

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

ISSN: 2395-8847

VOLUMEN 17 NÚMERO 1

ENERO-JUNIO 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN Y POSGRADO





DIRECTORIO

DRA. SILVIA LORENA AMAYA LLANO

RECTORA

DR. ROLANDO JAVIER SALINAS GARCÍA

SECRETARIO ACADÉMICO

DR. MANUEL TOLEDANO AYALA

SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO

DRA. MA. GUADALUPE FLAVIA LOARCA PIÑA

EDITORA EN JEFE

DRA. AZUCENA DE LA CONCEPCIÓN OCHOA CERVANTES

EDITORA

LIC. MARÍA VERÓNICA MUÑOZ VELÁZQUEZ

COORDINACIÓN EDITORIAL

DRA. ESTER BAUTISTA BOTELLO

CUIDADO DE LA EDICIÓN

LIC. GERSON CORNISH MENDOZA

DISEÑO EDITORIAL

EDITOR INVITADO

DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

COMITÉ EVALUADOR

Dra. Celia Lizeth Gómez Muñoz (BUAP), Dra. María Isabel Garrido Lastra (BUAP), Dra. Bettys Elena Fariás de Marquez (Universidad de Carabobo, Venezuela), Dr. Víctor Alonso Cartuche Paqui (Universidad Nacional de Loja, Ecuador), Dr. Javier del Valle Melendo (Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza, España), Dra. María de los Ángeles Sánchez Contreras (CIATEJ), Dra. Reyna Isabel Rojas Martínez (COLPOS), Dr. Luis Enrique Granados Muñoz (COLSAN), Dra. Imelda Aguirre Mendoza (INAH), Dr. Rodolfo Velásquez Valle (INIFAP), Dra. Alma Delia Torres Rivera (IPN), Dr. Javier Villanueva Sánchez (IPN), Dr. José Manuel López Romero (UAA), Dra. María Eugenia Patiño López (UAA), Dr. Emanuel Gómez Martínez (UACH), Dra. Marta García Galván (UAEM), Dra. Guadalupe Nancy Nava Gómez (UAEM), Dra. Griselda Martínez Romero (UDG), Dr. Celestino Sandoval García (UANL), Dr. Juan Granados Valdéz (UAQ), Dr. José de Jesús Fernández Malváez (UAQ), Dra. Virginia Guadalupe Reyes de la Cruz (UABJO), Dr. José Eduardo Rodríguez Bustamante (UNAM), Dr. Alejandro Ochoa Vega (UNAM), Dr. Enrique Arturo Cantoral Urquiza (UNAM), Dr. Julio César Sánchez Angulo (UNAM), Dra. Yasmín Esqueda Barrón (UNAM) y Dra. Claudia Beatriz Enríquez Hernández (UV).



El diseño de esta revista se financió con recursos de la Universidad Autónoma de Querétaro. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial del contenido e imágenes de la publicación sin plena autorización de la Universidad Autónoma de Querétaro. LATINDEX, sistema de información sobre las revistas de investigación científica técnico-profesionales y de divulgación científica y cultural que se editan en los países de América Latina, El Caribe, España y Portugal, No. 24506. Comité Editorial de la revista *Digital Ciencia@UAQRO*, volumen 17, número 1.

Digital Ciencia@UAQRO, vol. 17, no. 1, enero-junio 2024, es una revista semestral editada y publicada por la Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, s/n, Col. Las Campanas, Querétaro Qro., C.P. 76010, Tel. (442) 192-12-00, Ext. 4240, http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/, ciencia@uaq.mx Editor responsable: Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes a través de la Secretaría de Investigación, Innovación y Posgrado. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-062610323500-203, ISSN: 2395-8847, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes, Cerro de las Campanas, s/n, Col. Las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, fecha de la última modificación 31 de enero de 2024.

COMITÉ EDITORIAL

Ciencias Físico Matemáticas

Dra. Janet Ledesma García · Facultad de Ingeniería, UAQ

Dr. Enrique González Sosa · Facultad de Ingeniería, UAQ

Ciencias de Psicología y Pedagogía

Dra. Evelyn Diez-Martínez · Facultad de Psicología, UAQ

Dr. Martín Mora Martínez · Universidad de Guadalajara

Ciencias Socio Políticas

Dr. Gabriel Muro González · Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UAQ

Dra. Sulima del Carmen García Falconi · Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UAQ

Ciencias Químico Biológicas

Dr. Fernando Chiang Cabrera · Instituto de Biología, UNAM

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Dr. Juan Campos Guillén · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Dra. Rosalía Reynoso Camacho · Facultad de Química, UAQ

Ciencias Jurídicas

Dr. Juan Ricardo Jiménez Gómez · Facultad de Derecho, UAQ

Dr. Gerardo Porfirio Hernández Aguilar · Facultad de Derecho, UAQ

Ciencias de la Salud

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz · Coordinación de Investigación Científica, UNAM

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Dra. María Peña Rangel · Instituto de Neurobiología, UNAM

Dr. Elhadi Yahia Kazuz · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Dra. Olga Patricia García Obregón · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Agropecuarias

Dra. Tercia C. Reis de Souza · Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

Dra. Rosalía Ocampo Velázquez · Facultad de Ingeniería, UAQ

Ciencias Económico Administrativas

Dra. Graciela Lara Gómez · Facultad de Contaduría y Administración, UAQ

Dr. Jesús Alberto Pastrana Palma · Facultad de Contaduría y Administración, UAQ

Humanidades

Dra. Valeria Belloro · Facultad de Lenguas y Letras, UAQ

Dra. María de los Ángeles Aguilar San Román · Facultad de Artes, UAQ

Dr. Sergio Rivera Guerrero · Facultad de Artes, UAQ



Presentación	1
DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO DRA. AZUCENA DE LA CONCEPCIÓN OCHOA CERVANTES	
Sección temática “Experiencias y desafíos en la gestión integrada de cuencas hidrográficas: una mirada interdisciplinaria en la intervención del territorio”	
Propuesta de estrategias estructurales para mitigar inundaciones en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, Querétaro <i>Proposal of structural strategies to mitigate floods in the Santa Rosa Jáuregui micro-basin, Querétaro</i>	5
MTRA. DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO	
Más allá de los ambientalismos. Un enfoque crítico para la Gestión Integrada de Cuencas <i>Beyond environmentalisms.</i> <i>A critical approach to Integrated Watershed Management</i>	16
MTRO. MIGUEL SARMIENTO MARTÍNEZ DR. VÍCTOR HUGO CAMBRÓN SANDOVAL	
Cultura, conflicto y usos del agua en la comunidad ñãñho de Santiago Mexquititlán <i>Culture, conflict and water uses in the ñãñho community of Santiago Mexquititlán</i>	30
LIC. ANTONIO FLORES GONZÁLEZ MTRO. ÁLVARO JESÚS CHÁVEZ HERNÁNDEZ LIC. OCTAVIO CABRERA SERRANO	



Evaluación de las prácticas de conservación de suelo en la subcuenca presa Jalpan, Querétaro, México	47
<i>Soil conservation practices evaluation in the Jalpan dam sub-basin, Querétaro, México</i>	
MTRA. JAZMÍN BAILON LINARES	
DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO	
DR. MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ	
DRA. DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO	
DR. HUGO LUNA SORIA	

Caracterización ambiental de <i>Agaves</i> nativos para la restauración ecológica en una microcuenca de la Sierra Gorda de Guanajuato	55
<i>Environmental characterization of native Agaves for ecological restoration in a micro-basin of the Sierra Gorda of Guanajuato</i>	
MTRO. JUAN MONTOYA ESCUTIA	
DRA. TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ	
MTRO. ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA	
DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO	

Sección miscelánea

Elaboración y redacción de un artículo científico en áreas médicas: recomendaciones metodológicas y narrativas para su publicación	65
<i>Development and writing of a scientific manuscript in clinical areas: narrative and methodological recommendations for its publication</i>	
DR. ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ	
DR. MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO	
DRA. DANIELA LOMELÍ OLGUÍN	
DR. ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ	
DRA. SUJEY UGALDE BARRÓN	
DRA. NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ	
DRA. KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ	

Metáforas visuales en tiempos del cáncer rosa	79
<i>Visual metaphors in pink ribbon times</i>	
ALMA LUNA CORONEL	
DRA. ROSARIO BARBA GONZÁLEZ	



Interdisciplina y extractivismo patrimonial como categorías de análisis para comprender la turistificación en la Peña de Bernal, Querétaro <i>Interdiscipline and heritage extractivism as categories of analysis to understand touristification in Peña de Bernal, Querétaro</i>	94
MTRA. LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA	
Métodos y aplicaciones de la biosíntesis de nanomateriales <i>Methods and applications of the biosynthesis of nanomaterials</i>	108
KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA DRA. ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ DRA. KAREN ESQUIVEL ESCALANTE MTRD. CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES	
Uso potencial de flores endémicas mexicanas como fuente de compuestos bioactivos <i>Potential use of endemic Mexican flowers as a source of bioactive compounds</i>	121
MTRD. CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES ISIS LIZETTE FIGUEROA MAZÓN DRA. ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ	



PRESENTACIÓN

Este número presenta una sección temática titulada “Experiencias y desafíos en la gestión integrada de cuencas hidrográficas: una mirada interdisciplinaria en la intervención del territorio”. El objetivo de esta sección es divulgar el quehacer de la gestión integrada de cuencas hidrográficas enfatizando el análisis territorial, lo que permita identificar la relación entre factores biofísicos, sociales, culturales, económicos y políticos para mantener o mejorar la dinámica y funcionalidad de las cuencas. Se presentan cinco artículos que se fundamentan en el quehacer realizado en la maestría en Gestión Integrada de Cuencas de la Facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma de Querétaro. Dichos artículos demuestran que la dinámica hídrica es un engranaje indispensable en las interrelaciones económicas, políticas, biofísicas, sociales y culturales de diversos espacios naturales, rurales, urbanos o periurbanos, y por ende, la comprensión, mitigación o solución de problemáticas en cuencas hidrográficas deben ser acompañadas de procesos inter, multi y transdisciplinarios.

En este contexto, se reconoce que la gestión integrada de cuencas no se refiere exclusivamente a la dinámica hídrica como agente modelador del terreno (lo cual implica procesos por zonas funcionales: la alta, de captación de agua; la media, de transporte; y la baja, de depósito), sino que representa una forma de pensamiento y actuación dentro y fuera del parteaguas de la cuenca, por lo que requiere de sinergias institucionales, académicas y ciudadanas, pues la atención de problemáticas necesita del convencimiento y responsabilidades compartidas para abordar objetivos comunes con procesos multiescala, multivariable y multitemporal. En este sentido, la gestión integrada de cuencas implica estudiar, analizar y brindar resultados para mantener la funcionalidad de las unidades hidroterritoriales a pesar de la existencia de

acciones perjudiciales (comúnmente resultantes de las actividades humanas), con lo cual se puede asegurar la conservación, el aprovechamiento y la restauración de los recursos naturales, así como mantener la biodiversidad y el bienestar humano.

Con base en los argumentos anteriores, el primer artículo propone estrategias estructurales para mitigar inundaciones en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui en Querétaro. El trabajo parte de un análisis multicriterio con el uso de sistemas de información geográfica para identificar sitios susceptibles a inundaciones, con lo cual se determinaron cuatro sitios de atención prioritaria localizados en las zonas funcionales media y baja de la microcuenca. En cada sitio se diseñaron estrategias estructurales para reducir la formación y el impacto de los eventos de inundación; asimismo, los hallazgos tienen el propósito de apoyar la toma de decisiones con información específica que se traduzca en acciones *in situ* para mitigar la formación y el impacto de inundaciones.

El segundo artículo presenta una crítica al enfoque de la Gestión Integrada de Cuencas, sustentada en la exploración de fundamentos ideológicos presentes en las relaciones socioambientales, de tal forma que los aportes influyan en la toma de decisiones y acciones respecto a la gestión ambiental. En este sentido, se abordó una perspectiva filosófica sobre la gestión integrada de cuencas y la gestión ambiental; en este último caso se consideraron la bioética y la ciencia convergente para contar con un mayor sustento ético en la toma de decisiones y su aprovechamiento en las actividades técnicas al momento de abordar problemáticas en las cuencas hidrográficas.

En el tercer artículo se aborda el conflicto asociado al agua en la comunidad *ñāñho* de Santiago Mexquititlán en Querétaro, mismo que se suscitó a partir de la toma de

un pozo de agua y continuó con el amparo ante la promulgación de la Ley de agua en el estado de Querétaro del 2022. El propósito de esta contribución fue recuperar aspectos del uso y manejo del agua en la comunidad *ñäñho* para la elaboración de un peritaje antropológico. Con el fin de lograr los resultados esperados se utilizó la Investigación Acción Participativa y la etnografía para describir y analizar el conflicto a través del uso, el manejo, la organización social y factores culturales relacionados con el agua. Se concluye que el cuidado y el manejo del agua en la comunidad *ñäñho* depende de prácticas, saberes y creencias culturales, y por ende, se fortalece con la tradición organizativa, los ciclos rituales, los mitos y las creencias propias de su cultura.

El cuarto artículo corresponde a una evaluación de las prácticas de conservación de suelo en la subcuenca presa Jalpan en Querétaro, misma que se encuentra dentro de la reserva de la Biosfera Sierra Gorda. El proceso consistió en la evaluación de prácticas de conservación, la aplicación de entrevistas semiestructuradas y la verificación de sitios intervenidos. Los principales hallazgos señalan la identificación de 22 sitios con seis diferentes tipos de prácticas de conservación; sin embargo, más del 30% de los sitios intervenidos requieren de mantenimiento y otro 20% se encuentran colmatados. De esta forma, se destaca la necesidad de establecer mecanismos de monitoreo continuo que permitan el seguimiento y la evaluación de las prácticas de conservación de suelo.

En el quinto artículo se llevó a cabo una caracterización ambiental de *Agaves* nativos para la restauración ecológica en la microcuenca El Potrero en San Isidro Corralillos, en la Sierra Gorda de Guanajuato. El aporte se sustenta en las características físicas y biológicas de los *Agaves* y su contribución a la restauración ecológica. Los métodos se respaldan en grupos funcionales de plantas, una entrevista, cartografía participativa, un diagnóstico participativo para conocer usos tradicionales de los *Agaves* y un taller participativo. Así, se obtuvo una propuesta conformada por prácticas de conservación con el uso de tres grupos de *Agaves* que sobresalieron por su adaptación ambiental; además, con la información so-

bre los usos tradicionales se generaron estrategias de aprovechamiento en siete lugares de interés forestal y productivo. Finalmente, la participación de actores y la población en general ayudó a definir las aptitudes ecológicas, los usos tradicionales de *Agaves* nativos y, por ende, las estrategias de restauración ecológica.

Por otra parte, en la sección miscelánea se incluyeron artículos de diversas disciplinas, los cuales, al igual que en la sección temática, fueron evaluados por pares ciegos. En esta sección se presentan cinco artículos, algunos de los cuales pertenecen al área de ciencias sociales y humanidades, y otros a la de ciencias naturales y exactas.

El artículo denominado “Elaboración y redacción de un artículo científico en áreas médicas: recomendaciones metodológicas y narrativas para su publicación” tiene el propósito de contribuir a la formación de estudiantes de pregrado y posgrado del área médica. El documento presenta recomendaciones para la elaboración de cada uno de los apartados de un artículo científico del área en cuestión. Se concluye señalando la importancia de que tanto los estudiantes como los profesionistas de la salud difundan sus investigaciones.

En el artículo “Metáforas visuales en tiempos del cáncer rosa” se integra un recorrido por metáforas visuales a las que se ha asociado dicho padecimiento frente la retórica del listón rosa cada octubre. A través del análisis del trabajo de artistas visuales con relación al tema de la enfermedad y el cáncer, se encontró que su representación, desde la experiencia, tiende a componerse de metáforas de supervivencia y dolor; mientras que la representación comercial propone una versión de ocultamiento. Esto se empleará como referencia para la producción de un tejido realizado por manos de pacientes con cáncer mamario en tratamiento.

En el artículo “Interdisciplina y extractivismo patrimonial como categorías de análisis para comprender la turistificación en la Peña de Bernal, Querétaro” se presenta un aporte de la interdisciplina para analizar la situación que viven los territorios declarados como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la Unesco;

el trabajo se enfocó en los pueblos que colindan con el sitio sagrado de la Peña de Bernal en Querétaro y que forman parte del perímetro declarado como “Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas de Toluca: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado”. El proceso se llevó a cabo mediante prácticas narrativas, mientras que la contribución sobre el tema de extractivismo se obtuvo a partir de cuatro indicadores: volumen, intensidad, procesamiento y extracción de recursos. Se concluye con hallazgos teóricos y metodológicos, con el fin de continuar y fortalecer el argumento del extractivismo en contextos de patrimonialización.

En el artículo “Métodos y aplicaciones de la biosíntesis de nanomateriales” se aborda la importancia del desarrollo y la aplicación de los nanomateriales tanto en la industria como en la investigación. La relevancia de estos nanomateriales radica en las propiedades físicas, químicas y biológicas que presentan una oportunidad para proponer posibles soluciones a problemas actuales. En este trabajo de revisión se expone un acercamiento a los tipos de nanomateriales, así como una breve descripción de la síntesis verde, síntesis por hongos, síntesis por plantas y síntesis por algas. Asimismo, se abordan factores que influyen en la biosíntesis de nanomateriales, como pH, temperatura, tiempo de reacción, concentración de precursores, cantidad de luz y agentes estabilizantes. Finalmente, se mencionan las aplicaciones de los nanomateriales en el ámbito agrícola como promotores del crecimiento vegetal y agentes de control biológico de enfermedades y plagas. Aunado a esto, se hace referencia a la utilización de nanomateriales en la seguridad alimentaria, aplicados en los procesos de envasado, y su capacidad de modificar la vida útil de los alimentos.

Por último, en el artículo “Uso potencial de flores endémicas mexicanas como fuente de compuestos bioactivos” se expone la importancia de las flores comestibles para obtener fuentes de compuestos bioactivos que ayuden a prevenir y controlar distintas enfermedades. Algunos posibles efectos del consumo de flores se presentan por la actividad de compuestos antioxidantes, antimicrobianos, anticancerígenos e hipoglucemiantes.

De tal forma, esta investigación se centra en el consumo de esta parte de la planta por sus implicaciones medicinales y aportaciones nutricionales.

Esperamos que los artículos presentados en este número sean de interés y utilidad para la comunidad científica.

DR. JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

Sección temática: “Experiencias y desafíos en la gestión integrada de cuencas hidrográficas: una mirada interdisciplinaria en la intervención del territorio”

DRA. AZUCENA DE LA CONCEPCIÓN OCHOA CERVANTES

Sección miscelánea



SECCIÓN TEMÁTICA

**“EXPERIENCIAS Y DESAFÍOS
EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS:
UNA MIRADA INTERDISCIPLINARIA
EN LA INTERVENCIÓN DEL TERRITORIO”**



PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ESTRUCTURALES PARA MITIGAR INUNDACIONES EN LA MICROCUENCA SANTA ROSA JÁUREGUI, QUERÉTARO

PROPOSAL OF STRUCTURAL STRATEGIES TO MITIGATE FLOODS IN THE SANTA ROSA JÁUREGUI MICRO-BASIN, QUERÉTARO

Dulce Sonia Oreano Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México

Juan Alfredo Hernández Guerrero*

Universidad Autónoma de Querétaro

*juan.hernandez@uaq.mx

Resumen

En la zona metropolitana de Querétaro (ZMQ) se forman recurrentes y peligrosas inundaciones; para mitigarlas se han construido obras de infraestructura hidráulica focalizadas que no siempre toman en cuenta la dinámica hídrica del territorio. Por lo tanto, en el presente trabajo se diseñaron estrategias estructurales para la microcuenca Santa Rosa Jáuregui con el objetivo de contribuir a la mitigación de inundaciones en la periferia urbana de la ZMQ. Los métodos incluyen un análisis multicriterio con sistemas de información geográfica para determinar sitios prioritarios y el diseño de estrategias estructurales con la dinámica hídrica de la microcuenca. En los resultados se identificaron cuatro sitios prioritarios distribuidos entre la zona funcional media y la zona funcional baja de la microcuenca; además, se diseñaron cuatro estrategias estructurales para mitigar inundaciones. Se concluye con un trabajo que permitirá a la población y autoridades tener información y opciones para la toma de decisiones en la mitigación de inundaciones.

Palabras clave: estrategias estructurales; mitigación; riesgo; inundaciones.

Abstract

In the metropolitan area of Queretaro (ZMQ) recurrent and dangerous floods are formed; to mitigate them, focused hydraulic infrastructure works have been built; however, they do not always take into account the water dynamics of the territory. Therefore, in the present work, structural strategies were designed for the Santa Rosa Jáuregui micro-basin to contribute to flood mitigation in the urban periphery of the ZMQ. The methods include a multi-criteria analysis with geographic information systems to determine priority sites, and the design of structural strategies with the water dynamics of the micro-basin. The results present four priority sites distributed between the middle functional zone and the low functional zone of the micro-basin, and four structural strategies were designed to mitigate floods. This concludes with a work that will allow the population and authorities to have information and options for decision making in flood mitigation.

Keywords: structural strategies; mitigation; risk; floods.

Introducción

La gestión del riesgo y desastres socionaturales implica entender y atender múltiples y complejos procesos asociativos entre amenaza, vulnerabilidad y exposición, así como generar estrategias para conocer, prevenir, anticipar y mitigar (Alcantara-Ayala *et al.*, 2019). En este contexto, la formación e impacto de inundaciones suelen ser de interés especial en la gestión del riesgo, ya que son eventos recurrentes que se acompañan de daños y pérdidas materiales y humanas; también implican el constante diseño de estrategias y/o acciones, y esto, a su vez, requiere la noción multiescalar y multifactorial del fenómeno (Morrison *et al.*, 2018; Mavhura, 2019). Así, la gestión del riesgo vinculada con inundaciones debe tener una perspectiva integral y territorial; por lo mismo, el enfoque de cuenca hidrográfica podría ser una alternativa, ya que incluye la comprensión de la dinámica hídrica e interacción entre factores biofísicos y socioeconómicos, además de que permite entender el fenómeno desde su origen (ej. aguas arriba), sea por efectos acumulativos o zonas funcionales (Hartmann y Driessen, 2017).

El tema de las inundaciones bajo el enfoque de cuencas conlleva particularidades de abordaje según las condiciones del lugar; espacios naturales, rurales o urbanos. En espacios urbanos, el asunto se complejiza porque la cuenca se enfrenta a la reconfiguración territorial, proceso que suele involucrar un deficiente uso y manejo de ríos y cuerpos de agua, cambios de uso de suelo, ocupación de sitios susceptibles, coberturas nada o poco impermeables, alteraciones topográficas que acentúan avenidas torrenciales o anegaciones (Flores *et al.*, 2020). Por su parte, la periferia urbana es otro espacio idóneo en la formación de inundaciones por su acelerada transformación, fragilidad al cambio, escasa vigilancia, alteración hídrica o la ocupación de lugares lejanos y poco accesibles para el suministro de servicios públicos, sin dejar de mencionar que interactúan sistemas naturales, rurales y urbanos (Hernández *et al.*, 2012). Así, las inundaciones en espacios urbanos implican diversas aristas y particularidades, pero al vincular el enfoque de cuencas hidrográficas se puede identificar desde dónde y cómo se

forman, y repensar el tipo de estrategia que acompañe la gestión del riesgo. En este contexto, se reconocen estrategias estructurales a partir de obras para mitigar y prepararse para el posible impacto de la inundación, por ejemplo, presas, bordos u otras obras hidráulicas (Conagua, 2013; Zamora, 2017). Asimismo, se distinguen estrategias no estructurales para brindar información, orientación y regulación, sea el caso de planes, programas, normativa, entre otros (Chardon y González, 2002).

América Latina es una de las regiones que destaca por sus recurrentes y peligrosas inundaciones, y es común que se utilicen estrategias no estructurales, como programas, planes, diagnósticos y atlas de riesgos; por su parte, en las estrategias estructurales se recurre al mantenimiento de ríos y cuerpos de agua, rectificación de drenes, disposición de equipo de bombeo y, en menor medida, obras hidráulicas (Cepal, 2007). Cualesquiera de las estrategias señaladas requieren de recurso económico, voluntad política y participación social, lo cual difiere entre el discurso y la acción. Con base en lo mencionado, México es un ejemplo de lo que sucede en América Latina; sus 13 regiones hidrológico-administrativas (integradas por 37 regiones hidrológicas) presentan algún grado de peligro por inundaciones; sin embargo, en las regiones hidrológicas Lerma-Santiago y Pánuco (centro del país) las inundaciones se vinculan con estrés hídrico, contaminación de agua y 45,484,536 habitantes de ocho de las 13 ciudades grandes (Cenapred, 2019; Rivera-Godínez *et al.*, 2021; Ruiz-Magaña *et al.*, 2022). En esta sección central se encuentra la cuenca del río Querétaro, la cual alberga la zona metropolitana de Querétaro (ZMQ), misma que en los últimos 30 años registró 31 sitios susceptibles de inundación e incremento de población y superficie construida; en 1990 tenía 537,100 habitantes en 10,153 hectáreas de superficie urbana, y para 2020 tenía 1,530,820 habitantes en 17,748 hectáreas (UMPCQ, 2015; Rivera-Godínez *et al.*, 2021; Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022).

El norte de la periferia urbana de la ZMQ se ha convertido en una vía emergente para el desarrollo urbano, propiciando la transformación de algunas secciones de las microcuencas, como el caso de la microcuenca Santa

Rosa Jáuregui (MSRJ), pues desde hace 30 años se forma por lo menos un evento inundable al año, siendo los sitios de mayor susceptibilidad aquellos cercanos a las presas (Santa Catarina, El Nabo, El Cajón), al dren Santa Rosa Jáuregui y a la zona de salida de agua de la microcuenca; involucra el cambio de uso de suelo a urbano, obstrucción y/o modificación de cauces y cuerpos de agua, reducción de infiltración de agua e insuficiente infraestructura (García y Hernández, 2015; UMPCQ, 2015; Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022).

En la MSRJ se han realizado estrategias estructurales a través de presas reguladoras, bordos, canalización de escurrimientos, así como mantenimiento y construcción de infraestructura hidráulica de menor magnitud. A pesar de los esfuerzos estratégicos, continúa la formación de inundaciones (UAQ, 2009; Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022). Por consiguiente, al incluir el enfoque de cuencas en el diseño de estrategias se podría comprender la formación de inundaciones según la dinámica y funcionalidad hídrica y brindar opciones para la planeación urbana y territorial. En la MSRJ se perciben obras focalizadas que parecieran no ser respaldadas por la formación de la inundación y, por ende, surgen las siguientes preguntas: ¿cuáles son los sitios prioritarios para atender inundaciones en la microcuenca? y ¿qué estrategias estructurales podrían mitigar inundaciones en los sitios prioritarios? Con el fin de contestar esas preguntas, el objetivo de este trabajo fue diseñar estrategias estructurales para mitigar inundaciones en la MSRJ, Querétaro.

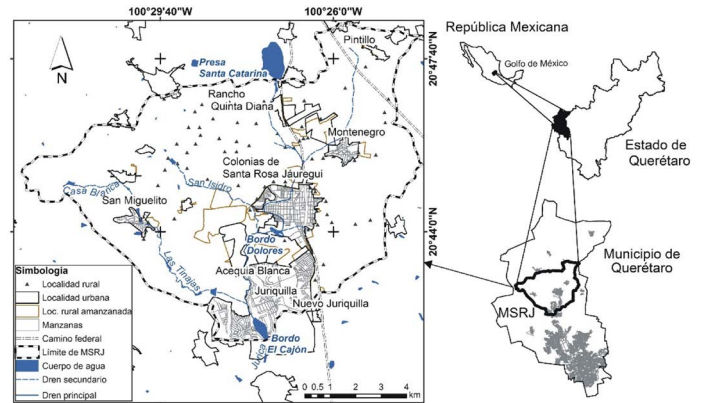
Área de estudio

La ZMQ se localiza en el centro de la república mexicana y cubre la porción oeste y noroeste de la cuenca del río Querétaro. Asimismo, en el norte de la periferia urbana de la ZMQ se encuentra la microcuenca Santa Rosa Jáuregui (MSRJ) (Figura 1). Está integrada por dos delegaciones administrativas del municipio de Querétaro (Santa Rosa Jáuregui y Epigmenio González) y cuenta con 87,230 habitantes y 100 km² de superficie, esto es, 14.49% de la superficie municipal (Inegi, 2020). La diná-

mica urbana está representada por Santa Rosa Jáuregui, Juriquilla y Jurica (García y Hernández, 2015).

La microcuenca tiene dos presas reguladoras (Dolores y El Cajón) y el punto de salida de la presa Santa Catarina (al norte de la microcuenca). Además, sobresale el dren Santa Rosa Jáuregui y el dren El Arenal, así como 105 bordos que también funcionan para controlar avenidas (García y Hernández, 2015; Inegi, 2015; García, 2016).

Figura 1
Microcuenca Santa Rosa Jáuregui



Fuente: elaboración propia con base en el Inegi (2015)

La precipitación pluvial promedio anual es de 550 mm, aunque suelen presentarse precipitaciones máximas en 24 h por arriba de los 70 mm. La altura de la lámina de agua en sitios inundables es de entre 30 cm y 100 cm (García, 2016). La MSRJ tiene forma oval-redonda a oval-oblonga, la longitud del cauce principal es de 17 km y la red hídrica es dendrítica de 4to orden; lo anterior indica importantes concentraciones de agua y propensión a la anegación en la zona baja de la microcuenca.

Métodos y herramientas

Zonas de riesgo por inundaciones en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui

Identificación de la amenaza

Esta fase inició con la elaboración de una base de datos de sitios inundables (1999–2018) para la MSRJ construida con información de la UAQ (2009), UMPCQ (2015) y Rivera-Godínez *et al.* (2021). La información se integró en un

DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

sistema de información geográfica (SIG) en el programa ArcMap 10.0 (ESRI, 2013), donde se elaboró una capa de puntos (eventos inundables) en formato vectorial y, a partir de la frecuencia de eventos, se definieron cinco clases, siendo 1 muy baja y 5 muy alta susceptibilidad a inundaciones.

Una vez definidos los puntos inundables, se adicionaron las zonas funcionales de la MSRJ, las cuales se obtuvieron del aporte de Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero (2022), a través de una capa de formato vectorial, distribuidas de la siguiente forma: alta [captación de agua], media [transporte de agua] y baja [descarga de agua].

Determinación de la vulnerabilidad biofísica y socioresidencial

La determinación de la vulnerabilidad biofísica se obtuvo a partir del aporte de Zúñiga y Magaña (2018), mismos que emplearon una suma lineal con álgebra de mapas. El proceso requirió de seis capas (Tabla 1) obtenidas o elaboradas con los aportes del Inegi (1973), Xu *et al.* (2011), Inegi (2015), Conagua (2018) y SGM (2018). Cada capa se reclasificó en cinco clases, después se aplicó la suma lineal y el resultado nuevamente se reclasificó en cinco clases.

Tabla 1
Factores considerados para la vulnerabilidad biofísica

Variable (capa)	1 = Menor vulnerabilidad (-) 5 = Mayor vulnerabilidad (+)	
Escurrimiento en la micro-cuenca (k) (edafología)	1: Litosol + Textura gruesa + Terreno montañoso 1 = Escurrimiento de agua	5: Vertisol pélico + Textura fina + Terreno plano 5 = Acumulación de agua
Pendiente del terreno (α)	1: Áreas montañosas 1 = α > a 1%	5: Áreas planas 5 = α < a 1%

Precipitación media anual	1: Áreas con 440 mm 1 = Cantidad precipitada	5: Áreas con 690 mm 5 = Cantidad precipitada
Litología	1: Mayor permeabilidad 1 = Menor acumulación	5: Menor permeabilidad 5 = Mayor acumulación
Uso de suelo y vegetación	1: Matorral 1 = Escurrimiento bajo	5: Zona urbana 5 = Escurrimiento alto
Nodos de concentración de agua	1: Pendiente >1% + Orden menor a 2 1 = Mayor movimiento de flujo	5: Pendiente <1% + Orden mayor a 2 5 = Menor movimiento de flujo

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta a la vulnerabilidad socioresidencial, se utilizó el método de Ruiz-Magaña *et al.* (2022). En el procedimiento se utilizó información del censo de población y vivienda (Inegi, 2020), representada por Área Geostatística Básica (AGEB). A partir de la información censal se definieron tasas para homologar la información (Tabla 2) y posteriormente se integraron al programa SPSS para aplicar un análisis de componentes principales. Con el primer factor resultante del análisis de componentes principales (primeras tres componentes > = 70% de varianza acumulada) se definieron cinco niveles de vulnerabilidad con la técnica de rangos iguales para ser representados en una capa en formato vectorial.

