



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

EL AGUA EN EL PENSAMIENTO COMPLEJO: UN ANÁLISIS INTERDISCIPLINARIO

**WATER IN COMPLEX THOUGHT: AN INTERDISCIPLINARY
ANALYSIS**

José Luis Montesillo Cedillo

Universidad Autónoma del Estado de México, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16787

El Agua en el Pensamiento Complejo: Un Análisis Interdisciplinario

José Luis Montesillo Cedillo¹

jlmonte@prodigy.net.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9605-8001>

Universidad Autónoma del Estado de México

México

RESUMEN

El pensamiento complejo brinda la oportunidad de realizar análisis en los que se integre al mayor número posible de elementos, sin aislar a uno solo, como lo venía haciendo la ciencia basada en el método de Descartes. Así, al abordar el agua desde la complejidad no se aísla y se interrelaciona con todo su proceso desde el mayor número posible de ciencias parciales que puedan contribuir a una gestión compleja del vital líquido. En consecuencia, se presentan los fundamentos del pensamiento complejo, la interdisciplinariedad requerida para la investigación del agua, así como sus perspectivas históricas y culturales en la civilización, su simbolismo en la literatura y el arte. Del mismo modo, se presenta un análisis del ciclo hídrico y el cambio climático y se destaca su importancia económica y política en la gestión del recurso, sin dejar lado las diferencias nacionales e internacionales en cuanto a su gestión como derecho humano y la necesidad del saneamiento mediante la innovación tecnológica. Finalmente, se concluye en la necesidad de abordar la gestión del agua desde una perspectiva transdisciplinaria que conduzca al hiperconocimiento de la gestión del agua.

Palabras clave: hiperconocimiento, ciencias parciales, innovación tecnológica, ciclo hídrico

¹ Autor principal

Correspondencia: jlmonte@prodigy.net.mx

Water in Complex Thought: An Interdisciplinary Analysis

ABSTRACT

Complex thinking offers the opportunity to carry out analyses that integrate the greatest possible number of elements, without isolating just one, as science based on the Descartes method had been doing. Thus, when water is approached from a complex perspective, it is not isolated and is interrelated with its entire process from the greatest possible number of partial sciences that can contribute to a complex management of the vital liquid. Consequently, the foundations of complex thinking are presented, as well as the interdisciplinarity required for water research, as well as its historical and cultural perspectives in civilization, its symbolism in literature and art. Similarly, an analysis of the water cycle and climate change is presented and its economic and political importance in the management of the resource is highlighted, without leaving aside national and international differences regarding its management as a human right and the need for sanitation through technological innovation. Finally, it concludes on the need to approach water management from a transdisciplinary perspective that leads to hyper-knowledge of water management.

Keywords: hyperknowledge, partial sciences, technological innovation, water cycle

Artículo recibido 13 enero 2025

Aceptado para publicación: 18 febrero 2025



INTRODUCCIÓN

El agua. Un recurso valioso. Conocida como el rey de los elementos, hoy representa uno de los factores más importantes con que cuenta la esfera de la vida. A pesar de ello, aún existen jóvenes y adultos que tienen pensamiento lineal respecto a su utilización. A tal punto de concientizarse solamente si se vivencia la escasez o abundancia del preciado líquido.

Uno de los cambios educativos que se proponen desde la nueva sociedad es la enseñanza apoyada en el pensamiento complejo. Se ha definido como un modo de ver la realidad en su complejidad; es decir, que la vida, el mundo, e incluso el mismo individuo, no son entes simples y aislados sino complejos, abiertos, multiformes y multidimensionales y que, por lo tanto, no pueden ser aprehendidos en toda su riqueza y diversidad a través de categorías y perspectivas unilaterales. Esta actividad implica: Aprender a abordar un objeto, comienzo o solución desde diferentes perspectivas sin descartar ninguna por inferior; aceptar la existencia de elementos que son extraños o complejos y que por ello van más allá de nuestra percepción inmediata, siendo capaces de reconocer y asumir lo complejo y trabajar por articularlo en una unidad dotada de riqueza. En este sentido, implica relaciones y conexiones entre las partes del todo y, desarrollo del pensamiento crítico y analítico al discernir que todas las cosas son el fenómeno creado de una interacción de muchos factores, estructuras y contexto.

METODOLOGÍA

Se presenta un análisis cualitativo acerca del pensamiento complejo y se destaca su relevancia para abordar el agua en general. En consecuencia, se presentan los fundamentos del pensamiento complejo y se destaca la interdisciplinariedad requerida para llegar a una gestión compleja del agua. Para ello, se presenta una perspectiva histórica y cultural del recurso hídrico, así como las diferentes asimilaciones culturales tanto en la literatura y la perspectiva científica de las propiedades físicas y químicas del agua. De igual modo, se destaca el ciclo hídrico y su relación con el cambio climático, al igual que la gestión tanto económica como política de los recursos hídricos. Finalmente, se destaca el derecho humano al agua y al saneamiento, así como la necesidad de realizar innovaciones tecnológicas para garantizar el acceso a dicho recurso.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conceptos fundamentales de pensamiento complejo

El pensamiento complejo se aleja de las perspectivas reduccionistas al entender la realidad como el resultado de sistemas interrelacionados de manera intrincada, donde cada componente tiene relaciones complejas tanto con las partes individuales como con el conjunto (Morin, 1990).

