

# Nuestros textos

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

## Industria y naturaleza en conflicto: ¿habrá un futuro para el agua en Lerma-Chapala?

Por Dr. David Vargas del Río  
Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano (DHDU) del ITESO



ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara



SEA Seminario Permanente  
en Estudios del Agua ITESO

# Industria y naturaleza en conflicto: ¿habrá un futuro para el agua en Lerma-Chapala?

Por Dr. David Vargas del Río  
Departamento del Hábitat y Desarrollo  
Urbano (DHDU) del ITESO

## I. Restaurando el agua en Lerma-Chapala: Innovaciones tecnológicas frente al impacto industrial

Entre el ruido de miles de fábricas y el murmullo de los monocultivos, la cuenca Lerma-Chapala cuenta la historia de un conflicto que se repite por todo el mundo industrializado. La población de este amplio territorio, que se extiende desde el Estado de México hasta Jalisco, está obligada a resolver la pregunta más importante de este tiempo: ¿cómo equilibrar el progreso económico con la preservación de la vida?

La cuenca Lerma-Chapala es un conglomerado de actividad industrial y agrícola. En el corazón del Bajío, extensos invernaderos entre campos de maíz y trigo dan testimonio de una próspera agroindustria. Mientras tanto, las ciudades de León y Querétaro pulsan al ritmo de los motores de las industrias automotriz, textil y electrónica. León, en particular, se ha ganado el título de capital del cuero y el calzado. No muy lejos, en Toluca, Celaya, Irapuato y Salamanca, las chimeneas de las industrias química y petroquímica dibujan el horizonte. Y en los talleres de Querétaro y Toluca, la industria metalmecánica forja el futuro con cada pieza producida.

Este desarrollo, sin embargo, ha cobrado un alto precio. Con cada año que pasa se observa cómo los ciclos naturales se alteran y el entorno se vuelve menos hospitalario para la vida. El antes majestuoso Lago de Chapala, joya de la región, hoy refleja en sus aguas turbias una dura realidad: se ha puesto el beneficio económico por encima del bienestar de la naturaleza y de las personas.

La crisis del agua en la cuenca no es una sorpresa, sino el resultado previsible de una sociedad que puso la vida en segundo lugar. La escasez y la contaminación no solo amenazan el delicado equilibrio ecológico, sino también el futuro de las comunidades que dependen de estos recursos.

Este artículo propone una reflexión sobre la crisis de la cuenca Lerma-Chapala, analizando los círculos viciosos que la han llevado al borde del colapso ecológico. Se argumenta que la problemática no radica en factores cuantitativos —como el tamaño de la población o el volumen de emisiones de CO<sub>2</sub>—, ni en la naturaleza humana per se, sino en la forma en que se realizan las actividades industriales y su impacto en el ecosistema. Se examinarán dos ejemplos concretos de cómo la actividad industrial ha exacerbado la crisis del agua. Y después se explorarán cinco soluciones técnicas inspiradas en cuatro de los principios del Seminario Permanente en Estudios del Agua, que podrían ayudar a trazar un nuevo rumbo para la región.

La pregunta que guía esta reflexión es simple y fundamental: ¿Cómo moderar el desarrollo industrial en la cuenca Lerma-Chapala? A lo largo del texto se buscará profundizar en esta cuestión mientras se desentraña la compleja realidad de una de las regiones más dinámicas y desafiantes de México.

## II. Dos círculos viciosos de la cuenca Lerma-Chapala: Cuando el desarrollo se muerde la cola

La cuenca Lerma-Chapala puede visualizarse como un delicado objeto móvil colgante, donde cada elemento —el agua, la vegetación, las especies, el suelo, las personas— coexiste en perfecto equilibrio. Cuando uno de estos elementos comienza a alterar a los demás en su beneficio, se genera un desequilibrio que se autoalimenta, creando “círculos viciosos”. En esta cuenca, el desarrollo industrial, en su búsqueda por maximizar las ganancias económicas, ha provocado este desequilibrio, conduciendo a una crisis hídrica sin precedentes.



### El Baile de la Desertificación

El primer círculo vicioso se manifiesta a través de la actividad industrial intensiva. Se puede analizar prescindiendo del principio maltusiano<sup>1</sup>, que atribuye el problema a la esencia del ser humano. Y del villano predilecto de los organismos internacionales, las emisiones de CO<sub>2</sub>, que abstraen el problema y después lo socializan. En cambio, vamos a centrarnos en la forma en la que se industrializa esta región, poniendo especial atención en el ciclo del agua:

1. La vegetación nativa es eliminada para dar paso a especies útiles, mientras el suelo se nivela para dar paso a las máquinas, las fábricas, las zonas residenciales y los monocultivos.
2. Con menos vegetación nativa y suelos más lisos, el agua fluye más rápido cuenca abajo y el suelo se erosiona más.
3. Como el agua fluye más rápido y el suelo está cada vez más erosionado, cada vez hay menos vegetación y el agua va dejando de permear en la tierra.
4. Como el agua fluye más rápido, también hay menos agua superficial disponible, y debe obtenerse de las aguas subterráneas.
5. Como hay menos agua superficial disponible y se extrae más agua subterránea, la cuenca está cada vez más seca y menos vegetada, el ambiente es más seco.
6. Como hay menos humedad y vegetación, el clima es más extremo, y la vegetación disminuye más, el suelo se erosiona más, y el ciclo se sigue retroalimentando.

