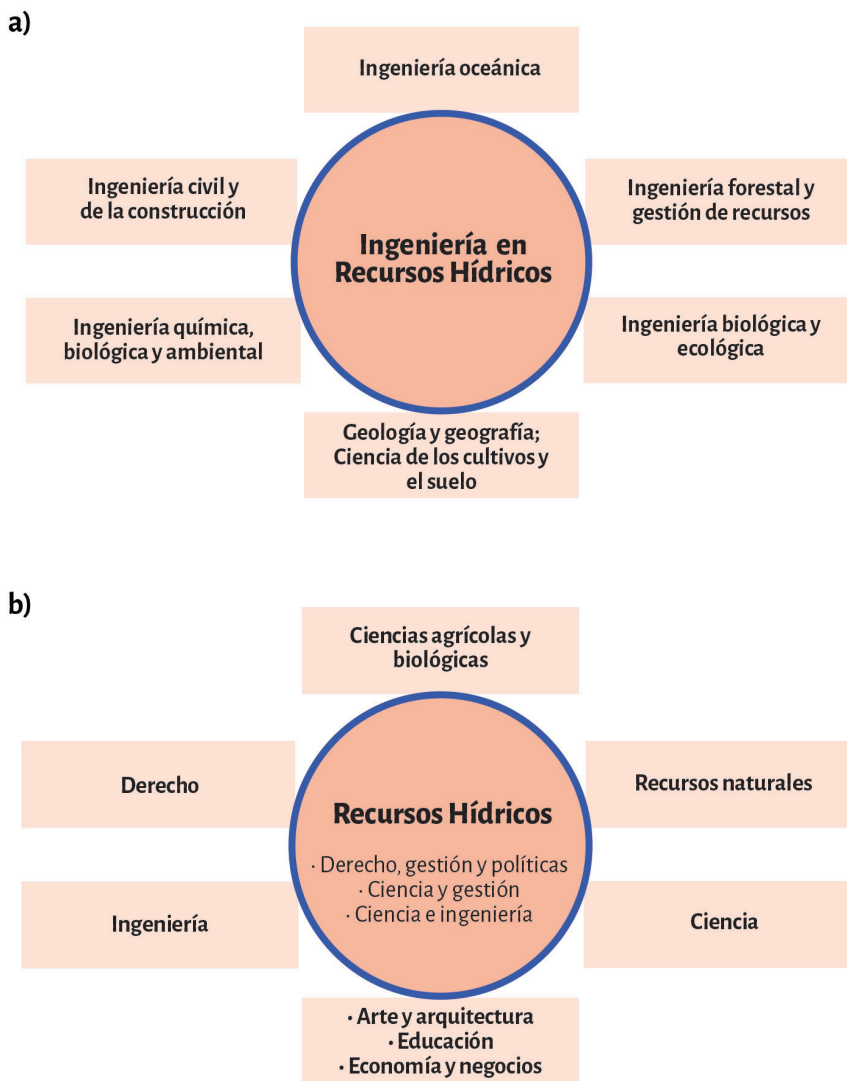


Figura 2. a) El modelo conceptual de colaboración entre unidades en la Universidad del Estado de Oregon, cuyo profesorado asesora y enseña a los alumnos de los programas de posgrado en ingeniería para que se gradúen del posgrado interdisciplinario de ingeniería en recursos hídricos, y sus posgrados disciplinarios (en los recuadros de la figura 2.a, y, b). los posgrados en ciencias en recursos hídricos y políticas y gestión de recursos hídricos siguen modelos similares. **b)** El modelo conceptual de colaboración entre colegas en la Universidad de Iowa, cuyo profesorado asesora y enseña a los alumnos de los programas de posgrado en recursos hídricos. Una característica clave de los dos programas es que cada departamento comparte la impartición del posgrado en ingeniería en recursos hídricos, pero no es “dueño” de ese posgrado, y la participación entre las unidades amplifica la experiencia de los profesores y los cursos disponibles para el posgrado en ingeniería en recursos hídricos.

tes facultades. Se puede facilitar la colaboración entre los profesores por medio de una contratación estratégica a través de la cual de manera deliberada se recluta a los miembros activos de los programas interdisciplinarios para que sirvan en comités de profesores que evalúen a los que solicitan admisión y le comuniquen a la institución lo que es una cultura de colaboración. Esto sirve tanto para identificar personal potencial a contratar que se involucrarán de manera activa en los programas interdisciplinarios y alienten a los que solicitan admisión a que acepten el puesto que se les ofrece. Las instituciones también pueden crear una cultura de colaboración a nivel de los alumnos que pueda formarlos en métodos de colaboración e integración para llegar a ser miembros efectivos de un equipo interdisciplinario después de su graduación (Pinter *et al.* 2013). La aceptación por parte de la Escuela de Posgrado de la Universidad de Iowa de que se coescriban capítulos de tesis y de trabajos de titulación constituye un ejemplo de cómo se puede desarrollar una cultura institucional de colaboración.