Tabla 2
Tasas, variables y cálculos para la vulnerabilidad socioresidencial

ID	Tasas	Variables y cálculos
1	Dependencia demográfica	$\frac{[(\text{Población de 0 a 14 años} + \text{Población} > \text{a 65}) / \text{Población de 15 a 64 años}]}{100}$
2	Población infantil	$\frac{[\text{Población de 0 a 14 años} / \text{Población total}]}{100}$
3	Población mayor a 65 años	$\frac{[\text{Población de 65 años y más} / \text{Población total}]}{100}$

DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

4	Población activa	$(\text{Población ocupada} / \text{Población de 15 años y más}) * 100$
5	Población desocupada	$(\text{Población desocupada} / \text{Población económicamente activa}) * 100$
6	Instrucción insuficiente	$(\text{Población de 15 a. y más analfabeta} + \text{Población de 15 años y más sin escolaridad}) / (\text{Población de 15 a 64 años}) * 100$
7	Sin derechohabencia a servicios de salud	$(\text{Población sin derechohabencia a servicios de salud}) / \text{Población total} * 100$
8	Viviendas particulares con piso de tierra	$(\text{Viviendas con piso de tierra} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
9	Viviendas particulares con dos cuartos	$(\text{Viviendas con dos cuartos} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
10	Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	$(\text{Viviendas sin luz eléctrica} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
11	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	$(\text{Viviendas sin agua} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
12	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	$(\text{Viviendas sin drenaje} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
13	Viviendas particulares habitadas que no disponen de computadora	$(\text{Viviendas sin computadora} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
14	Viviendas particulares habitadas que no disponen de teléfono fijo	$(\text{Viviendas sin teléfono fijo} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
15	Viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	$(\text{Viviendas sin lavadora} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$
16	Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	$(\text{Viviendas sin refrigerador} / \text{Total de viviendas particulares habitadas}) * 100$

Fuente: elaboración propia con información del Inegi (2020)

Determinación de riesgo por inundación en zonas funcionales

En esta fase se aplicó el método de Rivera-Godínez *et al.* (2021), el cual consiste en un análisis multicriterio, esto es, una suma lineal ponderada en el SIG. Este ejercicio utilizó las capas (variables) obtenidas en las fases anteriores y señaladas en la Tabla 3, pero en este caso fueron transformadas a formato *raster*. Después se definió la ponderación (pesos) para cada una de las capas a través de un análisis jerárquico con el programa Super Decisions; la ponderación se definió con revisión bibliográfica, la opinión de cinco expertos y la experiencia del equipo de trabajo. En el módulo de álgebra de mapas de ArcMap se realizó la suma de capas con la respectiva ponderación y se obtuvo la capa de distribución espacial del fenómeno. Finalmente, a la capa se agregaron las zonas funcionales y después se realizó trabajo de campo para corroborar o corregir información.

Tabla 3
Asignación de valores a cada indicador de los componentes del riesgo

Componente de riesgo	Variable	Riesgo por inundación en la MSRJ		Valor de ponderación
		(-) -----	(+)	
Amenaza	Zonas de inundación	Frecuencia de eventos = 1	Frecuencia de eventos = 13	0.25
	Precipitación media mensual	5 minutos	1440 minutos	0.06

DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

Vulnerabilidad biofísica	Edafología	Infiltración	Escorrentamiento	0.10
	Pendiente	Mayor a 1 %	Menor a 1 %	0.09
	Litología	Unidades permeables	Unidades impermeables	0.10
	Uso de suelo y vegetación	Mayor vegetación	Mínima o sin vegetación	0.09
	Nodos de concentración	Unión de escurrimientos de 1er y 2do orden	Unión de escurrimientos de 3er y 4to orden	0.03
Vulnerabilidad socioresidencial	Condición socioresidencial	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad alta	0.28

Zonas prioritarias para la aplicación de estrategias de mitigación

Las zonas prioritarias dentro de la MSRJ enmarcan aquellas zonas donde se requiere la intervención. Con base en las zonas de riesgo, se llevó a cabo un ejercicio comparativo entre variables biofísicas, unidades de gestión ambiental (Municipio de Querétaro, 2014) y del comportamiento de agua superficial y el subsuelo (Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero (2022) [Tabla 4]. A cada variable se le asignó el valor de un ID, entonces, un sitio con baja prioridad es cuando ≤ 2 , o bien, un sitio prioritario es cuando 3. Para definir sitios prioritarios se consideraron dos aspectos: 1) distribución de vulnerabilidad socioresidencial sobre drenes o cauces y espacios donde se pueda construir obras e infraestructura, y 2) zona funcional con unidades hidrogeomorfológicas de alta permeabilidad y unidades de gestión ambiental con uso urbano.

Fuente: elaboración propia a partir de Rivera-Godínez *et al.* (2021)

Tabla 4
Asignación de valores para priorizar zonas de riesgo por inundaciones

ID	Unidad	Variable	Condición	Parámetro de inundación	Zona prioritaria (ZP)	
					$\sum ID \leq 2$	$\sum ID \geq 3$
1	1	Riesgo por inundación	Social	De medio a alto riesgo por inundación		
2	1	Unidad de escurrimiento	Biofísico	Punto de salida de unidad de escurrimiento		
3	1	Densidad de drenaje	Biofísico	Convergencia de uno o dos cauces	Zona prioritaria baja si: $\sum ID \leq 2$	Zona prioritaria alta si: $\sum ID \geq 3$
4	1	Densidad de población	Social	Ocupación de cauce	Por ejemplo: $ZP = 1 + 4 = 2$	Por ejemplo: $ZP = 1 + 9 + 2 + 10 = 4$
5	1	Llanura de inundación	Biofísico	Dentro de la llanura	(Menos unidades acumuladas)	(Más unidades acumuladas)
6	1	Resistencia infraestructura	Social	Alto riesgo en infraestructura		
7	1	Unidad hidrográfica	Biofísico	Cauce y/o canal		
8	1	Sedimentología	Biofísico	Unidad hidrogeomorfológica		
9	1	Inundaciones históricas	Social	Frecuencia de inundación		
10	1	Unidades geomorfológicas	Biofísico	Llanura de inundación		

Fuente: elaboración propia

DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

Diseño de estrategias estructurales

Las estrategias estructurales se diseñaron con fundamentos de ingeniería civil y naturalística (Palmeri *et al.*, 2002), manejo de cuencas (Pineda *et al.*, 2005) y consideraciones del método de causa-efecto (Reid, 1998). Este proceso consistió en la elaboración de una matriz donde se llevó a cabo la revisión y relación comparativa entre el flujo de agua cuenca arriba, las características de la red hídrica y el nivel de riesgo ante inundaciones. Finalmente, se diseñaron las estructuras y, al mismo tiempo, se realizó trabajo de campo para validar o corregir los modelos.

Resultados y discusión

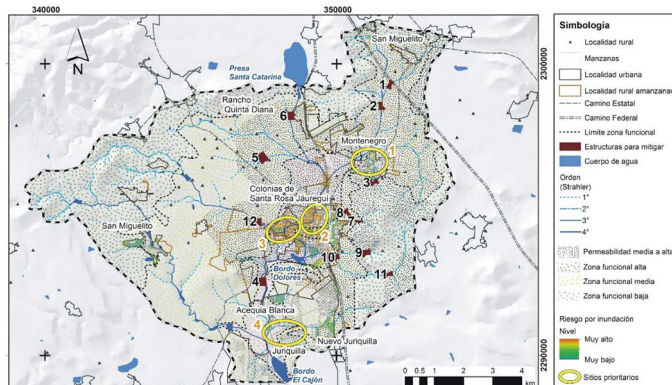
Sitios prioritarios de riesgo ante inundaciones en la MSRJ

Las áreas con mayor riesgo por inundación se presentaron en la zona funcional media y la zona funcional baja; 264 casas en riesgo alto, 1,995 en riesgo medio y 2,519 en riesgo bajo. Por su parte, en menor medida, la zona funcional alta también se incluye en la formación de inundaciones, donde la alteración por cambio de uso de suelo a urbano incide directamente en las inundaciones de las zonas funcionales media y baja.

En la Figura 2 se muestran los cuatro sitios prioritarios para establecer estrategias de mitigación. El primer sitio corresponde a la zona funcional media, específicamente en la llanura de inundación con nivel medio de riesgo. El segundo sitio está en la zona funcional baja e incluye la llanura de inundación, drenes de tercer orden y un nivel medio de riesgo. El tercer sitio también se encuentra sobre la llanura de inundación, colinda con escurrimientos de cuarto orden y tiene un nivel muy alto de riesgo. Finalmente, el cuarto sitio, ubicado entre la zona funcional media y baja, coincide con el punto de salida de la llanura de inundación y tiene un nivel alto de riesgo. Estos resultados ejemplifican lo expuesto por Hartmann y Driessen (2017), ya que las obras de ingeniería son una salida emergente, pero es necesaria la reconversión de la gestión del riesgo, sea a través de la planeación espacial e hídrica; en este caso no se perciben intervenciones óptimas en esos temas.

Figura 2

Sitios prioritarios en la MSRJ



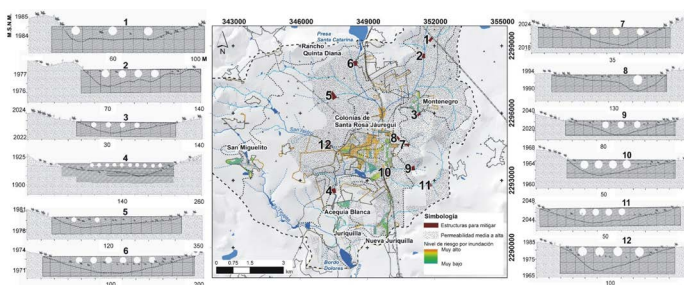
Fuente: elaboración propia con base en el Inegi (2015)

Estrategias estructurales para mitigar el riesgo por inundación

En los sitios prioritarios 1 y 2 se diseñó la primera estrategia estructural. Esos sitios no cuentan con intervención y, por lo mismo, se propone construir bordos y aprovechar el agua (Figura 4). El lugar para la colocación de los bordos está compuesto por rocas con permeabilidad media a alta, depósitos de fluviales y piroclastos; a su vez, estarían aguas arriba de los asentamientos humanos. La Conagua (2011) incluye esta obra como parte de la “política resistente”, al tiempo que la construcción sea de material impermeable como concreto y mampostería, aunque también señala la viabilidad de utilizar materiales permeables para facilitar la infiltración de agua al acuífero.

Figura 3

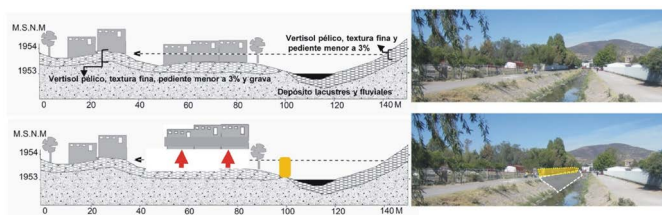
Bordos para mitigar inundaciones en los sitios prioritarios 1 y 2



Fuente: elaboración propia

La segunda estrategia se llevaría a cabo en el sitio prioritario 3. Este sitio está en la llanura de inundación y cuenta con depósitos fluviales, suelo vertisol pélico y grava. El gasto máximo es 169.5 de m³/h en un periodo de cinco años y una precipitación de 47.82 en una hora. Por lo tanto, la estrategia basada en los aportes de la Conagua (2011) sería incluir una barrera de contención, o bien, elevar la estructura (entre la cota 1953 a 1954 msnm), aunque esta segunda opción sería muy costosa (Figura 4, flechas rojas). Para la zona del cauce canalizado, es recomendable incluir un dique con el uso de gaviones a la altura de un metro (de 1953 a 1954) y paralela a la altura del margen derecho del cauce (Figura 4, bloque amarillo) para aprovechar las condiciones de las unidades hidrogeomorfológicas de alta permeabilidad de esta zona funcional.

Figura 4
Construcción de diques sobre en el dren Santa Rosa Jáuregui

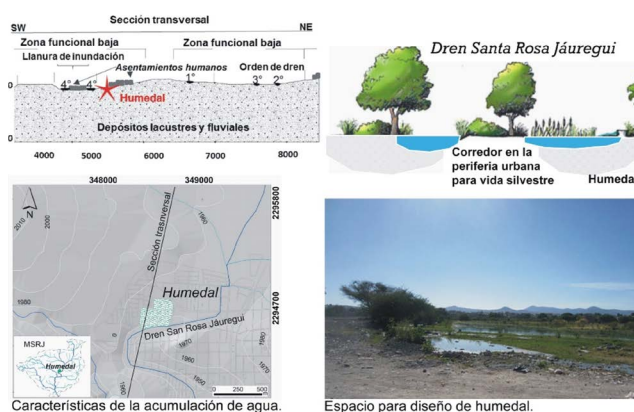


Fuente: elaboración propia

La tercera estrategia estructural se implementaría en el sitio prioritario 3. Este sitio tiene material permeable al subsuelo y acumulación de agua de cuatro unidades de escurrimiento, así como de la presa Santa Catarina. La estrategia para mitigar inundaciones sería la construcción de un humedal en la margen del dren Santa Rosa Jáuregui (Figura 5), lo que permitirá la incorporación de agua al subsuelo y aporte a la biodiversidad. En el trabajo de Pattison-Williams *et al.* (2018) se controlaron inundaciones y también redujo el flujo de contaminantes por las descargas residuales aguas arriba. La cuarta estrategia estructural sería en el sitio prioritario 4. Este sitio está urbanizado y durante las precipitaciones máximas, desde cuenca arriba, los escurrimientos registran un gasto

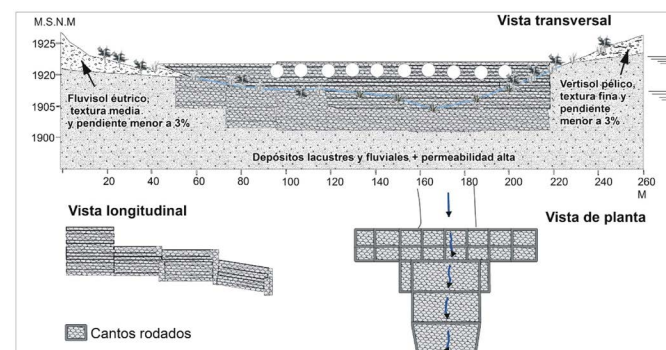
máximo de 234.39 m³/h en un periodo de retorno de cinco años con duración de 60 minutos. Por lo tanto, la estrategia sería formar una presa de gaviones aguas arriba del área urbana de Juriquilla donde se combine mampostería y material vegetal para reducir la velocidad de agua y el flujo vertical asociado con el dren Juriquilla (Figura 6). Con base en Santana-Sornoza y Lima-Guamán (2021), las presas de gaviones son una buena opción, a la vez que requieren de mínimo mantenimiento, no presentan agentes corrosivos y resisten la acción del agua.

Figura 5
Área de acumulación de agua con la propuesta de un humedal



Fuente: elaboración propia

Figura 6
Diseño de estrategia estructural para el sitio prioritario 4



Fuente: elaboración propia

Reflexiones finales

Este trabajo determinó que la MSRJ presenta, en lo general, riesgo de inundaciones de nivel medio, pero en lo particular, en la zona funcional media y la zona funcional baja, el nivel de riesgo es alto a muy alto respectivamente. En los cuatro sitios prioritarios identificados, la ocupación de la llanura de inundación está precedida por cambios de uso de suelo a urbano, así como alteración de cauces y depresiones topográficas que acelera la formación de inundaciones en el temporal de lluvias.

Este trabajo expuso cuatro estrategias estructurales relacionadas con sitios prioritarios según la zona funcional media y baja de la microcuenca; las estrategias estructurales fueron diseñadas bajo los principios de ingeniería civil e ingeniería naturalística para mantener el menor impacto ambiental posible. Además, las estrategias estructurales se diseñaron en sitios específicos tomando en cuenta la dinámica hídrica; por lo mismo, podrían ser consideradas en las acciones de cambio de uso de suelo, o bien, evitar ese cambio en el sitio o cercano a la propuesta.

Cabe decir que cualquier obra hidráulica para mitigar inundaciones requiere de un estudio, y ese estudio debe estar sujeto a la normativa vigente y al enfoque de cuencas, pues la distribución espacial en los cambios de uso de suelo a urbano y su planeación en la microcuenca no van de la mano, ya que se percibió que las obras hidráulicas se construyen posteriormente al cambio de uso de suelo, cuando se requiere de mayor recurso económico o modificaciones extremas al lugar. Por lo tanto, el enfoque de cuencas hidrográficas dimensiona la inundación no sólo desde un punto de vista simple y focal, sino sistémico, donde se permite analizar los efectos acumulativos en la construcción de las inundaciones, tras lo cual se optimicen esfuerzos y recursos.

Finalmente, las estrategias estructurales no se diseñaron exclusivamente bajo las condiciones del foco de inundación, sino a través del recorrido del flujo de agua, mismo que se acompaña de parámetros biofísicos y sociales. En este sentido, los resultados señalaron a las zonas funcionales media y baja de atención prioritaria, pero la zona funcional alta debe ser preservada, pues aún no

se han realizado cambios significativos. Por lo tanto, los aportes de este trabajo permitirán a la población y autoridades tener información y opciones para la toma de decisiones en la mitigación de inundaciones y en el planeamiento urbano y territorial.

Referencias bibliográficas

- Alcántara-Ayala, I., Garza-Salinas, M., López-García, A., Magaña-Rueda, V., Oropeza-Orozco, O., Puente-Aguilar, S., Rodríguez-Velázquez, D., Lucatello, S., Ruiz-Rivera, N., Tena-Núñez, A., Urzúa-Venegas, M. y Rangel-Vázquez, G. (2019). "Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia". *Investigaciones Geográficas*, (98), 00002. <https://doi.org/10.14350/riig.59784>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). (2019). *Atlas Nacional de Riesgos*. México: Cenapred. Recuperado de: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>
- Chardon, A., y González, J. (2002). *Ejecución del componente II. Indicadores para la Gestión de Riesgos*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geos-2111GIS/Ref/GA4267-IdentifyingRisks.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2007). *Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países*. México: Cepal/BID.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2011). *Manual para control de inundaciones*. Semarnat.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2013). *Manual para el control de inundaciones*. Recuperado de: https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2018). Red de estaciones climatológicas. México: Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacionclimatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Economic and Social Research Institute (ESRI). (2013). Software ArcGis, versión 10.0. EE.UU.: ESRI.
- Flores, A.P., Giordano, L. y Ruggerio, C.A. (2020). "A basin-level analysis of flood risk in urban and periurban areas: A case

- study in the metropolitan region of Buenos Aires, Argentina”. *Heliyon*, 6(18), e04517. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04517>
- García, E. (2016). *La respuesta al riesgo asociado a inundaciones. Acciones y estrategias de los habitantes de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- García, L., y Hernández, J. (2015). “Capacidades de respuesta de los habitantes de Santa Rosa Jáuregui al riesgo asociado a inundaciones en la ciudad de Querétaro, México”. *Digital CIENCIA@UAQ*, 8(2), 1-17.
- Hartmann, T. y Driessen, P. (2017). “The flood risk management plan: towards spatial water governance”. *Journal of Flood Risk Management*, (10), 145-154. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12077>
- Hernández, J., Vieyra, M. y Mendoza, M. (2012). “Adaptation strategies in communities under precarious housing: Flooding risks in the peri-urban sector of the city of Morelia, Michoacán, México”. *Applied Geography*, 34, 669-679.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (1973). *Carta edafológica. Querétaro. Escala 1:50000*. México: Inegi. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/default.html#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2015). Datos vectoriales de cartas topográficas básicas: F14C56 y F14C65. México: Inegi.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. México: Inegi. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Tabulados>
- Mavhura, M. (2019). “Analysis drivers of vulnerability to flooding: a systems approach”. *South African Geographical Journal*, 101(1), 72-90.
- Morrison, A., Westbrook, C.J. y Noble, B.F. (2018). “A review of the flood risk management governance and resilience literature”. *Journal of Flood Risk Management*, 11(3), 291-304. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12315>
- Municipio de Querétaro. (2014). Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Querétaro. *Gaceta Municipal*, 2(36). Recuperado de: <https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/PROGRAMA-DE-ORDENAMIENTO-ECOL%C3%93GICO.docx.pdf>
- Oreano-Hernández, S. y Hernández-Guerrero, J. (2022). “Inundaciones por zonas funcionales en la subcuenca Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México”. *Revista Geográfica de América Central*, 68(1), 238-264.
- Palmeri, F., Silván, Calo, P., Balboni, M. y García, I. (2002). *Manual de Técnicas de Ingeniería Naturalística en Ámbito Fluvial*. España: Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Pattison-Williams, J., Pomeroy, J., Badiou, P. y Gabor, S. (2018). “Wetlands, flood control and ecosystem services in the Smith Creek drainage basin: A case study in Saskatchewan, Canada”. *Ecological Economics*, 147, 36-47. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.12.026>
- Pineda, R.L., Domínguez, M.C., Hernández, S.L. y Ventura R., E. (2005). *Microcuencas y Desarrollo sustentable: Tres casos en Querétaro*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Reid, L.M. (1998). “Accumulative watershed effects and watershed analysis”. En Naiman, R.J. y Robert, E.B. (eds.), *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion* (476-501). EE.UU.: Springer-Verlag.
- Rivera-Godínez, F., Ruiz-Magaña, P. y Hernández-Guerrero, J. (2021). “Inundaciones y uso de suelo en la ciudad de Querétaro”. *Revista NTHE*, (37), 38-46.
- Ruiz-Magaña, P., Rivera-Godínez, F. y Hernández-Guerrero, J. (2022). “Capacidad de respuesta ante inundaciones en sectores con vulnerabilidad social de la delegación Félix Osores Sotomayor del municipio de Querétaro”. *Acta Universitaria*, 32, e3282. Doi: <https://doi.org/10.15174/au.2022.3282>
- Santana-Sornoza, H. y Lima-Guamán, P. (2021). “Propuesta de obra para el control de inundaciones en la cuenca baja del río Portoviejo, sector el Horcón-Ceibal, cantón Rocafuerte-Manabí-Ecuador”. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), 2305-2331. Doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3168>

DULCE SONIA OREANO HERNÁNDEZ, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

- Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2018). Datos vectoriales de las cartas F14-10 y F14-C55. Recuperado de: <https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/>
- Unidad Municipal de Protección Civil Querétaro (UMPCQ). (2015). *Atlas de riesgos del municipio de Querétaro 2015*. México: Municipio de Querétaro/UMPCQ/Sigema.
- Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). (2009). *Actualización del Plan Maestro Pluvial de la Zona Metropolitana de Querétaro 2008-2025*. Recuperado de: <http://implanqueretaro.gob.mx/im/st/5/2/1/PlanMaestroPluvial2008-2025.pdf>
- Xu, S., Nieto-Samaniego, A., Alaniz-Álvarez, S. y Cerca-Martínez, L. (2011). "Structural analysis of a relay ramp in the Querétaro graben, central Mexico: Implications for relay ramp development". *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(2), 275-289.
- Zamora, L. (2017). *Estrategias de mitigación y respuesta ante el impacto de inundaciones en la microcuenca del río Tigre, Guanajuato*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Zúñiga, E. y Magaña, V. (2018). "Vulnerability and risk to intense rainfall in Mexico: The effect of land use cover change". *Investigaciones geográficas*, (95), 1-18. Doi: [dx.doi.org/10.14350/riig.59465](https://doi.org/10.14350/riig.59465)



MÁS ALLÁ DE LOS AMBIENTALISMOS. UN ENFOQUE CRÍTICO PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

BEYOND ENVIRONMENTALISMS. A CRITICAL APPROACH TO INTEGRATED WATERSHED MANAGEMENT

Miguel Sarmiento Martínez

Comisión de Cuenca del Río Querétaro

Víctor Hugo Cambrón Sandoval*

Universidad Autónoma de Querétaro

*victor.cambron@uaq.mx

Resumen

En este manuscrito se abordan diversas temáticas relacionadas con la Gestión Integrada de Cuencas desde una perspectiva crítica y analítica. Inicialmente se exploró el componente ideológico presente en las relaciones socioambientales y la manera en la cual éste influye en las decisiones y acciones en la gestión ambiental. En dicho aspecto, se destacó la importancia de comprender y analizar estas ideologías para promover una gestión de mayor coherencia. Posteriormente, se planteó la necesidad de incorporar una perspectiva filosófica en la gestión ambiental, considerando elementos de la bioética y la ciencia convergente como aspectos importantes. Esta perspectiva busca trascender el énfasis del conocimiento técnico de la cuenca y otorgar mayor relevancia al estudio y desarrollo de principios éticos que permitan tomar decisiones asertivas en la interacción con el entorno. De igual manera, se reflexionó al respecto de la producción de conocimiento pluridisciplinar, considerando diversos aspectos metadisciplinarios para generar y estructurar el conocimiento de manera adecuada para dar una respuesta efectiva ante las problemáticas ambientales. Finalmente, se examinó la noción de sustentabilidad y su relación sistémica con la cuenca, primeramente clarificando las ideas que rodean el concepto y después destacando su importancia como elemento de configuración en los modelos de gobernanza ambiental.

Palabras clave: Gestión Integrada de Cuencas, ambientalismo, bioética, ciencia convergente, sustentabilidad.

Abstract

In this manuscript, various topics related to Integrated Watershed Management were addressed from a critical and analytical perspective. Initially, the ideological component present in socio-environmental relations and the way in which it influences decisions and actions in environmental management was explored. In this regard, the importance of understanding and analyzing these ideologies to promote more coherent management was highlighted. Subsequently, the need to incorporate a philosophical perspective in environmental management was raised, considering elements of bioethics and convergence science as important aspects. This perspective seeks to transcend the emphasis of technical knowledge of the watershed and give greater relevance to the study and development of ethical principles that allow making assertive decisions in the interaction with the environment. In the same way, there was a reflection on the production of multidisciplinary knowledge considering various metadisciplinary aspects to generate and structure knowledge adequately to give an effective response to environmental problems. Lastly, the notion of sustainability and its systemic relationship with the

watershed were examined, firstly, clarifying the ideas surrounding the concept, and finally, highlighting its importance as a configuration element in environmental governance models.

Keywords: *Integrated Watershed Management, environmentalism, bioethics, convergence science, sustainability.*

Introducción

La Gestión Integrada de Cuencas (GIC) está conformada por un conjunto de métodos para el análisis y elaboración de soluciones a problemáticas ambientales y sociales desde una perspectiva sistémica, reconociendo la interconexión e interdependencia de los ecosistemas y los sistemas humanos presentes en estas áreas o unidades de estudio (GWP, 2000; Martínez-Valdés y Villalajo-García, 2018). Al tomar en cuenta dicho propósito no únicamente se considera una perspectiva sistémica, sino que se observan vínculos con conceptos e ideas altamente afines, como sustentabilidad y gobernanza. Asano y Takada (2014) comentan que la GIC resulta un mecanismo distintivo en términos de sustentabilidad; sin embargo, este paradigma precisa de un esquema de gobernanza para constituir un esquema de gobernanza ambiental que provea una estructura para la toma de decisiones colectivas e integrales en un contexto de problemáticas socioambientales complejas.

Para conformar un marco de gobernanza para la sustentabilidad en cuencas, además de gozar de conocimiento técnico y científico en términos de su funcionamiento biofísico, es necesario contar con bases y fundamentos de las ciencias humanas que permitan una comprensión a fondo sobre diversas circunstancias que surgen de las interrelaciones entre los componentes ecosistémicos y sociales de la cuenca. Estas interacciones determinan su condición de integridad, entendiendo la misma como el estado dinámico que presenta cuando sus diversas funciones, como la regulación hidrológica y la provisión de hábitat, entre otras, se desarrollan de manera individual y conjunta en un estadio operativo óptimo (Flotemersch *et al.*, 2015). Desarrollar una perspectiva adecuada para

comprender la complejidad de la cuenca implica abandonar perspectivas unívocas o relativistas y adoptar una postura crítica para comprender la naturaleza de las actividades humanas en el medio ambiente. En este sentido, el pensamiento crítico requiere mantener un enfoque objetivo al evaluar la información, pues fomenta la consideración de múltiples perspectivas y la revisión continua de suposiciones y sesgos. Por otro lado, el pensamiento objetivo proporciona una base sólida y fundamentada para el pensamiento crítico, ya que se basa en evidencias y criterios racionales.

A pesar de lo mencionado, al analizar diversas formas de interacción y acción socioambiental de los distintos sectores de la sociedad no únicamente desde la perspectiva de cuencas, sino desde la gestión y gobernanza ambiental en general, surgen manifestaciones ideológicas que abordan las relaciones entre los seres humanos y los ecosistemas de manera tendenciosa o reduccionista. Esta situación puede obstaculizar el desarrollo de procesos de gestión efectivos, ya que en ocasiones se contraponen a un pensamiento crítico y objetivo. Para superar la situación, es necesario contar con principios y/o bases consistentes que guíen la toma de decisiones en los escenarios complejos que aborda la GIC.

La forma de abordar esta cuestión ideológica alrededor de la gobernanza ambiental y la noción de ideología a la que se acude es la que se puede explicar como un conjunto de ideas que guardan cierta coherencia y que proveen la base para la acción política que se dirige a preservar, modificar o derrocar el sistema de poder (y de control) existente. Este conjunto de ideas da forma a un sistema político y también funciona como un sistema de ideas, creencias o valores que pueden generar un sentido de pertenencia o articular intereses sociales (Heywood, 2012). Sin embargo, las ideologías en ocasiones funcionan como “monopolios de la verdad”, pudiendo ser operadas como herramientas de poder para influir en la manera en que se interpretan y abordan los problemas, ya sean sociales o ambientales, y para imponer una visión específica del mundo a través de la manipulación de la opinión pública y, en algunos casos, el uso de medios coercitivos

para configurar y mantener determinado orden o control socioambiental.

Por lo tanto, resulta importante tener en cuenta que la ideología en ocasiones puede actuar como un instrumento que influye en la percepción de la realidad, y la prevalencia en la adopción y transformación fluida de ideas o creencias por parte de la población se vincula con una falta de pensamiento crítico y con la aceptación acrítica de una ideología sin cuestionar sus supuestos subyacentes ni considerar las implicaciones prácticas que conlleva y sus consecuencias reales (Marcuse, 1965).

El componente ideológico de las relaciones socioambientales y los ambientalismos

En el contexto geopolítico de México, una forma ideológica que aún sostiene un importante peso como política de estado es la que se fundamenta en la maximización del beneficio económico y prioriza la explotación de las cuencas y ecosistemas, situación que se vuelve visible cuando se realizan megaproyectos que relegan a un segundo plano sus consecuencias socioambientales (Olmedo, 2021). Este sistema de ideas desestima las necesidades y los derechos de las comunidades locales que dependen de las funciones ecosistémicas de la cuenca para su subsistencia y bienestar, así como diversos componentes necesarios para mantener en condiciones adecuadas la fauna, flora y otros elementos abióticos que coexisten en ella. La corriente ideológica planteada se relaciona estrechamente con el productivismo y el industrialismo, y es posible definirla como una superideología que abarca el capitalismo y el socialismo, el pensamiento de izquierda y de derecha por igual. Como sistema económico, se caracteriza por la producción a gran escala; como filosofía, se sustenta en el materialismo, principios utilitarios, así como la fe absoluta en la ciencia y el culto a la tecnología (Heywood, 2017).

En contraposición aparente a este sistema de ideas, existen distintas corrientes y elementos ideológicos que es posible agrupar dentro de lo que en términos coloquiales se define como “ambientalismo”. Algunas modalidades de esta ideología pueden abordar y visibilizar

demandas sociales y ambientales legítimas y gozar de fundamentos filosóficos y científicos válidos; sin embargo, estos últimos constantemente se convierten en fundamentos meramente ideológicos, al ser utilizados para respaldar y justificar una posición política específica. Lo anterior no implica necesariamente una distorsión o manipulación de los elementos filosóficos en el actuar, sino más bien su adaptación y aplicación a un contexto acotado; no obstante, las composiciones ideológicas también se pueden sostener de creencias, posverdades y opiniones, carentes de validez y objetividad. La situación antes mencionada no implica que ciertas acciones derivadas de los ambientalismos carezcan de impacto o mérito, mas los ambientalismos convencionales constituyen una constelación de ideologías satélites que orbitan la superideología ya mencionada, desarrollándose en un contexto de cooptación ideológica, es decir, como ideologías que aparentan una postura de oposición o criticismo a una ideología predominante, pero en realidad mantienen una alineación –en ocasiones sutil– con determinada forma de pensamiento y acción política. Este es un proceso mediante el cual una ideología o movimiento adopta ciertos aspectos o retórica de otra ideología de forma consciente o inconsciente para tratar de generar una postura diferente, pero en última instancia no genera mecanismos o puntos de inflexión para desestabilizar el sistema de control existente y carcome el potencial transformador de la propia crítica (Herman y Chomsky, 2010).