Y en medio de este gran círculo vicioso, la pérdida de vegetación y humedad elimina el efecto de “aire acondicionado natural” de la cuenca. La cuenca va presentando temperaturas más extremas que dificultan la supervivencia de la flora y la fauna. Los acuíferos se sobreexplotan y aumentan las inundaciones. Ante esta situación, las soluciones inmediatas suelen ser: perforar pozos más profundos, construir represas y trasvases desde cuencas vecinas, instalar colectores y rectificar cauces para mitigar inundaciones, y recurrir al uso de aire acondicionado. Los problemas generan nuevos negocios y se integran a un entorno cada vez más tecnificado, que huye hacia adelante agravando los problemas en el largo plazo en vez de resolverlos de raíz.



*“La crisis del agua en la cuenca no es una sorpresa, sino el resultado previsible de una sociedad que puso la vida en segundo lugar.”*



## El Cóctel Tóxico

El segundo gran círculo vicioso se entrelaza con el anterior para generar agua cada vez más contaminada:

1. La cantidad de agua en la cuenca disminuye por el círculo vicioso anterior.
2. Las diversas industrias y ciudades arrojan contaminantes al agua.
3. El agua fluye rápidamente cuenca abajo, sin tiempo para que la naturaleza depure los contaminantes.
4. Más contaminantes en menos agua, van creando una mezcla más tóxica, particularmente en la parte baja de la cuenca.
5. El ambiente tóxico reduce la biota capaz de depurar contaminantes.

El resultado: agua contaminada y una cuenca menos apta para limpiarla naturalmente. La industrialización capitalista realiza un proceso inverso al de la naturaleza: mientras esta retiene el agua en la cuenca y la limpia, aquella la contamina y la expulsa.

Más allá de Malthus y del ambientalismo catastrofista

Los cambios climáticos, la escasez y la destrucción de la vida revivieron al viejo Malthus, y los problemas se le atribuyen a la perversa naturaleza humana y al aumento descontrolado de la población. El ecologismo catastrofista minimiza la responsabilidad de las empresas capitalistas mientras culpan a toda la humanidad por su impacto en la huella de carbono. El problema se abstrae y después se reparte en partes iguales. Y mientras la sociedad se distrae cuantificando sus emisiones y despreciando su propia esencia, se olvida de cuestionar la forma como las empresas producen las prodigiosas mercancías. Aquí algunos problemas concretos asociados al agua que suceden frente a todos, sin que se hable mucho de ellos:

- Prácticas extractivistas que agotan los acuíferos.
- Empresas que contaminan con impunidad, a menudo con la vista gorda de las autoridades.
- Agua limpia que abandona la cuenca en período de lluvia, como si no fuera algo importante.



El problema de raíz es una economía desconectada de la vida, que impone las dinámicas de la industrialización capitalista sobre todos los actores del sistema. No son problemas arraigados en la esencia del ser humano, sino en la estructura económica vigente; más que la cantidad de habitantes y las emisiones de CO<sub>2</sub>, el problema es el móvil de la producción.

### III. Principios para sanar la cuenca Lerma-Chapala: Rompiendo círculos viciosos

Al identificar los círculos viciosos del desarrollo industrial como el origen del problema, la cuenca Lerma-Chapala puede compararse con un paciente en la unidad de cuidados intensivos. Es posible generar un diagnóstico y esbozar un remedio: el modo de producción está causando desequilibrios y produce círculos viciosos. La forma de producir debe moderarse con tratamientos que vayan a la raíz del problema.



Cuatro principios para comenzar a sanar la cuenca:

Antes de plantear algunos tratamientos concretos que podrían romper con los círculos viciosos, vale la pena revisar cuatro de los [principios fundamentales](#) formulados en el Seminario del Agua, que los inspiraron:

1. Se deben generar las condiciones para que las comunidades y los ciudadanos locales puedan ser los defensores y cuidadores del agua.
2. La información sobre el agua debe ser completamente abierta, veraz, verificable y expuesta en lenguaje comprensible para el uso de las comunidades y los ciudadanos.
3. El agua que se contamina debe sanearse en el corto plazo a través de tecnología para la vida.
4. Se debe mantener el agua en sus cuencas naturales, cuidando su caudal ecológico y evitar recurrir a trasvases.

Tratamiento 1. Ojos que penetran la sombra: Monitoreo del ciclo hidrológico, abierto y en tiempo real

A partir de los principios que buscan convertir a las comunidades en los verdaderos guardianes del agua y buscar que la información sobre el agua sea transparente, precisa y accesible, se puede plantear un primer tratamiento. La cuenca podría contar con un mapa interactivo de las cuencas, abierto a todos, donde sea posible dar seguimiento al agua de la cuenca en todo su ciclo natural. Esto es lo que propone el Seminario: un sistema de monitoreo integral y en tiempo real.