Los recursos

Se requiere de recursos financieros para apoyar la administración del programa, y, a su vez, apoyar los esfuerzos tanto de alumnos como de profesores en la enseñanza e investigación interdisciplinarias. La mayoría de los programas reciben algún apoyo institucional central de la administración así como la asignación de espacios y el acceso a becas y ayudantías para los alumnos. Este apoyo financiero es de importancia crítica. Sin los recursos ni el compromiso de la institución para seguir apoyando los programas interdisciplinarios exitosos, estos programas sencillamente se vuelven, “una rutina reiterada para los ingenuos” (*a treadmill for the naive*) como diría un colega.

El apoyo institucional

El apoyo financiero es tan solo uno de los aspectos del apoyo institucional. Es esencial el reconocimiento de un programa interdisciplinario en tanto un valioso componente de la universidad o de una institución. El sistema de recompensa en el interior de las universidades, además de la promoción y antigüedad de los profesores que están activamente involucrados en programas interdisciplinarios, debe estar alineado con el sistema de valores de la institución. En la Universidad de Iowa, por ejemplo, se modificaron las descripciones para incluir una sección para que los profesores describan y formalmente reciban créditos por su involucramiento en actividades interdisciplinarias, lo cual es particularmente importante para los profesores antes de que tengan su base (Benson *et al.* 2015). Cuando los líderes de la universidad y de los departamentos valoran y apoyan los programas interdisciplinarios, buscan contar con este tipo de pro-

gramas durante los momentos en los que están pasando por un cambio institucional, y pueden tener la creatividad de desarrollar estructuras administrativas y presupuestarias que no estén en conflicto con los departamentos de estudio, y otras unidades. Sin tal compromiso, cuando los recursos llegan a escasear, los programas interdisciplinarios sencillamente quedan subfinanciados o bien se fusionan con otras entidades y van desapareciendo.

Comunicaciones

Los cuatro elementos clave identificados anteriormente son necesarios, más no suficientes para un programa interdisciplinario exitoso. Se requiere además de esfuerzos continuos para lograr una buena comunicación al interior de la institución, para resaltar el valor de un programa interdisciplinario. Se debe poder contestar la siguiente pregunta: “¿En qué me beneficia?” para que todos aquellos involucrados en todos los niveles —alumnos, profesores, departamentos y unidades, además de la universidad misma— puedan sostener un programa pujante. Son también importantes los esfuerzos de divulgación, para así informar a los futuros empleadores y colegas en otras instituciones del programa y de los éxitos de sus profesores y alumnos. Asimismo, es de importancia crítica involucrar a actores externos para que se pueda utilizar la información sobre las necesidades críticas para adaptar y evolucionar los programas para que mantengan un alto nivel de relevancia social. El comunicar el valor de la investigación interdisciplina, por ejemplo, la comprensión mejorada de los sistemas socioecológicos que pueden guiar la toma de decisiones es una motivación importante para el desarrollo y la sustentabilidad de los programas educativos interdisciplinarios.

Una recomendación para el futuro: una base de datos para los programas interdisciplinarios de posgrado

Además de los dos programas de posgrado mencionados en este artículo, existen muchos programas en el campo de las ciencias socioambientales, cada uno con sus dimensiones características. El Consejo Nacional para la Ciencia y el Medio Ambiente (National Council for Science and the Environment) había previamente recolectado información sobre los planes de estudio y el liderazgo de los programas ambientalistas (ver NCSE 2016; Vincent 2010, 2013) incluyendo programas de licenciatura y de posgrado. Estamos conscientes de la existencia de otros programas de posgrado en recursos hídricos en Estados Unidos y Canadá (ver CUAHSI 2016; UCOWR 2016). Recomendamos que se recopile una mayor información sobre siete dimensiones programáticas para programas semejantes en todo el mundo, en una base de datos que facilite compartir información sobre las lecciones aprendidas y sobre cómo se están resolviendo los desafíos y las barreras que enfrenta la educación interdisciplinaria en programas similares.

Este esfuerzo facilitaría en gran medida el desarrollo de programas nuevos y la sustentabilidad de los programas existentes a través de proporcionar sugerencias sobre cómo abordar de manera efectiva los conjuntos de desafíos comunes que enfrentan los programas socioambientales interdisciplinarios.