Este enfoque se distingue claramente del pensamiento simplificador, que adopta una visión simplista y reduce la realidad a elementos independientes, lo que impide un análisis más profundo. Esta simplificación no promueve una verdadera comprensión, dado que ignora las interacciones complejas que constituyen la esencia del objeto de estudio. Por lo tanto, surge la necesidad de considerar un componente adicional de fatalidad para abarcar el fenómeno en su totalidad. Entre las diversas propuestas para definir el pensamiento complejo en distintas áreas, es crucial destacar su integración significativa de múltiples conceptos, así como su enfoque en el método científico complejo. Este método se relaciona con tres dimensiones clave: el desorden, a menudo confundido con la complejidad en sí; la incertidumbre, vinculada a los posibles efectos que pueden derivarse de cualquier fenómeno; y la inteligibilidad, que se logra al adoptar un enfoque complejo para analizar los fenómenos en su contexto natural (Morin, 1990, 2006 y 2006a). Este enfoque permite reconocer la riqueza de las relaciones que conforman la realidad, lo que favorece una comprensión más completa y multidimensional de los fenómenos que nos rodean (Chávez-López, 2021).

Un aspecto inicial que merece atención es que, en el pensamiento simplificador, los problemas se conceptualizan de tal manera que se presentan como causales, monocausales, secuenciales, fáciles o, al menos, como algo que se puede abordar con relativa sencillez. No obstante, esto no implica que todos los elementos del problema sean evidentes; de hecho, la información o el conocimiento evaluados a menudo son insuficientes para intentar calcular los efectos esperados del cambio y el impacto de las variables involucradas. Los problemas se perciben como parciales o con responsabilidades definidas, ya sean explícitas o potenciales, y frecuentemente se clasifican en categorías como disciplinas clínicas o incluso trivialidades, presentándose de forma direccional, formal y determinística (Morin, 2006).

Por el contrario, en el pensamiento complejo es esencial considerar que los problemas deben analizarse desde una perspectiva totalmente diferente. En este enfoque, los problemas se entienden como



correlativos y se deben estudiar dentro de contextos o microsistemas que son considerablemente más amplios y complejos, no simplemente sencillos y homogéneos (Morin, 1999). Estos problemas son simultáneos o concurrentes, con una complejidad que se manifiesta en tres dimensiones, y requieren un enfoque transdisciplinario, global y no local (Morin, 1990; 2006 y, 2008). En otras palabras, el pensamiento complejo busca integrar elementos informales y virtuales, reconociendo la existencia de paradojas y aspectos probabilísticos.

Interdisciplinariedad en la investigación del agua

Los límites que anteriormente definían el intercambio de saberes y disciplinas se están volviendo menos claros en la actualidad. Cualquier propuesta interdisciplinaria que busque ser efectiva y profunda debe identificar explícitamente la disciplina específica desde la cual se aborda el tema. Al considerar la pregunta relevante: ¿qué podría aportar la ciencia a una investigación sobre el agua en relación con la complejidad?, la respuesta que se proporciona es un conocimiento interdisciplinario en lugar de un conocimiento disciplinario específico. Esta reflexión es necesaria al concebir el agua, aunque inicialmente pueda parecer paradójico, como un objeto ideológico complejo y multifacético, donde la colaboración de diversas disciplinas científicas y humanísticas es fundamental para su comprensión integral. La esencia del conocimiento radica en continuar la revisión de mitos y los paradigmas disruptivos surgen de la desaparición de uno en la creación de otro que logre explicar mejor el fenómeno en cuestión (Morin, 2006a). En este contexto, es cada vez más usual discutir el fin de los paradigmas tradicionales y el surgimiento de nuevos modelos de pensamiento que integren diversas perspectivas.

A partir del análisis sobre la construcción de paradigmas disruptivos en el ámbito del agua, es crucial señalar que esta tarea no se limita a un único campo del conocimiento. Por lo tanto, se presenta la oportunidad de desarrollar un enfoque innovador que conecte las diversas dimensiones de la realidad social con la problemática hídrica, un aspecto que evoca representaciones frecuentemente silenciadas y prácticas cotidianas intrínsecamente vinculadas. Sin embargo, es esencial admitir que en la complejidad de la naturaleza han surgido múltiples perspectivas, cada una contribuyendo con su propio enfoque. Así, la exploración del agua como un desafío nos lleva a espacios sociales que van más allá de las representaciones tradicionales, destacando la jerarquización de los saberes disciplinarios que tienden a fragmentar el análisis en un aspecto singular y específico de la totalidad vital (Morin, 1992 y 1999). Este



marco de trabajo invita a superar las limitaciones del pensamiento convencional y a adoptar una visión integral que contemple el agua no solo como un recurso, sino como un elemento fundamental que interconecta la vida y el bienestar de las comunidades. En resumen, esta propuesta busca fomentar un diálogo interdisciplinario que cuestione las nociones preestablecidas y promueva una comprensión más profunda de la relación entre el agua y el tejido social en el que se inserta.

El agua como objeto de estudio: perspectivas históricas y culturales

El agua se presenta como un elemento fundamental que puede ser analizado de manera compleja. En los distintos niveles de estructuración, organización y funcionamiento del mundo material, el agua se considera un recurso esencial para la vida y es clave para la comprensión de los sistemas socio-ambientales en los que se encuentra. Su estudio abarca diversas disciplinas, desde la ecología, la física y la química, hasta su conexión con la biología y las ciencias sociales, estableciendo un vínculo entre la naturaleza y la cultura (Osca-Lluch y Haba-Osca, 2022).

Así, el uso, control y distribución del agua están intrínsecamente relacionados con códigos, normas y prácticas culturales que varían según la región. Diferentes enfoques han sido propuestos para entender la relevancia del agua en la dinámica de la vida humana y natural.

