

# ***Nodo articulador “Agua para la Vida”: generar alternativas para la sustentabilidad del agua desde una experiencia piloto de vinculación, formación e investigación universitaria***

HELIODORO OCHOA-GARCÍA  
MARIO EDGAR LÓPEZ RAMÍREZ  
MARTHA CRISTINA ROJO MICHEL

## **Resumen**

*La compleja crisis del agua demanda soluciones integrales, donde se requiere un aporte desde diferentes disciplinas y experiencias para diseñar alternativas al contexto socioambiental, así como a las capacidades y el potencial de los actores involucrados. Este desafío convocó el trabajo colaborativo de un grupo de profesores, investigadores, asesores y estudiantes de diferentes áreas académicas del ITESO. A partir de proyectos y necesidades específicas, se pusieron en juego diferentes disciplinas, actividades de formación, vinculación e investigación. La diversidad de intereses, perspectivas y aprendizajes se conjugaron en el análisis, diseño e implementación de alternativas orientadas hacia la sustentabilidad del agua, que incluyeron el desarrollo de tecnologías adecuadas, modelos de gestión y organización social para el uso equitativo. Este espacio de encuentro intra-universitario para la colaboración y reflexión multi e interdisciplinar se denominó Nodo articulador Agua para la Vida. Aquí describimos la experiencia y el proceso que llevó a conformar una innovadora articulación universitaria para la investigación y la formación.*

## **Palabras clave**

*Nodo articulador, gestión del agua, formación vinculada, interdisciplina, gestión de aguas residuales municipales.*

## **Abstract**

*The complex water crisis calls for comprehensive solutions, with contributions from different disciplines to design alternatives that suit the particular socioenvironmental context, as well as the capacities and potential of the actors involved. This challenge gave rise to a collaborative effort of a group of professors, researchers, advisors and students from different academic areas at ITESO. Taking projects and specific needs as the starting point, they drew on different disciplines, as well as formation, outreach and research activities. The diversity of interests, perspectives and learning contributed to the analysis, design and implementation of alternatives aimed at water sustainability, which included the development of appropriate technologies, management models and social organization for equitable use. This space for intra-university encounter aimed at multi and inter-disciplinary collaboration and reflection was called the “Water for Life” thematic hub. Here we describe the experience and process that led to the formation of an innovative way of coordinating university actors in a comprehensive research and formation initiative.*

## **Key words**

*Thematic hub, water management, formation in outreach, interdiscipline, municipal waste water management.*

## INTRODUCCIÓN

La crisis del agua adquiere cada vez mayor importancia en la agenda pública y social, desde las escalas locales a la global. La justicia, la escasez, la contaminación, el acceso y el derecho al agua, además de los modelos de gestión, las políticas hídricas e infraestructuras hidráulicas, se han convertido en asuntos relevantes en todo tipo de contextos siconaturales. Los ecosistemas hídricos, así como los medios de vida y la dignidad de las personas más empobrecidas están en un riesgo cada vez mayor. En esto parecen estar de acuerdo organismos internacionales, gobiernos, científicos, movimientos sociales, empresarios, usuarios de agua y sociedad civil en general (Cosgrove, 2003; FAMA, 2018; FAO, 2012).

En los países en desarrollo como México, la escasez y la contaminación generalizada del agua provoca importantes problemas de salud pública, crisis políticas, desplazamiento forzoso de personas y aniquila los medios de vida de poblaciones rurales y periurbanas. Además, inmensos campos de cultivo de alimentos son regados con aguas contaminadas y los efectos nocivos de estas prácticas todavía se ignoran (Francisco, 2015; Temper, Del Bene & Martínez-Alier, 2015; WWAP, 2018).

Más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento. La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y se prevé que este porcentaje aumente. Más de 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga. Las inundaciones y otros desastres relacionados con el agua representan el 70% de todas las muertes relacionadas con desastres naturales. En la demanda global de agua se proyecta un aumento entre 20% y 30% anual hacia el 2050 (ONU, 2018).

En el estado de Jalisco, México, también persiste el reto de atender la falta de saneamiento de aguas residuales municipales, así como el promover la reutilización de agua tratada y fortalecer sus mecanismos de gobernanza en los diferentes municipios y regiones.