Conclusiones

Son siete las dimensiones programáticas que caracterizan a dos programas interdisciplinarios de posgrado en los Estados Unidos. Estos programas se localizan en universidades *Land Grant* que tienen una importante misión de investigar, educar, y divulgar con sedes administrativas más o menos estables relacionadas con centros de investigación y facultades enfocados en el agua. Cada universidad proporciona una profundidad disciplinaria en términos de los cursos que imparten, y la experiencia y conocimientos del profesorado, lo cual permite la creación de una amplitud interdisciplinaria con cursos nuevos y experiencias nuevas a través de proyectos socioambientales. Un porcentaje elevado de los graduados de estos programas encontraron trabajo o bien continuaron con su formación académica en un grado universitario más elevado.

Nuestra experiencia con estos programas a lo largo de muchos años también nos ha permitido identificar los elementos que se necesitan para que los programas interdisciplinarios tengan éxito a largo plazo, incluyendo la necesidad de contar con un liderazgo fuerte y energético, una fuerte cultura de colaboración a nivel institucional, recursos financieros para la administración del programa y esfuerzos de los alumnos/ profesores por involucrarse en la investigación y la enseñanza interdisciplinarias, además de apoyo institucional que recompense la participación y asegure una sede administrativa estable que sea capaz de dar apoyo. Por último, se deberá comunicar de manera continua el valor que tienen los programas interdisciplinarios, tanto dentro como fuera de la universidad, para así mantener los niveles de participación y apoyo, nutrir las relaciones con los actores involucrados, y mantener relevancia social. ■

Referencias

- Bammer, G. *Disciplining interdisciplinarity: Integration and implementation sciences for researching complex real-world problems*. Canberra: ANU E-Press, 2013.
- Beall, A., F. Fiedler, J. Boll y B. Cosens. «Sustainable water resource management and participatory system dynamics case study: Developing the Palouse Basin participatory model.» *Sustainability*, 3(5), 720-742; doi:10.3390/su3050720, 2011.

- Benson, M. H., Lippitt, C. D., Morrison, R., Cosens, B., Boll, J., Chaffin, B. C., Fremier, A. K., Heinse, R., Kauneckis, D., Link, T. E., Scruggs, C. E., Stone, M., y Valentin, V. «Five ways to support interdisciplinary work before tenure.» *Journal of Environmental Studies and Sciences*. doi:10.1007/s13412-015-0326-9, 2015.
- Brown, P., D. Tullos, B. Tilt, D. Magee, A.T. Wolf. «Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective.» *Journal of Environmental Management* 90: S303-311, 2009.
- Darbellay, F. «Rethinking inter- and transdisciplinarity: Undisciplined knowledge and the emergence of a new thought style.» *Futures* 65: 163-174, 2015.
- Cosens, B. y L. Gunderson. «Social-ecological system resilience, climate change and adaptive water governance.» (SESYNC Award 2013T5-006), 2013.
- , F. Fiedler, J. Boll, L. Higgins, G. Johnson, B. Kennedy, E. Strand y P. Wilson. «Interdisciplinary methods in water resources.» *Issues Integr. Stud.* 29: 118-143, 2011.
- , L. Gunderson y B. Chaffin. «The Adaptive Water Governance Project: Assessing law, resilience and governance in regional socio-ecological water systems facing a changing climate.» 51 *Natural Resources and Environmental Law*. Edition of the Idaho Law Review 1, 2014.
- , L. Gunderson y B. Chaffin. «Practicing panarchy: Assessing legal flexibility, ecological resilience and adaptive governance in US regional water systems experiencing climate change.» *Ecology and Society* (Special Issue, forthcoming), 2016.
- Crow, M. M. y W.B. Dabars. *Designing the new American university*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, MD. 344 pp. ISBN 978-1-4214-1723-3, 2015
- CUAHSI (Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science). Graduate programs in water science. Disponible en: (<https://www.cuahsi.org/Posts/Programs>) (Consultado: junio 15, 2016).
- Eigenbrode S.D., M. O'Rourke, J.D. Wulforst, D.M. Althoff, C.S. Goldberg, K. Merrill, W. Morse, M. Nielsen-Pincus, J. Stephens, L. Winowiecki y N.A. Bosque-Pérez. «Employing philosophical dialogue in collaborative science.» *BioScience*, 57(1): 55-64, 2007.
- Ingman, M., M.V. Santelmann y B. Tilt. «Agricultural water conservation in China: Plastic mulch and traditional irrigation.» *Ecosystem Health and Sustainability* 1(4):12. <http://dx.doi.org/10.1890/EHS14-0018>, 2015.
- Klein, J.T. «Resources for interdisciplinary studies.» *Change*, marzo-abril: 52-58, 2006.
- Looney, C., Donovan S., O'Rourke, M., Crowley, S., Eigenbrode, S. D., Rotschy, L., Bosque-Perez, N. A. «Seeing through the eyes of collaborators: Using toolbox workshops to enhance cross-disciplinary communication.» En M.