A pesar de que estos ambientalismos se pueden observar diversificados en sus fundamentos y líneas de acción, es posible vislumbrar que no se sostienen de manera individual; a pesar de localizarse puntos divergentes entre las diferentes perspectivas “a favor del ambiente”, éstas constituyen una dinámica adaptable mediante un equilibrio de intereses, lo que da lugar a convergencias. En este sentido, la situación se vincula con lo que Venegas-Carrillo (2015) expresa sobre los planteamientos de Žižek (2008): “El conflicto entre las visiones ideológicas queda remplazado por la colaboración entre tecnócratas ilustrados y liberales comunitaristas, los cuales, me-

dante la negociación de intereses, alcanzan un acuerdo”. Esta situación es conveniente para fortalecer el sistema de control y la legitimación de intereses ajenos a la integridad ecosistémica en una escena ilusoria de inclusividad, articulaciones retóricas y acciones débiles.

Dentro de las distintas configuraciones ideológicas del ambientalismo, con una gravitación social, cultural, política y económica visible alrededor de la superideología, es posible encontrar el ambientalismo institucional, que halla su máximo exponente en la Organización de las Naciones Unidas y la Agenda 2030, la cual sigue promoviendo la idea de crecimiento económico (con una justificación social) y el impulso del desarrollo tecnológico para lograr sus resultados, situación que es incompatible con sus propios objetivos relativos a la sustentabilidad ambiental (Hickel, 2019). Entre los gobiernos, corporaciones y asociaciones afiliadas a la superideología, se ha formulado un capitalismo verde, cuya base es la afirmación de que los problemas ambientales pueden ser resueltos de manera eficiente mediante mecanismos de mercado, lo cual incluye la creación de mercados de carbono, la privatización de recursos naturales y el uso de incentivos económicos para la conservación (Klein, 2015).

Otro elemento de este conjunto ideológico con bastante prominencia dentro de la academia y las corporaciones es el tecnoambientalismo, asociado fuertemente a la técnica y la tecnociencia. Este término describe una estrecha interdependencia entre la ciencia y la tecnología, y denota su articulación en la producción, modificación y transformación del mundo material. Sin embargo, la tecnociencia también goza de una fuerza cultural con sus propias características, así como de incidencia social y ambiental, debido a su importante inmersión e influencia de lo político a lo ontológico (Leal, Farías y Leal, 2012). Es posible mencionar que la expansión de la tecnociencia puede asumir un costo en la producción de conocimiento socioambiental teórico y objetivo, ya que algunas perspectivas pueden ser favorecidas o excluidas en función de su conformidad y utilidad con una agenda política o ideológica dominante (Feyerabend, 1975).

En esta corriente se han promovido soluciones tecnológicas, como la producción de insumos biodegradables, la reutilización y recirculación de desechos o la producción de energías renovables, entre otros, para solventar problemáticas ambientales. Si bien estas tecnologías gozan de ventajas sobre productos convencionales o fuentes de energías fósiles, también propician impactos ambientales (Osman *et al.*, 2023). La implementación de estas tecnologías también se relaciona con beneficios económicos vinculados con el ahorro de costos y beneficios fiscales. Asimismo, la producción tecnocientífica pretende eternizar una modalidad de producción y consumo bajo una premisa de sostenibilidad. En este sentido, hay que considerar que “no es más el sistema de necesidades humanas naturales el que gobierna el desarrollo tecnológico, sino que es el desarrollo tecnológico mismo el que gobierna el sistema de necesidades” (Ladrière, 1977). Esta idea se encuentra estrechamente vinculada con el crecimiento económico y la eternización de una modalidad de producción y consumo insustentable.

Una forma relativa al cuidado ambiental más próximo a la población en general y las corporaciones, la cultura *woke* y la ecopornografía es el ambientalismo simbólico, el cual se caracteriza por adoptar medidas cosméticas que pretenden generar una impresión de compromiso medioambiental, pero que en realidad no abordan los desafíos fundamentales o no generan un impacto significativo en la estabilización de la integridad de los ecosistemas. Esta forma de ambientalismo se manifiesta en actividades que se desarrollan con la finalidad de generar prestigio bajo un propósito de autopromoción o *virtue signaling*, donde las personas, organizaciones e instituciones de cualquier orientación buscan demostrar cierto compromiso ambiental; sin embargo, dichas actividades no logran un impacto sustancial en la solución de los problemas.

Estos ambientalismos se relacionan estrechamente con el uso de medios masivos de comunicación como las redes sociales, lo cual puede contribuir a la desinformación y la propagación de ideas simplistas sobre las pro-

blemáticas socioambientales y generar una sobreexposición a información fragmentada y descontextualizada que puede llevar a una comprensión limitada de las problemáticas, la adopción de creencias reduccionistas y la participación virtual en soluciones simplistas, sesgadas o poco efectivas. La situación expuesta también debilita el potencial de la crítica; como ejemplo de ello, se ha vulgarizado el término *green washing*, que originalmente fue utilizado como una crítica válida para señalar el intento de engañar a los consumidores y a la población en general bajo el signo verde; sin embargo, su uso actual es superfluo y se le atribuye un valor moral, de modo que el término se utiliza de manera indiscriminada, de forma retórica y pobre para señalar y desprestigiar a antagonistas políticos o empresariales, entre otros usos, para exhibir desde una postura de superioridad moral “interés genuino” en la causa ambiental.

En un sentido aparentemente discrepante, es posible vislumbrar algunas posturas acrílicas del ecosocialismo. Al respecto, es importante recordar que el estado socialista históricamente no ha resultado ser un benefactor del medioambiente, del agua o incluso del bienestar humano, existiendo eventos socioambientales graves como la explotación laboral, la pérdida de vidas humanas y el aumento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Gran Salto Adelante en la República Popular China o la desecación del mar de Aral debido al designio productivista de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, que independientemente de su reconfiguración política y territorial, aún se mantiene vigente (Dolan, 2019).

Finalmente es necesario realizar una aproximación crítica hacia la ecología descolonizada y visualizar la apropiación de la indigeneidad con finalidades cuestionables. Primeramente, es importante señalar que, dentro de los movimientos indigenistas en México, ya desde mediados del siglo XX, se observan individuos y organizaciones que, como menciona Robinet (2020), “reivindicaban estratégicamente su alteridad indígena” en un contexto político. En este sentido, señala que, el congreso de Pátzcuaro de 1940 paradójicamente resultó gozar de mayor participación de indigenistas que de indígenas. Por otra

parte, académicos y promotores comunitarios intervencionistas han tratado de vincular de manera forzosa una ideología marxista con la emancipación y reorganización de los pueblos indígenas, situación que quebranta su autonomía y visibiliza una intención de control ideológico externo (Ortiz, 2017).

En relación con este sector poblacional existen corrientes y vertientes ideológicas que presentan el cuidado ambiental como un valor intrínseco, propio y casi obligado de la persona indígena. Si bien, en los pueblos originarios han surgido prácticas y cosmogonías cercanas a una noción de equilibrio socioambiental, que aún son visibles y vigentes en diversos casos, el mito del ecologista originario se nutre con prejuicios positivos y puritanos, así como falacias tradicionalistas. Nadasdy (2005) expone que estas perspectivas reducen a la población indígena a estereotipos que niegan la realidad individual de los sujetos, su realidad histórica, su diversidad de creencias, valores y prácticas, desde una perspectiva unidimensional. En este sentido, también es posible señalar la incongruencia que surge de un sentido de diversidad paradójicamente selectiva en el cual los sistemas de impartición de justicia indígena, incluso cuando se dirigen a la defensa del territorio y el ambiente, son objeto de acometidas desde una perspectiva moral y legal occidental. En este sentido, es importante señalar que, de forma externa a las comunidades, no se goza de autoridad moral para imponer sistemas de solución de conflictos con una perspectiva “civilizada”, en ocasiones disfuncional frente a las prácticas existentes (Zaffaroni, 2009).

Para matizar estos mitos, también cabe señalar que la degradación ambiental de origen antrópico se ha presentado en distintas épocas y periodos históricos y, a pesar de su intensificación en la modernidad y posmodernidad, no es un aspecto exclusivo de éstas o de la época colonial. Entre los periodos paleolítico y neolítico surgieron problemáticas ambientales graves derivadas de la sobreexplotación de los ecosistemas, situación que se evidencia con la erradicación de especies de fauna, deforestación de grandes áreas y salinización de gran-

des extensiones de suelo debido a prácticas de agricultura intensiva, entre otras problemáticas. En este sentido, se destaca que el impacto ambiental de la actualidad se distingue solo en términos cuantitativos (Nentwig, 2007). Por otra parte, se ha señalado que, desde el clásico y el preclásico, la forma de aprovechamiento de las funciones ecosistémicas de la cuenca Mirador-Calakmul propició impactos ambientales severos que derivaron en una condición socioambiental insostenible (Hansen, 2011).

Cabe señalar que distintas vertientes de los ambientalistas mencionados se enlazan con un sentido de la responsabilidad ciudadana, la cual constituye un aspecto fundamental para enfrentar las problemáticas socioambientales; sin embargo, varios de los enfoques mencionados se centran en acciones individuales vinculadas con la transformación de algunas dinámicas del consumo personal, una situación estrechamente relacionada con la inmediatez y facilidad. De igual manera, se presentan acciones colectivas desde una esfera subpolítica con “acciones ambientales” ostentadas desde el ámbito corporativo, de las asociaciones civiles y desde grupos minoritarios que pulverizan y fragmentan la respuesta social, en un contexto de capitalización de las problemáticas ambientales, en un mercado de indulgencias ecológicas y una nueva superioridad moral, propia de una religión secular, en un proceso de reconfiguración del poder político global (Beck, 2002).

Más allá del valor político y económico de la apropiación de una retórica ambientalista, en un aspecto individual, la sublimación de necesidades se relaciona con la adopción de actividades limitadas. Marcuse (1974) explica que la sublimación es el proceso mediante el cual los individuos canalizan sus impulsos o deseos inaceptables hacia actividades socialmente aceptables y “constructivas”. En el contexto ambiental, algunos individuos pueden encontrar satisfacción al realizar acciones limitadas como una forma de cumplir con su necesidad de contribuir o sentirse identificados con alguna causa socioambiental. Sin embargo, estas acciones pueden ser insuficientes en términos de compromiso, alcance

y efectividad, y posicionan al sujeto en un escenario de conformidad social.

Respecto a este último punto, es necesario aclarar que la organización social consensuada es una condición importante para generar procesos fructíferos desde la GIC y la gobernanza ambiental; sin embargo, para que el consenso sea adecuado, es necesario que los sujetos contribuyan de forma independiente, desde su experiencia y comprensión. Cuando el consenso se basa en la conformidad (como un conjunto de determinaciones, expectativas y presión social), se produce una corrupción del mismo proceso, el individuo pierde su capacidad para pensar y sentir de manera independiente (Asch, 1955) y, por lo tanto, se generan soluciones ambientales poco creativas o descontextualizadas.

Una perspectiva filosófica para enriquecer la Gestión Integrada de Cuencas

Además del materialismo, el antropocentrismo puede considerarse como una base filosófica de la superideología, la cual atribuye al humano un valor central en relación con el ambiente. Tanto en el capitalismo como en el socialismo, y también en los sistemas mixtos, la preocupación principal ha sido el bienestar humano y el desarrollo económico y social. Aunque existen discrepancias en la forma en que se aborda y desarrolla esta noción y en las políticas que se implementan, ambos sistemas tienden a priorizar los intereses humanos por encima de la conservación de las cuencas, los ecosistemas y los seres vivos no humanos. Por otra parte, el biocentrismo es una perspectiva ética y filosófica que se sustenta en una premisa caracterizada por otorgar un valor intrínseco a los organismos vivos y otros procesos que sostienen la vida independientemente de su utilidad o beneficio para los seres humanos. Tomando en cuenta los elementos planteados, es necesario tomar en cuenta un sistema de pensamiento ecosistémico perspectivista no dogmático que, de manera dialógica y flexible, pueda abordar la disyuntiva entre estas posturas y también aliviar la falsa dicotomía humano-naturaleza a través de nociones éticas, epistemológicas y políticas acordes a la complejidad de las

problemáticas socioambientales en las cuencas. En este sentido, la filosofía no está limitada a ninguna ideología o sistema de creencias específico, pero puede ayudar a generar una comprensión más profunda de los valores y principios subyacentes de las mismas, así como evaluar su coherencia interna y ayudar a replantear formas de pensamiento rígido, unilateral o excesivamente laxo.

Bioética orientativa no reduccionista

Una idea de bioética del entorno concebida como un elemento para examinar y tomar decisiones al respecto de las interacciones socioambientales no puede sustentarse en principios éticos reduccionistas. En un primer sentido el principialismo, como una vertiente predominante de la bioética, ofrece una idea en la cual esta disciplina puede abordar todos los problemas socioambientales a través de cuatro principios: I) autonomía, II) no maleficencia, III) beneficencia y IV) justicia. Sin embargo, los problemas socioambientales son complejos y requieren un análisis más profundo que no puede ser resuelto a través de principios éticos universales desde una postura doctrinal, sino posicionando la ética como un elemento de orientación teórica (Casasola-Rivera, 2015).

La bioética del entorno es radical. En este sentido, es necesario retomar el concepto de *Bioethik* de Fritz Jahr (1927), quien desarrolló una idea sustentada en la responsabilidad de los actos y respeto hacia el *bios* en todas sus manifestaciones. Jahr extiende la idea del imperativo categórico kantiano hacia un imperativo bioético que se amplía a todas las formas de vida. La idea de bioética de Jahr se desenvuelve como un principio moral y cultural fundacional, así como una virtud. Además, constituye un accionar bioético que interroga la relación de los actos del individuo hacia sí mismo y su entorno, y clarifica cómo la irresponsabilidad sobre el cuerpo propio puede recaer en la comunidad, la descendencia y el entorno (Salomé y Badí, 2013).

Con una línea conceptual similar en ciertos puntos a la de *Bioethik* de Jahr, Van Rensselaer Potter presenta en los setenta una idea de bioética global como un campo de conocimiento interdisciplinario que articula las ciencias

biológicas y las ciencias humanas con el propósito de reflexionar sobre las consecuencias de la conducta humana en el ambiente y fundar pautas de comportamiento que puedan garantizar la supervivencia futura de manera integral (Contreras-Islas, 2017). Durante varios años, estos planteamientos fueron acotados institucional y académicamente hacia deliberaciones relativas a temas médicos, el desarrollo de biotecnología y otras temáticas similares; sin embargo, Gluchman (2015) plantea que la bioética no se puede acotar a estas áreas y también goza de una práctica en múltiples campos de la actividad humana, entre ellos, lo relativo a la educación, la religión o la toma de decisiones políticas respecto al ambiente, una propuesta altamente pertinente en un contexto de gobernanza ambiental.

Una ética orientativa puede nutrirse de manera dialógica con múltiples nociones adecuadas para otorgar profundidad y puntos de reflexión sobre la misma. Como se comentó en un inicio, resulta inadecuado establecer pautas de comportamiento mediante principios limitados desde una visión rígida para la solución de problemas socioambientales complejos; por lo tanto, es posible complementar los planteamientos expuestos con otros afines. Por ejemplo, Riechmann (2014), con base en la filosofía de Epicuro, desarrolla una idea que guarda coherencia con algunos de los planteamientos anteriores; esta idea hace énfasis en el principio de conservación y denota la reflexión sobre las necesidades, el autocontrol y la limitación, que promueve lo denominado como frugalidad no represiva. Naredo (2006) retoma la idea de limitación y menciona una ética de la limitación voluntaria, la cual se presenta como una respuesta a la incapacidad del utilitarismo posesivo para lograr la felicidad colectiva; en este sentido, es necesario establecer límites a las necesidades y deseos, y optar por formas de satisfacción compatibles con la integridad ecosistémica y social, ya que perseguir un número ilimitado de necesidades y tratar de satisfacerlas resulta un propósito nocivo.

Desde el ámbito jurídico también es posible integrar a esta bioética del entorno el principio precautorio y de prevención a favor de la naturaleza (Russo, 2009) y el

agua (*in dubio pro natura e in dubio pro aqua*), así como la reparación *in natura* (García, 2007), como guías éticas para la toma de decisiones en la planificación y gestión de políticas ambientales, y en una relación ambivalente, entre la bioética y el derecho, fortalecer el enfoque ético planteado y la *phrónesis* en el trabajo legislativo respecto a las cuencas y el medioambiente. En estos términos, una perspectiva de interés desde el ámbito jurídico es el reconocimiento constitucional del ecosistema (o la cuenca) como sujeto de derecho que, aunque por sí mismo no es suficiente para transformar el enfoque antropocéntrico utilitarista e instrumental del derecho ambiental en México, puede gozar de un efecto en la reflexión sobre las responsabilidades y deberes jurídicos hacia los ecosistemas mediante una perspectiva antropocéntrica de mayor moderación y sensatez, lo cual podría influir en jueces, administradores públicos y ciudadanos para visibilizar y fortalecer la protección y conservación del medio ambiente (Hernández Cortes, 2019).

Otra forma de contrarrestar el enfoque antropocéntrico mencionado y consolidar los principios y perspectivas planteados es a través de un sistema de justicia ambiental y un modelo de derecho ambiental con un mayor rigor penal, de mayor efectividad frente a sus contrapartes, principalmente disuasivas (Gracia-Pazmiño, 2011), que, como el ejemplo anterior, más allá de una solución determinante, puede gozar de una inercia cultural y moral. Finalmente, es necesario mencionar que la deliberación y toma de decisiones bajo una perspectiva bioética no circunscribe de manera rígida la supervivencia individual o de los ecosistemas hacia el plano de lo legal y lo institucional, ya que la vida, de manera natural y racional, expresada en la naturaleza y la organización humana, puede encontrar caminos propios para persistir independientemente de los procesos que la limitan.

Un modelo de ciencia convergente

Solventar las problemáticas socioambientales de una cuenca a través de una gestión organizada y operativamente adecuada a las necesidades existentes demanda a los actores científicos, políticos y ciudadanos involu-

crados en los procesos de gobernanza proseguir una transición coherente y responsable con la realidad objetiva de la problemática en términos epistemológicos, con la finalidad de generar y gestionar conocimiento en forma de recursos teóricos y prácticos válidos, eficientes y precisos. Como respuesta a las situaciones problemáticas mencionadas, se han generado alternativas de estudio pluridisciplinar, encaminado a la integración del conocimiento en sus distintas formas y jerarquías, con el propósito de generar conocimiento de mayor complejidad y alcance.

A pesar de lo mencionado, la investigación en la dimensión socioambiental, independientemente de sus cualidades y enfoques, no se encuentra exenta de operar mediante posturas unilaterales y segmentarias o de proceder mediante fundamentos hiperespecializados (como lo pueden ser las nociones reduccionistas de la sustentabilidad) o posturas ideológicas o productivas integradas de manera acrítica a la producción científica, como menciona Toledo (1998). En muchas ocasiones, se contravienen los principios del enfoque plural y de la búsqueda objetiva de conocimiento, desembocando en estudios que parten de hipótesis simplistas o que generan conocimientos sesgados e ideologizados sobre lo real.

Una orientación epistemológica pluralista no implica la obsolescencia del valor del conocimiento generado unidisciplinariamente, estructurado mediante el método científico, aun en sus vertientes más especializadas bajo enfoques positivistas, siendo que la pluridisciplina por sí sola, y a pesar de sus frutos, no resulta ser el remedio de la crisis socioambiental. Ésta, debido a su complejidad, exige de revisiones en los propios paradigmas científicos y modelos de pensamiento para afrontar los obstáculos comunes para la propia ciencia y lo que se define como ciencia normal (Grégoire, 2016).

Por otra parte, surgen replanteamientos sobre una diversidad epistemológica que intenta revalorizar y validar algunos elementos del conocimiento tradicional principalmente en forma de saberes prácticos, así como integrar múltiples disciplinas enfocadas a la resolución de problemas complejos en programas académicos. Esta

visión integrativa supone grandes desafíos filosóficos y no necesariamente se han generado modelos de investigación o de conocimiento convergente. El hecho de que los prefijos multi-, inter- y trans- se incluyan en las publicaciones e investigaciones o de que se suscite la integración de nociones y conceptos tradicionales, así como de experiencias de sujetos adisciplinados, no implica su articulación *de facto* ni evita los problemas del relativismo, como bien lo expone Horsthemke (2017).

La epistemología y la gnoseología como disciplinas filosóficas, y otras disciplinas relativas al tema como las teorías organizacionales y de la comunicación, raramente observan su participación en los programas académicos relacionados con la ciencia, además de que se presenta un abuso de los términos relativos a la pluridisciplina con finalidades retóricas para validar el conocimiento. Por otra parte, es importante aclarar que la pluridisciplina y las disciplinas unitarias de ninguna manera presentan una relación dicotómica, sino colaborativa, y el enfoque pluralista no resulta una propuesta que, como ya se mencionó, supera por sí misma las dificultades de la ciencia.

Los procesos colaborativos para generar conocimiento obligan a que ocurran cambios en la estructura tradicional de la academia sin trastocar los aspectos epistemológicamente funcionales en la misma, precisando de su restauración en distintos sentidos, pero no necesariamente bajo una postura deconstructivista (Fuller, 2016). Estos procesos deconstructivos pueden moldear y orientar la estructura y funciones de la academia mediante programas interdisciplinarios con finalidades meramente productivas a través de un modelo de tecnociencia, pero también, en términos ideológicos, como ya se planteó en algún momento, en formas de propuestas transdisciplinarias decoloniales, excluyentes de lo que en ocasiones se concibe como pensamiento ilustrado.

De acuerdo con *Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*, publicado por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRA) en 2014,

en forma de sumario, es posible visualizar las siguientes características del enfoque: 1) se dirige a la solución de problemáticas específicas que aquejan a la sociedad o el ambiente, aportando soluciones innovadoras y teorías emergentes; 2) precisa de mecanismos organizacionales para la colaboración y comunicación intersectorial profunda, donde se permita compartir y manipular datos e información; 3) integra nuevos modelos, lenguajes y paradigmas teóricos, pedagógicos y metodológicos para la investigación; y 4) también implica cambios en distintos niveles de gestión y participación a escala institucional, permitiendo crear alianzas plurales y modos de gobernanza estructural que posibiliten acelerar y expandir las posibilidades de coparticipación de los distintos campos. Cabe mencionar que la articulación de las formas de conocimiento señalado se lleva a cabo de una manera plural pero realmente efectiva. En un contexto de transición metadisciplinaria, como se remarcó en un momento, resulta un ejercicio complejo donde la filosofía, la lingüística, la psicología y otras ciencias humanas son de gran auxilio para realizar un ejercicio plural con la finalidad de generar conocimiento y evitar los peligros de los dogmas y del relativismo.

El enfoque sistémico de la sustentabilidad y la cuenca

Uno de los conceptos relativos a la perspectiva “ecológica” del desarrollo y del crecimiento económico, de agendas, planes y cualquier tipo de proyecto justificado bajo una premisa ambiental, es el de sustentabilidad y otros derivados como desarrollo sustentable o sostenibilidad. Este término no goza de una definición oficial, mas la idea de desarrollo sostenible (Brundtland, 1987), popularizada en el informe “Nuestro Futuro Común” y el modelo reduccionista de las tres esferas de la sustentabilidad, se asume de manera axiomática y acrítica para aludir a la temática. Primeramente, la denominación *nachhalten-de Nutzung* (uso sustentable) se menciona desde 1713 en *Sylvicultura Oeconomica* de Hans Carl von Carlowitz (Du Pisani, 2006), por lo cual resulta imperante su estudio de manera histórica y conceptual, fuera de sus significados

institucionalizados. Por otra parte, la idea de desarrollo sustentable, además de no constituir un concepto terminado, se encuentra alineado a una perspectiva desarrollista (Riechmann, 2014).

Para lograr analizar el concepto, primeramente es necesario deponer la idea del desarrollismo como postura económica para liberar la idea de sustentabilidad y, en segunda instancia, es necesario clarificar la diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad. ‘Sostenible’ procede del verbo ‘sostener’, y el significado en inglés de la palabra *sustain* es “Provocar o permitir que algo continúe durante un período de tiempo” (Diccionario de Cambridge, 2023, definición 1). Por otro lado, el significado en español para la palabra ‘sostener’ en su primera forma de verbo transitivo se observa como “Sustentar, mantener firme algo” (Real Academia Española, 2023, definición 1) y ‘sustentar’ se adopta como sinónimo de ‘sostener’, lo que también se observa en la fuente mencionada (Real Academia Española, 2023, definición 1). Sin embargo, además se muestra la raíz latina *sustentāre* como intensivo de *sustinēre*, y en sus formas transitivas se observa la idea de ‘proveer’ o ‘alimentar’. En este punto, tras un análisis semántico, Coen (2006) separa las acepciones correspondientes para cada verbo, de modo que es posible definir que sostenible se refiere a la condición endoestructural del sistema bajo una connotación de inalterabilidad o inamovilidad. Por otra parte, sustentable se refiere a la estabilidad de ese sistema condicionado a su dependencia supraestructural, que provee materia y energía para resultar persistente en un ámbito espacio-temporal. Cabe señalar que los sistemas descritos a continuación son sistemas abiertos, mas gozan de un comportamiento distinto.

Bajo las definiciones señaladas, un sistema configurado en un modelo de sostenibilidad se dirige a mantener su condición endoestructural mediante un subsistema de control (mecanismo cibernético) que establece mecanismos de autorregulación y retroalimentación interna para mantener su configuración definida y adaptar las propiedades del suprasistema a su propia demanda, con la finalidad de prolongar su consumo e intercambios

de materia y energía; en este sentido, el sistema será sostenible hasta que su consumo de recursos presione, desestabilice o desintegre el suprasistema que lo provee. Por otra parte, un sistema configurado en un modelo de sustentabilidad es aquel que puede ser suministrado por las condiciones propias del suprasistema; su subsistema de control se encuentra sincronizado, receptivo y adaptativo hacia las condiciones intrínsecas del sistema externo para que su consumo e intercambio de materia y energía no generen un desequilibrio exoestructural. Dicho sistema será sustentable hasta que el suprasistema, por sus propias condiciones y cambios naturales, pueda continuar proporcionando recursos. Por un lado, un sistema sostenible pretende adaptar el suprasistema a sus demandas materiales y energéticas, por otro, un sistema sustentable adapta sus demandas a las condiciones del suprasistema.

En concordancia con lo mencionado, es importante destacar la temporalidad de los dos enfoques. La sostenibilidad se enfoca principalmente en preservar los recursos económicos y, en este sentido, un diseño productivo o una modalidad económica pueden ser cortoplacistas, mientras que la sustentabilidad se refiere a la capacidad de un sistema socioambiental para mejorar constantemente la calidad de vida de sus miembros a largo plazo, apoyándose en su entorno natural y dependiente de la forma de uso de los servicios ecosistémicos con una visión de mejora de manera continua e indefinida (Fraume, 2008).

Para concluir la indagación sobre la noción de sustentabilidad, resulta importante realizar un ejercicio hermenéutico que considere su definición abstracta y su relación con el comportamiento concreto de los sistemas biológicos. De este modo, la hermenéutica analógica goza de importancia para comprender dichos fenómenos mediante sus interconexiones y relaciones, y sostiene que su interpretación implica descubrir relaciones de analogía entre ellos para desentrañar los significados implícitos y captar la riqueza interpretativa del mundo, permitiendo una comprensión más completa y profunda de la complejidad de la realidad y su sentido (Beuchot, 2015).

Al considerar lo planteado, se puede observar la analogía entre la idea de sustentabilidad y de homeostasis. La segunda se refiere al equilibrio dinámico y autorregulación que existe en los sistemas biológicos para mantener su funcionamiento y estabilidad, mientras que la primera puede entenderse como un equilibrio dinámico y de autorregulación en los sistemas socioambientales. La sustentabilidad implica la capacidad de un sistema, ya sea una comunidad, una sociedad o una cuenca, para mantener un estado de equilibrio y armonía con su entorno a largo plazo. De forma sintética, la sustentabilidad es una forma en la que el humano, a través de sus capacidades cognitivas, mediante un sentido de coherencia vital, de forma biomimética, aspira a integrar la homeostasis, adaptabilidad y otros procesos de autorregulación de los sistemas biológicos a sus propios sistemas y formas de organización para subsistir de manera conjunta con los elementos de la ecósfera en la búsqueda de un panorama de simetría socioambiental [Sarmiento, 2017].

La clarificación de lo que supone el concepto de sustentabilidad y su diferencia con otras nociones aparentemente similares resulta importante en el contexto de cuencas para configurar e identificar de manera concisa un modelo de gobernanza. Cuando se toman en cuenta las ideas de participación, colaboración y democracia que expone Rosanvallon (2011), la gobernanza se puede concebir como una forma de gobierno que funciona como el mecanismo cibernético mencionado, el cual requiere ser configurado adecuada y coherentemente para estabilizar o rehabilitar el sistema de la cuenca.

Reflexiones finales

Es posible concluir que la influencia de las ideologías desempeña un papel fundamental en la forma en que la sociedad responde a la actual crisis socioambiental. Las ideologías políticas y económicas moldean políticas gubernamentales y estrategias coercitivas y persuasivas que a menudo determinan la forma de respuesta de la sociedad ante las problemáticas hídricas, sociales o ecosistémicas. Es evidente que, en un contexto donde la

sostenibilidad cortoplacista amparada por la tecnociencia y el productivismo industrializado, suele perseguirse y practicarse predominantemente sobre un modelo de sustentabilidad global. A largo plazo se socavan los esfuerzos para abordar proporcionalmente dichas crisis; sin embargo, no solo una ideología explícitamente productivista puede obstaculizar una respuesta efectiva a la crisis socioambiental. Los ambientalistas cosméticos, cooptados por la superideología, centrados en soluciones superficiales que promueven una visión simplista de la sustentabilidad, motivados por la autopromoción, amparados por nuevas formas de consumo no solo de objetos sino de prácticas simbólicas, también pueden ser perjudiciales. Estas ideologías pueden proporcionar una falsa sensación de logro que lleva a una complacencia inadecuada en lugar de a un compromiso real. El arraigo a estas formas de pensamiento y sus prácticas derivadas no solo se desenvuelve en un plano de conformidad sino de comodidad esquiva del pensamiento complejo y acciones *de facto* para responder a la crisis socioambiental.

Por otra parte, para la ciencia, entendida como un sistema de generación estructurada de conocimiento válido, así como para la comunidad científica que le da vida, el estudio de la crisis socioambiental y la GIC, debido a sus condiciones complejas, así como la cantidad de factores sociales, culturales, políticos y económicos relativos a la generación de conocimiento, requieren una propuesta de ciencia convergente para generar mecanismos útiles para generar procesos adecuados de gobernanza ambiental. La integración adecuada de la ciencia convergente en dirección al campo de estudio y gobernanza en las cuencas precisa de implementaciones metadisciplinarias, es decir, no solo de la integración disciplinar de distintos campos del conocimiento bajo un marco referencial común, sino del desarrollo de marcos de trabajo y esquemas estratégicos para la investigación con un enfoque de consolidación transdisciplinaria para la resolución de problemas comunes y específicos.

Aunado a lo anterior, una perspectiva revisionista de ideas convencionales, generalmente aceptadas, así como la deliberación activa y constante sobre los funda-

mentos de los diversos ejes que funcionan como principios de la gobernanza, vinculados con la Gestión Integrada de Cuencas, permiten cuestionar y analizar las bases éticas del manejo hídrico y ecosistémico. Esto último promueve un enfoque más consciente y fundamentado, y ayuda a comprender la complejidad de los problemas ambientales y a evaluar desde múltiples perspectivas la actividad humana y las implicaciones de las decisiones adoptadas. Por otra parte, fomenta el diálogo y el debate, así como la participación objetiva y autónoma de diferentes actores en la toma de decisiones. Una aproximación a la GIC desde la filosofía y las ciencias humanas que no solo se enfoca en los métodos y técnicas de recolección de información, sino en los métodos analíticos e interpretativos, proporciona herramientas para el examen de argumentos y la construcción de hipótesis colectivas en temas socioambientales complejos.

Esta visión crítica permite a los actores involucrados en el estudio y atención de las problemáticas socioambientales analizar si los argumentos e ideas que sustentan su actividad alrededor de la gestión y gobernanza ambiental parten de un ejercicio de intersubjetividad consciente, desde la voluntad individual y la libertad del pensamiento, o si, por el contrario, parten de una configuración externa que sutilmente utiliza las vulnerabilidades y características de los sujetos para configurar una base social alineada a determinados modelos de desarrollo o intereses que distan de la búsqueda congruente de la sustentabilidad.