El desarrollo cultural e histórico de los seres humanos ha facilitado el entendimiento de este recurso, el cual se manifiesta en un contexto heterogéneo y diverso de entornos bióticos y abióticos, lo que sugiere la existencia de naturalezas cambiantes y diferenciadas. Por lo tanto, el potencial productivo del agua está relacionado con su calidad, cantidad, ubicación geográfica, paisajes y el entorno que refleja su riqueza. En el idioma quichua, términos como “mucho, snucho, poco” resaltan las adaptaciones que desarrollan las comunidades en relación con los diferentes niveles de organización de su realidad cultural, subrayando que el agua no es solo un recurso, sino un elemento que influye significativamente en la existencia de las sociedades.

El agua es el dominador absoluto e indiscutible de nuestro mundo, el agua ha dado vida a innumerables formas de existencia y, de la misma manera, es también el que se lleva lo efímero (CONAGUA, 2023). Por esta razón, no se puede considerar que el agua tenga un efecto negativo; estas cristalizaciones son el reflejo de la profunda composición de las experiencias acumuladas a lo largo del tiempo por los pueblos en sus respectivos paisajes naturales, donde la relación sujeto-naturaleza cobra un énfasis



especial y vital.

Las características topográficas, así como la distribución del agua en un determinado territorio, deciden, de manera fundamental, el destino de las poblaciones que allí residen. Sin embargo, a diferencia de otros espacios que pueden ser moldeados o transformados, los términos con los que los pueblos explican la organización de su medio físico no provienen únicamente de acciones, prácticas o decisiones deliberadas (De la Rosa y Miró, 2024). Es más bien el producto de un discurrir lento y meticuloso a lo largo del tiempo, y una vez que esos patrones han sido establecidos, se convierten en un conductor cultural que se transmite de generación en generación, el cual no puede ser fácilmente transgredido. Estas nociones y conceptos constituyen categorías culturales de superficie que son el resultado directo de complejas relaciones de objeto con el medio natural, todo esto bajo condiciones socio-técnicas e ideológicas históricas que han sido determinadas a lo largo del tiempo (Becerra y Herrera, 2024).

Importancia del agua en diferentes civilizaciones

Las civilizaciones antiguas, a lo largo de la historia, han reconocido y clasificado de manera fascinante dos tipos principales de agua: el agua de arriba, que incluye las lluvias, ríos caudalosos y manantiales naturales y, por otro lado, el agua de abajo, que se refiere al agua subterránea que se encuentra bajo la superficie de la tierra (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Para los filósofos y poetas de la antigua Grecia, el agua poseía un doble destino: uno vinculante con el mundo terrenal y otro que trascendía lo físico, un concepto que se relacionaba con lo supersensible (Solano, 2009).

En el caso de los egipcios, eran expertos conocedores de la lógica hidráulica, una práctica que se considera predecesora de la hidráulica moderna contemporánea. Ellos concebían la nutrición y el sustento de su vasta tierra a través del poderoso Nilo, que les proporcionaba no solo peces y aves, sino también vegetales y un limo fecundo que enriquecía sus tierras (AQUAE, 2022).

Civilizaciones milenarias como las de China (Mammadova, et al., 2021) la de la India y la de Mesopotamia tenían una visión muy precisa sobre la distribución del agua en sus territorios, guiados por las indicaciones de sus deidades y la influencia de sus mitos.

Simbolismo del agua en la literatura y el arte

El agua es un componente recurrente de variadas expresiones culturales en muchas partes del mundo.



La simbología del agua expresa una serie de significados en distintas regiones del mundo, lo que indica que posee una fuerte carga sociocultural.

En Occidente, el simbolismo de las aguas está, en ocasiones, estrechamente relacionado con el mito del diluvio universal, que funciona como signo del fin de una etapa y el comienzo de otra completamente diferente; en este mito, el hombre aparece creado en la Tierra, la cual es regada por ríos caudalosos (Velázquez y Rodríguez, 2019; Conagua, 2018).

En Mesopotamia, donde la región desértica es más habitable que otras regiones similares del entorno circundante, para los habitantes de esa zona, los cursos de agua tienen fines terapéuticos y sanadores; de este modo, las aguas en movimiento representan el aire en constante renacimiento y transformación (van Dijk-Coombes, 2018).

Sin embargo, el simbolismo del agua es tomado desde distintos puntos de vista en la rica literatura oriental; tal es caso de los caudales del río que expresaban la inestabilidad y el continuo cambio, y el río que además determinaba la división de dos mundos opuestos, reflejando así contradicciones humanas.

Para los chinos, la fluidez de las aguas reflejaba la existencia de la naturaleza del té, que es una transformación constante del *qi*, la energía vital. Por otro lado, (Cabañas, 2018) los japoneses encontraban una profunda paz espiritual en la contemplación serena de las aguas tranquilas, donde el silencio del entorno les permitía conectarse con su interior, creando una conexión entre el ser humano y su entorno natural.

Cuando nos adentramos en el fascinante mundo de la literatura, encontramos no solo la expresión, sino también el símbolo con el cual los pueblos han sabido comunicar los profundos contenidos arquetípicos que han existido a lo largo de la historia. En este contexto, el agua juega un papel simbólico de gran importancia y relevancia. Por un lado, esta materia esencial se relaciona estrechamente con el útero, con la figura materna, con aquellos aspectos más inclusivos y abarcadores del alma humana.

El agua, en una frase, puede representar la vida misma, el misterio de lo desconocido, la inmensidad del tiempo y sus constantes oscilaciones. El agua llana y pacífica constituye la cualidad dual indispensable que necesitan los humanos para alcanzar un entendimiento más profundo y la iluminación espiritual.

Las fuentes sagradas, los ríos caudalosos y enérgicos poseen poderes sanadores y regeneradores del alma en diversas creencias espirituales que se han desarrollado a lo largo de la historia.