Como antecedente, Jalisco tenía en 2018 una capacidad de saneamiento instalada de 17,121 litros por segundo (l / s), distribuida en 279 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM), cada una con diferente capacidad, tecnología de diseño y eficiencia. Del total de PTARM, solo operaban 127 plantas, de las que solo 74 cumplían con la normatividad de saneamiento (MIDE Jalisco, 2018; CEAJ, 2018). Asimismo, 70% de la capacidad de tratamiento instalada se ubicaba en el área metropolitana de Guadalajara (AMG), mientras que en 27 municipios de Jalisco no se tenía registro de ninguna planta de tratamiento, lo cual muestra una creciente brecha de desigualdad en cuanto al presupuesto y la dotación de infraestructura hídrica entre municipios rurales y urbanos (Martínez-Austria & Vargas-Hidalgo, 2017).

En este contexto, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) y el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Occidente (CIESAS-Cidiglo), además de cuatro ayuntamientos y productores rurales de los

**TABLA 2.1 PLANTAS DE TRATAMIENTO: CAPACIDAD Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN JALISCO**

Situación de PTARM	Cantidad de PTARM	Capacidad en l / s	% Cantidad PTARM	% Capacidad de saneamiento
De baja	64	479	23	2.8
Fuera de operación	87	1,283	31	7.5
En operación	127	15,259.7	46	89.1
En construcción	1	100	-	0.6
<b>Distribución geográfica de PTARM</b>				
AMG	67	12,011.0	24	70.2%
Resto de Jalisco	212	5,110.7	76	29.8
Todo el estado	279	17,121.7	100	100%

Fuente: elaboración propia con datos de CEAJ (2018).

municipios de Amacueca, Atengo, Autlán de Navarro y Poncitlán, en Jalisco, sumaron esfuerzos para desarrollar el proyecto “Agua limpia y agroecología”<sup>1</sup>.

Al reconocer la compleja problemática del agua en Jalisco, este proyecto fue diseñado con carácter demostrativo y experimental. Su propósito original fue aportar soluciones integrales para la gestión sustentable del agua en los siguientes campos o problemas:

- Sustentabilidad de las PTARM mediante la adecuación de tecnologías con costos reducidos de operación y mantenimiento, basada en procesos naturales y el uso de energías renovables.
- Reutilización productiva de las aguas residuales tratadas en un modelo de agricultura ecológica, que ofrece alternativas para agregación de valor y comercialización.
- Gobernanza y gestión sustentable del agua con participación activa de los usuarios y beneficiarios. Horizontalidad efectiva para la toma de decisiones a nivel local entre autoridades municipales, productores, usuarios de agua e instituciones públicas del sector.
- Cuidado de los ecosistemas y el entorno local al evitar las descargas de aguas municipales sin tratamiento.
- Constitución de sitios demostrativos y experimentales en diferentes regiones de Jalisco.

El desarrollo del proyecto y sus actividades se organizaron en tres componentes: i) técnico: planta de tratamiento; ii) productivo: agroecológico y agregación de valor; y iii) gobernanza sustentable del agua (Ochoa-García, s / f).

Durante la implementación del proyecto, dentro del ITESO se fueron sumando profesores, investigadores, asesores y estudiantes de diferentes áreas para aportar conocimientos de sus disciplinas. A este proceso de colaboración multi e interdisciplinar se convocaron otras iniciativas de investigación y proyectos de aplicación profesional (PAP) que, desde diversas perspectivas y campos, tenían como interés común el impulso de alternativas para

1. El proyecto se tituló así para facilitar la difusión y las referencias del proyecto en los sitios de trabajo. Fue apoyado por el Fondo Mixto Gobierno de Jalisco-Conacyt (junio de 2018-marzo de 2020) y su nombre oficial fue “Sistema de tratamiento de efluentes municipales de bajo consumo energético y su reutilización en actividades productivas agrícolas e industriales del Estado de Jalisco”, clave JAL-2017-06-01-6104.

la sustentabilidad del agua. Este espacio de confluencia y colaboración interdepartamental fue llamado Nodo articulador Agua para la Vida.

#### NODO ARTICULADOR AGUA PARA LA VIDA

Se construyó en el marco del Plan de Desarrollo Académico del ITESO 2017–2021, que tenía entre sus objetivos articular los programas y proyectos de formación, vinculación e investigación relacionados con ámbitos estratégicos locales y globales, con énfasis en la equidad e inclusión social, la promoción de la justicia, la generación de prosperidad económica con prevalencia del bien común, la sustentabilidad socioambiental y la gobernabilidad democrática. Asimismo, el Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social (Cifovis) tenía el encargo de actualizar y renovar las propuestas formativas y de investigación en el ITESO, a partir de dos grandes líneas de acción: a) consolidar y dinamizar los programas y procesos de formación vinculada para licenciaturas y posgrados, especialmente los PAP y el área de investigación, desarrollo e innovación (IDI) del posgrado; y b) incidir en los problemas sociales, económicos, políticos, territoriales, tecnológicos, culturales y medioambientales de la región centro–occidente de México.