Referencias bibliográficas

- Asano, K. y Takada, M. (eds.). [2014]. *Rural and urban sustainability governance*. United Nations University Press.
- Asch, S.E. [1955]. "Opinions and social pressure". *Scientific American*, 193(5), 31-35.
- Asociación Mundial para el Agua (GWP). [2000]. *Manejo integrado de recursos hídricos*, GWP-TAC Background Papers N° 4. Suecia.
- Beck, U. [2002]. *La sociedad del riesgo global*. Traducido por Jesús Alborés Rey. España: Siglo Veintiuno.
- Beuchot, M. [2015]. "Elementos esenciales de una hermenéutica analógica". *Diánoia*, 60(74), 127-145.
- Brundtland, G.H. [1987]. "Our common future—Call for action". *Environmental conservation*, 14(4), 291-294.
- Diccionario de Cambridge. [2023]. Sustain. Recuperado el 16 de mayo del 2023, de: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/sustain>
- Dolan, E. [2019]. "A critique of ecosocialism". *Medium*. Recuperado de: <https://medium.com/swlh/a-critique-of-ecosocialism-aa21e3014948>
- Du Pisani, J.A. [2006]. "Sustainable development - historical roots of the concept". *Environmental Sciences*, 3(2), 83-96.
- Feyerabend, P. [1975]. *Against method: outline of an anarchistic theory of knowledge*. Inglaterra: New Left Books. [Versión castellana: *Tratado contra el método*. España: Tecnos].
- Flotemersch, J.E., Leibowitz, S.G., Hill, R.A., Stoddard, J.L., Thoms, M.C. y Tharme, R.E. [2015]. "A watershed integrity definition and assessment approach to support strategic management of watersheds". *River Research and Applications*, 32(7), 1654-1671.
- Fraume, N.J. [2008]. *Diccionario Ambiental*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Fuller, S. [2003]. *Interdisciplinarity: the loss of the heroic vision in the marketplace of ideas. Prepared for Rethinking Interdisciplinarity*. Francia: Interdisciplines.
- Gluchman, V. [2015]. "UNESCO Chairs in Bioethics and their future task". *Global bioethics: what for? Twentieth anniversary of UNESCO's Bioethics Programme*. UNESCO. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002311/231159e.pdf>
- Grégoire, J. [2018]. "Overcoming obstacles to creativity in science". *Estudios de Psicología (Campinas)*, 35(3), 229-236.
- Hansen, R.D. [2011]. "Ex Lux Terminus: orígenes, dinámicas, y colapso del apogeo Preclásico en la Cuenca Mirador-Calakmul". Conferencia magistral. III Congreso Internacional de Cultura Maya, en Yucatán, "Civilización, colapso, crisis y coyuntura: la dinámica del desarrollo sociocultural maya". México.
- Herman, E.S. y Chomsky, N. [2010]. *Manufacturing consent: The political economy of the mass media*. Random House.

- Hernández, L.C. (2019). “La naturaleza como sujeto de derechos en el nuevo constitucionalismo latinoamericano: una visión para México”. *Hechos y Derechos*, (49).
- Heywood, A. (2012). *Política*. España: Ediciones Paidós Ibérica.
- Heywood, A. (2017). *Política*. México: Grupo Editorial Patria.
- Hickel, J. (2019). “The contradiction of the sustainable development goals: Growth versus ecology on a finite planet”. *Sustainable Development*, 27(5), 873–884.
- Horsthemke, K. (2017). “‘Epistemological diversity’ in education: Philosophical and didactic considerations”. *Forum Pedagogiczne*, 7(1), 265–282.
- Islas, D.S. (2017). “Sobre la urgencia de una bioética global”. *Revista Digital Universitaria*, 18(8). Doi: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2017.v18n8.a1>
- Klein, N. (2015). *This changes everything: Capitalism vs. the climate*. Simon & Schuster.
- Ladrière, J. (1977). “Les enjeux de la rationalité”. *Le défi de la science et de la technologie aux cultures*. Francia: Aubier-Montaigne.
- Lima, N.S. y Cambra Badii, I. (2013). “La bioética según Fritz Jahr: idea y cosmovisión. Referencias contextuales y narrativas del surgimiento del concepto”. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología, XX Jornadas de Investigación, Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.
- García, T. (2007). “El principio de la reparación del daño ambiental en el derecho internacional público. Una aproximación a su recepción por parte del derecho mexicano”. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, VII, 481–512.
- Leal, V.R., Farías, J.R. y Leal, I.I. (2012). “Una aproximación a la episteme de la tecnociencia”. *REVECITEC*, 2(2), 1–16.
- Marcuse, H. (1974). *Eros and civilization: philosophical inquiry into Freud* (Vol. 496). EE.UU.: Beacon Press.
- Marcuse, H. (2009). *El hombre unidimensional: ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. España: Ariel.
- Martínez Valdés, Y. y Villalejo García, V.M. (2018). “La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos”. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58–72.
- Nadasdy, P. (2005). “Transcending the debate over the ecologically noble Indian: Indigenous peoples and environmentalism”. *Ethnohistory*, 52(2), 291–331.
- Naredo, J.M. (2006). “Bases sociopolíticas para una ética ecológica y solidaria”. *Polis. Revista Latinoamericana*, (13).
- National Research Council. (2014). *Convergence: Facilitating transdisciplinary integration of life sciences, physical sciences, engineering, and beyond*. EE.UU.: The National Academies Press.
- Nentwig, W. (2007). “19 Human environmental impact in the Paleolithic and Neolithic”. *Handbook of paleoanthropology*. Springer Verlag.
- Olmedo, R.A. (2021). “Megaproyectos y sustentabilidad en México: definición, legislación y consecuencias”. *Revista nuestraAmérica*, 9(18).
- Ortiz, A. (2017). “¿Es la izquierda ‘obligatoria’ para los indígenas?”. *Plan V*. Recuperado de: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/la-izquierda-obligatoria-indigenas>
- Osman, A.I. et al. (2023). “Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review”. *Environmental Chemistry Letters*, 21(2), 741–764.
- Pazmiño, M.G. (2011). *La responsabilidad penal en los delitos ambientales mediante el incremento de las penas establecidas en los artículos 437 A–437 J del Código Penal*. Universidad San Francisco de Quito, Facultad de Jurisprudencia.
- Pereira, R. (2011). “Gobernanza del sistema tierra: viejas respuestas y nuevos interrogantes”. En Echeverri, J.A. y C. Pérez Niño (eds.). *Amazonia colombiana: imaginarios y realidades*. Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Real Academia Española. (2023). Sostener. *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 16 de mayo del 2023, de: <https://dle.rae.es/sostener?m=form>
- Real Academia Española. (2023). Sustentar. *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 16 de mayo del 2023, de: <https://dle.rae.es/sustentar?m=form>
- Riechmann, J. (2014). *Un buen encaje en los ecosistemas. Segunda edición [revisada] de Biomimesis*. España: Los Libros de la Catarata.

- Rivera, W.C. (2016). "Más allá del principialismo: hacia una re-conceptualización de la bioética". *Praxis Journal of Philosophy*, (73), 67-101.
- Robinet, R. (2020). "El indigenismo de los indígenas. Historia de una 'nebulosa autóctona' [México, décadas de 1940-1950]". *Cahiers des Amériques Latines*, (95), 69-98.
- Rosanvallon, P. (2011). *La société des égaux* (Vol. 427). Francia: Seuil.
- Sarmiento, M. (2017). *Análisis en los sistemas y paradigmas de la sustentabilidad: divergencias entre lo fáctico y la simulación contemporánea*. [Tesis]. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Toledo, U. (1998). "La epistemología según Feyerabend". *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, (4), 102-127.
- Venegas Carrillo, J.C. (2015). "Žižek, Slavoj. (2008). En defensa de la intolerancia. Madrid: Sequitur. ISBN: 13 978-84-95363-30-5. Número de páginas: 128". *Universitas Philosophica*, 32(65), 328-338.
- Zaffaroni, E.R. (2009). "Consideraciones acerca del reconocimiento del pluralismo cultural en la ley penal". En C. Espinoza y D. Caicedo (eds.). *Derechos ancestrales. Justicia en contextos plurinacionales*. Ecuador: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.



CULTURA, CONFLICTO Y USOS DEL AGUA EN LA COMUNIDAD ÑÑHO DE SANTIAGO MEXQUITILÁN

CULTURE, CONFLICT AND WATER USES IN THE ÑÑHO COMMUNITY OF SANTIAGO MEXQUITILÁN

Antonio Flores González*

Álvaro Jesús Chávez Hernández

Octavio Cabrera Serrano

Universidad Autónoma de Querétaro

*antonio.flores@uaq.mx

Resumen

El texto analiza el conflicto suscitado en torno al agua en la comunidad ññho de Santiago Mexquititlán, el cual se manifestó a partir de la toma de un pozo y continuó con el amparo ante la promulgación de la Ley referente al agua en el estado de Querétaro del 2022. El trabajo expone el planteamiento metodológico de la Investigación Acción Participativa y la etnografía para la descripción y análisis contextualizado sobre el conflicto de los usos, el manejo, la organización social y los elementos culturales en torno al agua. El objetivo fue recuperar estos aspectos para la elaboración de un peritaje antropológico. La lectura teórica se basó en el materialismo cultural y la antropología política para destacar el conflicto entre el Estado y las formaciones socioculturales. Finalmente, se concluye que el cuidado y el manejo del agua en la comunidad se funda y se fortalece en la tradición organizativa, en los ciclos rituales y en los mitos y creencias propias de su cultura. Por lo tanto, la reproducción cultural del pueblo está intrínsecamente relacionada con el agua, en la medida en que, para su cuidado y buen manejo en el lugar, éste depende de las prácticas, saberes y creencias de la cultura ññho.

Palabras clave: agua, cultura, conflicto, Santiago Mexquititlán.

Abstract

The text analyzes the conflict raised around water in the ññho community of Santiago Mexquititlán, which was presented from the taking of a water well and continued with the protection before the enactment of the Law regarding water in the state of Querétaro of 2022. The work exposes the methodological approach of Participatory Action Research and ethnography for the description and contextualized analysis of the conflict of uses, management, social organization and cultural elements around water. The objective was to recover these aspects for the elaboration of an anthropological expertise. The theoretical reading was based on cultural materialism and political anthropology to highlight the conflict between the State and socio-cultural formations. Finally, it is concluded that the care and management of water in the community is based and strengthened in the organizational tradition, in the ritual cycles, and in the myths and beliefs of their culture. Therefore, the cultural reproduction of the people is intrinsically related to the water resource, to the extent that it depends on the practices, knowledge and beliefs of the ññho culture for its care and good management in the place.

Keywords: water, culture, conflict, Santiago Mexquititlán.

Introducción

El conflicto como proceso histórico social forma parte del entramado de relaciones que las sociedades establecen para sus formas de organización. Su importancia analítica radica en la posibilidad que tienen los actores individuales y colectivos de formar y transformar sus condiciones materiales de existencia, junto con el marco político-ideológico sobre el cual se basan sus acciones. Así, el análisis del conflicto marca un punto referencial para la exposición de las interacciones de diversos grupos sociales con sus estructuras y de sus alternativas de cambio social. Ante la formación del sistema capitalista y el conjunto de sus estructuras como el Estado-Nación, el conflicto se ha presentado como un proceso sustancial en la configuración sociocultural de los pueblos y comunidades originarias en México, en tanto han generado diversas experiencias de adaptación, continuidad y ruptura para su sobrevivencia cultural, económica y sociopolítica ante el proyecto civilizatorio del capitalismo. Como resultado de este proceso se han propiciado fenómenos sociales como la esclavitud, la explotación y el racismo, que siguen latentes a la par de otros como el despojo y el control de territorios y de recursos ecológicos y simbólicos, afectando los deseos y acciones de autodeterminación de los pueblos.

El presente trabajo analiza este proceso a través del caso de Santiago Mexquititlán, localidad al sur del municipio de Amealco de Bonfil en el estado de Querétaro, a partir del conflicto por el manejo y control del pozo ubicado en el Barrio IV (ver mapa 1), que surte de agua a la comunidad. A principios del 2021, la comunidad dejó de recibir regularmente el agua en sus domicilios; durante semanas, algunos barrios no eran abastecidos, mientras observaban que diariamente pipas particulares se surtían en el mencionado pozo con la anuencia de personal de la Comisión Estatal de Aguas (CEA). Reunidos en una Asamblea Comunitaria convocada por un sector de la población, organizada desde un año atrás en torno del Concejo para la Defensa del Territorio Ñaño de Santiago Mexquititlán (también identificado como Concejo Autónomo de Santiago Mexquititlán), el 31 de marzo acordaron tomar el pozo

del Barrio IV y retener una de las pipas en exigencia de que se les reestableciera el servicio, cesara el saqueo irregular y se les informara sobre la propiedad de las pipas y el permiso de extraer agua cuando la comunidad sufría la carencia. Existía también malestar por el conocimiento de que la red de dicho pozo surtía a otras localidades vecinas sin consentimiento de los pobladores, considerando que el pozo está en su territorio y la población construyó la infraestructura para su funcionamiento.¹ Se estableció un campamento para resguardar el pozo durante varios meses y, a la fecha en que esto se escribe, los pobladores afirman tener el resguardo del pozo por mandato judicial.

La Comisión Nacional del Agua (Conagua) y la CEA, en mesa de negociación con el Concejo, firmaron un acuerdo para generar los mecanismos técnicos, financieros y legales para restituir plenamente el pozo a la comunidad, según la versión del Concejo, acuerdo incumplido a la fecha. Es importante mencionar que la CEA respondió que las pipas eran privadas, pero nunca informó de quién eran propiedad. Este episodio inicia previo a la promulgación en 2022 de la Ley que Regula la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Querétaro.

Este trabajo busca exponer el proceso de acompañamiento metodológico solicitado por habitantes al Centro de Capacitación y Asesoría para el Desarrollo Comunitario “Ricardo Pozas Arciniega” (Cecadeco) de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Autónoma de Querétaro, el cual implicó un proceso abierto de Investigación Acción Participativa desde 2019. En este acompañamiento se realizó un peritaje antropológico a solicitud de pobladores de Santiago Mexquititlán, trabajo que formó parte del expediente 907/2022, entregado en el Juzgado Séptimo en Materia Civil, Administrativo y de Juicios Federales en el Estado de Querétaro, el 14 de octubre del 2022, y con el que se logró un amparo provi-

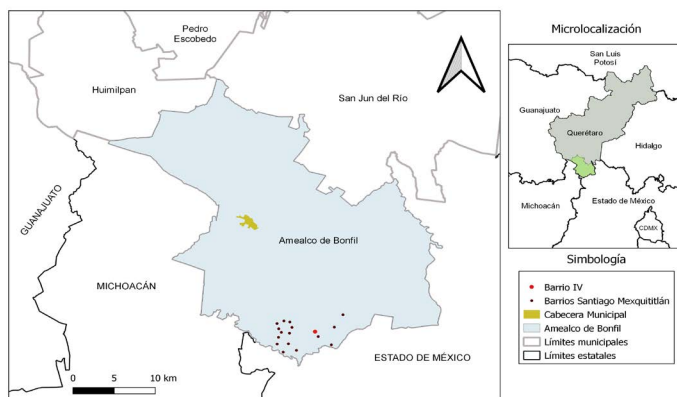
1 Algunos domicilios tenían hasta tres meses sin el servicio de agua, pero los problemas, según la versión de algunos pobladores, iniciaron aproximadamente veinte años atrás, cuando mediante una segunda tubería se surtió de agua del lugar a Donicá, Los Toriles, La Torre y algunas localidades mexiquenses.

sional para la comunidad sobre la mencionada ley sobre los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Se llevó a cabo un trabajo de investigación con el objetivo de dar elementos a un juez federal para discernir sobre el riesgo, en la mencionada ley, de violentar los derechos indígenas de los pobladores al abrir la posibilidad de que particulares administraran el servicio de agua potable. Acorde con esta situación y ante la crisis y el conflicto surgidos en Santiago Mexquititlán por el manejo y control del agua, nos preguntamos a manera de problema de investigación: ¿cómo ha sido la relación de esta comunidad ññho con el agua en términos culturales, sociales y económicos?, ¿cómo se relacionan entre sí los pobladores para el aprovechamiento y administración de este recurso y frente a actores externos?, ¿qué ha caracterizado políticamente estas relaciones? y ¿cómo se ha transformado todo lo anterior? Analizaremos las relaciones sociales implicadas en el manejo del agua, poniendo énfasis en el momento conflictivo actual y considerando los ámbitos culturales, políticos, sociales y económicos, así como sus transformaciones en lo general a lo largo de la historia reciente.

Mapa 1

Localización de los barrios de Santiago Mexquititlán



Fuente: elaboración propia con datos del Geoportal de Cona-bio (2020)

Enfoque teórico

El presente apartado ofrece las herramientas teórico-conceptuales que permitieron analizar el conflicto que se desarrolla entre una parte de la comunidad ññho de Santiago Mexquititlán frente al gobierno del estado de Querétaro, el gobierno municipal de Amealco de Bonfil y sus autoridades auxiliares. Un aspecto central de la historia de los conflictos recientes en la comunidad corresponde a la búsqueda de su autonomía y autodeterminación, que por añadidura se relaciona con el control y manejo comunitario del pozo de agua localizado en el Barrio IV. La movilización comunitaria en torno a esto conformó una asamblea que organizó la resistencia y movilizaciones sucesivas dentro y fuera de la comunidad, además de revitalizar otros ámbitos de la cultura ññho. Así, el conflicto se manifiesta en la esfera política, pero repercute en otros ámbitos socioculturales; tal es el caso de la reactivación que vivió la memoria histórica local (misma que se recuperó en el peritaje antropológico), particularmente al mostrar el profundo vínculo que se mantiene con el líquido y la relación histórica, cultural, económica, social, espiritual y simbólica que se tiene con el agua en el territorio.

Los aportes teóricos del materialismo cultural permiten interpretar la relación de los pueblos originarios con los entornos que habitan, a fin de comprender el proceso del conflicto sociocultural. Thomas Barfield observa que el materialismo cultural es un aporte que representa una síntesis teórica de tres horizontes de pensamiento: el materialismo histórico marxista, la antropología ecológica y el evolucionismo social (Barfield, 2000). Es importante destacar que tiene su punto de partida en el antropólogo Leslie White, quien postula un materialismo cultural formulado en términos de energía, nutriendo su andamiaje teórico-conceptual con las perspectivas de Karl Marx, Lewis Henry Morgan y Edward B. Tylor (Harris, 1983). La argumentación de White considera los sistemas socioculturales configurados en tres partes: la tecnoeconómica, la social y la ideológica:

la cultura se convierte principalmente en un mecanismo para almacenar energía y hacerla trabajar al servicio del hombre [...] Los sistemas sociales están, en consecuencia, determinados por los sistemas tecnológicos, y las filosofías y las artes expresan la experiencia tal y como viene definida por la tecnología y refractada por los sistemas sociales (White, en Harris, 1983, p. 551).

Para el antropólogo Marvin Harris, esta estrategia se encuentra en deuda con Karl Marx y tiene una configuración amplia: “El materialismo cultural identifica tres componentes principales, de todas las sociedades humanas, lo que Harris denominó el patrón universal. Todas las sociedades pueden dividirse en *infraestructuras, estructuras y superestructuras*” (Barfield, 2000, p. 336).²

La infraestructura comprende los elementos naturales (como el agua) y culturales que resultan fundamentales para la adaptación y la supervivencia humana, y se divide en dos subcomponentes: el modo de producción y el de reproducción. El primero incluye la tecnología, patrones de trabajo, características del medio geográfico (en este caso, ríos o manantiales de agua) o físico y relaciones tecnoambientales (construcción de presas y pozos, acequias, bordos). El segundo consiste en las cosas que se relacionan con la propagación de la especie (Barfield, 2000). Otro ámbito se refiere a la estructura, misma que consiste en la economía doméstica y la política; la primera implica los modos de organización familiares y los roles de género y edad, y la segunda, modos de organización política y modelos de jerarquías. Finalmente, está la superestructura, misma que consiste en patrones cognoscitivos, culturales, de comportamiento, para darle paso a las pautas de pensamiento y de símbolos. Aquí se incluyen elementos como la religión, el arte, la música, la danza y los rituales (Barfield, 2000). De estos tres componentes, el que corresponde a la infraestructura proporciona los cimientos básicos de la vida socio-cultural; luego ejerce una fuerte influencia en la forma-

ción de la estructura, que a su vez ejerce su propia fuerza determinante en la formación de la superestructura (Barfield, 2000).

Trabajos como el realizado por el antropólogo Casey Walsh, que aborda el uso y la explotación de las aguas subterráneas en el valle de Cuyama, en Estados Unidos, señalan que ésta es condición clave para el desarrollo capitalista, pues se dispone de ella a través de sistemas tecnificados destinados a la agricultura intensiva y la distribución urbana, actividades que han contribuido a la sequía y la escasez (Walsh, 2021). Se indica que este modelo de extracción se confronta con comprensiones y usos locales de las aguas subterráneas (esto es, aguas que están “socialmente constituidas” se utilizan y se gestionan económica y culturalmente a través de un sistema de ideas y prácticas culturales) que fueron perturbados, destruidos e invisibilizados por la modernización. La gestión del líquido es moldeada por tres aspectos complejos y contradictorios que agravan su crisis: la heterogeneidad, la ubicuidad y la visibilidad, lo que ha permitido la expansión de las ciudades y la agricultura intensiva a expensas de los sistemas agroecológicos tradicionales, operando a partir de la desposesión (Walsh, 2021). Aunque este último enfoque no se basa en el materialismo cultural, favorece a entender las disputas entre el Estado Nación y otros actores sociales enfrentados con los pueblos originarios.

El contacto entre culturas diferentes genera modificaciones en las esferas de la infraestructura, la estructura y la superestructura. Al respecto, Miguel Alberto Bartolomé, a partir de su propuesta de territorialidades interculturales confrontadas, explica que dicho contacto se configura como una relación intercultural, misma que puede ser comprendida como el aspecto dinámico de la pluralidad del Estado Nación mexicano, en la medida que implica la vinculación de actores sociales pertenecientes a diferentes esferas culturales; pero advierte que no es posible mantener una diversidad signada por la desigualdad como la que ha tipificado a México (Bartolomé, 2010).

² Subrayado nuestro.

Este aporte teórico y reflexivo permite abordar la problemática de Santiago Mexquititlán frente al Estado por la autodeterminación y la gestión del pozo de agua, pues este último actor confunde los estados con sus poblaciones. Bartolomé destaca que no es factible apelar ideológica o políticamente a la unidad de un Estado-Nación (o en este caso, de un municipio) sin reconocer la diversidad cultural que le otorga su mayor riqueza y su singularidad histórica (Bartolomé, 2010). Puntualmente, Bartolomé reflexiona sobre el conflicto:

Esta complejidad sistémica se ha incrementado en las últimas décadas, la vinculación se manifiesta no sólo como la articulación de las colectividades étnicas y/o raciales diferenciadas con sus estados, sino también como la actual relación que establecen con las empresas transnacionales, los intereses geopolíticos hegemónicos, la creciente demanda mundial de recursos estratégicos y otros agentes que representan las fuerzas más visibles y dominantes del mundo globalizado (2010, p. 11).

El autor explica que el ejemplo exponencial de ello es lo concerniente al territorio, donde la vivencia humana de los espacios es diferente a las conceptualizaciones propuestas por la geografía económica o la política, pues para los estados-naciones contemporáneos, sus territorios son concebidos como ámbitos donde desarrollar una hegemonía y un control político, son entonces espacios para ejercer un dominio. Bajo este enfoque economicista, la tierra ha sido degradada al considerarse sólo como un medio de producción, al igual que la flora, la fauna, las aguas y los productos del subsuelo, que son percibidos como recursos. Pero para sus habitantes, los espacios de un mismo Estado tienen distintas particularidades; los espacios vividos son diferentes a los tan sólo conocidos o transitados (Bartolomé, 2010).

En este sentido, se destaca el carácter político de la confrontación entre Santiago Mexquititlán y el Estado, para lo cual se puede plantear que “La política supone problemas como el ejercicio del poder, la fijación de objetivos públicos –su logro–, el fomento de la coopera-

ción, el ejercicio de la autoridad y el dominio de un territorio” (Tamayo, en Claessen, 1979, p. 16). Como puede apreciarse, el conflicto que aquí se aborda se manifiesta en aspectos que incluyen la cultura y otras instituciones sociales. De ello, la antropología política ofrece un enfoque en el que se destaca que las relaciones políticas de un grupo o una comunidad están imbricadas con otros aspectos de su cultura:

La política es, así, relacionada con otros rasgos importantes de la vida social, esto es, con otras respuestas culturales. Parte de una “omnicomprensiva” concepción de la política que permite incluir un sinnúmero de instituciones, todas aquellas por las que la comunidad o los grupos logran sus fines “comunes” o “públicos” [...] la política, al igual que el ritual, la tecnología, etcétera, es parte de la cultura de una comunidad y es necesario estudiarla en consecuencia (Tamayo, en Claessen, 1979, p. 9).

El presente argumento destaca que las diferentes instituciones de una sociedad se encuentran estrechamente vinculadas, de forma que lo que pueda suceder en el ámbito de la política repercute en el parentesco, la economía, o bien, en la reproducción y preservación de los recursos naturales vinculados con un territorio. Al respecto, Guillermo de la Peña señala:

La actividad política no solo se realiza a partir de las instituciones del Estado, o de la autoridad establecida. Ni siquiera sus protagonistas más importantes son necesariamente los actores privilegiados o al menos reconocidos (“el pueblo”) por el sistema. También son actores políticos importantes quienes operan desde fuera, o en contra, de las instituciones estatales y la sociedad oficial (De la Peña, en Villa-Aguilera, 1986, p. 24).

De la Peña también explica el carácter contingente de la relación entre la política y otras instituciones sociales:

Todo sistema político institucional es relativo y limitado. Nace en un contexto histórico de condiciones materiales,

sociales y culturales. Cambiará o será destruido al modificarse tal contexto. Y, en cualquier caso, la efectividad de las instituciones se verá continuamente socavada por conflictos y contradicciones internas y externas (De la Peña, en Villa-Aguilera, 1986, p. 24).

De esta forma, De la Peña muestra que las instituciones que regulan la vida de una sociedad, un grupo o una comunidad no se encuentran divididas o faccionadas. Por el contrario, se encuentran en movimiento; cambian a partir de influencias provenientes de procesos globales, o bien, cobran forma desde el espacio local. Además, recuerda que la interacción entre las relaciones del campo político con otras instituciones pueden cambiar históricamente; el ejemplo que trata el presente texto expresa la tensión entre el Estado Nacional frente a la heterogeneidad étnica: “El Estado Nacional [...] surge merced a la consolidación de un dominio excepcional y extensivo sobre los recursos de un territorio, a la consolidación de una clase con voluntad hegemónica, y al desarrollo de mecanismos centralizados de transculturación interna” (Wolf y Soler, en De la Peña, en Villa-Aguilera, 1986, p. 38).

Continúa argumentando que el Estado reclama

no solo la soberanía irrenunciable e intransmisible sobre un territorio, sino también la primacía de la identidad étnica de sus habitantes. Frente a él, las etnias significan tanto la apelación a una cultura distinta, exclusiva –más verdadera– como organización independiente de la identidad social (De la Peña, en Villa-Aguilera, 1986, p. 38).

Siguiendo el hilo de la presente discusión, De la Peña recupera un planteamiento de Eric Wolf que retrata desde la antropología política, y particularmente desde su perspectiva de los movimientos campesinos, los elementos base del conflicto en Santiago Mexquititlán:

Para Eric Wolf, los levantamientos campesinos responden a una triple combinación: crisis demográfica (presión sobre los recursos), crisis ecológica (incorporación acelerada

de los recursos a una economía de mercado que disloca la organización previa), crisis de poder (desplazamiento del orden tradicional) (De la Peña, en Villa-Aguilera, 1986, p. 42).

Si se observa el caso en cuestión, la esfera correspondiente a la crisis de los recursos y a la crisis ecológica, se expresa en el saqueo de agua por particulares y la complicidad y/o aceptación del Estado, mientras que la crisis del poder se encarna en las reivindicaciones por el derecho a la autonomía y a la autodeterminación, así como por la disputa en la gestión comunitaria del recurso hídrico, que reactiva formas locales de organización como las asambleas y los comités. Dentro de este aspecto, una de las expresiones socioculturales que actualmente tiene un papel relevante en Santiago Mexquititlán, a propósito del conflicto sobre la gestión del pozo de agua en el Barrio IV, es la organización social creada para la utilización del recurso, además del ámbito ritual. Bartolomé resalta que las territorialidades confrontadas también muestran el conflicto de dos formas de conocimiento y relación con el mundo diferentes, pues explica que

Las comunidades indígenas campesinas de México [...] herederas de la gran tradición civilizatoria Mesoamericana presentan un panorama etnoterritorial signado por la adscripción al ámbito comunitario que le ofrece los datos esenciales de su identidad social, a la vez que se vinculan simbólicamente con los elementos emblemáticos de su entorno regional (cerros, cavernas, peñascos, manantiales, etc.) [...] Las comunidades indígenas han llegado hasta nuestros días con fuerzas internas confrontadas, algunos sectores se orientan hacia el exterior y otros aún buscan en la filiación comunal el espacio básico para el desarrollo de su vida económica, social, cultural y política (Bartolomé, 2010, pp. 20-21).

Hay que destacar que la reflexión de Bartolomé enfatiza con claridad la confrontación de dos perspectivas socioculturales y político-económicas:

Nos encontramos ante la confrontación de dos mundos antagonicos, cada uno de los cuales se considera poseedor de sus propios derechos, de su propia lógica política, de su propia racionalidad económica y de su propia perspectiva de futuro [...] Cada uno de los cuales es portador de un texto, de un código o de un sistema cultural que legitima el desarrollo o la negación de la empresa (Bartolomé, 2010, p. 22).

De esta forma, el enfoque sugerido de la antropología política muestra cómo es que en contextos locales se escenifican conflictos del Estado y el Capital, confrontados con los pueblos originarios por la disputa y el control de recursos naturales, así como la falta de reconocimiento de formas de organización sociopolítica y el desconocimiento de la memoria biocultural comunitaria que se expresa en su relación con el agua de múltiples maneras.

En síntesis, el aporte teórico y conceptual del materialismo cultural y de la antropología política son pertinentes porque destacan la existencia de dos formas de vincularse con los ecosistemas. Por una parte, se encuentra la supervivencia y reproducción de los pueblos originarios basados en su relación con los ecosistemas y su transformación no predatoria, y la manera en que se insertan en ellos para satisfacer sus necesidades básicas a partir de un conocimiento complejo, históricamente configurado, modificado, transmitido generacionalmente y expresado en un sistema de saber; confrontado con un modelo civilizatorio y de desarrollo que le pone en riesgo.

Reflexiones metodológicas

La propuesta metodológica desde el Cecadeco ha sido organizada a partir de los principios de la Investigación Acción Participativa (IAP) como estrategia de trabajo y del taller como espacio de reflexión-acción. Este apartado expondrá el conjunto de reflexiones teórico-prácticas que ha implicado la implementación de la metodología, así como el diseño de estrategias, técnicas y procedimientos en el acompañamiento al grupo de la comunidad de Santiago Mexquititlán, en el marco del conflicto suscitado por el manejo y gestión del agua del pozo en el Barrio IV.

La dinámica del conflicto en Santiago Mexquititlán presentó varios retos para diseñar la propuesta teórico-metodológica y dificultó la planeación y organización del trabajo, como para profundizar en el conocimiento de algunos temas propuestos por el grupo en función del contexto político. A pesar de esta situación, la IAP, por su flexibilidad metodológica, posibilitó el abordaje de diversas reflexiones que giran en torno a los siguientes tres puntos que han guiado la ruta metodológica de investigación e intervención social y que se exponen a continuación.

En primer lugar, la IAP, por su flexibilidad y como propuesta idónea para acompañar el proceso de trabajo devenido de las demandas del grupo en el marco del conflicto, permitió la apertura de un espacio de reflexión entre éste y el equipo del Cecadeco para generar acuerdos sobre las acciones de investigación y el papel de los sujetos locales. Así, se han identificado temas y abierto ciclos de reflexión-acción que van desde reconocer la importancia del territorio y la historia de la comunidad, hasta conocer y difundir los procesos de organización política y sociocultural expresados en ésta.

En segundo lugar, algunos de estos procesos se han abierto y en su gran mayoría no se han logrado cerrar (o si se prefiere, investigar y sistematizar adecuadamente) debido al dinamismo del conflicto y de los propios requerimientos que, en el caso que se presenta, llevaron a la tarea de realizar un estudio etnográfico y un peritaje antropológico en relación con el manejo y gestión del agua, lo cual llevó a detener la continuidad de los diversos trabajos. Empero, uno de los principales aprendizajes que ha arrojado esta experiencia de reflexión y participación fue que los propios sujetos han propuesto estos temas con la intención de generar investigación y acciones para fortalecer a la comunidad y buscar posicionarla como un sujeto colectivo en lucha y resistencia ante el embate de las instancias gubernamentales y del sistema económico, como lo han señalado en sesiones de taller sobre cultura, territorio y recursos.