Finalmente, la estructuración simbólica representativa del agua puede también ser identificada en una expresión estética, como es el arte, que recupera la vital relación del sujeto con la realidad circundante. Las poderosas imágenes del agua o aquellas que incluyen agua ponen de manifiesto una relación vital y profunda con la naturaleza, contrastando la fragilidad del ser humano con el extraordinario y abrumador poder de la naturaleza que nos rodea constantemente.

El agua desde una perspectiva científica

La materia se manifiesta en la naturaleza a través de tres estados físicos claramente diferenciados: sólido, líquido y gaseoso. Sin embargo, es entre 0 °C y 100 °C donde el agua se convierte en un elemento excepcional, mostrando su extraordinaria capacidad para mantenerse en estado líquido. Este singular fenómeno es vital para la existencia de la vida en nuestro planeta. Es importante destacar que el agua tiene la capacidad de no disolverse en muchos compuestos iónicos, los cuales tienden a descomponerse en su presencia. Gracias a esta propiedad, el agua actúa como un solvente que puede disolver la mayoría de las sustancias capaces de establecer un enlace de hidrógeno, lo que a su vez promueve un sinnúmero de reacciones y procesos biológicos fundamentales para la vida.

El agua pura, en su forma más natural y libre de impurezas, tiene la asombrosa característica de no conducir electricidad. No obstante, cuando se mezcla con ciertas sales, su estructura se transforma y, gracias a la disociación iónica, se convierte en un excelente conductor de corriente eléctrica.

Si examinamos el agua en su forma más básica, notaremos que se descompone en dos tipos de iones: hidrógeno e hidroxilo. Además, cuando esta agua pura interactúa con sustancias químicas, puede ceder protones y generar ácidos, o aceptarlos, produciendo bases. Este fenómeno se puede comprender mejor a través de la Ley de Lewis, que nos indica que un ácido se identifica por su capacidad de formar un enlace covalente al unirse al par de electrones de otra sustancia, mientras que una base se define por su habilidad para aceptar ese enlace. Es crucial destacar que el agua también posee una propiedad singular: al congelarse, se expande, permitiéndole flotar en su estado sólido sobre el líquido. Además, puede absorber grandes cantidades de energía sin experimentar variaciones drásticas en su temperatura. Estas características excepcionales no solo son vitales para la vida, sino que también convierten al agua en un recurso económico indispensable. En resumen, el agua no es solo una sustancia común; es una maravilla extraordinaria que juega un papel fundamental en nuestro mundo.



Propiedades físicas y químicas del agua

Al entender las propiedades fundamentales del agua, se puede apreciar con mayor claridad su importancia esencial en la biosfera que nos rodea. De igual modo, se puede observar de manera evidente el carácter representativo de las principales corrientes del pensamiento complejo que han surgido en el análisis de este recurso vital, especialmente al considerar las propiedades físicas y químicas del agua como factores clave en la aparición de sistemas complejos presentes en nuestro entorno (AQUAE, 2021). Desde una perspectiva que abarca las matemáticas emergentes, relevantes en el pensamiento complejo, se define un sistema como cualquier conjunto de entidades independientes que se considera como una unidad; sin embargo, se mantiene un compromiso firme de homogeneizar materia o información convencional en este análisis. Así, en función de las propiedades fisicoquímicas del agua, cualquier sistema vivo que incorpore este elemento se presenta como si estuviera bajo un mismo y único molde, evidenciando las similitudes y conexiones que se establecen en la naturaleza.

En el contexto del vasto universo, las propiedades singulares del agua, como su elevado poder calorífico, su alta tensión superficial, la densidad del hielo que es inferior a la del agua líquida, la notable transparencia de su forma líquida ante las ondas electromagnéticas, la dilatación que se observa en su estado caliente y la menor cantidad de moléculas que se agrupan en su interior, son fundamentales para la existencia de la vida tal como la conocemos. Si estas características no formaran parte de la norma, la vida sería inconcebible. La singularidad del agua se evidencia al compararla con otros fluidos volátiles, estableciendo una diferencia significativa. La primera de estas diferencias radica en la necesidad de facilitar la migración de los organismos vivos, lo que se traduce en desplazamientos a través de diversos hábitats relacionados con diferentes condiciones edáficas y climáticas. Este fenómeno se observa en las islas de vida, donde se refleja la conexión con el entorno que ha sido sustentado por la corteza terrestre que nos sustenta.

Ciclo hidrológico y cambio climático

El ciclo del agua es un proceso natural que regula el funcionamiento hídrico de la Tierra a través de una serie de etapas que carecen de un inicio o un final definidos. Este ciclo ha sido un factor importante en el surgimiento del término *complexus*, que antecede a complejo, y que es crucial para el desarrollo de las teorías del caos y la complejidad en el ámbito científico. Estas teorías se presentan como expresiones



y metáforas que ilustran el efecto mariposa y las limitaciones del conocimiento científico, según dos corrientes significativas del pensamiento complejo contemporáneo: la sismología y la termodinámica. Además, el ciclo hidrológico a menudo se compara con el ciclo de vida del planeta, lo que resalta la interconexión entre los diversos sistemas de la naturaleza.

La interrelación de la variabilidad hidrológica se manifiesta en diversas formas, especialmente a través de la distribución espacial y temporal de precipitaciones, así como de la evapotranspiración, la escorrentía, el almacenamiento de agua, ya sea superficial o subterránea, y la humedad del suelo (Bolaños y Betancur, 2018). Esta compleja red de interacciones influye decisivamente en la variabilidad espacial y temporal de los sistemas atmosféricos de mayor escala que actúan en el relieve de la Tierra. Tal complejidad es propensa a presentar diferentes escenarios que impactan los ámbitos social, económico y ambiental, caracterizados frecuentemente por disparidades que pueden degenerar en conflictos en ciertos casos, y que afectan particularmente al llamado territorio hídrico. Esta problemática es, sin duda, una de las principales vías que alimentan las relaciones de causa-efecto, así como también los procesos de retroalimentación e interacción que se dan en el ciclo del agua, especialmente en el contexto del cambio climático.