La operación del nodo del agua fue coordinada desde la Unidad Académica Básica de Sustentabilidad y Tecnología del Cifovis, en tanto la metodología para el diseño se basó en los elementos constitutivos que integran los PAP, por su contribución social, la aplicación de saberes profesionales, el abordaje interdisciplinar y la opción terminal (ITESO, 2005). Por otro lado, se tomaron en cuenta los diversos proyectos de investigación y vinculación como espacios donde se articula el trabajo en red, la investigación inter y transdisciplinar, así como la divulgación y las actividades de formación académica a través de los PAP, el IDI y los trabajos de obtención de grado (TOG).

La disposición a la colaboración interdepartamental, y la puesta en común de las diferentes iniciativas académicas en el tema del agua, fueron el primer factor que dinamizó el pilotaje de este nuevo modelo de articulación universitaria para la formación, la investigación y la vinculación. De esta manera, el nodo articulador se entiende como un espacio formativo que impulsa y articula los esfuerzos de distintas entidades —internas y externas— en redes de colaboración que favorecen:

- La construcción articulada y con diversas expresiones entre disciplinas, funciones universitarias (formación, vinculación, investigación y difusión) y niveles educativos (licenciatura y posgrado) para la co-producción de conocimientos.
- Los saberes y las capacidades de los actores con quienes se tiene colaboración en distintos escenarios para fortalecer el impulso y la co-gestión de iniciativas de solución a problemáticas, en este caso relacionadas con el agua.

El diseño y la operación del nodo articulador tuvo como punto de partida la apertura de la cooperación interdepartamental en el ITESO. En un principio, se involucraron los departamentos de Hábitat y Desarrollo Urbano (DHDU), Procesos Tecnológicos e Industriales (DPTI), Matemáticas y Física (DMAF), Electrónica, Sistemas e Informática (DESI), así como el Cifovis. Posteriormente, se fueron sumando otras áreas académicas, por lo que esta colaboración permitió construir un modelo piloto de investigación y formación vinculada en la línea de gestión sustentable del agua y los sistemas agroalimentarios.

## BASES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NODO ARTICULADOR

El desarrollo de un nodo articulador es por definición un proyecto inter–instancias que tiene que impulsar nuevas dinámicas de organización universitaria, además de aportar tiempos y recursos de distintas áreas; por ello, es indispensable la cooperación de los involucrados para que germine en proyectos de mayor alcance en cuanto a vinculación, aprendizaje y generación de conocimientos.

A partir de la experiencia del Nodo articulador Agua para la Vida, se identifican 13 puntos clave para la construcción de ellos:

1. Identificación de los diversos actores sociales participantes y sus distintas áreas de actuación: nacional, estatal, local, institucional o universitaria, ya que la escala a la que cada uno pertenece determina la perspectiva desde la que entiende la problemática y se aporta a su solución.
2. Análisis de los medios con los que los actores sociales contribuyen a generar soluciones aplicadas, o aplicables, a los problemas detectados en el proyecto: a) especializaciones o recursos únicos que cada actor aporta al desarrollo del nodo, complementario con el resto de los aportes; b) recursos generales con que cada uno contribuye al proyecto, ya sean financieros, humanos, emplazamiento del escenario y de conocimiento y / o saberes; c) discursos públicos con que cada actor argumenta su participación en el nodo; y d) intereses particulares que cada uno de ellos desea lograr al ser parte del proyecto.
3. Diálogo con las diferentes instancias y profesores del ITESO involucradas para delinear el proyecto, el o los escenarios, recursos humanos y financieros e infraestructura necesaria en el marco del plan institucional.
4. Elaborar una estrategia de colaboración interdepartamental y de integración de información, conocimientos y saberes, así como establecer acuerdos de colaboración.
5. Diálogo con los actores sociales (contrapartes e involucrados) del escenario definido para el proyecto (emplazamiento).
6. Definir de manera conjunta el proyecto de formación e investigación. Delimitar el alcance, los roles, la cantidad y el perfil de los estudiantes participantes.
7. Especificar lo que se espera de un trabajo colaborativo inter y transdisciplinar con actores e intereses diversos en una división organizada del trabajo.
8. Definir métodos a utilizar para llevar a cabo la investigación y la acción.
9. Precisar y gestionar las necesidades para profesores y estudiantes colaboradores en el proyecto.
10. Conforme la evolución del proyecto, avanzar en la formalización institucional dentro y fuera de la universidad. De ser pertinente, elaborar convenios de colaboración con las contrapartes, gestionar fondos externos de financiamiento de proyectos, entre otros.
11. Los resultados diferenciados que cada uno de los actores en el nodo desea conseguir, ligados al objetivo general del proyecto.
12. Implementar un seminario o espacio de encuentro para la reflexión crítica de la gestión del conocimiento y el uso de tecnologías en problemas contemporáneos del agua y la producción agroalimentaria.
13. Análisis y evaluación de resultados del proyecto, productos de investigación y divulgación, métodos utilizados, aprendizajes de estudiantes y actores, proceso de articulación e incidencia en alternativas.