En tercer lugar, estas reflexiones promueven un papel activo de los actores locales para la toma de decisiones sobre qué es lo que se requiere investigar, así como

la colaboración permanente en el proceso de trabajo. Por tal motivo, las diversas temáticas han sido valoradas por parte del grupo de la comunidad en relación con sus necesidades, pero la complejidad en la que se ha visto envuelta debido al tema del agua ha causado que se focalicen los esfuerzos hacia trabajos más inmediatos, como lo fue el estudio etnográfico y la realización del peritaje antropológico. En estas actividades participaron alrededor de 40 personas, convocadas por el grupo interesado en presentar el peritaje como recurso jurídico para la defensa del agua ante la Ley ya señalada.

De tal forma, la aproximación etnográfica se propuso al grupo de la comunidad como una vía necesaria para la elaboración del peritaje antropológico. Esto tuvo el fin de re-conocer la relación social entre el agua y los habitantes de Santiago Mexquititlán, la cual se expresa en los diversos campos de la realidad, enfatizando el sociocultural, como señalan algunos apuntes metodológicos, al explicar que la etnografía es uno de los procedimientos cualitativos de mayor pertinencia para el estudio de la realidad sociocultural debido a su carácter flexible, holístico, amplio, subjetivo, inductivo y descriptivo. A través de este tipo de esfuerzos, se promueve comprender la complejidad de los fenómenos que viven y sienten las personas en su cotidianidad, situándose como coinvestigadores de su propia realidad y su propio medio (Gómez y Rodríguez, 2005).

Metodológica y técnicamente, para abordar esta relación se diseñaron varios instrumentos para el levantamiento de información. En primer lugar, se elaboró una matriz de registro que permitió identificar las fuentes de agua,³ sus nombres locales en *hñãño* y la descrip-

ción de los usos. Asimismo, se realizó un transecto con registro fotográfico por diversos barrios de la comunidad con el acompañamiento de pobladores locales. Con ello se accedió a información sobre las diversas fuentes de agua, así como a aspectos socioculturales, historia, datos sobre la construcción de infraestructura y formas de gestión local que se han implementado. Se trabajó también en breves talleres dentro de las reuniones que, como grupo en defensa del agua, realizaron periódicamente; ahí se elaboraron mapas comunitarios y se compartieron conocimientos de la historia oral en al menos cuatro sesiones con la participación de entre 30 y 40 personas en cada una.

Otro instrumento fue la entrevista semiestructurada y colectiva, de ésta se aplicaron cuatro que versaban sobre la relación de la comunidad con el agua; participaron representativamente los diversos barrios y grupos etarios. Se contemplaron apartados de preguntas sobre los tipos de fuentes de agua, formas de almacenamiento, usos, organización social para el manejo, así como un apartado relacionado con los mitos, ritos, festividades, concepciones y prácticas con relación al agua. Finalmente, la información se sistematizó y fue entregada mediante un reporte al grupo de la comunidad y además de fungir como base para el peritaje antropológico.

El peritaje se consideró por parte del grupo de la comunidad como un recurso jurídico ante los requerimientos de las instancias estatales y como respuesta política para la defensa del agua en Santiago. Se trata de una herramienta jurídico-antropológica que brinda de manera imparcial respuestas a interrogantes vinculadas con ámbitos de la cultura, la alteridad y la diferencia sociocultural, a partir de un proceso interpretativo; es entonces un elemento requerido en procedimientos judiciales (Herrera y El Mekaoui, 2016). Este peritaje se utilizó en el amparo solicitado por este grupo en contra de la aplicación de la Ley que Regula la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Querétaro. Su pertinencia metodológica radicó en ser un instrumento bisagra para favorecer el conocimiento y comprensión de otras formas culturales organizativas y normativas que están en conflicto con

3 Para la tipología de fuentes de agua, se tomó como referencia la realizada por la Comisión Nacional del Agua (Conagua), donde se establece que los usos de agua dependen de sus fuentes, reconociendo aguas superficiales, en las cuales se contemplan ríos, arroyos, lagos y presas; y aguas subterráneas, que consideran pozos y manantiales. Asimismo, los usos se clasifican como consuntivos, empleados en la actividad agrícola, en el abastecimiento público, así como en la industria y termoeléctricas; de igual forma, se reconocen usos no consuntivos, empleados en hidroeléctricas y la conservación ecológica. Fuente: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua>

el derecho positivo hegemónico, e incluso muestra la filosofía y el entramado simbólico-ritual que los pueblos originarios mantienen con aspectos como el territorio, los recursos naturales y las relaciones sociales intra e intercomunitarias. Se puede entender al peritaje antropológico como

una prueba judicial con finalidad variada que hace un análisis sobre los usos, costumbres y tradiciones de la persona en referencia a un grupo minoritario, indígena, étnico, entre otros. Este análisis por lo general se encuentra referido a la existencia o no existencia de una diferencia cultural entre dos partes. Antropológicamente hablando, el peritaje es una respuesta para enfrentar un proceso de alteridad como un proceso de descubrimiento del otro [Herrera y El Mekaoui, 2016, p. 148].

En términos de los requerimientos de la asesoría jurídica a cargo del abogado que acompañó el caso, se determinaron quince puntos para la elaboración del peritaje antropológico, entre los cuales destacan: 1) los orígenes de la comunidad, 2) las estructuras de organización tradicional, 3) los principales elementos de identidad indígena, 4) la relación histórica, cultural, social y espiritual de la comunidad con el agua, 5) la relación de ésta con el pozo del Barrio IV, 6) los usos de agua, 7) el acceso culturalmente adecuado al agua y conforme al derecho humano y 8) consideraciones sobre si legalmente la comunidad puede administrar el pozo y el sistema de agua, de conformidad con los derechos de los pueblos indígenas y el derecho humano al agua. Finalmente, tomando como referencia el estudio etnográfico, se buscó que su propósito fuera explicar que Santiago Mexquititlán es una comunidad indígena que posee elementos que muestran una unidad social, económica y cultural conforme a usos y costumbres, y evidenciar la relación sociocultural que mantienen con el agua en su territorio a través del pozo del Barrio IV y de otras fuentes que permiten la reproducción material y simbólica de su vida comunitaria.

Es importante mencionar que el peritaje referido y uno anterior interpuesto ante el Tribunal Electoral del

Estado de Querétaro (éste a fin de que se reconociera la figura del Consejo Autónomo y que versó sobre la existencia de sistemas normativos propios en la comunidad) fueron solicitados por pobladores de Santiago Mexquititlán a la Universidad Autónoma de Querétaro, pidiendo que fueran realizados por el Cecadeco. De esta manera, el financiamiento de estos trabajos no corrió a cargo de los interesados, sino que fueron cubiertos dentro de los salarios que la universidad paga a los docentes por actividades de vinculación y por proyectos de investigación registrados, como lo fueron estos.

El agua en la comunidad

La gente consultada señala que el agua en Santiago Mexquititlán es fundamental para su sobrevivencia como pueblo indígena. En términos generales, el número de población se ha mantenido estable en los últimos veinte años, tomando en cuenta sus seis barrios distribuidos en 17 localidades.⁴ Para el 2000, se registraban 10,361 habitantes; para 2010, fueron 10,510; y para 2020, fueron 10,349 (Inegi, 2000, 2010 y 2020). Sin embargo, consideran que la disponibilidad y la calidad del agua han mermado en los últimos años, lo que ha empeorado la calidad de vida y agudizado los procesos migratorios, que han sido analizados por diversos estudios (Vázquez, 2013 y Guerrero, 2009, entre otros).

De forma general, en los seis barrios que integran la comunidad de Santiago Mexquititlán, mediante trabajo de campo realizado en 2022, se identificaron diversas fuentes de agua: bordos familiares, presas (una mayor y algunas menores usadas para riego por grupos de ejidatarios y de pequeños propietarios), pozos (uno que surte agua potable ubicado en el Barrio IV y otros usados para riego), manantiales y arroyos (dos mayores con sus ramales). El único río es el Lerma (*Ar Däthe*), que nace en Almoloya de Juárez, Estado de México, para desembocar en el lago de Chapala, del cual se señaló su fuerte contaminación por residuos industriales y domésticos, y

4 Las 17 localidades son las señaladas por el Inegi para los seis barrios. En el caso del censo de 2000, solamente aparecen 16 localidades registradas en la base de datos.

que anteriormente sus aguas eran aprovechadas para diversos usos locales en la agricultura y los hogares. En cuanto a los arroyos (*Ar Hñe*), se identifican dos: Tierra Colorada (*Ar Hñe ‘Yonzá*), proveniente de la localidad mexiquense de San Francisco Shaxni en Acambay, y el de Palo Seco, ubicado en los límites dentro del Barrio V.⁵ Respecto a todas las fuentes de agua, los informantes señalan la reducción de sus caudales y volúmenes en los últimos años.

Actualmente, Santiago Mexquititlán depende de la red para acceder a agua potable del pozo ubicado en el Barrio IV. Algunas personas recurren también a manantiales localizados principalmente en los Barrios III y V, utilizando esta agua “bruta” principalmente para beber y sólo cuando escasea la de la red. Hay quienes recolectan agua de lluvia, que almacenan en tambos o algunos pocos en cisternas; agua que es no potable. Como el servicio es irregular, almacenan en tambos, garrafones y cubetas, previendo para los días de desabasto.

La Conagua clasifica como superficiales los ríos, arroyos, lagos y presas, así como subterránea el agua de pozos y manantiales. Asimismo, clasifica los usos como consuntivos cuando el empleo es en la actividad agrícola, el abastecimiento público, la industria y termoeléctricas, mientras que los no consuntivos son los usos en hidroeléctricas y para conservación ecológica.⁶

Estas fuentes de agua y sus usos han quedado registrados en estudios que constatan la relación de la comunidad con el recurso hídrico desde su fundación. Valverde (2009) señala que los primeros asentamientos de Santiago Mexquititlán se dieron a orillas del río Lerma, amparados en una merced de tierras para cultivo que data de 1540. Identificamos y documentamos las prin-

cipales fuentes de este recurso y sus usos en Santiago Mexquititlán, todos consuntivos:

Tabla 1
Fuentes y usos de agua en la comunidad de Santiago Mexquititlán

Fuente	Tipo de fuente	Nombre local	Uso
Superficial	Río	Río Lerma (<i>Ar Däthe</i>)	Agrícola
Superficial	Arroyos	<i>Ar Hñe</i>	Abastecimiento público
Superficial	Presa	Presa Santiago	Agrícola y pecuario
Superficial	Bordos	Bordos	Agrícola
Subterránea y superficial	Pozos	<i>Ar cai joi o Mehe</i>	Abastecimiento público y agrícola
Subterránea	Manantiales	<i>Pqthe</i>	Abastecimiento público y agrícola

Fuente: elaboración propia con trabajo de campo en 2022

Por su importancia económica, el uso agrícola resulta primordial para las familias de la comunidad. En todos los barrios se ha construido infraestructura, como la gran cantidad de bordos para la captación y empleo del agua en la agricultura de riego, y para el ganado menor o mayor. Estas construcciones son en su mayoría consideradas privadas o familiares, y en años recientes presentan problemas de escasez:

En los bordos también pues hay agua en estos tiempos, pero ya en tiempo de riego, pues lo sacan todo, se termina, lo sacan el agua en los bordos, ni tiene agua y algunos se trasminan. Nomás en tiempo de agua hay agua, ya después no, como te digo, en febrero ya no aguanta el agua, se secan los bordos [...] uno que tenemos sí nos alcanza poquitito para regar un pedacito porque no se trasmina (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

5 El sistema hidrológico es el Acuífero Valle de Amealco (clave 2209), el cual se ubica principalmente en la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, en la Subcuenca Río Atlacomulco-Paso de Oveja, pertenecientes fisiográficamente al Eje Neovolcánico (Conagua, 2015). Fuente: dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5391695&fecha=11/05/2015#gsc.tab=0

6 Conagua, Subdirección General de Administración del Agua. Fuente: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua>

Los cuerpos de agua son también importantes como fuente de alimentos, pues de bordos y presas se obtienen pescado y patos silvestres, y anteriormente se aprovechaban los ajolotes, acociles⁷ y champujones.⁸

En la información de campo se señala que, para el consumo humano y doméstico del agua, se recurre a fuentes como manantiales y pozos domésticos, llamados también artesanales por el hecho de que son excavados. Estos últimos son construidos para retener agua de arroyos y también para extraerla del subsuelo a poca profundidad. Los manantiales, también nombrados ojos de agua, han sido históricamente una fuente colectiva del abastecimiento en Santiago Mexquititlán; son además espacios de prácticas rituales y, por lo tanto, valorados por su importancia sociocultural y por el sabor que se percibe de sus aguas:

Anteriormente existían tres vías de agua y de acuerdo a esas vías se conocía al agua como ‘Pqthe’, a manantiales donde salía el agua, ‘Ar Hñe’, que eran los arroyos y el pozo [...] En aquellos tiempos [...] donde quiera había pozos en estos lugares, había pozo por el arroyo que baja de este lado [...] entonces a lo largo de los arroyos había pozos para la gente, para ir acarrear agua a su casa [...] la cargaban con sus cántaros [...] Esos se llamaban ‘Mehe’, un tipo de pozo [...] o sea, excavaciones de donde se extraía el agua (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

La descripción ilustra la propuesta teórica del materialismo cultural, pues, siguiendo a White, la relación con el agua en el sistema sociocultural ñaño muestra elementos tecnoeconómicos y sociales identificados en la relación y el uso de bordos, presas, manantiales y arroyos construidos y adaptados para usos domésticos o agrícolas. De este modo, se evidencia cómo estas actividades implementan varios dispositivos tecnológicos para

almacenar energía (en forma de agua) y la utilizan bajo una lógica que favorece su reproducción sociocultural, al utilizar el líquido y la flora y fauna derivada en actividades agrícolas y pesca.

En la actualidad, el pozo del Barrio IV, llamado el pozo del pueblo, es la principal fuente de agua para el consumo humano y demás actividades domésticas. De esta fuente se surte por medio de líneas a diversos depósitos ubicados en los barrios de Santiago Mexquititlán. Los pobladores señalaron que también abastece a otras localidades fuera de la demarcación delegacional.

Cuando el agua no se va o no la cortan, ahí tenemos agua para hacer la comida, para bañarnos, para los animales, para lavar la ropa, para todo el uso [...] dependemos del agua para nuestros usos cotidianos [...] El pozo de Barrio IV solamente es para uso doméstico (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

La importancia social de cómo y dónde se obtiene el agua se vio reflejada al realizar entrevistas colectivas para este estudio, cuando dos mujeres adultas se identificaron como parientes a partir de que recuerdan el lugar específico de un arroyo a donde ambas iban de niñas a recoger agua y, por lo tanto, la vecindad y el parentesco de sus familias. Esta identificación hubiera sido imposible por medio de los apellidos, pues estos les fueron impuestos arbitrariamente hace casi cuatro décadas, al impulsarse desde el Estado la política de cambiar los apellidos tradicionales.

Desde la propuesta del materialismo cultural en voz de Harris, se observa que la cultura ñaño cuenta con infraestructuras, como los ríos, arroyos o pozos, transformados a partir del modo de reproducción ya sea en pozos caseros o en canales de uso agrícola; así como con estructuras, que atañen a la gama de actividades domésticas y a la forma en que se organiza el abastecimiento del líquido.

7 Los acociles son pequeños crustáceos decápodos de agua dulce de la familia de los cambáridos.

8 Nombre coloquial que se les da a los hijuelos del sapo, una vez que han dejado la fase de renacuajos.

El agua en la cultura comunitaria

Para comprender la relación y organización comunitaria en torno al agua, hay que mencionar que, para este pueblo, el costumbre tutela la organización social y territorial que articula cuatro niveles básicos: la casa o unidad doméstica (*ar mengú*), los grupos parentales extensos (*ya meni o ya meni ko nzaki*), el barrio (*ya barrio*) y la comunidad (*hnini o mhunts'am'ui*) como unidad social, territorial, identitaria y política.⁹ Dentro de las estructuras de organización tradicional, se encuentra, con carácter socioreligioso, el sistema de cargos (los conocidos como cargueros), que consiste en grupos que organizan anualmente las celebraciones y mantienen las tradiciones (el costumbre). Su participación es obligatoria (Vázquez y Prieto, 2013) y sus responsabilidades son resguardar el templo y realizar ritos y festividades destinadas al santo patrón Santiago y demás santos, incluidos aquellos relacionados con el agua. Las actividades rituales, fundadas y justificadas muchas veces en mitos, implican y vinculan a familiares, vecinos y la comunidad en su conjunto, favoreciendo así la reproducción de la organización social y conservándola incluso para cumplir su función en otros contextos o circunstancias extracotidianas.

Todos son cargueros, es que tenemos una lista como de 200 [...] cuando le toque, pues usted tiene que participar. ¿Por qué?, porque a los abuelos anteriores se le dio un pedazo de terreno, son herencia, por eso tienen que participar todos, porque este es del pueblo, todos los pedazos de terreno que se le dejaron no fue comprado, fue una herencia que se le estaba dando por este costumbre para que no se perdiera (habitante de Santiago Mexquititlán, noviembre del 2019).

En relación con la administración del agua, existen figuras organizativas como el ejido, las sociedades, los comités, los jueces del agua (o zanjeros) y los cargueros del agua, quienes manejan la distribución, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura. Tienen en común

que son el grupo o asamblea en conjunto quienes toman las decisiones y les delegan funciones. Mantener el control y la gestión en los pozos destinados para riego de sus cultivos les ha permitido desarrollar una responsabilidad en el uso del recurso y la capacidad organizativa para ello. En el caso del uso doméstico, los informantes expresan que la conciencia de su cuidado se debe principalmente a cuatro elementos: la participación que han tenido en la construcción y el mantenimiento de la infraestructura, el conocimiento de lo limitado del recurso, la función que juegan las mujeres en la administración del agua en casa y la vinculación que mantienen con el agua con base en las creencias y sentimientos desarrollados a partir de su cultura.

La importancia cultural del agua en Santiago Mexquititlán se observa en un conjunto de celebraciones rituales tradicionales relacionadas con su vida religiosa y en la serie de creencias o mitos que las explican. Para las ciencias sociales, la religión de un grupo social y sus creencias compartidas explican su conciencia colectiva y, en el caso de comunidades con una fuerte carga tradicional, son fuente importante de cohesión e identidad. Por lo tanto, si su religiosidad y tradición aluden al agua, podemos entender que este recurso sea importante para su existencia y reproducción como pueblo.

La compleja y vasta ritualidad en Santiago Mexquititlán está asociada a los ciclos y cuidados del agua reafirmados en festividades como la del 3 de mayo, cuando a la par de conmemorar a la Santa Cruz, se agradece y venera a los manantiales, celebrando en ellos misas y velaciones durante las cuales se les adorna con flores y papel picado, se canta, se rezan rosarios y plegarias, y se danza. Los pobladores refieren que las formas de orar en los cuerpos de agua se hacen no sólo con rezos, sino con cantos y danzas que son también formas de alabar y agradecer. Dentro del sistema de cargos en la comunidad, persiste el de aquellos responsables de esta celebración, mediadores entre lo divino y lo humano.

9 Existen dos estudios etnográficos que tratan el tema: el de Alessandro Questa Rebolledo y Beatriz Utrilla (2006), y el trabajo de esta última y Diego Prieto Hernández (2006).

La fiesta a San Isidro Labrador, el 15 de mayo, se asocia a la petición de lluvias benéficas. Este santo es el patrón del agua, la tierra y las cosechas,¹⁰ y tanto su imagen como la del patrón de la comunidad, el Apóstol Santiago, son sacadas por los cargueros a recorrer las calles y campos de cultivo en petición de lluvias, acompañados de rezos y de danzas, en un ritual de varios días. Si los santos están contentos con sus fiestas y con el trabajo de los cargueros, esto se refleja en lluvias oportunas; por ejemplo, en 2021, refieren pobladores que las fiestas fueron alegres e incluso se “bailó” a San Isidro, lo que fue de agrado del santo (aunque no del sacerdote) y se reflejó en agua suficiente para los cultivos. Corpus Christi es otra festividad relacionada con la naturaleza y con los animales en particular y, por extensión, con el agua; en el día en que se realiza, se lleva al atrio del templo principal una serie de animales vivos que se exponen en el lugar y después son devueltos al sitio donde fueron capturados, muchos de los cuales son cuerpos de agua.

La comunidad ha perdido diversas danzas rituales que se practicaban en diferentes fechas, pero persiste la de las Pastoras, relacionada al culto al sol y el agua, representados en los bastones, listones y cascabeles que atavían a las ejecutantes. Hay ritos para conjurar, controlar o traer las aguas, como dibujar en el suelo cruces de cenizas con cal o con palmas benditas, encender inciensos, el fogón, o tirar cohetes (información de campo). Esta relación cultural con el agua remonta en la memoria de los más ancianos a quien se mencionaba como *Dehe Kuuä* (Dios del agua) y posteriormente como *Ts'o Anx̄ Dehe* o espíritu del agua, invocado en el monte hasta hace algunas décadas (Van de Fliert, 1988).

La importancia del agua se evidencia en la toponimia que nombra lugares de la localidad, por ejemplo: *Net-sihñe* (pequeño arroyo), *Jap̄othe* (lugar donde brota el agua), *Map̄oxthe* (lugar de un chorro), *Ja 'mihñe* (arroyo profundo), *Jañäni dehe* (orilla de agua) y *Jadathe* (lugar

cerca del río) (Van de Fliert, 1988). Asimismo, la importancia económica del agua para este pueblo, fundamentalmente campesino a lo largo de su historia, se devela en la afirmación de la antropóloga Lydia Van de Fliert sobre que la palabra *poh̄o*, utilizada para referir a los manantiales, es a la vez una manera en que se nombra la economía (Van de Fliert, 1988).

Múltiples creencias en Santiago Mexquitilán hacen alusión al agua. La creación y destrucción en el mundo se explica con ella, y entre los mitos de origen está el del comienzo mismo del mundo, que surge tras un diluvio que destruye a la humanidad anterior. Narraciones históricas hablan de la construcción de un dique en el siglo XIX, previo a la presa actual, erigido para las haciendas y que, por contener tanta agua, amenazaba con destruir el templo; esta obra se destruyó, según dice la tradición, por intercesión del apóstol Santiago, quien la desapareció milagrosamente vertiendo sus aguas sin afectar a la población ni al recinto sagrado (Van de Fliert, 1988).

Plantas y animales forman parte de una unidad cultural de la comunidad en torno al agua; son agoreros de la llegada o no de las lluvias, pues el comportamiento de sapos, luciérnagas, cuervos, víboras o grillos es interpretado por los campesinos para pronosticar las lluvias, así como también la llegada o no de frutos en árboles del monte. Los sapos al croar “rezan” para que vengan las lluvias benéficas y son, junto con las víboras, protectores ancestrales de manantiales y ojos de agua. Mitos como el de la existencia de sirenas en la laguna sirven de reguladores de la conducta social. Como señales del cielo que se interpretan están la composición de las nubes y también las llamadas *menthe* o víboras de nubes (Van de Fliert, 1988, pp. 110–112).¹¹

También persiste la idea de que la escasez de lluvia se debe al mal comportamiento de la gente, creencia compartida incluso en la región con poblaciones mestizas. Se cree también que el desperdicio del agua y de alimentos, especialmente del maíz, lo castiga Dios con la escasez futura. La diversidad religiosa existe asimismo en

10 Según una informante, San Isidro era considerado tradicionalmente como el Dios del Agua, lo que nos permite presumir que, en el tránsito de los dioses prehispánicos al panteón cristiano, San Isidro fue tomando ese lugar.

11 Asimismo, esta información se corroboró en campo.

Santiago Mexquititlán, pero el hecho de que parte de la población haya abandonado el culto católico no significa necesariamente que hayan borrado automáticamente su cosmovisión; evangélicos manifiestan que rezan permanentemente por las lluvias, aunque no comparten la ritualidad tradicional.

Siguiendo la propuesta del materialismo cultural, la información anterior destaca los principales elementos de la superestructura, pues describe patrones culturales de carácter simbólico imbricados con la religión, relatos, mitos y rituales, los cuales muestran cómo los usos del agua ocupan un lugar preponderante en la cosmogonía ñaño. Siguiendo a Bartolomé, se destaca cómo el líquido vital se expresa simbólicamente en el ámbito comunitario con los elementos emblemáticos de su entorno (ríos, arroyos, pozos, manantiales y fauna), mismos que contribuyen a configurar la identidad étnica de los habitantes de Santiago Mexquititlán.

Organización social para el aprovechamiento y administración del recurso

La cercanía a fuentes de agua permanentes es un criterio común para determinar los lugares de asentamiento original de todo pueblo y condición para su mantenimiento, reproducción y crecimiento. La cercanía al río Lerma fue un aspecto para establecer la fundación de Santiago Mexquititlán en lo que hoy se conoce como el Barrio I, así como la existencia de diversos manantiales en los alrededores, mismos que garantizaron el abasto. Desde la segunda mitad del siglo XVI, esta comunidad disputó su territorio con estancias ganaderas otorgadas mediante mercedes reales a españoles y criollos, conflicto que se extendería hasta principios del siglo XIX y que se expresaría aún en las disputas contra la contigua Hacienda de La Torre hasta el reparto agrario en los treinta del siglo XX. Esta disputa por el control de tierras y aguas fue un elemento cohesionador y fuente de identidad de la comunidad.

La accidentada topografía del terreno y sus inclinaciones, como las describe Van de Fliert (1988) para el caso de Santiago Mexquititlán, han permitido la formación

de arroyos que, junto con los manantiales, constituyen unas de las primeras fuentes de agua en la comunidad. Esto les ha permitido generar diversas estrategias para extraerla o captarla, demandando un esfuerzo importante en lo económico y en el trabajo que implica.

Nosotros [...] sacábamos del arroyo. Al arroyo hay que llevar cántaros, llevar una cubeta o jarra para traer agua a la casa, para la cocina y para lavar traste, para bañar casi no, ahora que hay llave [...] cuando había agua, aunque todavía estaba bien verde el agua, pero ahí lavábamos, porque no había agua [...] (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

Los pozos conocidos como pozos artesanales o familiares son valorados por ser una fuente de acceso al agua en épocas de escasez y para satisfacer ciertos usos domésticos:

Lo que pasa es que los pocitos familiares se daban más cerca, a un lado de los arroyos. Por ejemplo, mis abuelos que vivían aquí más cerca de la laguna hacían el pocito o como se llama, escarbaba la tierra un poquito, para que limpiara de la tierra y esa se usaba. De esa tomábamos y de esa nos bañábamos (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

En el caso de los manantiales, el agua se toma directamente para el consumo humano y son valorados en especial en tiempos de escasez. El cambio sustancial de acceso al recurso hídrico se da a partir de la excavación y distribución entubada de agua del pozo del Barrio IV, cuando se iniciaron los trabajos por parte de gobierno del estado en el primer lustro de los setenta del siglo pasado; a dos años de los trabajos, todo el Barrio IV, Barrio Centro y parte de los demás barrios contaban con agua entubada.

Del siglo XX la tradición oral recuerda los esfuerzos organizativos para la gestión de los pozos y de obra hidráulica que siempre fue construida con faenas por parte de población originaria:

en Barrio III hay un comité del cual mi papá es socio y tiene que asistir a faenas o en caso de la tubería, porque ya se entubaron esos pozos para que llegar hasta la parcela [...] tienen que estar en juntas, en mantenimiento o avisos [...] pero ellos ya son como una junta comunitaria [...] son socios comunitarios. Barrio VI también tiene el suyo [...] se están manejando en Barrio III, II y I, creo también Barrio IV, en Barrio V es temporal, ahí no tienen [...] son comité comunitario, no intervienen ni los políticos, ni gobierno, es organización propia de la comunidad. Son pozos de riego (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

La comunidad aportó también terrenos para obras, como la planta tratadora, localizada en los límites con la localidad de Los Árboles. Los testimonios constatan el esfuerzo colectivo en la construcción de infraestructura y el entubamiento del pozo del Barrio IV, en conjunto con la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro (CEA), durante la década de 1970, lo que marcó la principal forma de acceso al recurso entre los ochenta y los noventa, según los informantes. Su gestión data de la década de los sesenta del siglo pasado a iniciativa de habitantes originarios y, según se menciona, acompañados por un sacerdote. La perforación fue con maquinaria y financiamiento gubernamentales, y el trabajo en faenas se dio en la construcción de la red de distribución que fue ampliándose con la aportación económica y con tuberías y mangueras por parte de los pobladores. No todos quisieron o pudieron colaborar, pero se acordó que no podía dejarse a nadie fuera del beneficio. Se construyeron dos depósitos, para los cuales se formaron dos comités que los manejaran junto con la administración municipal. La construcción de las líneas facilitó el acceso y consumo de agua, pero no sin inconvenientes:

En nuestro caso [Barrio Centro] no ha llegado sucia, pero en Barrio VI sí decían que llegaba muy sucia, como si apenas estuvieran sacando el agua del arroyo [...] pero CEA nos dijo que hay varias ramificaciones. Barrio VI tiene su ramificación, Barrio Centro tiene la suya y Barrio V tiene

la suya, son varios, yo creo que de ahí viene el problema [...] También yo creo que perjudican al agua los depósitos porque no se lavan [...] entonces empieza a cambiar el sabor el agua y a perjudicar al estómago (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

Decía mi papá que cuando veía que el arroyo se ensució mucho, empezaron con lo del pozo de Barrio IV, para que llegara el agua limpia [...] y se inició como un proyecto comunitario, decían, le escarbamos, juntamos dinero [...] muchos se quejaban que unos trabajaban para todos [...] nunca fuimos egoístas de decir “tú no porque no trabajaste”. No, a todos se les daba por igual, por lo mismo que el agua es un derecho para todos (habitante originario de Santiago Mexquititlán, septiembre del 2022).

Para 1990, la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro tomó la administración y continuó con los trabajos de entubamiento y cobro del servicio.

Este último apartado evidencia la esfera política que también se propuso en el marco teórico, por un lado, con Miguel Alberto Bartolomé, cuando explica el enfrentamiento de dos perspectivas: la *ñaño*, de quienes se han visto afectados por la escasez del agua, y la del Estado-Nación, más vinculada al esquema de la modernidad; cada una tiene su propia lógica económica y política, lo que deriva en una disputa asimétrica por el manejo del líquido. Por otra parte, recuperamos las puntualizaciones de Wolf y De la Peña, quienes explican que, frente a una presión sobre el uso de cierto recurso (como el agua), deviene una crisis ecológica (la sequía) y económica, pues hay una disputa por el agua, que se inserta como mercancía en una economía de mercado; de tal modo, se genera una crisis de poder que trastoca el orden tradicional o que rompe la esfera del manejo y control sociocultural local no predatorio, como sugieren Bartolomé y Walsh.

Conclusiones

El actual conflicto en torno al control del pozo y el amparo frente a la nueva legislación hídrica en Querétaro

por parte de habitantes de Santiago Mexquititlán implica en su proceso histórico social un punto de cambio en el que, tras el debilitamiento paulatino del tejido comunitario, un sector de la población se organiza y asume la transformación de formas de organización y de relaciones sociales en aras del control de sus recursos y de sus condiciones materiales de existencia social. Esto es una respuesta en lo local a las modificaciones en las estructuras y relaciones capitalistas dadas en las últimas tres décadas en el marco del Estado Nación con implicaciones en los espacios comunitarios.

El agua como recurso fundamental, sus cuidados, distribución, usos y la organización social en torno a ella son nodales para entender el conjunto de relaciones sociales, económicas, culturales y políticas al interior de Santiago Mexquititlán. La pérdida del control de este recurso ha significado el debilitamiento de la comunidad, su cultura y de la posibilidad de su reconocimiento histórico. Lo que hoy observamos es un episodio de resistencia a lo anterior. Se entiende claramente la relación e interdependencia que se vive en Santiago Mexquititlán entre la cultura indígena de la comunidad con la preservación y manejo de los recursos naturales, entre ellos, fundamentalmente, el agua. La preservación, cuidado y manejo de ésta en la comunidad están fundados y fortalecidos en la tradición organizativa, los ciclos rituales, los mitos y en creencias propias de su cultura. Tanto la reproducción cultural del pueblo está intrínsecamente relacionada con el agua, como ésta depende, para su cuidado y buen manejo en el lugar, de las prácticas, saberes y creencias de la cultura *ññho*. Asimismo, la intención del control del recurso ha sido un elemento cohesionador de una parte de la comunidad frente a actores externos que pretenden su despojo, pero también frente a otros actores internos de la misma población que no comparan y antagonizan con el proyecto autogestivo.