¿Qué es? Plataformas basadas en Sistemas de Información Geográfica que muestran el ciclo hidrológico completo, incluyendo las aguas subterráneas.

¿Quién se hace cargo? Las universidades podrían desarrollar estas plataformas y los dispositivos de medición necesarios, junto con actores de gobierno, evitando la dependencia de empresas y los costos derivados de las patentes.

¿Cómo volver real la participación ciudadana? Abriendo las plataformas al público en general, y permitiendo a la sociedad compartir información y denuncias desde sus teléfonos celulares.

El desafío: Algunas autoridades y empresas no están entusiasmadas con la idea de que toda esta información sea pública.

Tratamiento 2. Vigilando a los Grandes: Monitoreo Industrial

¿Alguna vez se han preguntado qué exactamente están vertiendo las fábricas en nuestros ríos? A partir de los mismos dos principios, se puede plantear otra tecnología y ya no tener que adivinar.

¿Qué es? Dispositivos en cada fábrica que muestren en tiempo real, en la misma plataforma abierta, la calidad del agua que se está descargando.

¿Quién se hace cargo? Que cada industria suba su propia información y que cualquiera pueda ver, por ejemplo, qué está vertiendo cierta fábrica de zapatos de León o la petroquímica de Salamanca.





### Tratamiento 3. Del Dato a los Modelos: Simulación de los Recorridos del Agua y Escenarios Futuros

También con base en los mismos dos principios se puede dar seguimiento a las tecnologías anteriores y realizar simulaciones, es decir, representaciones que permitan entender fácilmente lo que está sucediendo y lo que sucederá en el “futuro” del agua si se sigue haciendo lo que se hace.

- ¿Qué es? Simulaciones que muestren en tiempo real las aguas superficiales y subterráneas, y los contaminantes que contienen.
- ¿Para qué sirve? Para hacer proyecciones e intervenir antes de que los problemas se agraven.
- ¿Quién se hace cargo? Las universidades podrían generarlas junto con actores de gobierno.

### Tratamiento 4. Limpiando el Desastre: Regeneración del Agua

Porque no basta con medir la contaminación y entender el problema, a partir del principio de sanear en el corto plazo para limpiar las aguas contaminadas, es posible respaldar las iniciativas que comienza a hacer el gobierno.

- ¿Qué es? Plantas de tratamiento capaces de lidiar con contaminantes emergentes y recalcitrantes, a lo largo del Río Lerma y el Río Santiago.
- El dilema: ¿Quién paga la cuenta? ¿El gobierno (o sea, todos nosotros) o las empresas que contaminan?
- ¿Cómo integrarlo con las demás tecnologías? Monitoreo y simulaciones en tiempo real de las emisiones de las plantas, desplegado en las plataformas abiertas, para asegurar que realmente estén haciendo su trabajo.

### Tratamiento 5. Manteniendo el agua en la cuenca: Tecnologías de Recarga del Acuífero

Finalmente, a partir del principio que busca mantener el agua en sus cuencas originales y evitar trasvases que alteran los ecosistemas, es posible plantear tecnologías que ayuden a evitar que se escape el agua limpia que fluye por la cuenca durante el período de lluvia.

- ¿Qué es? Tecnologías por toda la cuenca que permitan la recarga de los acuíferos.
- ¿Cómo son? Reforestación, gaviones en los cauces, zanjas que cortan las subcuencas y embalses en la parte baja que retienen el agua, pozos de recarga, inundaciones controladas junto a los cauces principales.
- ¿Quién se hace cargo? El gobierno, que incluye estas tecnologías en los planes de desarrollo y exige a quienes aceleran la salida del agua de la cuenca a que las implementen.
- Otra vez el dilema: ¿Quién paga la cuenta?
- La recompensa adicional: Más agua subterránea significa mejor regulación del clima, más vegetación y un suministro constante, incluso en temporadas secas.

Estas propuestas tecnológicas, combinadas con voluntad política y participación ciudadana, podrían moderar el desarrollo industrial en la cuenca Lerma-Chapala, revertir los círculos viciosos y marcar el inicio de una nueva etapa en esta región.

<sup>1</sup> El malthusianismo es una teoría propuesta por Thomas Robert Malthus en el contexto de la revolución industrial. Esta perspectiva plantea que la población crece exponencialmente, mientras que los recursos para mantenerla aumentan de forma lineal. Malthus argumentaba que, sin factores limitantes como enfermedades o conflictos, este desequilibrio podría llevar a un empobrecimiento progresivo de la humanidad e incluso a su posible extinción, un escenario conocido como catástrofe malthusiana.

<sup>2</sup> La explicación basada en las emisiones de CO<sub>2</sub>, atribuye el problema a las actividades humanas dependientes de combustibles fósiles y a la deforestación. Estos factores incrementan el efecto invernadero, elevando las temperaturas globales y alterando el clima. Esto impulsa el cambio climático, afecta la biodiversidad, los niveles oceánicos y la frecuencia de eventos climáticos extremos.