## PROYECTOS PARTICIPANTES EN EL NODO DEL AGUA

Durante 2017, el Cifovis comenzó un diálogo con diferentes áreas del ITESO para conocer la situación actual de los PAP, IDI, TOG, cátedras, observatorios y proyectos de investigación. El resultado general, así como los resultados diferenciados por actor, permitieron identificar los retos y las oportunidades para atender los objetivos de actualizar los PAP<sup>2</sup> y avanzar hacia una nueva concepción de cooperación interdepartamental con nodos articuladores.

Con diálogo entre profesores, coordinadores de los PAP y directores de departamento, se discutió la idea de nodo articulador, identificando aquellos proyectos situados en distintos escenarios y con diferentes actores, pero con posibilidades de articulación.

En el DHDU, DPTI, DMAF y DESI se contaba con 18 programas que incluían 38 PAP, 421 alumnos inscritos, es decir, 36% del ciclo Primavera 2018.<sup>3</sup> Asimismo, con los puntos clave para construir un nodo, se identificó una serie de posibilidades para construir el nodo articulador del agua. La tabla 2.2 presenta los PAP, cursos, proyectos de investigación y vinculación que se propusieron articular en torno a intereses y escenarios comunes.

Un hallazgo importante fue la disposición de los involucrados en el ITESO para que los diferentes proyectos y las actividades de formación se convirtieran en espacios para la formación de actores sociales externos a la universidad a través de cursos, aplicación de tecnologías, e intercambio de experiencias que respondan a necesidades sociales en las siguientes líneas:

- Saneamiento de aguas residuales municipales y reutilización.
- Desarrollo de tecnologías de bajo consumo energético.
- Modelos de gestión integral y sustentable del agua.
- Políticas públicas para la gestión del agua en territorios semiáridos tendientes a la sequía.
- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión sustentable del agua en los escenarios de vinculación (seis municipios).

Por ejemplo, integrantes de organizaciones ambientalistas y ayuntamientos podrían capacitarse en el manejo de grandes volúmenes de datos relacionados con la calidad ambiental o la salud pública; las agrupaciones sociales podrían aprender y replicar metodologías y tecnologías (sensores) para el monitoreo ambiental, como el que se realiza en Anillo Primavera y el campus ITESO; pequeños productores campesinos tendrían la posibilidad de participar en el diseño de aplicaciones para la salud de plantas de cultivo, o mejorar sus procesos de manejo de alimentos y nixtamalización, además de ofrecer posibilidades para la capacitación en el monitoreo de calidad de sus cuerpos de agua y buscar alianzas con laboratorios externos.

2. La actualización de los PAP se da en paralelo con la construcción de nodos articuladores. Los encargados de la actualización de los PAP son el Colegio PAP y una comisión de formación del Cifovis, para atender los aspectos constitutivos, formativos, de vinculación, acumulación, recursos y sistema.

3. La información más detallada de los PAP se encuentra en el Catálogo PAP (ITESO, 2018) y en la ficha respectiva de los proyectos de cada departamento.