- O'Rourke, S. Crowley, S. D. Eigenbrode, J.S. Wulfhorst (eds.). *Enhancing communication & collaboration in interdisciplinary research*, chapter 11, CA, USA: Sage Publications Thousand Oaks, 2014.
- Luszki, M.B. *Interdisciplinary team research: Methods and problems*. Washington, D.C., USA: National Training Laboratories, 1958.
- Nassauer, J.I., M.V. Santelmann, and D. Scavia (eds.). *From the Corn Belt to the Gulf: Environmental and societal implications of alternative agricultural futures*. Washington D.C. Resources for the Future Press, ISBN 978-1-933115-47-4, 2007.
- National Academy of Science (NAS). «Facilitating interdisciplinary research.» Committee on Science, Engineering, and Public Policy, 2005. Disponible en: (<http://www.nap.edu/books/0309094356/html/>). (Consultado: abril 12, 2016).
- NCSE (National Council for Science and the Environment). Current list of affiliates Disponible en: (<http://ncseonline.org/programs/education-careers/university-affiliates/current-affiliates>) (Consultado: junio 15, 2016).
- Newell, W.H. «Designing interdisciplinary courses.» En J.T. Klein y W.G. Doty (eds.), *Interdisciplinary studies today. New directions for teaching and learning*, 58: 35-51. San Francisco: Jossey-Bass, 1994.
- . «A theory of interdisciplinary studies.» *Issues in Integrative Studies* 19: 1-25, 2001.
- Noorden, R. van. «Interdisciplinary research by the numbers.» *Nature*. 525: 307-308, 2015.
- Oregon State University. Oregon State University Fall Enrollment Summaries 2005 and 2015, OSU Office of Enrollment. Disponible en: (<http://oregonstate.edu/admin/aa/ir/enrollmentdemographic-reports>). (Consultado: junio 6, 2016).
- O'Rourke, M. (PI) 2013 Values and policy in interdisciplinary environmental science: A dialogue-based framework for ethics education, NSF SES-0823058, NSF SBE-1338614.
- Pinter, N., Baer, S., Chevalier, L., Kowalchuk, R., Lant, C. and Whiles, M. «An IGERT model for interdisciplinary doctoral education in water-related science and policy.» *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 150(1), 53-62, 2013.
- Repko, A.F. *Interdisciplinary research: Process and theory*. 2a ed. Sage Publications, 2012.
- Santelmann, M., D. White, K. Freemark, J. I. Nassauer, J. M. Eilers, K. B. Vaché, B. J. Danielson, R. C. Corry, M. E. Clark, S. Polasky, R. M. Cruse, J. Sifneos, H. Rustigian, C. Coiner, J. Wu, D. Debinski. «Assessing alternative futures for agriculture in the US Corn Belt.» *Landscape Ecology* 19: 357-374, 2004.
- , J. McDonnell, J. Bolte, S. Chan, A.T. Morzillo y D. Hulse. «Willamette Water 2100: River basins as complex social-ecological systems.» En *The sustaina-*

ble city VII, Vol. 1, 575-586. M. Pacetti (ed.). WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 155, C 2012 WIT Press (www.witpress.com), ISSN 1743-3541 (en línea) ISBN: 978-1-84564-578-6, 2012.

UCOWR (Universities Council on Water Resources). Graduate program directory. Disponible en: (<http://ucowr.org/board-of-directors>). (Consultado: junio 15, 2016).

Vincent, S. Interdisciplinary environmental education on the nation's campuses: Elements of field identity and curriculum design. Results of a national survey and study conducted by the Council of Environmental Deans and Directors of the National Council for Science and the Environment, Washington, DC, 2010.

———. Interdisciplinary environmental and sustainability education on the nation's campuses 2012: Curriculum design. A study conducted by the Council of Environmental Deans and Directors of the National Council for Science and the Environment, Washington, DC, 2013.

Weingart, P. «Interdisciplinarity and the new governance of universities.» En P. Weingart and B. Padberg (eds.). *University experiments in interdisciplinarity. Obstacles and opportunities*. Transcript, Science Studies, Bielefeld, pp. 151-174, 2014.