A su vez, las alteraciones tanto internas como externas, que afectan a los sistemas mencionados, junto con el concepto de resiliencia del sistema global, son atribuibles en parte a la naturaleza vacua, turbulenta y pseudoaleatoria del comportamiento del sistema social. En otras ocasiones, estas alteraciones están vinculadas al efecto amortiguador que se basa también en las resistencias endógenas al cambio, que son clave para entender la dinámica del medioambiente y las respuestas de la sociedad ante situaciones de estrés hídrico y climático.

El agua como recurso económico y político

Es fundamental aclarar que la clasificación técnica que se realiza sobre las aguas en superficie tiende a generar, en la mayoría de los casos, una aproximación errónea a la comprensión profunda y la gestión efectiva de los numerosos problemas asociados a su conservación y protección. Esta clasificación por lo general desmerece las múltiples funciones y atributos que poseen las cuencas hidrográficas, así como los ecosistemas terrestres o acuáticos, tanto a nivel local como global. Por lo tanto, (Aguilar-Sánchez y De la Rosa-Mejía, 2018) es de vital importancia que, en lo que respecta al manejo de los recursos



hídricos, se visualicen y se aborden desde una perspectiva mucho más sistémica e interdisciplinaria. En este sentido, es crucial reconocer que hay componentes clave, tales como el hidrológico, el edafológico, el geomorfológico, así como los estudios forestales y las prácticas en contextos agrarios o urbanos, que necesitan ser considerados no desde las prácticas especializadas y sectoriales que a menudo se utilizan, sino desde enfoques y prácticas que sean integradoras y que permitan entender las interrelaciones que existen entre estos distintos elementos del entorno.

En términos conceptuales, la tipificación del recurso hídrico ha sido también errática, tripartita y separadora. Esta inconsistencia se hace aún más evidente al sostener en principio y en numerosos textos escolares que el agua es una fuente primaria, disponible y accesible, una materia prima transformable, además de múltiples bienes de consumo. Estos elementos en conjunto los convierten, (Pérez, et al., 2017) por ende, en simples factores de producción económica, a la vez que son objeto de una feroz competencia sectorial. Esta dualidad en la utilización del agua es problemática, ya que se clasifica como bien público o bien privado.

Esta clasificación no es de fácil conciliación y, en muchas ocasiones, transforma el mercado en un intermediario. Sobre todo, se convierte en un fuerte expoliador de los recursos hídricos existentes. Por todo ello, se explica que, entre numerosos otros ejemplos, al embalse de agua de la Amazonía se le extraigan anualmente millonarios caudales. Esta situación se produce en estrecha alianza entre el capital agroexportador y el capital internacional, creando un escenario donde las prioridades económicas pueden atentar contra la sostenibilidad y el uso responsable del agua, en un contexto donde el acceso al agua se ha vuelto un tema de creciente urgencia ([Uribe](#), et al., 2024).

Gestión de recursos hídricos

Se ha dicho en diversas ocasiones que la intervención sobre los sistemas de agua mediante el suministro y uso de infraestructuras ha generado un deterioro significativo en estos sistemas, contradiciendo así la sostenibilidad del ambiente y la calidad de vida de los seres humanos. Como una alternativa a estas intervenciones que muchas veces resultan perjudiciales, se ha propuesto el uso del enfoque de gestión de Recursos de Conocimientos sobre el Sistema y algunas de sus herramientas más relevantes, en especial las innovadoras metodologías de Diálogo de Saberes y Modelación Participativa (Carenzo y Trentini, 2020). Ambos métodos tienen como objetivo primordial la incorporación al sistema de interés



de las visiones y conocimientos provenientes del exterior, a través de la interacción constante y enriquecedora entre los diversos actores que se relacionan e intervienen en el sistema en cuestión. Este enfoque, sin embargo, hace cesar las interacciones internas de un sistema, lo cual puede limitar la capacidad de análisis, dificultando que el desempeño y la evolución del sistema se puedan inferir de manera adecuada bajo la deducción formulada a partir de las variables que lo componen. En este sentido, el conocimiento se desglosa hasta alcanzar su menor parte estable y medible, siendo este un proceso que resulta profundamente subjetivo y que se basa en la representación de hechos, lo que puede llevar a interpretaciones diversas y, en ocasiones, erróneas de la realidad y sus dinámicas.

Así, el agua se utiliza como un insumo fundamental en múltiples procesos, la cual, una vez que ha cumplido su función específica, saldrá del sistema a través de un proceso denominado vertimiento. Este vertimiento afecta de manera significativa a los cuerpos de agua, dando lugar a interacciones que resultan en un cambio neto del proceso hídrico. Tal es el caso del modelo integrado de planes y programas que fundamenta que el agua es de vital importancia para la vida, esencial para llevar a cabo todas las actividades económicas y sociales.

Por lo tanto, es imprescindible que se adopte un manejo con un enfoque integral que contemple todos los aspectos del ciclo del agua. Sin embargo, este enfoque, muchas veces hace uso mecánico de la idea de que el agua es simplemente un insumo, destinado a la satisfacción inmediata de las necesidades del ser humano, como si fuera cualquier otro recurso. Esta perspectiva a menudo omite el entendimiento de la importancia del resto del ciclo vital e integrado del agua en su dinámica natural.

En última instancia, cuando hablamos del agua, estamos haciendo referencia al concepto de agua circulante, que corresponde a una visión más amplia y compuesta que incluye la parte hidrológica del agua, y es necesario integralmente reconocer todas estas interacciones para asegurar la sostenibilidad de este recurso vital.