**TABLA 2.2 POSIBILIDADES INICIALES PARA UN NODO ARTICULADOR**

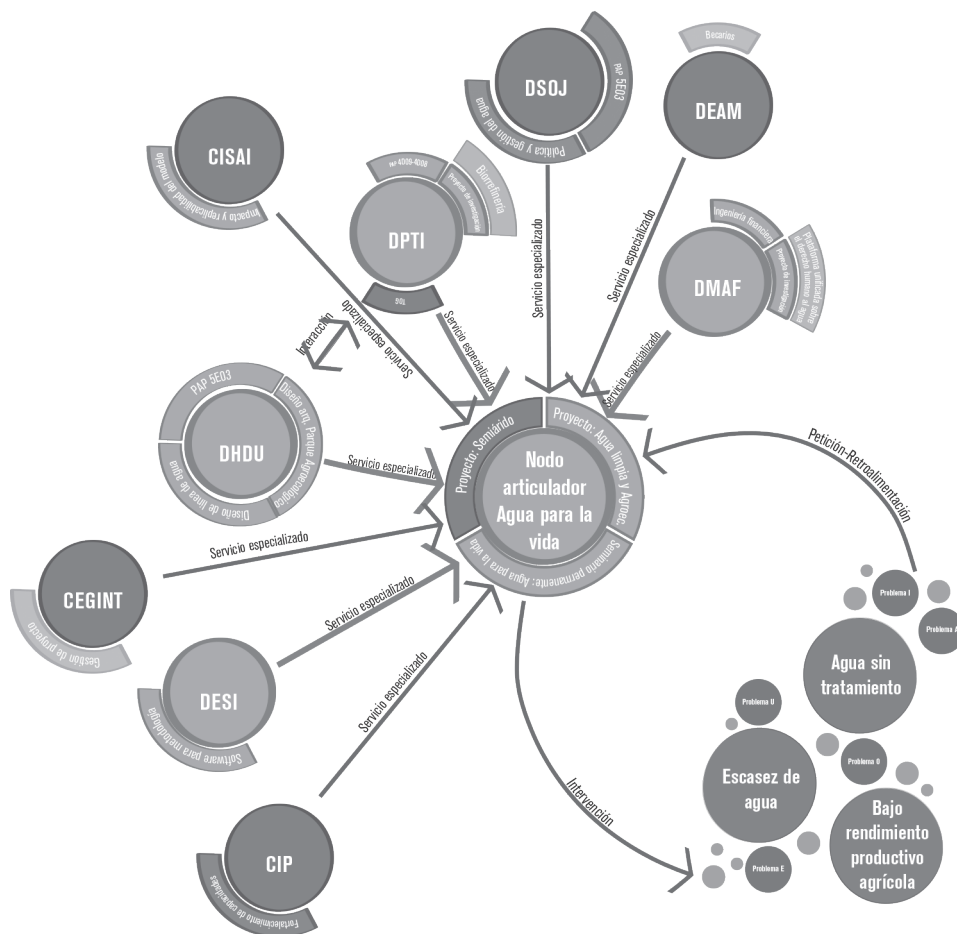
Proyectos y actividades de formación	Nodo articulador
<p>PAP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Anillo Primavera” (DHDU)</li> <li>• “Vida Digital” (DESI)</li> <li>• “Desarrollo Tecnológico para la Sustentabilidad Ambiental” (DPTI)</li> <li>• “Ciencia de Datos” (DMAF)</li> </ul> <p>TOG, IDI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maestrías del DHDU y DESI</li> </ul> <p>Proyectos de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cifovis-DPTI: “Agua limpia y agroecología”</li> <li>• Cifovis-DSOJ: “Gestión del agua en el semiárido”</li> <li>• DPTI-DESI: “Sensores para monitoreo ambiental en red”</li> <li>• Grupo de Estudios del Agua: “Derecho humano al agua y saneamiento”</li> </ul> <p>Vinculación y formación social:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de experiencias</li> <li>• Disseminación de tecnologías y metodologías de monitoreo</li> </ul>	<p>Involucrados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DPTI, DHDU, DMAF, DESI, Cifovis, CIP: jefes de departamento, coordinador (PAP, proyecto, posgrado), profesores y estudiantes</li> <li>• Grupo de Estudios del Agua (GEA)</li> <li>• Actores sociales de cada escenario</li> </ul> <p>Temática o eje de articulación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión sustentable del agua y sistemas agroalimentarios</li> </ul> <p>Escenarios de vinculación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque de la Primavera</li> <li>• Ribera del Lago de Cajititlán</li> <li>• San Pedro de Valencia</li> <li>• Municipios de Amacueca, Atengo, Atlán de Navarro, Poncitlán, San Juan de los Lagos, Lagos de Moreno.</li> </ul> <p>Difusión y divulgación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías, dispositivos, reportes, informes técnicos, publicaciones</li> </ul>

## RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DEL NODO

En un balance de los principales resultados obtenidos en el Nodo articulador Agua para la Vida, se puede destacar la constitución del espacio de articulación interdepartamental denominado “Seminario del Nodo Agua para la Vida” que, con el propósito de innovar en los procesos de formación e involucrar a más estudiantes multinivel en proyectos del nodo, se tuvo la participación de profesores y estudiantes de diez departamentos y centros del ITESO:<sup>4</sup> 40 estudiantes de licenciatura de diferentes carreras fueron formados a través de los PAP denominados: “Desarrollo de organismos de la sociedad civil para el empoderamiento social” (profesores Ricardo Germán Ruiz González, Antonio Penagos Arenas y Nora Samayoa Aguilar); “Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad ambiental, energética y alimentaria” (profesores René Alejandro Flores Estrella, José Manuel Ramírez León, José de Jesús Rodríguez Padilla, Aida Sofía Vargas Franco); y “Biorrefinerías avanzadas” (profesor Óscar Rojas Rejón). Asimismo, participaron tres estudiantes de servicio profesional, cuatro becarios del ITESO, un becario de País Vasco, España, nueve profesores investigadores del ITESO. Los ejes de colaboración se basaron en tres proyectos de investigación, cada uno con sus propias redes de vinculación externa, los cuales fueron: “Agua limpia y agroecología”, “Política y gestión del agua en el semiárido” y “Biorrefinería para la revalorización de residuos en aguas residuales”. La interacción entre proyectos y participantes se ilustra en la figura 2.1.

4. CIFOVIS, DPTI, DHDU, DSOJ, DMAF, DESI, CISAI, CIP, CEGINT y DEAM.

**FIGURA 2.1 NODO ARTICULADOR AGUA PARA LA VIDA**



Fuente: elaborado por Nora María Samayoa-Aguilar.

Los principales problemas identificados por los actores sociales participantes se enfocaban en la escasez de agua para los diferentes usos, descargas municipales sin tratamiento, bajo rendimiento agrícola por falta de agua o sequía, así como la pérdida de fertilidad del suelo. Ante estas problemáticas, cada proyecto contribuyó con alternativas puntuales en los diferentes escenarios de aplicación, mientras que los PAP y las diferentes instancias del ITESO aportaban sus recursos, saberes y conocimientos para desarrollar soluciones. El financiamiento operativo y la infraestructura para operar los PAP y el nodo fue soportado con recursos propios del ITESO y metodologías de los profesores investigadores involucrados.<sup>5</sup>

Los resultados están documentados en los reportes PAP, así como en los informes técnicos oficiales de cada proyecto. En forma breve, se describen algunos productos elaborados de manera colaborativa, desarrollados por el ITESO, CIATEJ y CIESAS Occidente-Cidiglo, en el marco del proyecto “Agua limpia y agroecología”, para el sitio piloto de Amacueca, Jalisco:

5. Los nombres de los profesores participantes se enuncian en el apartado de agradecimientos.



1. Un equipo multidisciplinario desarrolló una metodología multicriterio para evaluar y seleccionar los mejores sitios para desarrollar el proyecto. Está compuesta por 45 reactivos que integran las dimensiones i) técnica-planta de tratamiento; ii) productivo-agroecológico y agregación de valor; y iii) gobernanza sustentable. A través de un proceso de aproximaciones sucesivas, se evaluaron 179 sitios donde existían plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en 98 municipios de Jalisco, que incluyó la participación de los actores involucrados y permitió conocer las percepciones y posibilidades de realizar este proyecto en diálogo con las autoridades del estado de Jalisco y los municipios en cuestión.
2. La localidad de Amacueca, Jalisco, fue seleccionada como sitio piloto por sus condiciones agroecológicas y su alta diversidad ecosistémica, para probar el potencial de agua tratada en múltiples cultivos vinculados a la identidad y la demanda regional (pitaya, café, nuez), lo cual fortalece también los mercados locales y proyectos de eco y agroturismo. Por otro lado, la cercanía al sitio Ramsar Laguna de Sayula facilitaría la sinergia con otros proyectos de interés ambiental.
3. La planta de tratamiento de aguas residuales municipales de Amacueca se encontraba operando fuera de norma y diseñada en tecnología de lodos activados y aireación extendida (con capacidad de 7.0 l / s), lo cual demanda un alto consumo energético. Al considerar que este tipo de plantas predominan en Jalisco y todo México, se propuso generar un modelo con posibilidades de ser replicado. La alternativa tecnológica desarrollada fue de proyecto ejecutivo (ingeniería básica y a detalle) para reconvertir esta planta en una unidad experimental de tratamiento de bajo consumo energético, que combina tecnologías y uso de energías sustentables para el tratamiento de aguas residuales municipales en cumplimiento con la normatividad y para su reutilización en riego de cultivos.
4. El agua tratada de la planta contempla también su aprovechamiento productivo en un parque multifuncional de agricultura ecológica intensiva (PAMAE), inspirado en la figura de los parques agrarios, con dos ámbitos de innovación: la gestión territorial con orientación productiva agroecológica-multifuncional, aunado a un esquema de gobernanza integral del agua innovador en el contexto mexicano. Contempla también una unidad experimental para evaluar el desempeño e inocuidad de cultivos regados con agua tratada, además de la organización de los productores para lograr una transición agroecológica, agregar valor a sus productos y construir accesos a canales más directos de comercialización. En este sentido, la actividad agrícola local se dinamiza a partir de un uso más sustentable del agua. El PAMAE incluye infraestructura para la conducción de agua tratada, mejoras en la distribución y uso eficiente del agua en los diferentes usos de la localidad, instalaciones para la experimentación de cultivos y agregación de valor a los productos.
5. En cuanto a la gobernanza, se elaboraron diagnósticos socioproductivos e institucionales que dan cuenta del tipo de gestión y aprovechamiento del agua (y el territorio), tanto a nivel público como agroproductivo. Los hallazgos muestran que el desafío en el tratamiento y la reutilización de aguas residuales municipales no solo consiste en un problema tecnológico sino que está muy ligado a dinámicas socioculturales en materia de organización, coordinación y educación ambiental sobre el ciclo sociohidrológico.
6. A través del seminario académico del nodo, en particular desde los proyectos de biorrefinería y gestión del agua en el semiárido, se contemplaron diferentes opciones para la retroalimentación e implementación del modelo piloto. Para mala fortuna, el proyecto “Agua limpia y agroecología” terminó de manera anticipada por causas de terceros, en el contexto de la desaparición de fideicomisos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(Conacyt). Los resultados y productos generados fueron entregados a los participantes con la esperanza de poder implementarlo en el futuro.

Debido a que el propósito de este capítulo es describir el proceso relacionado con el nodo, no se abunda en mayores detalles sobre los proyectos de investigación que fueron articulados. Quizá lo más valioso de la experiencia es destacar que la confluencia de esfuerzos favorece el diseño de alternativas tecnológicas, modelos de gestión y propuestas de política pública que contribuyen a la gestión sustentable del agua con una visión integrada del territorio y el uso adecuado de tecnologías.

## REFLEXIÓN FINAL

La colaboración bajo el esquema del Nodo articulador Agua para la Vida favorece el diálogo de saberes en torno a un objeto de estudio común cuyo abordaje diferenciado posibilita ampliar la comprensión del fenómeno y su implicación socioambiental; asimismo, demanda una gran apertura para que cada entidad del ITESO aporte *expertise* desde sus propios recursos y ámbitos de conocimiento. La delimitación temática y espacial del agua permite un nuevo entendimiento del territorio y, a su vez, nos lleva a cambiar el lenguaje y la forma en que nos comunicamos dentro y entre las diversas entidades que forman parte del nodo. Por ejemplo, hablar de una cuenca, en lugar de ser una división administrativa o regional, ayuda a entender el territorio de forma diferente y a establecer vínculos internos y externos bajo lógicas que deben considerar la interdepartamentalidad, la interdisciplina y el trabajo intergeneracional como parte sustancial del trabajo cotidiano.

La estrecha relación con los actores sociales, instituciones y ayuntamientos municipales también posibilita identificar nuevas áreas de oportunidad orientadas al diseño de políticas, manuales y espacios de formación y capacitación; lo que podría entenderse como espacios de trabajo comunes para generar alternativas en conjunto con los actores sociales, que nos permitan no solo hacer frente a los problemas locales sino también construir y entender de manera distinta la sustentabilidad y la tecnología y, a su vez, redefinir dichos conceptos y su relación basados en la interacción con actores sociales. La suma de esfuerzos articulados, dentro y fuera de la universidad, permite hacer frente a los problemas contemporáneos del agua desde los ámbitos locales.