La organización tradicional en torno al agua había obedecido más en términos de cumplimiento del costumbre y de la serie de ritos y mitos que lo sustentan. Estos son hoy reconsiderados como una respuesta cultural necesaria para su expresión política. Observamos ahí

que la expresión de lo político no puede ser ajena al ámbito de lo cultural, mucho menos en el contexto cultural *ññho*, que no segmenta su realidad y de hecho participa al mismo tiempo en diversos niveles de ésta, incluyendo el mundo de lo mitológico, lo sobrenatural y lo espiritual.

Pensando con Leslie White, la cultura de Santiago Mexquititlán funciona en sus ritos y mitos como mecanismo para almacenar o controlar energía (vista aquí en el agua) y ponerla en función de la población, articulando así los ámbitos económico social e ideológico. De la misma manera, teje así el patrón universal mencionado por Marvin Harris, al enlazar la infraestructura (el agua en pozos, manantiales y presas), la estructura (los modos de organización familiar y comunitarios en torno del agua) y la superestructura (patrones culturales de la cosmovisión *ññho* expresados en los mitos y los ritos).

Recuperando a Alberto Bartolomé, diremos que la vivencia del territorio hoy en Santiago Mexquititlán no sólo difiere sino que obstaculiza el proyecto económico y social que es hegemónico desde el Estado Nación mexicano, que requiere del control político de sus pobladores, lo cual se ha reflejado en distintos episodios de este conflicto marcados por la persecución y hostigamiento a pobladores originarios. La actividad política de estos actores es protagonizada desde la cultura local y, por lo tanto, fuera y contra las instituciones estatales, se funda en diversos campos sociales que van de lo jurídico a lo sociocultural, lo cual marca una experiencia social de lucha particular.

Esto cuestiona la efectividad de dichas instituciones, que son así poco a poco socavadas por sus propias contradicciones, siguiendo lo propuesto por Guillermo de la Peña, donde se apela a la cultura y a ideas marginales del quehacer político oficial. Así, articulamos finalmente la visión de Eric Wolf, quien propone explicarnos movimientos sociales desde la combinación de crisis demográficas (que aumentan la competencia por el recurso hídrico), la crisis ecológica (al minar la organización social por su sometimiento al mercado externo) y la crisis de poder expresada en la fragilidad de las estructuras de poder estatales reflejadas en el contexto local.

Referencias bibliográficas

- Barfield, T. [2000]. *Diccionario de antropología*. Siglo XXI Editores.
- Bartolomé, M.A. [2010]. "Interculturalidad y territorialidades confrontadas en América Latina". *Revista RUNA*, 31(1), 9-29.
- Claessen, H.J.M. [1979]. *Antropología Política. Estudio de las comunidades políticas (una investigación panorámica)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio]. [2020]. *Portal de geoinformación 2023, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad [SNIB]*. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Flores-González, A., Chávez-Hernández, A. y Cabrera-Serrano, O. [2022]. *Identidad indígena y relación con el agua en la comunidad ñañho de Santiago Mexquititlán, Amealco, Querétaro*. Mimeo.
- Guerrero-Galván, A. [2009]. "Otho bui. Migrantes otomíes en la ciudad de México". *Lengua y migración*, 1(2), 39-56.
- Hammersley, M. y Atkinson, P. [1994]. *Etnografía. Métodos de investigación*. España: Paidós.
- Harris, M. [1983]. *El desarrollo de la teoría antropológica. Una historia de las teorías de la cultura*. España: Siglo XXI Editores.
- Herrera, J. y El Mekaoui, A. [2016]. "La experiencia del peritaje antropológico en la región maya del estado de Yucatán, México". *Revista Antropologías del Sur*, 3(6) 147-161.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. [2000]. "Censo Nacional de Población y Vivienda 2000". Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/#microdatos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. [2010]. "Censo Nacional de Población y Vivienda 2010". Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#microdatos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. [2020]. "Censo Nacional de Población y Vivienda 2020". Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#microdatos>
- Latorre, A. [2005]. *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Editorial Graó.
- Prieto-Hernández, D. y Utrilla-Sarmiento, B. (coords.). [2006]. *Ya hnini ya jä'itho maxei. Los pueblos indios de Querétaro*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Questa-Rebolledo, A. y Utrilla-Sarmiento, B. [2006]. *Otomíes del norte del Estado de México y sur de Querétaro*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Tarrés, M.L. (coord.). [2004]. *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la Investigación Social*. México: Porrúa/El Colegio de México/Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Valladares de la Cruz, L.R. [s.f.]. "El peritaje antropológico: Los retos del entendimiento intercultural". México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Valverde, A. [2009]. "Santiago Mexquititlán: un pueblo de indios, siglo XVI-XVIII". *Dimensión Antropológica*, 16(45), 7-44.
- Van de Fliert, L. [1988]. *El Otomí en busca de la vida*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Vázquez-Estrada, A. y Prieto-Hernández, D. (coords.). [2013]. *Indios en la ciudad. Identidad, vida cotidiana e inclusión de la población indígena en la metrópoli queretana*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/Gobierno del Estado de Querétaro/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Universidad Autónoma de Querétaro.
- Vázquez-Estrada, A. y Prieto-Hernández, D. (coords.). [2014]. *Los pueblos indígenas del estado de Querétaro: compendio monográfico*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas/Universidad Autónoma de Querétaro.
- Villa-Aguilera, M. (ed.). [1986]. *Poder y dominación. Perspectivas Antropológicas*. Unidad Regional de Ciencias Humanas y Sociales para América Latina y el Caribe/El Colegio de México.
- Walsh, Casey. [2022]. "Beyond rules and norms: Heterogeneity, ubiquity, and visibility of groundwaters". *WIRES Water*, 9(4), e1597.



EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN LA SUBCUENCA PRESA JALPAN, QUERÉTARO, MÉXICO

SOIL CONSERVATION PRACTICES EVALUATION IN THE JALPAN DAM SUB-BASIN, QUERÉTARO, MÉXICO

Jazmín Bailon Linares

Juan Alfredo Hernández Guerrero

Martín Alfonso Gutiérrez López

Diana Patricia García Tello

Hugo Luna Soria*

Universidad Autónoma de Querétaro

*hugoluna@uaq.mx

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar las prácticas de manejo y conservación de suelos en la subcuenca presa Jalpan, ubicada al norte del estado de Querétaro, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. El trabajo se enfocó en la evaluación de las prácticas de conservación de suelos en la zona de estudio, donde se recopiló información a través de entrevistas semiestructuradas y se verificaron en campo los sitios intervenidos. A partir de la evaluación, se obtuvo que dentro de la subcuenca presa Jalpan se localizaron 40 polígonos con prácticas de conservación distribuidos principalmente en la zona funcional alta. De estos se pudieron visitar 22, en los cuales se encontraron seis tipos de prácticas: reforestaciones con pino-cedro, líneas de maguey, terrazas agrícolas, barreras de piedra acomodada, presas de piedra acomodada y cordones de ramas. Las prácticas estructurales se encuentran deterioradas, más del 30% de ellas requieren mantenimiento y el 20% se encuentran colmatadas. Las prácticas vegetativas han tenido poco éxito, lo cual se refleja en bajas densidades de planta y baja sobrevivencia. Es indispensable establecer mecanismos sistemáticos de monitoreo que permitan dar

seguimiento y evaluar la condición y funcionamiento de las obras de conservación.

Palabras clave: erosión hídrica, conservación de suelo, cuenca, Querétaro.

Abstract

This paper's main objective is to evaluate water erosion and its effect on soil management and conservation practices in the Jalpan dam sub-basin, located at the Sierra Gorda Biosphere Reserve in the state of Querétaro in northern Mexico. The goal was the analysis of soil conservation practices at the study area, with information collected through semi-structured interviews and field verification. As a result, 40 polygons with soil's conservation practices were located within the Jalpan dam sub-basin, distributed mainly in the high functional zone. 22 of the 40 polygons were visited, in which 6 types of practices were spotted: reforestations with pine-cedar, maguey lines, agricultural terraces, stone barriers, stone dams and brushwood check dams. The results show deterioration on the structures, more than 30% of them require maintenance and 20% are clogged. Vegetative practices have had little success, reflected in

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

low plant densities and low survival. It is important to establish systematic supervising mechanisms to ensure proper evaluation of every soil conservation practice condition and function.

Keywords: *soil hydric erosion, soil conservation, basin, Querétaro.*

Introducción

La erosión del suelo se ha convertido en una de las mayores preocupaciones a nivel global, afectando directamente la diversidad de los ecosistemas, así como el bienestar de la población y los servicios ecosistémicos (Prokopy *et al.*, 2019). Sus consecuencias se manifiestan en diferentes escalas: a nivel parcela, afecta las propiedades del suelo y su productividad, y fuera de ella, la erosión de los suelos origina problemas de sedimentación, contaminación difusa, azolves e inundaciones; y a nivel global, este proceso contribuye al cambio climático, a la pérdida de biodiversidad y a la modificación del régimen hidrológico de las cuencas (Graaf, 2000; Fiener, Wilken y Auerswald, 2019). En México, la erosión hídrica afecta el 76% de la superficie nacional (Bolaños *et al.*, 2016) y sus consecuencias se ven reflejadas principalmente en la disminución de la productividad agrícola y forestal, y en la provisión del agua, afectando principalmente la economía de la población rural.

A pesar de los esfuerzos de conservación que llevan a cabo diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales, los procesos de degradación del suelo continúan. De acuerdo con un estudio batimétrico realizado en 2010 por la Comisión Estatal del Agua (CEA), la presa Jalpan recibe anualmente 24,688.924 m³ de sedimentos producto de la erosión hídrica en la cuenca aportadora. Entre las principales prácticas de conservación de suelo que se realizan en la zona, se encuentran las prácticas vegetativas que involucran el establecimiento de reforestaciones con especies nativas, así como las prácticas mecánicas que actúan como reductores en las tasas de

erosión al disminuir la velocidad del escurrimiento. Dichas acciones son parte de los proyectos de conservación de instituciones como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la ONG local Grupo Ecológico Sierra Gorda (GESG) I.A.P. y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedea). Sin embargo, no se tienen claros los criterios de selección de los sitios intervenidos por los diversos programas ni se cuenta con una base de datos de acceso libre donde se encuentren localizadas y caracterizadas las obras; tampoco se han realizado evaluaciones sobre su impacto en la reducción de la erosión hídrica.

Ante la problemática planteada, el objetivo del presente estudio fue evaluar las prácticas de conservación de suelos que se implementaron en la zona de estudio a través de programas gubernamentales, proyectos de asociaciones civiles y actividades emprendidas por los propietarios de los terrenos, de tal forma que se pueda conocer el estado de las obras.

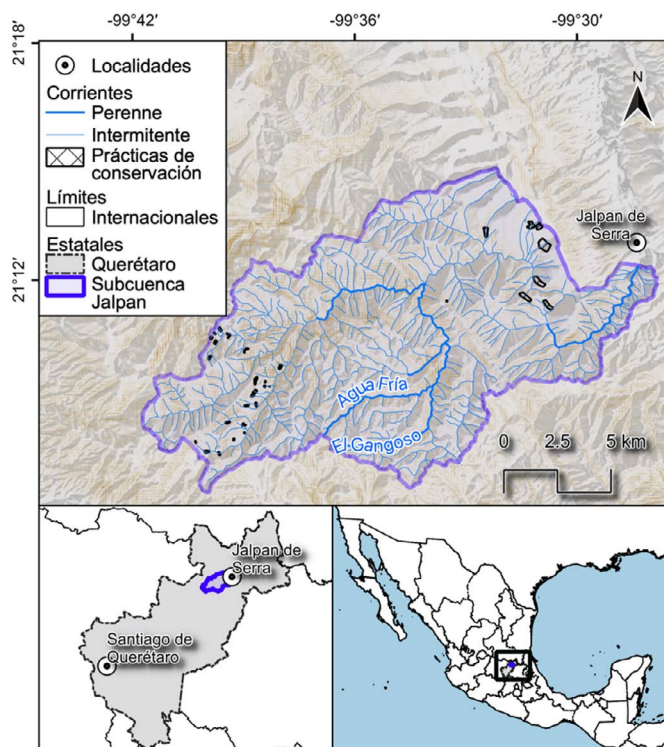
Materiales y métodos

El presente estudio tuvo lugar en la subcuenca presa Jalpan, ubicada en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, al norte del estado de Querétaro (Figura 1). Cuenta con una superficie de 189.68 km², de los cuales 165.10 km² están dentro del municipio de Pinal de Amoles y el resto en el municipio de Jalpan de Serra. Sus coordenadas extremas (UTM ITRF92 zona 14 N) son: 2,349,744.35 N; 2,334,566.68 S, 451,884.76 E y 427,913.25 W. La red hídrica de esta subcuenca tiene sus orígenes en el macizo montañoso de Pinal de Amoles y desemboca en la presa Jalpan (Batalla, 2013). El relieve accidentado que caracteriza a la zona de estudio, sumado a los procesos de transformación de la cobertura vegetal y usos de suelo insostenibles, ha incidido en procesos erosivos, cuyas consecuencias son la pérdida de productividad y el acelerado azolve de la presa Jalpan (Ramsar, 2003).

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

Figura 1

Ubicación de la subcuenca Jalpan en el estado de Querétaro, México



Fuente: elaboración propia

El análisis de las prácticas de conservación se desarrolló en dos fases: 1) recopilación de información y 2) verificación y descripción de las áreas intervenidas. En la primera fase se realizaron entrevistas semiestructuradas a representantes de instituciones y organizaciones con presencia en el área que han llevado a cabo diversas acciones de conservación en la zona de estudio, incluyendo prácticas de conservación de suelos. Las entrevistas, realizadas durante 2021, sirvieron para obtener las características generales de los sitios intervenidos con prácticas de conservación, como la localización, características y fecha de ejecución, así como criterios de selección, mecanismos de seguimiento y evaluación de las prácticas de conservación implementadas en sus programas; y, finalmente, el impacto de las prácticas de conservación en la zona y el grado de aceptación que tienen los dueños de los predios ante estas prácticas.

A partir de la información recabada en las entrevistas, se procedió a verificar en campo las áreas intervenidas, y a través de fichas de control se registraron los siguientes aspectos: 1) características generales del sitio (forma del terreno, tipo de vegetación, usos del suelo, pendiente del terreno, características del suelo, interceptación con escurrimientos, entre otros; y 2) características de las prácticas de conservación (ubicación respecto a las zonas funcionales, tipo de práctica, función que cumplen y condición actual).

Resultados y discusión

Las prácticas de conservación de suelo existentes dentro de la subcuenca presa Jalpan fueron implementadas principalmente por tres dependencias federales: Conanp, Conafor, Sader, y la asociación civil GESG. Las acciones de conservación de suelos que realizan a través de sus programas de conservación persiguen objetivos diferentes. La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), a través de sus programas, busca la recuperación de la cobertura vegetal y la recarga hidrológica. La Conafor busca mantener la provisión de servicios ambientales como la recarga hidrológica y la regulación de la erosión. El GESG, a través de sus programas de conservación, busca dar valor a los servicios ambientales como la captación hidrológica y la regeneración de los suelos. Por su parte, Sader tiene un enfoque más productivo, ya que sus acciones de conservación implementadas buscan mejorar la productividad agrícola y la provisión del agua.

Dentro de la zona de estudio, únicamente la dirección de la RBSG y la Conafor tienen proyectos vigentes de conservación de suelos y proporcionaron mayores detalles sobre la localización de los sitios intervenidos. De acuerdo con la información de los representantes de las instancias promotoras, dentro de la zona de estudio se localizaron 40 polígonos con prácticas de conservación de suelo, las cuales cubren el 0.51% de la superficie de la subcuenca, y más del 50% se ubican en la zona funcional alta, mientras que la parte media y baja han tenido poca atención.

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

Algo muy importante que se pudo obtener de las entrevistas es que las instancias promotoras no disponen de recursos suficientes para atender todas las solicitudes que llegan para la participación en los programas de conservación. Lo que preocupa aún más es que tampoco es suficiente el recurso para realizar el monitoreo y seguimiento de las prácticas que se han realizado, ni mucho menos para evaluar su eficiencia, lo cual permitiría mejorar los programas y ofrecer alternativas de conservación más eficientes para la zona.

En campo se pudieron verificar 22 polígonos con prácticas de conservación de suelos (Tabla 1), distribuidos en seis localidades. Las obras fueron instaladas durante el periodo 2014-2020 a través de proyectos de la Conanp, Conafor y GESG, en los cuales se identificaron prácticas vegetativas y prácticas estructurales. Los signos de degradación más evidentes en dichos sitios fueron la erosión laminar, con frecuencia combinada con pequeñas terracetas, sobre terrenos de uso agrícola y pecuario, pero también se localizaron prácticas en sitios sin evidencia de degradación de suelos, de acuerdo con indicadores propuestos por Stocking y Murnaghn (2001) e Inegi (2014).

Tabla 1
Prácticas de conservación de suelos implementadas en la zona de estudio en el periodo 2014-2020

Localización	Año	Procedencia	Sitios verificados	Sitios con prácticas de conservación	Práctica de conservación
La Barranca	2019	Conanp	10	9	Líneas de maguey, reforestación con pino-cedro, presas de piedra acomodada

El Llano de San Francisco	2020	Conanp	8	4	Reforestación con pino-cedro, terrazas agrícolas, presas de piedra acomodada
Ejido Huajales	2014	Conafor	1	1	Cordones de ramas
Ejido Pitzquintla	2017	Conafor	1	1	Barreras de piedra
Ejido Ahuacatlán	2019	Conafor	1	1	Presas de piedra acomodada
Agua Amarga	2010	GESG	1	1	Presas de mampostería y de piedra acomodada
Total			22	17	

Fuente: Bailon, 2023

Los lugares donde se han establecido las prácticas de conservación presentan una topografía accidentada, son de difícil acceso y en muchos de ellos no hay signos de degradación (Figura 2).

Figura 2
Obras de conservación, de izquierda a derecha: barreras de piedra acomodada, reforestaciones de pino-cedro y líneas de maguey con baja densidad



JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

Lo anterior indica que hace falta realizar un diagnóstico exhaustivo donde logren ubicarse los sitios con mayor riesgo de erosión y que de esta forma las prácticas de conservación implementadas tengan mayor efecto. Respecto a las condiciones generales de las prácticas estructurales, el 30% de ellas requiere mantenimiento

y el 20% se encuentran colmatadas, particularmente barreras y presas de piedra. Las prácticas vegetativas han tenido poco éxito (baja sobrevivencia), sobre todo las reforestaciones de pino-cedro, debido a que se establecen fuera del periodo de lluvias y no se protegen del ganado mediante cercados, lo que provoca que la planta

Tabla 2

Comparativa entre instituciones, programas y acciones de las prácticas de conservación de suelos que se realizan

	Conanp	Conafor	Sader	GESG
Denominación de proyectos y programas	Programa de restauración ecosistémica del hábitat terrestre (Prorest) Programa de conservación de desarrollo sostenido (Procode)	Pago por Servicios Ambientales (PSA)	Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (Coussa)	Pastoreo planificado Servicios ambientales Restauración de microcuencas con manantiales prioritarios Regeneración de suelos y cosecha de agua
Zona de aplicación	Zona alta	Zona alta y media de la cuenca	Fuera de la zona de estudio	Zona alta y media
Barreras vivas	✓	✓ (vegetación nativa)	✓	✓ (maguey y nopal)
Barreras de piedra acomodada	✓	✓		
Presas	✓ (filtrante)	✓ (filtrante y piedra acomodada)	✓ (mampostería)	✓ (filtrante)
Reforestación con especies nativas	✓			✓
Zanjas trincheras con barreras vivas			✓	✓
Terrazas	✓		✓	✓
Fajinas	✓			
Exclusión de ganado	✓			✓
Diseños hidrológicos <i>keyline</i> y subsuelo				✓
Cultivos con menor impacto en los suelos			✓	
Taller de regeneración de suelos				✓
Remineralización del suelo				✓

Acciones específicas para la conservación de suelos

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

	Conanp	Conafor	Sader	GESG	
	Áreas forestales con signos de degradación				
Criterios de selección de los sitios	Degradación observada por medios remotos y en campo	Evidencia de erosión y sobrepastoreo verificados en campo	Evidencia de problemas de abasto de agua y degradación de suelos	Título de propiedad o constancia de posesión	
	Localidades con instrumentos de planeación o planes de acciones a nivel Ejido	Áreas elegibles para el PSA establecidas en las reglas de operación del programa	Necesidades económicas de la población	Predios de interés biológico	
Medios de georreferenciación de los predios	Los predios son georreferenciados		No se cuenta con georreferenciación		
	Falta actualización			Ubicación a nivel localidad	
Seguimiento	No existe programa de seguimiento por insuficiencia de recursos operativos	Visitas anuales con promotores y personal de oficinas centrales Reportes de cumplimiento de acuerdo con la guía de mejores prácticas	Seguimiento semestral de las obras	Recorridos anuales de vigilancia y supervisión de cumplimiento a las actividades	
Evaluación	No se lleva a cabo	Evaluaciones por instituciones externas	No se lleva a cabo		
Impactos	Ambiental	Incremento en la cobertura vegetal y recuperación de suelos degradados	Disminución de las áreas degradadas Mejora de la flora y fauna de los predios	Mayor retención de humedad en los predios Retención de suelos	Incremento de la superficie conservada Recarga hidrológica Regeneración de suelos
		Económico-social	Incentivos económicos derivados de las obras Recepción favorable de las obras		Se continúan con recursos propios las labores de conservación
	Aprovechamiento de las especies maderables usadas	Incremento de las solicitudes que se reciben anualmente	Mayor producción en los cultivos y en el ganado		

Fuente: adaptada de Bailon, 2023

no llegue a un estado maduro porque no se les da ningún tipo de mantenimiento (deshierbe, rehabilitación de cajete, riegos de salvamento, entre otras). Cabe resaltar que no fue posible determinar las especies en sitio de los géneros *Pinus*, *Cupressus* y *Quercus* utilizadas en estas obras.

En la Tabla 2 se muestra la comparativa de las acciones de las instituciones y organizaciones entrevistadas con respecto a las prácticas de conservación de suelo:

Conclusiones

La información de la que disponen las instituciones y organización entrevistadas respecto a las prácticas de conservación de suelos construidas en la subcuenca presa Jalpan es insuficiente para hacer un diagnóstico completo sobre el estado actual de las prácticas de conservación y su impacto en la reducción de la erosión hídrica durante los últimos diez años. Para conocer el impacto de las obras es fundamental que las institucio-

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

nes responsables sistematicen correctamente las áreas beneficiadas y las incorporen en una base de datos georreferenciadas con toda la información necesaria para su seguimiento. Esta acción es un paso importante, por lo que se propone que las instituciones la lleven a cabo en todo el territorio que intervienen, ya que esta información es fundamental para conocer el verdadero impacto que tienen en la conservación de los suelos.

El grado de eficiencia de las prácticas está relacionado con el estado actual en el que se encuentran, por lo que es importante realizar mantenimiento y seguimientos frecuentes. Las reforestaciones con pino-cedro mostraron una baja supervivencia, lo cual concuerda con evaluaciones en reforestaciones en el Estado de México que estiman un 38% de supervivencia reforestaciones con estas especies (Torres, 2021), por lo que no es posible determinar su impacto en la reducción de la erodabilidad, siendo esta práctica la más cuestionable con respecto a un impacto significativo en la conservación del suelo.

Es necesario continuar con el monitoreo de estas áreas incluyendo métodos directos, como el establecimiento de parcelas de erosión, con los cuales se pueda percibir si hay incremento o disminución de las áreas, toda vez que los elementos que influyen en los procesos erosivos son muy dinámicos y en estimaciones a largo plazo pueden subestimar la dinámica del proceso erosivo con respecto al aporte de sedimentos (Fiener, Wilken y Auerswald, 2019). Sobre todo es necesario evaluar la relación entre la tasa de cambio en la vegetación y la erosión.

Es preciso implementar un plan de mantenimiento y vigilancia para el control de los sedimentos que se acumulan en la presa Jalpan, lo cual permitirá realizar predicciones más precisas sobre la colmatación, ya que la erosión puede aumentar por causas antrópicas (como las deforestaciones) y naturales (la intensidad de la lluvia). Asimismo, la eficiencia de las prácticas está vinculada con su diseño y grado de deterioro, apropiación de los habitantes, coincidiendo con las observaciones de Telles *et al.* (2022); de ahí la importancia de capacitar a

los beneficiados de manera previa a la ejecución de dichas prácticas, y después de su instalación se debe continuar con un programa de mantenimiento.

El presente trabajo se derivó de la información proporcionada por los promotores de las prácticas (dependencias federales y organización civil) y de verificaciones en campo. Poco se pudo interactuar con los dueños del territorio, por lo que en futuras investigaciones es importante incluir la perspectiva de los beneficiados con respecto a la eficiencia, pertinencia y apropiación de las prácticas implementadas.

Referencias bibliográficas

- Avendaño, C., Calvo, J.P., Cobo, R. y Sanz, M.E. (1994). *La modelización matemática, ajuste y contraste del coeficiente de entrega de sedimentos a los embalses. Aplicación al cálculo de la erosión de cuencas fluviales*. España: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Batalla, G. (2013). *Efecto del cambio de uso de suelo en el aporte de sedimentos hacia la presa Jalpan (Sierra Gorda Querétaro)*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de: <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/2505>
- Bolaños, M.A., Paz, F., Cruz, C.O., Argumedo, J.A., Romero, V.M. y De la Cruz, J.C. (2016). "Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo". *Terra Latinoamericana*, 34(3), 271-288.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (31 de diciembre del 2002). "NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis". Recuperado el 10 de diciembre del 2021, de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/w069255.pdf>
- Fiener, P., Wilken, F. y Auerswald, K. (2019). "Filling the gap between plot and landscape scale – eight years of soil erosion monitoring in 14 adjacent watersheds under soil conservation at Scheyern, Southern Germany". *Advances in Geosciences*, 48, 31-48.

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ,
DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

- Gutiérrez, A. (2012). *Estudio Hidrológico y Análisis Hidráulico del arroyo Los Izotes Aguas arriba de la localidad San Francisco, Nayarit. Aporte de Sedimentos de la Cuenca los izotes*. SIIG Ingeniería y Consultoría.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2014). *Guía para la interpretación de la cartografía de erosión del suelo, escala 1: 250 000. Serie I*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- McCool, D.K., Brown, L.C., Foster, G.R., Mutchler, C.K. y Meyer, L.D. (1987). "Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation". *Transactions of the ASAE*, 30(5), 1387-1396.
- Martínez, M. (2005). *Estimación de la erosión del suelo*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Colegio de Postgraduados/INCA Rural.
- Montes, M.A.L., Uribe, E.M. y García, E. (2011). "Mapa Nacional de Erosión Potencial". *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(1), 5-17.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Prokopy, L.S. et al. (2019). "Adoption of agricultural conservation practices in the United States: Evidence from 35 years of quantitative literature". *Journal of Soil and Water Conservation*, 74(5), 520-534.
- Ramsar. (2003). "Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)". Recuperado el 6 de enero del 2021, de: http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAMRAR/Queretaro/Presas_Jalpan/Presas%20Jalpan.pdf
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro [Sedesu]. (17 de abril del 2009). "Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro". México: *La Sombra de Arteaga*.
- Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. (2016). *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo*. México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
- Stocking, M. y Murnaghan, N. (2001). "Land degradation". *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 8242-8247.
- Telles, T. et al. (2022). "Soil management practices adopted by farmers and how they perceive conservation agriculture". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 46, e0210151.
- Torres, J.M. (2021). "Factores ambientales y físicos que afectan la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(64), 66-91.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (1983). *National Soil Survey Handbook*. No. 430. EE.UU.: United States Department of Agriculture.
- Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. The USDA Agricultural Handbook No. 537. EE.UU.: United States Department of Agriculture.



CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE AGAVES NATIVOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN UNA MICROCUENCA DE LA SIERRA GORDA DE GUANAJUATO

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF NATIVE AGAVES FOR ECOLOGICAL RESTORATION IN A MICRO-BASIN OF THE SIERRA GORDA OF GUANAJUATO

Juan Montoya Escutia*

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos
del Estado de Guanajuato

Tamara Guadalupe Osorno Sánchez

Universidad Autónoma de Querétaro

Alejandro César Valdés Carrera

Universidad Nacional Autónoma de México

Juan Alfredo Hernández Guerrero

Universidad Autónoma de Querétaro

*montoyajuglares@hotmail.com

Resumen

La erosión hídrica ha perturbado las condiciones estructurales y funcionales de los ecosistemas productivos y forestales, y su restauración requiere de acciones con la participación de actores sociales y los conocimientos científicos y tradicionales que integren la delimitación espacial de la problemática y las especies vegetales más idóneas. Los *Agaves* poseen características físicas y biológicas para transferir a la restauración ecológica, y ya han sido probados en México y otros países; por ello, el objetivo es estructurar una propuesta de restauración con *Agaves* nativos en la microcuenca El Potrero en San Isidro Corralillos, Victoria, Guanajuato. Se contó con el método de grupos funcionales de plantas, una entrevista, cartografía participativa, un diagnóstico participativo para conocer los usos tradicionales de los *Agaves* y un taller participativo donde se estructuró la propuesta de restauración. Se obtuvo una propuesta de restauración formada por prácticas de conservación que incorporan tres grupos de *Agaves* caracterizados para favorecer

su adaptación ambiental y con los usos tradicionales se generan perspectivas de aprovechamiento en siete parajes de interés forestal y productivo que muestran perturbación ecológica. Se aprovechan aptitudes ecológicas, usos tradicionales de *Agaves* nativos y la participación de actores sociales para la restauración ecológica de la microcuenca El Potrero.

Palabras clave: *Agaves* nativos, caracterización ambiental, erosión hídrica.

Abstract

Water erosion has disturbed the structural and functional conditions of productive and forest ecosystems, and its restoration requires actions with the participation of social actors and scientific and traditional knowledge that integrate the spatial delimitation of the problem and the most suitable plant species. Agaves have physical and biological characteristics to transfer to ecological restoration, and have already been tested in Mexico and other countries; therefore, the objective is

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

to structure a restoration proposal with native Agaves in the El Potrero micro-basin in San Isidro Corralillos, Victoria, Guanajuato. The work was supported by the method of functional groups of plants, an interview, participatory cartography, a participatory diagnosis to learn about the traditional uses of the Agaves, and a participatory workshop where the restoration proposal was structured. A restoration proposal formed by conservation practices that incorporate three groups of Agaves characterized to favor their environmental adaptation, and with traditional uses, perspectives of use are generated in seven places of forestry and productive interest that show ecological disturbance. Ecological skills, traditional uses of native Agaves and the participation of social actors are used for the ecological restoration of the El Potrero micro-basin.

Keywords: native Agaves, environmental characterization, water erosion.

Introducción

Desde 2014, cerca del 75 % de los ecosistemas de la superficie terrestre presentaban perturbaciones por actividades humanas (IPBES, 2016). En México, a partir del 2013, el 54 % del territorio mostró algún tipo de degradación y el 27% presentaba degradación severa (Conafor, 2013). La restauración ecológica es el conjunto de acciones, estrategias y planes enfocados en recuperar la capacidad productiva, funcional y estructural y los equilibrios ecosistémicos en un territorio después del deterioro (Vargas, 2011).

El proceso de restauración ecológica implica procedimientos participativos con los actores sociales involucrados, planeación y diseño, incluido el conocimiento y análisis de las variables biofísicas, geomorfológicas y sociales, el análisis y descripción de la zonas más dañadas (zonas prioritarias), para la toma de decisiones sobre los planes de manejo, métodos, técnicas y prácticas restaurativas que aseguren la perdurabilidad de las acciones y resultados; todo esto para que se puedan alcanzar las metas y objetivos con beneficios ecológicos, sociales y económicos (Sabogal *et al.*, 2015).

El tiempo que se requiere para la restauración de las condiciones funcionales y estructurales de los sistemas agroecológicos y naturales es muy largo, en comparación con el tiempo con el que fueron degradados, por eso la restauración tiene que ser asistida con acciones que contemplen el conocimiento integral de la problemática, su delimitación espacial, la participación de los actores sociales con planes y proyectos para integrar y canalizar los recursos disponibles, y con prácticas que incorporen las especies vegetales más idóneas, preferentemente nativas (Sabogal *et al.*, 2015).

El *Agave* posee características físicas y biológicas que puede transferir a los procesos de restauración de cuencas, éstas son: su alta capacidad de adaptación a diferentes ecosistemas, su resistencia a la sequía, es tolerante a rangos climáticos adversos, por la forma extendida de sus raíces afianza el suelo a su disposición y facilita la captura del agua durante las lluvias, al igual que la forma y estructura de sus pencas, tiene alta capacidad fotosintética y producción de biomasa, su inflorescencia alimenta abundantes especies de polinizadores; estas aptitudes y características se enfatizan cuando se trata de especies de *Agaves* nativos (Vázquez-Alvarado *et al.*, 2011).