Conflictos por el agua a nivel nacional e internacional

La gestión del agua se configura como uno de los problemas más cruciales y relevantes a nivel mundial en la actualidad, por una razón fundamental: enfrentamos un recurso que es limitado y que, lamentablemente, cada vez se encuentra más esquilmo debido al uso voraz e irresponsable que se hace de él en nuestra vida cotidiana.



Es fundamental destacar que, al mirar hacia el futuro, el agua limpia se vislumbra como el desafío ambiental número uno en el este siglo, de manera análoga a lo que ocurrió con la atmósfera durante el siglo XX. Además, se prevé que las migraciones humanas serán cada vez más impulsadas y forzadas por la creciente escasez de agua, en un mundo donde el poblamiento de áreas que en la actualidad son consideradas inhabitables seguirá aumentando.

Este fenómeno se verá exacerbado por conflictos bélicos, los efectos devastadores del cambio climático, el efecto invernadero, la degradación de los suelos fértiles, así como la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, que son indispensables para la vida (Orta, 2018). Es crucial que tomemos conciencia de estas realidades y nos preparemos para enfrentar estos desafíos inminentes.

Incluso en países como España, una nación que se encuentra en la encrucijada de diversas culturas a lo largo de su historia, el persistente conflicto relacionado con el agua divide al país en dos partes bien marcadas: una región es significativamente más rica en recursos hídricos, donde las lluvias son frecuentes y el agua abunda, mientras que la otra es considerablemente más pobre y escasa en cuanto a estos recursos. Estas dos regiones no logran convivir pacíficamente, generando tensiones y disputas constantes (Tejedor y Cárcel-Carrasco, 2017). Además, se ha visto la necesidad de cortar el caudal ecológico del río, lo cual tiene como consecuencia la reducción de las zonas húmedas del sur, que, en el fondo, no dejan de ser una simple cuneta, especialmente después de que se le ha tomado el caudal al mismo río. Estas comunidades han recorrido y utilizado todas las acequias y canales disponibles, debilitando así, hace ya un cuarto de siglo, a los ecosistemas más frágiles y deteriorados de Europa, tales como el Mar Menor y las Tablas de Daimiel. Si no toman medidas efectivas muy pronto, estos ecosistemas, que una vez fueron vibrantes y llenos de vida, acabarán convirtiéndose en simplemente antropogénicos, con consecuencias devastadoras para el medio ambiente. Ejemplos a nivel global como el Danubio y el extinto mar de Aral son testimonios de cómo la gestión del agua se ha convertido en un factor crucial que está directamente relacionado con la pérdida y degradación del medio ambiente.

El Agua como derecho humano

A lo largo de la historia, los seres humanos han procurado garantizar de manera constante su supervivencia y desarrollo, razón por la cual en cada época y cultura solo han respetado aquellos sistemas en los que tuviesen la capacidad de influir o, en su defecto, poder controlar de manera eficaz



para asegurar la disponibilidad de agua, y a su vez, evitar así el descontrol o agotamiento del recurso natural que es fundamental para la vida. Actualmente, y en la sociedad contemporánea, observamos una notable tendencia a considerar el agua cada vez más como una mercancía y no como un derecho humano esencial, lo que cambia la visión tradicional que se tenía del recurso (Ibáñez y Lazo, 2018). Solamente a partir del siglo XIX, con el proceso de formación de los Estados Nacionales, surge la idea moderna de la administración del Estado que tiene como objetivo primordial cuidar del bienestar de todos los ciudadanos y protegerlos en la medida de lo posible de los diversos peligros existentes en la sociedad. Para cumplir con este objetivo, se atribuye a los mismos la propiedad del bien común, como es el caso del recurso vital que es el agua, que si no es administrado con justicia podría convertirse en un bien exclusivo y escaso, aumentando así las desigualdades y conflictos entre sociedades.

En 1948, con la famosa Declaración Universal de los Derechos Humanos (Naciones Unidas, 2015), el acceso al agua no queda claramente definido o delimitado de manera precisa, ya que se señala que todo ser humano tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, tanto a él como a su familia, la salud y el bienestar en su conjunto, lo que incluye aspectos fundamentales como la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios para una vida digna. Por lo que el mecanismo para asegurar esos insumos y necesidades básicas quedaría a discreción de cada país y sus respectivas políticas.

Sin embargo, más adelante, con la adopción de los Pactos Internacionales de Derechos Humanos en 1966 (Naciones Unidas, 1966), el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales definió de manera más precisa que los recursos hídricos, fundamentales y claves para el ejercicio adecuado de los derechos humanos, debían ser accesibles, aceptables, disponibles y de calidad. A lo largo de los años, el llamado acceso al agua desarrolló un marco específico y amplio. Este marco se destacó por proporcionar información de gran utilidad y relevancia acerca de cuáles eran los deberes que los países debían poner en práctica para cumplir con el derecho al acceso al agua, responsabilizándolos ante la comunidad internacional y promoviendo una mejor calidad de vida para su población.

Acceso al agua potable y saneamiento básico

Determinar si la población de una determinada región tiene o no acceso a un abastecimiento de agua potable es siempre un tema de alta conflictividad y controversia. El agua que mana del subsuelo bajo



tierra y que constituye una verdadera riqueza de las naciones se ha convertido en oro líquido, una piedra preciosa, y una joya codiciada.