## AGRADECIMIENTOS

En el desarrollo del Nodo articulador Agua para la Vida contribuyeron diversos profesores, investigadores y estudiantes de varias áreas del ITESO, institución educativa que aportó los recursos necesarios para operar los PAP y el mismo nodo, así como el financiamiento para los proyectos de investigación sobre biorrefinerías y gestión del agua en el semiárido. El proyecto “Agua limpia y agroecología” fue apoyado con recursos del Fondo Mixto Gobierno de Jalisco–Conacyt, y se desarrolló en colaboración con el CIATEJ y CIESAS Occidente–Cidiglo (junio 2018–marzo 2020). Esta iniciativa del nodo articulador no hubiera sido posible sin las contribuciones de Jaime Morales Hernández, Ricardo Germán Ruiz González, Eric Rosalío Alvarado Castro, José Manuel Ramírez León, René Alejandro Flores Estrella, Nora María Samayoa–Aguilar, José Francisco Cervantes Álvarez, Oscar Ariel Rojas Rejón, Alejandro

Vigna Pérez, José de Jesús Rodríguez Padilla, Gregorio Leal Martínez, Marinés de la Peña Domene, Joanes Etxabe Villasante, Carlos A. Peralta Varela, Ana Sofía Macías Ascanio, Loreto I. Soto Rivas y Martha Leticia Silva Flores, entre otros. También fue valiosa la retroalimentación recibida por parte del Colegio del Cifovis, Colegio PAP, coordinadores PAP de la Apuesta de Sustentabilidad y Tecnología, además del CEGINT y estudiantes de PAP que colaboraron en diversas actividades y productos del proyecto. En los escenarios de aplicación del proyecto Fomix-Conacyt participaron y aportaron de manera generosa sus conocimientos, recursos y experiencias, investigadores de los centros de investigación CIESAS Occidente-Cidiglo y CIATEJ, además de ayuntamientos y productores rurales de los municipios de Amacueca, Atengo, Autlán de Navarro y Poncitlán. Se agradece en especial la contribución técnica de Itzamate SA de CV, así como de diferentes especialistas y consultores que participaron en la elaboración de productos específicos en los diversos escenarios y actividades que alimentaron la experiencia del Nodo articulador Agua para la Vida.

## REFERENCIAS

- CEAJ (2018). Comisión Estatal del Agua de Jalisco – Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado el 8 de agosto de 2018, de [http://info.ceajalisco.gob.mx/plantas\\_tratamiento.html](http://info.ceajalisco.gob.mx/plantas_tratamiento.html)
- Cosgrove, W.J. (Ed.) (2003). *Water security and peace: A synthesis of studies prepared under the PCCP–Water for Peace Process (An Unesco–Green Cross International Initiative)*. París: Unesco–IHP/Green Cross International/WWAP.
- FAMA (2018). *Foro Alternativo Mundial del Agua*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de <http://www.fenae.org.br>
- FAO (2012). *Coping with water scarcity. An action framework for agriculture and food security*. Roma: FAO.
- Francisco (2015). *Carta Encíclica Laudato Si’ Sobre el Cuidado de la Casa Común*. Vaticano: La Santa Sede.
- ITESO (2005). Criterios generales y propuestas operativas para los Proyectos de Aplicación Profesional. Tlaquepaque: ITESO.
- ITESO (2018). Catálogo PAP. Tlaquepaque: ITESO. Recuperado el 30 de enero de 2018, de [catalogopap.iteso.mx](http://catalogopap.iteso.mx)
- Martínez–Austria, P.F. & Vargas–Hidalgo, A. (2017). Sistema de asignaciones, concesiones y política hídrica en México. Efectos en el derecho humano al agua. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(5), 117–125.
- MIDE Jalisco (2018). Monitoreo de Indicadores del Desarrollo, Plantas de tratamiento de aguas residuales en operación dentro de norma. SEPLAN Gobierno del Estado de Jalisco. Recuperado el 14 de febrero de 2020, de <https://bit.ly/3afyA22>
- Ochoa–García, H. (s / f). Sistema de tratamiento de efluentes municipales de bajo consumo energético y su reutilización en actividades productivas agrícolas e industriales del Estado de Jalisco (clave JAL–2017–06–01–6104). Informe técnico final. Fondo Mixto Conacyt–Gobierno del Estado de Jalisco. Informe de investigación no publicado.
- ONU (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/> VI:29.09.2021

Temper, L., Del Bene, D. & Martínez-Alier, J. (2015). Mapping the frontiers and front lines of global environmental justice: The EJAtlas. *Journal of Political Ecology*, (22), 255-278.

WWAP (2018). *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based solutions for water*. París: Unesco.