Diversas especies vegetales ya han sido probadas en procesos de restauración ecológica en sistemas productivos y forestales y en la aplicación de prácticas de conservación de suelo, agua y biodiversidad que fueron seleccionadas por sus atributos, usos y funciones dentro de los ecosistemas, como algunas especies del género *Agave* (Zorrilla y Hernández, 2014) que han sido utilizadas tanto en México como en otros países. Tal fue el caso de Bolivia, donde Goitia (2014) las utilizó para medir sus aptitudes en la contención de la erosión, y en México, donde se aprovechó en un sistema agrosilvopastoril y al mismo tiempo contribuyó en la restauración de suelos degradados en el municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato.

Las condiciones que prevalecen en perturbación de suelos por erosión hídrica en la zona de estudio requieren de trabajos para su restauración. Con base en las

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

características del uso de *Agaves* para la restauración ecológica, en este trabajo se tiene como objetivo realizar una propuesta de restauración con *Agaves* nativos mediante un proceso participativo en la microcuenca El Potrero en San Isidro Corralillos, Victoria, Guanajuato.

Métodos

El área de estudio es la microcuenca El Potrero, la cual se encuentra en el centro de la república mexicana, en el noreste del estado de Guanajuato, y pertenece al municipio de Victoria. Sus coordenadas extremas son: Norte 21°10'22.4"; Sur 21°07'39.5"; Este 100°09'53.1" y Oeste 100°15'11.2". Esta microcuenca está registrada como 26DcB-GA "Zona alta de Corralillos" (Firco, 1999). El territorio pertenece al ejido San Isidro Corralillos y forma parte de la región hidrológica número 26 Pánuco, que pertenece a la cuenca del río Moctezuma y la subcuenca del río Estorax; cubre una superficie de 20.86 km². Su topografía se ubica entre los 1,720 y 2,550 msnm.

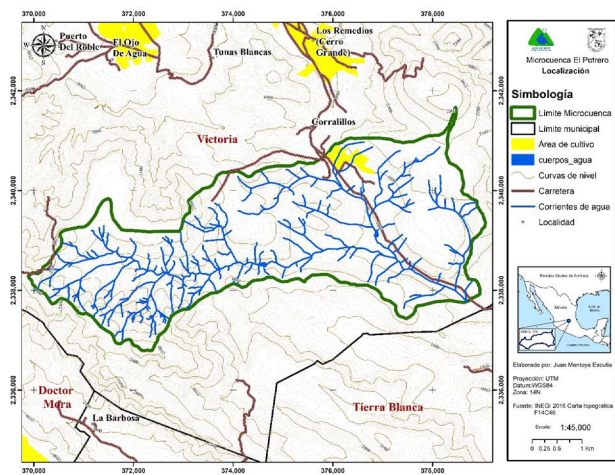
Actualmente, la erosión hídrica laminar y vertical en la microcuenca tiene una superficie cercana al 50% del territorio, de un total de 2,086 ha, concentrándose mayormente en la zona funcional alta (1980–2550 msnm) y la zona funcional media (1850–1980 msnm). Indicadores comunes son la escasa cobertura vegetal, suelos inmaduros poco profundos no aptos para la agricultura y removidos por influencia de un relieve con pendientes promedio de 28.11% y con vegetación perturbada de bosque de encino, matorral crasicaule, vegetación de galería y pastizal inducido (Montoya, 2022). Estas características son muy similares a las de otras microcuencas vecinas en la Sierra Gorda de Guanajuato.

Se trata de una microcuenca exorreica de origen volcánico y sedimentario donde predominan las rocas ácidas. Pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y a la Subprovincia de la Sierra Gorda, con presencia de laderas escarpadas y muy escarpadas, domos, piedemonte, valles de piedemonte y mesas, por lo que predominan las pendientes pronunciadas y prevalecen suelos inmaduros y poco profundos. Las vegetaciones y usos de suelo que soportan esta estructura

son bosque de encino y encino perturbado, y predomina el matorral crasicaule y crasicaule perturbado, pastizal inducido, vegetación de galería, agricultura de temporal y tres cuerpos de agua. Su clima es semiseco y con precipitación de 513 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2016; Inegi, 2014 y 2016). Es una microcuenca pequeña rectangular oblonga con una pendiente S de 28.11% que le permite drenar con facilidad en 332 corrientes hasta la desembocadura (Figura 1).

Figura 1

Localización: microcuenca El Potrero



Fuente: elaborada con base en Inegi (2017)

Caracterización ambiental y selección de los *Agaves* nativos para la restauración en la microcuenca El Potrero

La selección de especies de *Agave* para utilizar en la restauración de la microcuenca se realizó siguiendo el método de tipos funcionales de plantas propuesto por Bermeo (2010), adaptado al ambiente biofísico del género *Agave* presente en la microcuenca El Potrero. Los rasgos funcionales considerados para agrupar los tipos de *Agave* fueron: 1) el tamaño, 2) el grado de la pendiente en que se adaptan y 3) los usos tradicionales (socioambientales). El interés de los rasgos funcionales del *Agave* está encaminado para que puedan contribuir a conformar una propuesta de restauración ecológica de la microcuenca, considerando los modelos definidos de zonas prioritarias por zonas funcionales alta, media y baja

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

(Montoya, 2022), de modo que dichos rasgos puedan expresar respuestas y efectos similares a las condiciones ambientales de restauración en la microcuenca.

Se recopilaron los datos de las especies de *Agave* en cinco parajes de la microcuenca: Las Lomas, Palos Blancos, El Tepozán, El Durazno y La Mesa Segura. En los recorridos se abarcaron las tres zonas funcionales de la microcuenca y los diferentes tipos de vegetación (matorral crasicaule, matorral crasicaule perturbado, bosque de encino, bosque de encino perturbado y pastizal inducido). Estos fueron identificados por Montoya (2022) en un modelo cartográfico que vinculó, a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la erosión actual USLE y la erosión laminar por medio de la susceptibilidad a la erosión para definir las zonas prioritarias por zonas funcionales para restauración.

Los parámetros ambientales y morfológicos que permitieron caracterizar y clasificar a las especies de *Agave* por tipos funcionales fueron: 1) localización (coordenadas), 2) altitud (msnm), 3) pendiente (grados), 4) zona funcional (alta, media y baja), 5) tipo de vegetación, 6) asociación a otras especies vegetales (nombres científicos), 7) profundidad de suelo (cm), 8) orientación y 9) tamaño (radio y altura de individuo) (Fonseca y Ganade, 2001).

Diagnóstico participativo

El diagnóstico participativo se aprovechó para conocer los usos tradicionales del *Agave*, facilitar los recorridos de campo y estructurar la propuesta de restauración mediante una entrevista semiestructurada, un taller participativo apoyado del método cartografía participativa de Iglesias y Herrera (2013) y con la colaboración de actores clave o focales (Geilfus, 2002) que son ejidatarios y mostraron interés por la utilidad que puedan tener los resultados del estudio.

Usos tradicionales del Agave

El contenido temático de las entrevistas semiestructuradas en la localidad se centró en: los diferentes tipos de *Agaves*, qué usos les han dado, en qué lugares se concentran y qué funciones ecológicas o productivas han

aprovechado. Posteriormente, se desarrolló un taller participativo que dio a conocer los resultados obtenidos y después se estructuró la propuesta de restauración.

Propuesta de restauración

El taller consistió en el reconocimiento de las problemáticas de degradación física de la microcuenca (erosión potencial y actual USLE) con cartografía participativa para identificar los parajes con mayor perturbación, los usos y las funciones de las especies de *Agave* nativas caracterizadas para las diversas prácticas de conservación de las zonas a restaurar de la microcuenca. Se aprovechó la cartografía de localización de los *Agaves* nativos.

Resultados

Caracterización ambiental de los *Agaves* nativos

Se caracterizaron y agruparon los *Agaves* para su uso en la propuesta de restauración, estableciendo dos criterios de intereses socioambientales: 1) contribuir a la restauración ecológica formando parte de las prácticas de conservación de suelo, agua y biodiversidad; y 2) contribuir a incrementar la productividad agropecuaria de manera sustentable. Las especies posibles encontradas en la microcuenca son: especie 1. *A. salmiana*, con tres variedades: *A. salmiana* var. *angustifolia*, *A. salmiana* var. *Ferox* y *A. salmiana* ssp. *crassispina*; especie 2. *A. americana*; especie 3. *A. applanata*; especie 4. *A. asperrima*; y especie 5. *A. lechuguilla*.

Se encontró que los *Agaves* de menor altura crecen en espacios con pendientes pronunciadas de 32 a 38% [*A. lechuguilla*], mientras que los *Agaves* de mayor altura lo hacen en zonas con escasas pendientes de 0 a 8% [*A. salmiana* y *A. americana*] y con escasa abundancia, y los de talla mediana lo hacen en pendientes entre los 8 y 17% [*A. asperrima* y *A. applanata*] con escasa abundancia. De esa manera se conformaron tres grupos, para los cuales se consideraron los criterios antes mencionados, pero el criterio de mayor peso fue la altura, debido a que ésta se encuentra vinculada con su peso y volumen mayor, razón por la cual su establecimiento quedaría influenciado

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ, ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

por las pendientes presentes en las zonas funcionales.

El grupo uno lo conforman los *Agaves* más robustos y de mayor tamaño y volumen, con altura de 1.8 a 2.2 m; sus raíces abarcan suelos más profundos. Pueden incluir las especies de *A. salmiana*, *A. salmiana* var. *angustifolia*, *A. salmiana* var. *Ferox*, *A. salmiana* ssp. *crassispina* y *A. americana*, que se desarrollan en áreas con poca pendiente (Tabla 1). Por sus características, se recomienda utilizarlos en la restauración de valles de piedemonte, mesas y en las parcelas productivas en áreas con escasas pendientes.

Tabla 1
Grupos de *Agave* para la restauración

Criterios	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Zona funcional	Media y alta	Media y alta	Media y alta
Especies posibles	<i>A. salmiana</i> y <i>A. americana</i>	<i>A. asperrima</i> y <i>A. applanata</i>	<i>A. lechuguilla</i>
Usos	Restauración, pulque, aguamiel, quiote y forraje	Mezcal, quiote y forraje	Artesanías, ixtle y leña
Parajes	Las Lomas, Palos Blancos, El Tepozán y La Mesa Segura	Las Lomas, Palos Blancos, El Tepozán, El Durazno y La Mesa Segura	Las Lomas, Palos Blancos, El Tepozán, El Durazno y La Mesa Segura
Altura (m)	1.8-2.2	1.2-1.75	0.4-0.7
Pendiente (%)	0-8	8-30	>30
Profundidad del suelo (m)	0.39-0.4	0.34-0.37	0.25

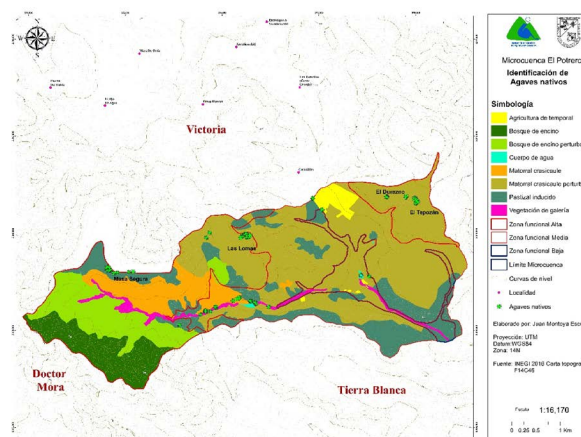
Fuente: elaborada con base en trabajo de campo

El grupo dos lo conforman los *Agaves* con altura media de 1.2 a 1.75 m. Su demanda de suelo es de menor profundidad y crecen en zonas con mayor pendiente. Las posibles especies son *A. asperrima* y *A. applanata*, y pueden establecerse con facilidad en laderas y parte media de las lomas.

El grupo tres lo conforman *Agaves* con altura de 0.4 a 0.7 m, son los más pequeños y poco robustos. Su demanda de suelo es de baja profundidad y, aunque crecen en todo tipo de pendiente, abundan en pendientes pronunciadas. Las posibles especies pertenecen a las *A. lechuguillas*. Estos *Agaves* pueden favorecer la restauración de laderas escarpadas y muy escarpadas.

La Figura 2 muestra los parajes donde se localizaron con mayor densidad las especies nativas de *Agave*: La Mesa Segura, Las Lomas, Palos Blancos, El Durazno y El Tepozán.

Figura 2
Mapa de identificación de *Agaves* nativos



Fuente: elaborada con base en Inegi (2017)

La asociación vegetal del *Agave* a otras especies está ligada a la composición estructural y funcional de los ecosistemas en la microcuenca; por ello, su convivencia o relaciones interespecíficas facilitan sus procesos adaptativos que bien pueden contribuir a la restauración. En la zona alta y media son comunes las especies asociadas a las diferentes especies de magueyes. Algunas de las especies asociadas presentes que destacan son pastos, mezquite, huizache, diversos nopales, garabatillo, rama santa, ocotillo, flor de San Pedro y sangre de grado, entre otras; éstas crecen alrededor o bajo el follaje de los magueyes. En la zona funcional baja, los magueyes son escasos y las especies asociadas más abundantes son los pastos y los nopales.

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

Usos tradicionales de los *Agaves* y propuesta de restauración

Los ejidatarios identifican cuatro especies de maguey por su nombre común: el verde como una sola especie, el maguey cenizo con dos especies, ambas de tamaño mediano, y una especie pequeña llamada puerco. Dentro de los no nativos se encuentra el maguey manso (lo llaman blanco) y solo una persona identifica la lechuguilla como maguey de uso histórico para hacer ixtle.

Reconocen el maguey verde *A. salmiana*, con su uso frecuente como forraje y para producción de quiote horneado, mientras que el maguey manso se utiliza para pulque (aunque esta especie no es nativa, ya tiene tiempo de estar presente en los traspatios y en parcelas). Para el caso del maguey cenizo criollo (*A. aspérrima*), de tamaño medio, se utilizó para producir mezcal, y la lechuguilla se utilizó mucho en la extracción de ixtle para elaborar diversos utensilios con los que se comerciaba. Los productos comestibles más comunes identificados fueron aguamiel, pulque, mezcal, quiote, barbacoa y forraje para ganado. Los utensilios elaborados a partir del ixtle fueron ayates, costales, mecates, hondas, catres y artesanías. Actualmente, la penca del maguey se continúa utilizando como leña y en el pasado se usó para los techos de las casas.

Aun cuando se desconoce el aporte nutricional del maguey, la especie mejor valorada para forraje es el maguey verde (*A. salmiana*) por tener mayor número y dimensiones de pencas; además, produce una mayor cantidad de hijuelos y se adapta con facilidad a cualquier lugar, encontrándose disperso en todo el ejido. Actualmente consideran importante aprovecharlo como ensilado para un mayor rendimiento. Otro gran valor del maguey es su uso para la restauración y conservación de suelo y agua por sus amplias dimensiones y por formar colonias numerosas que cubren mayores espacios; aunque se ubica con más frecuencia en espacios con escasas pendientes, se reconoce que todas las especies aportan a los procesos de restauración.

Propuesta de restauración con base en especies de *Agave*

Se consideraron los resultados de la investigación, los intereses, la disposición y las capacidades de los actores sociales para delimitar los parajes para las acciones de restauración. Se tomaron en cuenta las pendientes, la cobertura vegetal y la erosión, entre otros aspectos.

Los parajes a restaurar como prioridad se definieron relacionando la erosión, las pendientes y las diversas coberturas vegetales por zonas funcionales. Las acciones se concentran en la zona funcional alta y media, que presenta mayores porcentajes de erosión y coincide con las pendientes más pronunciadas, así como también con las coberturas vegetales más dañadas; por otro lado, los trabajos de restauración en la zona funcional baja estarían encaminados a conservar los manantiales y las parcelas de producción, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2
Propuesta de acciones para restauración

Acciones	Zona alta 1980–2250 msnm	Zona media 1850–1980 msnm	Zona baja 1720–1850 msnm
Barreras vivas	Cerro Prieto, Biznagas Gigantes, El Roblar, Manantiales, La Carbonera y Las Montoya	El Chiquiñal, parcelas de temporal, El Durazno, Manantiales, Agua Salada, Palos Blancos y Las Lomas	Parcelas de temporal y bordo
Terraceo	Biznagas Gigantes, El Roblar y La Carbonera	El Chiquiñal y El Durazno	Parcelas de temporal
Cercado perimetral	El Roblar	Parcelas de temporal	Parcelas de temporal
Zona de exclusión	Cerro Prieto	-----	-----
Presas y deflectores	Río principal	Río principal	Río principal

Fuente: elaborada con base en trabajo de campo

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

Las acciones de restauración estuvieron diseñadas a base de *Agaves* nativos y contemplaron principalmente prácticas no estructurales para hacer uso de los *Agaves* de acuerdo con la propuesta de los tres grupos caracterizados, con el fin de facilitar su adaptación y favorecer su aprovechamiento, siguiendo los usos tradicionales para los parajes que presentaron la problemática más severa de erosión laminar y vertical.

De manera complementaria, se hizo una serie de recomendaciones de obras estructurales que pueden facilitar la restauración de la microcuenca El Potrero: 1) contemplar presas filtrantes en los parajes de Cerro Prieto, El Chiquiñal y Biznagas Gigantes para evitar que avancen las cárcavas que inician; 2) en el río y arroyos, reforestar con especies nativas para evitar los azolves de los cuerpos de agua; 3) construir presas de una piedra sobre el lecho del río y deflectores para recuperar la sinuosidad; 4) construir cercados para el control y manejo del ganado en bordos y presas de agostadero; 5) construir atarjeas como bebederos.

Para los cultivos se sugirió la labranza de conservación, cobertura permanente, rotación de cultivos, control biológico de plagas y agricultura orgánica. En la ganadería se recomendó la administración y control de la carga animal (bovinos y equinos), rotación de potreros, producción de forraje, disminución de la explotación extensiva e implementación de explotación intensiva, restauración y manejo sostenible de los agostaderos, y producción de forraje en parcelas y traspacios para disminuir la demanda de pastoreo. En lo relacionado con silvicultura y agroforestería se sugirió la propagación de especies vegetales que por sus funciones ecológicas contribuyan a la restauración y que al mismo tiempo tengan un valor comercial por sus usos, como algunos cactus, nopal, mezquite, orégano, damiana, chile quipín, pino piñonero y encino; además, se sugirió resembrar pasto en zonas estratégicas (pastizal inducido).

Discusión

La caracterización ambiental de las especies de *Agave* nativas se orientó con los usos tradicionales y con crite-

rios ambientales para enfocarse en los requerimientos ambientales de dichas especies (Bermeo, 2010). En la selección de las especies se favoreció el aprovechamiento de las aptitudes ecológicas con diversas opciones productivas que pertenecen al conocimiento tradicional de la población.

En la presente investigación se coincide con Zorrilla y Hernández (2014) en las aptitudes que el *Agave* tiene para contribuir a los procesos de restauración aplicadas en las prácticas de conservación de suelo agua y biodiversidad. No obstante, se propone de manera más específica su aplicación en las zonas de restauración con criterios ambientales de acuerdo con sus diferentes posibilidades de uso para su aprovechamiento, integrando los grupos de *Agave* por criterios ambientales, tipos de vegetación y usos tradicionales en los parajes, para favorecer la adaptabilidad y un mejor manejo.

Con respecto al uso de *Agaves* para las prácticas de restauración, Goitia (2014) lo incorpora directamente sobre zonas erosionadas para evaluar sus aptitudes y contener los procesos erosivos; mientras tanto, Velázquez (2021) lo integra en las prácticas de restauración y como parte de un sistema agrosilvopastoril, acompañado de otras especies, en un sitio cercano a la zona de estudio. A diferencia de Goitia (2014), se proponen las especies nativas del género *Agave*, por su desempeño probado en procesos de restauración, como especies pioneras que resisten condiciones climáticas adversas y son capaces de afianzar y retener suelo y sedimentos en su fibrosa estructura radicular, con la cual logra formar familias durante su reproducción asexual por vástagos, además de que favorece la asociación vegetal canalizando humedad y suelo a especies nativas que podrían incorporarse en una segunda etapa o de manera paulatina para alcanzar la continuidad vegetativa y fortalecer la restauración.

En esta investigación, al igual que Velázquez (2021), se perfiló la intencionalidad de múltiples aprovechamientos para los usos tradicionales que representan las diversas especies nativas de *Agave*, caracterizadas por los factores que influyen en su adaptación. Abonan un beneficio

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

ecológico, favoreciendo cobertura y continuidad vegetal, captura de agua y carbono, retención de suelo y sedimentos orgánicos, así como contribuyen en la reactivación de la producción agropecuaria en forma de forraje y diversos productos que se obtienen y comercializan de los magueyes y que corresponden a usos tradicionales en la región.

Conclusión

Se construyó una propuesta de restauración ecológica con *Agaves* nativos con base en una caracterización ambiental que conformó tres grupos de *Agave* integrados con nueve criterios ambientales que influyen en la adaptación de las especies y son parte de la dinámica funcional y estructural de la microcuenca. Con el conocimiento de los usos tradicionales y el aprovechamiento de las aptitudes ecológicas y productivas de los *Agaves*, se propusieron prácticas de restauración para ser ubicadas en los parajes que presentaban altos niveles de perturbación en sistemas productivos y forestales en la microcuenca El Potrero, en Corralillos, Victoria, en la Sierra Gorda de Guanajuato, donde los actores sociales mostraron su disposición e interés por dicha propuesta a través de un diagnóstico participativo, su acompañamiento y acciones de restauración.

Como recurso metodológico, el diagnóstico participativo logró la articulación de los resultados obtenidos mediante la participación de los ejidatarios como actores sociales, quienes tras conocer y analizar los resultados integraron sus opiniones y sugerencias. La propuesta contempla los parajes para restauración, así como la aplicación de las prácticas de restauración con los tres grupos de *Agaves* nativos con caracterización ambiental y de acuerdo con los usos tradicionales para contribuir a mitigar los procesos erosivos e incrementar la productividad agropecuaria en la microcuenca.

Referencias bibliográficas

Aguilar, R. y Ortega, M.A. (2017). "Análisis de la dinámica del agua en la zona no saturada en un suelo sujeto a prácticas de conservación: implicaciones en la gestión de acuí-

feros y adaptación al cambio climático". *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 34(2), 91-104. Doi: <http://dx.doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2017.2.430>

Arias, M.L.A., Bonfil, C. y Valverde, T. (2016). "Demographic analysis of *Agave angustifolia* (Agavaceae) with an emphasis on ecological restoration". *Botanical Sciences*, 94(3), 513-530. Doi: <https://doi.org/10.17129/botsci.525>

Bermeo, D.F. (2010). *Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas*. [Tesis doctoral]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. Recuperado de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4766>

Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo (Conafor/UACH). (2013). *Línea Base Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación, Informe Final*. Zapopan, Jalisco. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/06/linea-base-nacional-de-degradaci%C3%B3n-de-tierras-y-desertificaci%C3%B3n-de-tierras-y-desertificaci%C3%B3n.pdf>

Farber, S.C., Costanza, R. y Wilson, M.A. (2002). "Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services". *Ecological Economics*, 41(3), 375-392. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00088-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5)

Frêne, C. y Oyarzún, C. (2014). "Manejo integrado de cuencas forestales". En: C. Donoso, M. González y Lara, A. *Ecología forestal: bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile*. Chile: Ediciones Universidad Austral de Chile.

Fonseca, C.R. y Ganade, G. (2001). "Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems". *Journal of Ecology*, 89(1), 118-125.

García, I.J. (2015). *Propuesta de reforestación con *Agave salmiana* de la región centro del país, en el ejido de San Mateo Chipiltepec, Acolman, Estado de México, 2015*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Goitia, M.A. (2014). *Evaluación de especies forestales en la formación de barreras vivas y comportamiento de la ero-*

JUAN MONTOYA ESCUTIA, TAMARA GUADALUPE OSORNO SÁNCHEZ,
ALEJANDRO CÉSAR VALDÉS CARRERA, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO

- sión hídrica en el cantón Cohoni*. [Tesis de licenciatura].
Universidad Mayor de San Andrés Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. [2017].
Conjunto nacional de datos vectoriales de Uso del Suelo
y Vegetación Serie VI. Escala 1:250,000. Aguascalientes,
México.
- Montoya, J. [2022]. *Modelo para la restauración de zonas
prioritarias en la Microcuenca El Potrero en San Isidro
Corralillos, Victoria, Guanajuato*. [Tesis de maestría]. Uni-
versidad Autónoma de Querétaro.
- Sabogal, C., Besacier C. y McGuire, D. [2015]. “Restauración
de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que
plantea su ejecución”. *Unasyuva*, 66(245), 3-10.
- Torres, F. y Rojas, A. [2018]. “El suelo agrícola en México: re-
trospección y prospectiva para la seguridad alimentaria”.
Revista Internacional de Estadística y Geografía, 9(3).
- Vázquez-Alvarado, R.E. *et al.* [2011]. “Reforestación a base de
nopal y maguey para la conservación de suelo y agua”. *Re-
vista Salud Pública y Nutrición*, (5).
- Velázquez, A. [2021]. *Establecimiento de sistemas agrosilvo-
pastoriles con maguey, nopal y mezquite y fortalecimiento
de capacidades de gestión y manejo de pobladores en la
microcuenca Zamarripa*. [Tesis de Maestría]. Universidad
Autónoma de Querétaro. Recuperado de: [http://ri-ng.
uaq.mx/handle/123456789/2408](http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2408)
- Zorrilla, J.M. y Hernández, J. [2014]. “El caso México”. *Avances
en Investigación Agropecuaria*, 18(1), 27-52.



SECCIÓN MISCELÁNEA



ELABORACIÓN Y REDACCIÓN DE UN ARTÍCULO CIENTÍFICO EN ÁREAS MÉDICAS: RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS Y NARRATIVAS PARA SU PUBLICACIÓN

DEVELOPMENT AND WRITING OF A SCIENTIFIC MANUSCRIPT IN CLINICAL AREAS: NARRATIVE AND METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR ITS PUBLICATION

Adrián Enrique Hernández Muñoz*

Miguel Ángel A. Rangel Alvarado

Daniela Lomelí Olguín

Elías Herrera Hernández

Sujey Ugalde Barrón

Universidad Autónoma de Querétaro

Nancy Evelyn Navarro Ruiz

Universidad de Guadalajara

Karla Michelle Hernández Muñoz

Hospital H+, Querétaro

*adrian.hernandez@uaq.edu.mx

Resumen

Conocer el proceso de publicación de artículos científicos (AC) permite la formación del pensamiento crítico de estudiantes de pregrado y posgrado. Igualmente, este conocimiento impacta en la capacitación científica de profesionistas en áreas de salud. El objetivo del trabajo fue describir el proceso para la elaboración y redacción de un AC. Al generar una búsqueda bibliográfica no sistemática, se realizó una revisión narrativa que describiera el proceso de elaboración de un AC en proyectos de investigación clínicos. De acuerdo con los resultados, se sugiere iniciar con la redacción del apartado Metodología y Resultados. Posteriormente, se exponen los elementos más importantes y objetivos en la Introducción, dejando el apartado de Discusión hasta el final. Finalizando lo anterior, el resumen y título del manuscrito ya pueden ser redactados. Antes de enviar el AC para su publicación, se acomoda su contenido acorde a

la secuencia IMRaD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión), ajustando el manuscrito con base en las Normas de publicación del *journal* seleccionado. En la conclusión se encuentra que una aproximación sistemática al elaborar un manuscrito, así como cuidar aspectos metodológicos y de redacción, facilitan su publicación. Es importante incentivar tanto en estudiantes como en profesionistas de la salud el conocer los beneficios de difundir sus investigaciones.

Palabras clave (DeCS): artículo, clínico, investigación científica, formatos de publicación.

Abstract

Knowing the publication process of a scientific manuscript (SM) allows the formation of critical thinking in undergraduate and postgraduate students. Likewise, this knowledge impacts the scientific training of professionals in health areas. The objective of this work was

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

to describe the process for the preparation and drafting of a SM. By generating a non-systematic bibliographic search, a narrative review was carried out that described the process of preparing a RM in clinical research projects. According to the results, it is suggested to start with the writing of the Methodology and Results section. Subsequently, the most important elements and objectives of the SM are exposed in the Introduction, leaving the Discussion until the end. After finishing the above, the abstract and the title of the manuscript can now be written. Before sending the AC for publication, its content is arranged following the IMRaD sequence (Introduction, Methodology, Results and Discussion), adjusting the manuscript in accordance with the Submission Guidelines of the selected journal. The conclusion indicates that a systematic approach when preparing a manuscript, as well as taking care of methodological and writing aspects, facilitate its publication. It is important to encourage both students and health professionals to know the benefits of the dissemination of their research.

Keywords (MeSH): article, clinical, scientific research, publication formats.

Introducción

Dominar las formas de composición literaria; uno de los logros intelectuales más extraordinarios que puede poseer alguien, es la gran facultad de saber organizar sus ideas.

La dama de blanco (1859), WILKIE COLLINS

Tanto para estudiantes de medicina como para profesionales de la salud, redactar un artículo científico (AC) es una tarea compleja (Ramírez-García, 2020), pues su elaboración se debe de apegar no solo a las normas del idioma, sino también al dominio de criterios metodológicos y al cumplimiento de reglas editoriales específicas (Padrón-Novales *et al.*, 2014). Sin embargo, a pesar de esta complejidad, la publicación de textos científicos impacta de manera positiva las evaluaciones bibliométricas de las instituciones universitarias (Ñique-Carbajal,

2020), permitiendo a su vez el progreso de nuevos conocimientos clínicos y preventivos que mejoren la atención primaria en salud (Jiménez-Villa *et al.*, 2019; Iskander *et al.*, 2018; Pololi y Knight, 2004).

Es importante entender que un AC es un texto empírico que sintetiza los elementos de un proyecto de investigación científica (PIC) culminado (Miranda-Novales y Villasís-Keever, 2019). Dicho manuscrito describe en pocas páginas lo más relevante de los apartados teóricos y metodológicos, generando nuevas propuestas de investigación a través de sus hallazgos más importantes (De Gracia, 2018). El adiestramiento en torno a este proceso de síntesis a estudiantes de licenciatura y posgrado permite la formación de un pensamiento crítico (Sánchez-Duque, Gómez-González y Rodríguez-Morales, 2020) y el egreso de profesionistas clínicos capacitados en áreas científicas (Ñique-Carbajal, 2020).

No obstante, aunque algunos posgrados solicitan la publicación de un AC como criterio de titulación (Mayyas y Alzoubi, 2022), algunas revistas (*journals*) tienen una tasa de rechazo mayor al 70% (Arroyo-Hernández y Jhonnell-Alarco, 2022; Ramírez-García, 2020), atribuido a errores metodológicos y de redacción (Serrano *et al.*, 2018; Singh-Bajwa y Sawhney, 2016; Tejada, 2018). Si bien estos dos elementos parecen ser independientes, se equilibran, pues un AC con excelente redacción, pero con una metodología deficiente, será rechazado (Contreras y Ochoa, 2010) y, por otro lado, aunque un manuscrito tuviese una metodología innovadora, si se encontrase inadecuadamente estructurado, no conseguiría su difusión (García, Rodríguez-Sánchez y Fernández-Valdivia, 2019).

Para poder atender cualquier error metodológico, se recomienda iniciar con una revisión bibliográfica (RB), la cual delimitará los fundamentos teóricos, contextuales y conceptuales del estudio (Hernández-Muñoz *et al.*, 2022; Lopez-Veneroni, 2021; Singh-Bajwa y Sawhney, 2016). Posteriormente, el manuscrito se empieza a redactar siguiendo la secuencia lógica de presentación IMRaD: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión. Sin embargo, las probabilidades de publicación también dependen de que se hayan leído y cumplido las Normas de

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

publicación (*Submission Guidelines*) que contempla el *journal* de elección (Aga y Nissar, 2022; Chatzea *et al.*, 2022; Mack, 2014; Tejada, 2018).

Otra problemática a considerar es el tiempo de respuesta que conlleva la revisión por pares, el cual puede tomar de tres a seis meses (Contreras y Ochoa, 2010). Considerando que el tiempo de revisión y aceptación de un AC dependen de su calidad teórica y metodológica (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016), se entiende que profesionistas y estudiantes de pregrado y posgrado conozcan herramientas que eviten el rechazo de sus manuscritos (Serrano *et al.*, 2018). Ante ello, el objetivo del presente artículo será no solo describir los elementos que se encuentran en un manuscrito científico, sino explicar el proceso para su adecuada elaboración y redacción.