El agua, esencial para la vida, es ahora un bien económico de gran valor y se niega a quien no paga. Esto provoca que las comunidades menos favorecidas, los pobres del mundo, se hayan quedado sin ese elemento vital para sobrevivir, que es el agua limpia. Así, el derecho al agua se convierte en un asunto de primer orden, porque está íntimamente relacionado con la supervivencia y el bienestar de los seres humanos, y como tal, se establece como una condición indispensable para el ejercicio pleno del resto de los derechos humanos fundamentales. Sin acceso a agua potable, no puede haber salud, dignidad ni desarrollo.

Lamentablemente, muchas políticas en relación con el acceso al agua potable y el saneamiento básico están guiadas por criterios que son puramente económicos, lo que a menudo choca contra los principios de justicia que deberían guiar estas políticas fundamentales. Parecería sacado de un relato de ficción, pero la triste y dura realidad de nuestro siglo es que existen países ricos donde el agua se derrocha de manera alarmante, ocasionando graves problemas para las próximas generaciones que heredarán estas dificultades (Saravia, et al., 2023). En contraposición, hay otros países en los cuales el líquido vital no es suficiente, lo que causa un deterioro en la salud de las poblaciones afectadas y contribuye a un empobrecimiento generalizado de la calidad de vida.

Tecnologías innovadoras para la gestión del agua

Los trabajos están siendo conducidos de forma interdisciplinaria, involucrando a un variado grupo de profesionales como tecnólogos, ecólogos, hidrólogos, geólogos, botánicos y administradores. Este enfoque diverso ha permitido el desarrollo de tecnologías innovadoras de bajo costo para la captación y almacenamiento eficiente de agua, especialmente destinadas a satisfacer las necesidades de las familias. Entre estas destacadas tecnologías señalamos la cisterna de placas, el tanque australiano, el barreiro, la cisterna-cal, el embalse subterráneo y el recinto diseñado específicamente para la captación de agua de lluvia. Este esfuerzo ha conllevado a acciones significativas de rescate cultural, enfocándose en la restauración y ampliación de antiguas tecnologías tradicionales, como es el caso de las antiguas presas. Con el propósito de alcanzar la sostenibilidad y provocar un cambio de paradigma en el esquema de manejo del agua, es verdaderamente necesaria la diversificación del uso de tecnologías apropiadas. Esto



debe ser considerado como un resultado directo del empleo del pensamiento ambiental desde un enfoque multidisciplinario y complejo. Para llevar a cabo una investigación científica profunda sobre las cuencas hidrográficas entendidas como ecosistemas complejos, es necesario además evaluar las tecnologías existentes que son más apropiadas para ese fin específico.

Es fundamental adoptar una actitud que combine tanto la anticipación como la prudencia, características imprescindibles para establecer un método claro de intervención en problemas complejos. Este enfoque debe estar fundamentado en el pensamiento complejo y estar impulsado por una fuerte conciencia ecológica. Estos son dos prerequisites esenciales para garantizar el sostenimiento de los adelantos que son propios de las ciencias desde una perspectiva epistemológica.

CONCLUSIONES

El pensamiento complejo permitió introducir una redefinición abarcativa del agua, realidad material, más allá de sus propiedades físico-químicas, se aprecia la oportunidad de avanzar en el conocimiento de tal teoría en sus planteamientos originales para acceder a la complejidad del agua desde una perspectiva epistémico-interdisciplinaria. De este modo, es posible superar el reduccionismo para alcanzar el desarrollo sostenible, fuertemente comprometido con el manejo sostenible del recurso hídrico. Al propio tiempo, cobra consistencia y legitimidad la propuesta de cruzar los siglos de historia analítica de la ciencia con el diseño planteado desde la teoría de las ciencias de la complejidad sistémica y su configuración en la posmodernidad.

Es un imperativo técnico-conceptual superar el absoluto disciplinar de las ciencias o ingenierías del agua. La explicación se encuentra precisamente en las singularidades de la teoría que permiten abordar los sistemas complejos. Así, el costo-beneficio se invierte y las decisiones y los sistemas de gestión derivan en propuestas y tecnologías mucho más ajustadas a la realidad sistémica del complejo hídrico.

La interdisciplina es un fenómeno complejo en sí mismo, lo que implica que no existe una metodología unificada para abordarla y que, además, su realización implica necesariamente diálogos y confrontación entre perspectivas y saberes diversos. Así, se despliega como un esfuerzo colectivo y cooperativo en el que los sujetos involucrados comunican y confrontan sus perspectivas, saberes, presupuestos, valores y actitudes, con el fin de profundizar y refinar su comprensión y sus intervenciones sobre lo real en su complejidad.



Lo transdisciplinario se despliega entonces como el esfuerzo cooperativo por exceder la disciplina en la que se produce el saber para buscar el hiperconocimiento, que es el que permite comprender los fenómenos en su complejidad. Siguiendo con la referencia a la hipermentabilidad, se está refiriendo a una construcción (también cooperativa y dialógica, es decir, circula por la creatividad, no existe como una suma de conocimientos, ya que siempre hay un salto, un cambio de calidad, pero para no rehuir al infinito, también implica una cierta asimilación directa que permite establecer relaciones de interdependencia y correspondencia entre ciertos sectores epistémicos de la realidad) que produce los estratos de la interpretación (matemática, física, química, orgánica, etc.), según la dinámica del fenómeno mismo.

Los desafíos actuales y futuros relacionados con el agua deberían motivar a las comunidades científicas a buscar soluciones innovadoras a estos problemas, mediante la investigación interdisciplinaria y un entendimiento profundo de los mismos. Identificar las concepciones del agua que impactan en países donde las sequías son frecuentes y las aguas subterráneas representan la principal fuente hídrica podría ser un paso inicial antes de implementar políticas y soluciones amplias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-Sánchez, G., y De la Rosa-Mejía, E. (2018). Valoración Económica del Agua en la Cuenca Alta del Río Lerma, México. *Revista de Estudios Andaluces*, núm. 35, 101-122.

<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2018.i35.04>

AQUAE. (2021). ¿Cuál es la calidad perfecta del agua? <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/>

AQUAE. (2022). El agua en la historia de la humanidad. <https://www.fundacionaquae.org/historia-del-agua/>

Becerra, N. D. P., y Herrera, R. F. J. (2024). La Creatividad del Investigador y su Expresión en la Investigación Proyectiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 5067-5089.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9062

Bolaños, Ch. S., y Betancur, V. T. (2018). Estado del Arte sobre el Cambio Climático y las Aguas Subterráneas. Ejemplos en Colombia. *Revista Politécnica*, 14(26), 52-64.

<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v14n26a5>



- Cabañas, M. P. (2018). Nihon sankei: historia, arte, turismo. En torno a la identidad. *Mirai. Estudios Japoneses*, 2, 35-48. <https://doi.org/10.5209/MIRA.60494>
- Carenzo, S., y Trentini, M. F. (2020) Diálogo de saberes e (in)justicia epistémica en la construcción colaborativa de conocimientos y tecnologías: Interpelando dicotomías desde las prácticas; Colaboratorio Universitario de Ciencias, Artes, Tecnología, Innovación y Saberes del Sur; Ucronías; 2; 12-2020; 99-129. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/170472>
- Chávez-López, C. (2021). Aproximaciones del diseño complejo para la sostenibilidad. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 16(29), 60-71. doi:10.36677/legado.v16i29.16616
- CONAGUA, (2023). Estadísticas del agua en México 2023. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/Descargas/pdf/EAM2023_f.pdf
- Conagua. (2018). Deidades mitológicas del agua. <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/deidades-mitologicas-del-agua?idiom=es>
- De la Rosa, R. D., y Miró, L. S. (2024). Fundamentos de la sostenibilidad en valores humanísticos para universitarios. *European Public y Social Innovation Review*, 9, 1-16. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-466>
- Ibáñez, Ó., y Lazo, J. (2018). El derecho humano al agua para excluidos en los municipios de Juárez y Guachochi, Chihuahua. *Tecnología y ciencias del agua*, 9(4), 75-109.. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-04-04>
- Mammadova, S., Keyes, O., Knoll, A., Lee, B., y Lallak, Ch. (2020). Sistemas de agua de la antigua China. https://storymaps-arctis-com.translate.google/stories/5ef6c06d1ec84ae6a5f94dd7fe6998cc?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc&_x_tr_hist=true
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Ed. Gedisa, 167 pp.
- Morin, E. (1992). *El método. Las ideas*. Ed. Cátedra, 627 pp.
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta. Pensar la reforma*. Reformar el pensamiento. Ed. Nueva visión, 143 pp.
- Morin, E. (2006). *El método 1. La naturaleza de la naturaleza*. Ed. Cátedra, 448 pp.



Morin, E. (2006a). *El método 2. La vida de la vida*. Ed. Cátedra, 553 pp.

Morin, E. (2008). *El Método. La humanidad de humanidad. La identidad humana*. Ed. Cátedra, 342 pp.

Naciones Unidas. (1966). Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos.

<https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-civil-and-political-rights>

Naciones Unidas. (2015). Declaración universal de derechos humanos.

https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf

Orta, M. V. (2018) La gobernabilidad de los servicios de agua y saneamiento y los conflictos por el agua en América Latina; Universidad de Palermo. Facultad de Ciencias Sociales; Journal de Ciencias Sociales; 6; 11; 148-170. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/104989>

Osca-Lluch, J., & Haba-Osca, J. (2022). La literatura y su relación con otras disciplinas científicas vista a través de las revistas científicas. *Anales de Documentación*, 25.

<https://doi.org/10.6018/analesdoc.485671>

Pérez, R. V. M., Salinas, G. L., Cañizares, G. F. P., y Fernández, V. G. E. (2017). Capacitación virtual masiva abierta y la cultura de ahorro del agua potable en la ciudad de Ambato, Ecuador. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(3), 109–116. Recuperado a partir de

<https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/814>

Saravia, M. S., Fernández, D., Montañez, A., López, S., Naranjo, L, y Llavona, A. (2023). Necesidades de inversión en agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe. Efectos en el empleo verde y el valor agregado bruto. Recursos naturales y desarrollo. Serie 218. CEPAL-Naciones Unidas. https://sib.org.bz/wp-content/uploads/S2300429_es.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). 10 deidades prehispánicas relacionadas con el agua. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/10-deidades-prehispanicas-relacionadas-con-el-agua>

Solana, D. J. (2009). El agua como el primer principio: Las razones de Tales de Mileto. *CONVIVIUM*, no. 22, pp. 5-23, <https://raco.cat/index.php/Convivium/article/view/130657>.

Tejedor, S. C., y Cárcel-Carrasco, F. J. (2017). Modelo de gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 6(4), 13-23. DOI:



<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2017.v6n4e24.13-23/>

Uribe, M. C., Balbino, F., Torres, F., Radzevicius, A., y Santos, M. (2024). Foro de Ciudades Amazónicas, un hito para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la región. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/foro-de-ciudades-amazonicas-un-hito-para-la-gestion-sostenible-de-los-recursos-hidricos-de-la-region/>

van Dijk-Coombes, R. M. (2018). Mesopotamian Gods and the Bull. *Sociedades Precapitalistas*, 8(1), e030. <https://doi.org/10.24215/22505121e030>

Velázquez, G. Y., y Rodríguez, G. H. (2019). El agua y sus significados. Una aproximación al mundo de los nahuas en México. *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología*, (34), 69-88. <https://doi.org/10.7440/antipoda34.2019.04>