Metodología

Para cumplir los objetivos de la presente revisión, se procedió a realizar una búsqueda intencionada en el índice multidisciplinario PubMed, así como en motores de búsqueda como Google Académico. El proceso de identificación de la información se llevó a cabo de la siguiente manera: se realizó una recopilación de la evidencia acerca de los procesos para elaborar una AC, utilizando palabras clave como: *Scientific manuscript* (artículo científico), *Process for writing* (proceso de escritura) y *Clinical/Medical research* (investigaciones clínicas/médicas) tanto en tesauros como en motores de búsqueda.

Igualmente, se hicieron combinaciones por medio de conectores booleanos AND y OR, considerándose documentos de revisión y capítulos de libros. No obstante, dada la naturaleza metodológica del manuscrito, no se realizó ningún proceso de tamizaje o análisis de la información, prefiriéndose una naturaleza descriptiva y exploratoria (Ramírez-García, 2020; Sukhera, 2022). Ante ello, las evidencias expuestas a continuación están presentadas con un estilo de redacción basado en el discurso, según lo establecido por Grant y Booth (2009), así como por Sukhera (2022), para revisiones narrativas.

Resultados

La importancia de una RB para un artículo de investigación

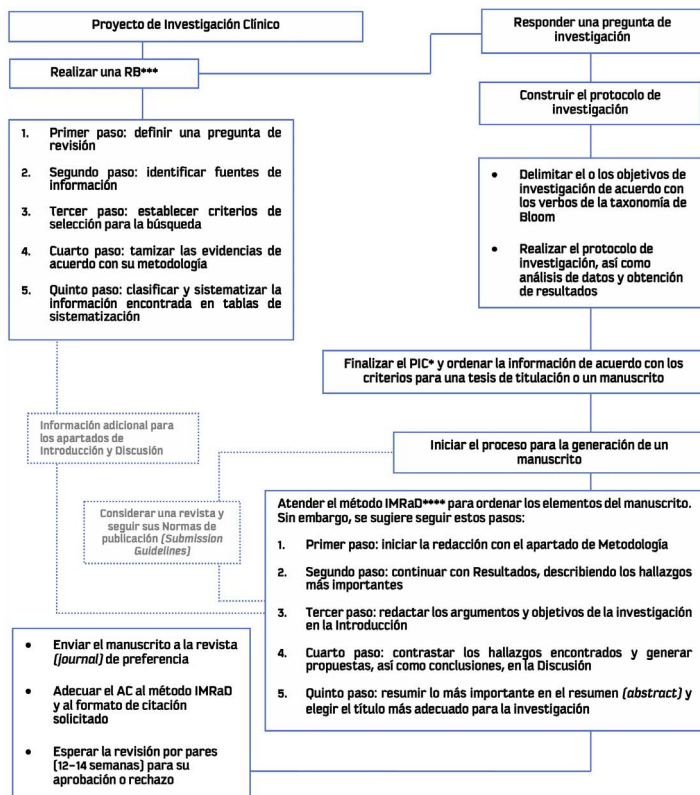
La elaboración de un AC va desde la realización de una búsqueda bibliográfica que sustente un protocolo (Behzadi y Gajdács, 2021), hasta su formalización en un PIC que divulgue sus resultados en un manuscrito científico (ver Diagrama de flujo 1). Ante ello, uno de los elementos esenciales al momento de planificar una investigación es llevar a cabo una RB que permita recopilar y revisar lo publicado sobre un tópico de interés (Hernández-Muñoz *et al.*, 2022; Kumar-Kundu, 2018). Su realización implica diferentes etapas (Hernández-Muñoz *et al.*, 2022); la inicial consiste en delimitar objetivos que actúen como guías para localizar todas las investigaciones originales tanto en fuentes de información físicas como electrónicas (Kumar-Kundu, 2018; Turnbull, Chuch y Luck, 2023).

La localización de las investigaciones depende de criterios de búsqueda determinados por la combinación de palabras clave (*keywords*), encontradas en tesauros como Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS) y *Medical SubHeadings (MeSH) on Demand*, y conectores booleanos como AND, OR, NOT (Sanganyado, 2019; Conroy, 2018; Goodfellow, 2023; Singh-Bajwa y Sawhney, 2016). Posteriormente, con el fin de identificar similitudes y diferencias teóricas, así como vacíos en la literatura, se tamizan los artículos encontrados (Hernández-Muñoz *et al.*, 2022; Patriotta, 2020; Paul *et al.*, 2021). La extracción de la información en matrices de sistematización permitirá tener evidencias útiles no solamente para la planificación de un PIC (ver Diagrama de flujo 1), sino también para la redacción de los apartados de Introducción y Discusión del AC (Fontaines-Ruiz *et al.*, 2020; Vera y Ortiz, 2016).

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

Diagrama de flujo 1

Proceso de redacción de un PIC* y su culminación en un AC**



*PIC: proyecto de investigación científica, **AC: artículo científico, ***RB: revisión bibliográfica, ****IMRaD: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión.

Fuente: elaboración propia

Generación de los objetivos de investigación

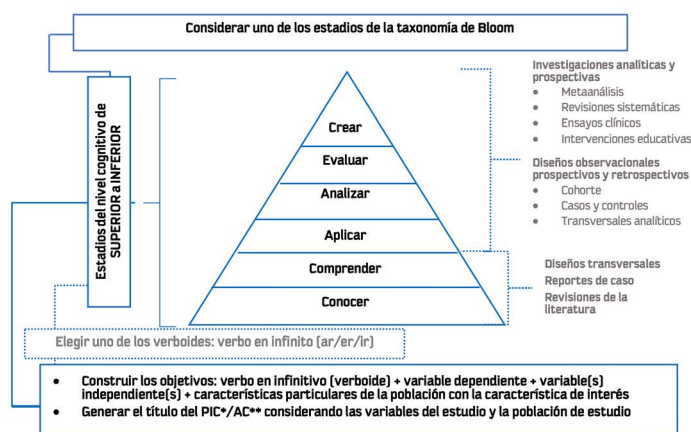
Por medio de la RB se tienen suficientes evidencias para delimitar las características teóricas de un proyecto; no obstante, la estructura metodológica depende de la selección de objetivos precisos, seleccionados a partir de los verbos de la taxonomía de estados cognitivos de Bloom. Esta clasificación se basa en los niveles de complejidad del conocimiento, por ejemplo, los estadios cognitivos inferiores abarcan desde conocer sobre un tema en específico hasta comprender, aplicar o analizar lo aprendido, mientras que los superiores consisten en evaluar o proponer nuevos diseños del conocimiento (Thompson y O’Loughlin, 2015).

Al momento de elegir uno de estos estadios, se pueden diseñar los objetivos de su investigación (ver Dia-

grama de flujo 2), así como elaborar el título del manuscrito (Albavera-Hernández *et al.*, 2021; Contreras y Ochoa, 2010; Thompson y O’Loughlin, 2015). Asimismo, los objetivos pueden precisar el diseño de investigación más adecuado para el AC: los estadios cognitivos superiores se relacionan con investigaciones de índoles prospectivas y analíticas, y los estadios inferiores se utilizan en diseños observacionales, retrospectivos o transversales (Albavera-Hernández *et al.*, 2021).

Diagrama de flujo 2

Taxonomía de Bloom y su utilidad delimitando objetivos y diseños de investigación para un PIC* o un AC**



*PIC: proyecto de investigación científica, **AC: artículo científico

Fuente: elaboración propia

Al concluir un PIC, se ordena la información de un AC según el método IMRaD (ver Diagrama de flujo 1), donde la Introducción de un manuscrito muestra lo que se conoce y desconoce del tema (Mack, 2014), la Metodología describe los análisis metodológicos realizados, el apartado de Resultados reporta la información más relevante (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016) y la Discusión contrasta los resultados obtenidos y presenta conclusiones (Kumar-Kundu, 2018). La recomendación general es que un manuscrito tenga un límite de 2000 a 3000 palabras, dependiendo de lo que establezca el *journal* al cual se mandó (Chatzea *et al.*, 2022). Al final de estas secciones se enlistan las referencias bibliográficas utilizadas,

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

de acuerdo con el formato de citación elegido (Ecarnot *et al.*, 2015).

A pesar del orden de la secuencia IMRaD, algunos autores recomiendan iniciar con la redacción de la Metodología y Resultados (Cargill y O'Connor, 2021; Sengupta *et al.*, 2014), continuando con la elaboración de la Introducción y Discusión, y dejando al final el *abstract* y el título del manuscrito. Esta secuencia de pasos permite supervisar desde un inicio las secciones más rigurosas de un AC para evitar errores metodológicos que conlleven a un rechazo (Ganga *et al.*, 2022; Behzadi y Gajdács, 2021). A continuación, se describe de manera detallada cada uno de estos pasos.

Primer paso: iniciar la redacción con el apartado de Metodología

Este apartado es el más sencillo de redactar (Hannah, 2019), pues su objetivo es presentar al lector la manera en que se obtuvieron, organizaron y analizaron los datos del estudio. Se debe narrar de manera cronológica y en tiempo verbal *pretérito*. (Contreras y Ochoa, 2010; Singh-Bajwa y Sawhney, 2016). La extensión va a depender de la originalidad de los métodos utilizados, aunque se sugiere limitar este apartado a 500-650 palabras máximo. Igualmente, esta sección contiene diferentes elementos que deben de describirse a profundidad (ver Tabla 1), pues su omisión puede llevar al rechazo del manuscrito (Irfan y Mahmood, 2023; Sengupta *et al.*, 2014).

Tabla 1

Apartados y elementos de la Sección de Metodología de un AC*

Nombre del apartado	Características y elementos principales
1. Diseño de investigación	Método de trabajo utilizado, el cual se estructura de acuerdo con los objetivos planteados, así como con las Guías de la Declaración CONSORT (ensayos clínicos), STROBE (estudios observacionales) o PRISMA (revisiones y metaanálisis)

2. Población y muestra(s)	Características generales de la población y de la muestra con la cual se trabajó, así como sus criterios de inclusión, exclusión y eliminación
3. Muestreo y cálculo de muestra	Descripción de la forma de obtención de la muestra (probabilística o no probabilística), así como de cómo se obtuvo el tamaño de muestra con la cual se trabajó
4. Instrumentos de medición	Formas de obtención de la información; descripción de sus características y sus valores de sensibilidad, especificidad y confiabilidad
5. Variable(s) dependiente(s) e independiente(s)	VARIABLES presentes en los objetivos de la investigación divididas en cualitativas (categorías o dicotómicas) o cuantitativas (discretas o continuas)
6. Análisis estadístico	Análisis realizados durante la investigación (univariados, bivariados, multivariados), los cuales varían dependiendo del tipo de variables estudiadas. Además, el programa estadístico utilizado, incluyendo sus datos y año de fabricación
7. Consideraciones éticas	Descripción de las acciones éticas realizadas durante el PIC** y que describen al Comité de ética que aprobó el proyecto, así como su número de registro

*AC: artículo científico, **PIC: proyecto de investigación científica

Fuente: elaboración propia

Lo primero que se debe hacer es adecuar el diseño con respecto a las guías de recomendación propias de cada estudio: ensayos clínicos utilizan la Declaración CONSORT; estudios observacionales, la Declaración STROBE; y revisiones sistemáticas y metaanálisis, la Declaración PRISMA (Saltzman, 2022). Posteriormente, se debe de especificar la muestra con la cual se trabajó (Kumar-Kundu, 2018), explicando sus criterios de inclusión, así como aquellos de exclusión utilizados, para evitar sesgos (Arias-Gómez *et al.*, 2016). Usualmente, los criterios de eliminación se describen en diseños prospectivos y analíticos, pues reflejan el número total de pacientes investigados y las pérdidas acontecidas (Ecarnot *et al.*, 2015).

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJAY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

Se continúa con el muestreo o forma de obtención de la muestra. Es necesario reportar si éste fue probabilístico (dependiente de números aleatorios) o no probabilístico, así como el cálculo realizado para el tamaño de la muestra [Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales, 2016]. Habiendo descrito los instrumentos de medición utilizados y sus características intrínsecas, se exponen las características de las variables estudiadas, diferenciando entre la dependiente e independientes [Argimón-Pallas y Jiménez-Villa, 2019].

Es necesario describir los análisis estadísticos realizados, los cuales, dependiendo de su complejidad, pueden ser descriptivos (univariados), comparativos (bivariados) o sobre búsqueda de variables confusoras (multivariados). Las variables o datos cuantitativos generan medidas de tendencia central y estudios de relación, mientras que las variables cualitativas implican frecuencias, porcentajes y asociaciones [Celis de la Rosa y Labrada, 2014]. Es importante especificar cuál será el valor de significancia estadística, mencionar los programas informáticos utilizados y concluir esta sección mencionando el comité de ética que lo aprobó, así como su número de registro.

Segundo paso: continuar con Resultados describiendo los hallazgos más importantes

Después de haber redactado el apartado de Metodología, se recomienda seguir con los Resultados donde se exponen los datos recabados durante la investigación. Éste es el apartado más sencillo de escribir y se recomienda presentar los datos de acuerdo con el orden de los objetivos [Ecarnot *et al.*, 2015; Hanna, 2019]. De igual forma, este apartado se compone tanto de texto como de imágenes y gráficos, utilizando histogramas para medidas de tendencia central, al igual que gráficas para porcentajes y frecuencias [Celis de la Rosa y Labrada, 2014; Contreras y Ochoa, 2010].

En cuanto a la redacción, es esencial ser breves y evitar la redundancia, así como solo describir la información más relevante. No se puede dar ningún tipo de interpretación u opinión personal, ni tampoco agregar citas bi-

bliográficas [Hernández-Vargas *et al.*, 2019], aunque sí se pueden dividir los datos en subsecciones para facilitar su comprensión. Igualmente, similar a la sección de Metodología, todos los apartados se describen en tiempo pretérito, con un número máximo de 500 a 650 palabras [Iskander, Wolicki, Leeb y Siegel, 2018].

Tercer paso: redactar los argumentos y objetivos de la investigación en la Introducción

Una vez finalizada la elaboración de las dos anteriores secciones, se recomienda proceder a redactar la Introducción del manuscrito. Este apartado es la carta de presentación del manuscrito, pues justifica los argumentos teóricos de la investigación y describe los objetivos planteados [Ahlstrom, 2017; Del Río y Gonzáles, 2014]. Expone, a su vez, lo que se conoce del tema de interés y su importancia actual, resaltando las necesidades del AC como texto de divulgación científica [Solíz, 2019]. Se redacta la información de manera escalonada, yendo de lo general a lo particular (ver Tabla 2). La RB realizada al inicio de la investigación permite que los elementos de esta sección se encuentren vinculados de manera organizada [Hernández-Muñoz *et al.*, 2022].

Tabla 2

Apartados y número de palabras de los elementos de la sección de Introducción de un AC*

Número de párrafo	Contenido	Número de palabras
1. Primer párrafo	Magnitud y trascendencia del problema de interés o variable dependiente	125 palabras
2. Segundo párrafo	Características de la población que tiene la variable de interés	125 palabras

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

3. Tercer/cuarto párrafo	Características conocidas de la(s) variable(s) independiente(s) y su vínculo con el tema de interés Hincapié en lo que se conoce y desconoce del tema, lo publicado en la literatura y lo encontrado en la RB	125-250 palabras
4. Quinto párrafo	Justificación del AC* y las propuestas metodológicas o teóricas	125 palabras
5. Últimos renglones	Variables presentes en los objetivos de la investigación, las cuales se dividen en cualitativas o cuantitativas	25 palabras

*AC: artículo científico, **PIC: proyecto de investigación científica

Fuente: elaboración propia

Se recomienda que el primer párrafo describa lo que se conoce del tema principal (Ecartot *et al.*, 2019). Lo siguiente es exponer la importancia cuantitativa de la variable dependiente (o el tema de interés), seguido de su trascendencia clínica (Cruz-García, Fernández-Argüelles y López-Flores, 2012). En los siguientes párrafos se debe escribir acerca de la población que tiene la característica de interés, así como las variables independientes y su vinculación con la variable dependiente. Igualmente, se debe resaltar lo que se desconoce del tema: las lagunas del conocimiento encontradas a través de la RB (Ahlstrom, 2017; Behzadi y Gajdács, 2021; Dwivedi *et al.*, 2020; Hernández-Muñoz *et al.*, 2022).

A su vez, en este apartado se debe comentar la justificación práctica, teórica y metodológica del AC. Esto último se puede redactar resolviendo las siguientes cuestiones: ¿quién o quiénes se beneficiarían al estudiar el tema? y ¿qué aportación teórica o metodológica

proveería el manuscrito? (Jiménez-Villa *et al.*, 2015; Vizmanos *et al.*, 2009). Algunos autores sugieren ir de lo general a lo particular o seguir una jerarquía lógica de presentación y resolución de problemas (Salas, 2017), finalizando con la descripción de los objetivos del AC. Igual que las anteriores secciones, es recomendable mantener la Introducción en un rango de 500 a 650 palabras.

Cuarto paso: contrastar los hallazgos encontrados y generar propuestas y conclusiones en la Discusión

En el apartado de Discusión se compara lo encontrado en la literatura seleccionada y los hallazgos del apartado de Resultados (Sabaj y Landea, 2012). Esta sección se redacta de acuerdo con el orden de los objetivos: el primer párrafo enfatiza el tema principal del AC, mientras que en renglones subsecuentes se describen evidencias adicionales. De igual forma, la comparación con otros artículos permite la identificación de similitudes o contradicciones, así como la descripción de fortalezas y debilidades del diseño de investigación utilizado (Cals y Kotz, 2013; Contreras y Ochoa, 2010).

En el último renglón, a manera de conclusión, se proponen recomendaciones para futuros trabajos de investigación (Contreras y Ochoa, 2010). Lo ideal es escribir una conclusión por cada objetivo específico, denotando el mensaje principal del manuscrito sin incluir ninguna referencia bibliográfica (Cals y Kotz, 2013), que permita la reflexión hacia nuevas líneas de investigación (Ganga-Contreras *et al.*, 2022). Este apartado contempla 500 a 650 palabras y, al igual que en la Introducción, la información sigue una estructura de lo general a lo particular, aunque puede seguir una distribución similar a lo descrito en la pirámide de Minto, la cual desglosa sus argumentos con base en un problema principal (Salas, 2017).

Quinto paso: resumir lo más importante en el Abstract y elegir el título más adecuado para la investigación

Una vez concluida la redacción del AC, se continúa con la formulación del Resumen o *Abstract*, el cual es una

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

síntesis del manuscrito y sigue el orden de presentación IMRaD (Conroy, 2018; Miller, 2023; University of North Carolina, 2020). Aunque su extensión no es mayor a 250 palabras (Forero *et al.*, 2020), es recomendable considerar las especificaciones del *journal* al cual se enviará, ya que será el primer elemento leído y evaluado por los revisores (Cals y Kotz, 2013). Ante ello, se sugiere que, al redactar el primer apartado (en este caso, la Introducción) se resalte la importancia del manuscrito, las razones para su publicación y su objetivo principal (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016; Williyen *et al.*, 2023).

Después de la Introducción, se presenta una síntesis de la Metodología utilizada, describiendo principalmente el diseño de investigación, las características de la población y los análisis realizados (Williyen *et al.*, 2023). A esto le sigue una breve presentación de los Resultados más importantes del AC, finalizando con propuestas para nuevas investigaciones en el apartado de Conclusiones (ver Tabla 3). Al finalizar, se deben agregar de cinco a siete *Keywords*, seleccionados de acuerdo con los términos identificados en *MeSH on Demand* o en *DeCS* (Sanganyado, 2019; Conroy, 2018; Singh-Bajwa y Sawhney, 2016).

Tabla 3
Apartados y elementos de la sección del abstract de un AC* así como su número de palabras

Secciones	Sugerencias de preguntas para redactar el contenido de las secciones	Número de palabras
Introducción	¿Qué se sabe del tema?, ¿por qué es importante investigar el tema?, ¿cuáles fueron los objetivos?	100 palabras
Metodología	¿Cuál fue el diseño de investigación elegido?, ¿cuáles fueron las características de la población?, ¿qué análisis se realizaron?	25-50 palabras

Resultados	De acuerdo con los objetivos, ¿cuáles fueron los hallazgos más importantes?	50 palabras
Conclusiones	¿Qué se aprendió con el AC*?, ¿qué es útil de lo encontrado durante el estudio?	50 palabras
Palabras clave	Incluir solo aquellas que se encuentren registradas en el tesoro de búsqueda como <i>MeSH**</i> <i>on demand</i> o <i>DeCS***</i>	3-10 palabras clave

*AC: artículo científico, **MeSH: Medical Subject Headings, ***DeCS: descriptores en ciencias de la salud

Fuente: elaboración propia

Como etapa final, se construye el título del manuscrito a partir de los objetivos del apartado de Metodología (ver Diagrama de Flujo 2). Éste debe dar una idea clara del tema general del artículo, mencionando conceptos que sirvan como indicadores concisos de los temas a tratar (Contreras y Ochoa, 2010; International Committee of Medical Journal Editors, 2022). El punto clave a considerar en la elaboración de un título es especificar las variables y la población del estudio, el tipo de diseño y, si es posible, un sustantivo que indique el verbo que se utilizó en la sección de metodología (Jirge, 2017). Finalizando lo anterior, se acomoda el AC de acuerdo con la secuencia IMRaD y se busca un *journal* adecuado para su publicación.

Sugerencias

Selección de revista o sitio de publicación

El propósito final de las publicaciones científicas es, ante todo, la divulgación de conocimiento, por lo que la elección del sitio de publicación o *journal* es de suma importancia (Contreras y Ochoa, 2010). Sin embargo, antes de elegir un *journal*, es importante analizar su alcance, valorar su factor impacto y analizar cuáles pueden ser otras alternativas de publicación (Jirge, 2017). Es esencial encontrar un *journal* que tenga interés por el tema con el

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

cual se trabaja, lo cual se logra utilizando plataformas de búsqueda, como Scimago, o revisando su factor de impacto en el *Journal Citation Report* (Moore, 2023).

Para enviar un manuscrito a revisión, se necesita adaptar el AC a los requisitos y tipos de citación que señala el *journal*, lo cual se consigue leyendo el apartado de *Submission Guidelines* en la página web del sitio de publicación (Chatzea *et al.*, 2022; Contreras y Ochoa, 2010; Moore, 2023). Luego se adjunta el AC a la plataforma y, después de una revisión por pares que dura de 12 a 24 semanas, se toma la decisión de si el artículo fue aceptado con revisiones mayores, aceptado con cambios mínimos o rechazado. En caso de ser rechazado, la respuesta de los revisores es más rápida (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016).

Dominio de la redacción y sintaxis para textos científicos

La globalización de la información ha permitido que investigaciones latinoamericanas tengan presencia y visibilidad en *journals* de alto impacto (Del Brutto, 2018). No obstante, se ha descrito que desconocer los lineamientos de publicación, así como descuidar los aspectos metodológicos y de redacción del manuscrito, pueden afectar su publicación (Ganga-Contreras *et al.*, 2016). Esto genera la necesidad de que los investigadores no solo atiendan los aspectos metodológicos de su AC, sino que además sepan atender cuestiones de redacción, sobre todo en publicaciones latinoamericanas (Ganga-Contreras *et al.*, 2022).

Para atender problemas de redacción en textos científicos se requiere escribir con objetividad, coherencia y precisión (Longknife y Sullivan, 2002). Cuando se escribe un AC, sobre todo en idiomas diferentes al nativo, es importante conocer los elementos básicos de la oración, los cuales son sujeto, verbo y complemento (Cohen, 2022). Por ejemplo, los párrafos en inglés usualmente se componen de cinco a siete renglones, utilizando un máximo de tres verbos por oración y un promedio de 20 palabras. De igual modo, se recomienda dominar la construcción de oraciones, sabiendo la diferencia entre las subordinadas, incidentales y coordinadas (Cohen, 2022; Hanna, 2019).

Las oraciones subordinadas son aquellas donde dos o más ideas tienen un vínculo de interdependencia, separadas por comas y seguidas por cualquiera de estas palabras: que, como, cuando, cuanto, donde, quien, conforme, según, mientras, pues, si y apenas (Cohen, 2022). Por otro lado, las oraciones incidentales presentan información adicional ubicada en medio de dos comas y cuya omisión no alteraría el sentido de la idea. Finalmente, las oraciones coordinadas presentan dos ideas independientes y yuxtapuestas por medio de conjunciones como: y, e, ni, o, u, pero, mas y sino que (Cohen, 2022; Salas, 2013).

Independientemente del idioma, algunos *journals* solicitan que el texto se encuentre en voz activa, donde el sujeto se encuentra en primer lugar, limitando tres signos por oración y restringiendo el uso de gerundios (Cohen, 2022). Adicionalmente, autores de textos informativos recomiendan utilizar la musicalidad en las oraciones (ver Tabla 4): textos introductorios requerirían un *tempo largo* para describir con calma oraciones ceremoniosas e incidentales; si se busca presentar información técnica, se puede utilizar el *tempo adagio* con oraciones acortadas; un *tempo andante* acorta y quita los adverbios; un *tempo allegro*, las oraciones subordinadas; en cambio, si se tiene un límite de palabras, se aconseja un *tempo Presto*, donde se acortan oraciones y se omiten complementos (Salas, 2013).

Tabla 4

Ejemplos del tempo musical al momento de redactar oraciones y párrafos de un AC*

Tipo de tiempo musical	Ejemplo de su uso en párrafos científicos
Tempo largo: lento, ceremonioso, oraciones subordinadas	“Actualmente, sobre todo en tiempos modernos, la depresión ha sido considerada como un problema importante de salud pública, el cual afecta anímicamente no solo a la población vulnerable, sino hasta a la clase trabajadora”.

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

Tempo adagio: frases acortadas, recortar ideas repetitivas	“Actualmente, sobre todo en tiempos modernos, la depresión ha sido considerada como un problema importante de salud pública, el cual afecta anímicamente no solo a la población vulnerable, sino hasta a la clase trabajadora”.
Tempo andante: quitar adverbios o sobresdrújulas innecesarios	“Actualmente, la depresión ha sido considerada como un problema importante de salud pública, el cual afecta no solo a la población vulnerable, sino hasta a la clase trabajadora”.
Tempo allegro: puntos y seguidos donde hay conjunciones y subordinaciones	“La depresión ha sido considerada como un problema importante de salud pública. La cual afecta: Afecta no solo a la población vulnerable, sino hasta a la clase trabajadora”.
Tempo presto: palabras cortas, sin exceso de complementos	“La depresión es un problema importante de salud pública. Afecta no solo a la población vulnerable, sino hasta y a la clase trabajadora”.

*AC: artículo científico

Fuente: elaboración propia

Ventajas de conocer un proceso de redacción científica

Tras delimitar a lo largo del texto la forma de cuidar la metodología de un AC, así como las reglas básicas de redacción, se puede incentivar y fomentar la cultura de publicación sobre todo en profesionistas, como en estudiantes de diferentes niveles académicos. Sin embargo, una guía inadecuada, o la falta de ella, puede llevar a que el estudiante haga una elección incorrecta de *journal* para su tema trabajado o que este mismo sea rechazado (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016).

En la formación académica de estudiantes de Medicina ya se están incorporando asignaturas orientadas a los campos de investigación (Huerta-Ibarra, 2019). Igualmente, y reconociendo que al egresar de la licenciatura de Medicina se puede elegir entre una especialidad médica, así como aspirar a estudios de maestrías y doctorados (Akaki-Blancas y López-Barcena, 2018), muchos

programas de posgrado solicitan tanto a doctorantes como a residentes de las especialidades médicas el cumplimiento de criterios de investigación para su adecuado egreso (Núñez-González y Santesteban-Echarri, 2017).

Se sugiere a quienes se dedican a la investigación que hagan partícipes en dicho campo a los estudiantes desde su etapa de licenciatura, enfocándose en que conozcan no solo cómo se redacta un manuscrito científico, sino cuáles son los mejores sitios para la publicación (Singh-Bajwa y Sawhney, 2016). Es prioritario recordar que la divulgación científica es una actividad fundamental en Medicina, por lo que la difusión de cualquier avance científico amplía el conocimiento que se tiene sobre un tema médico, mejorando las atenciones clínicas (Salinas, 2020) y expandiendo las experiencias, perspectivas epistemológica y subjetividades (Robles, 2003).

Reflexiones finales

La comunicación científica es uno de los elementos clave más indispensables para todo el personal clínico y académico, pues no solo es necesaria para el progreso del conocimiento, sino que permite publicar hallazgos que mejoren la atención primaria en salud. Redactar las ideas y conocimientos adquiridos durante un proceso de investigación es un trabajo arduo y complejo; no obstante, una aproximación sistemática al escribir un AC, así como una fundamentación teórica y metodológica de sus secciones más importantes, facilitan su elaboración. Ejecutar, redactar y estructurar correctamente un manuscrito es clave para que sea aceptado en *journals* nacionales o internacionales; por ello, transmitir información científica es una labor noble e importante, pues el consumo de nueva información hace posible la generación de investigaciones innovadoras.

Contribución de los autores

AEHM y MAARA idearon la idea y redactaron el borrador original del manuscrito. Sobre este mismo, DLO, EHH y SUB auxiliaron para su desarrollo actualizando la bibliografía y corrigiendo el orden de las oraciones. NENR

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

ayudó con la redacción de los últimos apartados del manuscrito y KMHM realizó las correcciones de estilo del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Aga, S.S. y Nissar, S. (2022). "Essential Guide to Manuscript Writing for Academic Dummies: An Editor's Perspective". *Biochemistry Research International*, 2022, 1-5. Doi: <https://doi.org/10.1155/2022/1492058>
- Ahlstrom, D. (2017). "How to publish in academic journals: Writing a strong and organized introduction section". *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 4(2), 1-9. Doi: <https://doi.org/10.15549/jeecar.v4i2.180>
- Akaki-Blancas, J.L. y López-Bárcena, J. (2018). "Formación de médicos especialistas en México". *Educación Médica*, 19(S1), 36-42. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.03.007>
- Argimon-Pallás, J. y Jimenez-Villa, J. (2019). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 4ta. edición. España: Elsevier.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M.Á. y Miranda-Navales, M.G. (2016). "El protocolo de investigación III: la población de estudio". *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Doi: <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Behzadi, P. y Gajdacs, M. (2021). "Writing a strong scientific paper in medicine and the biomedical sciences: a checklist and recommendations for early career researchers". *Biología futura*, 72(4), 395-407. Doi: <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00095-z>
- Cals, J.W. y Kotz, D. (2013). "Effective writing and publishing scientific papers, part VI: discussion". *Journal of clinical epidemiology*, 66(10), 1064. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.04.017>
- Cargill, M. y O'Connor, P. (2021). *Writing scientific research articles: Strategy and steps*. 3ra. edición. Australia: John Wiley & Sons.
- Celis de la Rosa, A. y Labrada, V. (2014). *Bioestadística*. México: Manual Moderno.
- Chatzea, V.E., Mechili, E.A., Melidoniotis, E., Petrougaki, E., Nikiforidis, G., Argyriadis, A. y Sifaki-Pistolla, D. (2022). "Recommendations for young researchers on how to better advance their scientific career: A systematic review". *Population Medicine*, 4, 1-17. Doi: <https://doi.org/10.18332/popmed/152571>
- Cohen, S. (2022). *Redacción sin dolor*. 7ma edición. México: Planeta.
- Conroy, R.M. (2018). *Writing a research abstract that will be accepted*. RCSI Data Science Centre Guides.
- Contreras, A.M. y Ochoa, R.J. (2010). *Manual de redacción científica*. 1era edición. México: Ediciones de la Noche.
- Cruz-García, V., Fernández-Argüelles, R. y López-Flores, J. (2012). "Determinación de prioridades por el método Hanlon en el laboratorio de análisis clínicos en un hospital de 2do. nivel de atención". *Revista Waxapa*, 4(6), 80-91.
- Vigil-De Gracia, V. (2018). *Metodología de la investigación clínica: las 5 herramientas del investigador*. 1era edición. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Del Brutto, O. (2018). "Publicar desde América Latina. ¿Hay un grado de dificultad mayor? Experiencia del Proyecto Atahualpa". *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 27(2), 7-8.
- Del Río, J. y Gonzáles, M. (2014). "¿Cómo escribir propuestas de investigación exitosas?" *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 10(40), 15-51.
- Dwivedi, Y.K., Hughes, L., Cheung, C.M.K., Conboy, K., Duan, Y., Dubey, R., Janssen, M., Jones, P., Sigala, M. y Viglia, G. (2022). "Editorial: How to develop a quality research article and avoid a journal desk rejection". *International Journal of Information Management*, 62, 1-12. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102426>
- Ecarnot, F., Seronde, M.-F., Chopard, R., Schiele, F. y Meneveau, N. (2015). "Writing a scientific article: A step-by-step guide for beginners". *European Geriatric Medicine*, 6, 573-579. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2015.08.005>
- Fontaines-Ruiz, T., Maza-Cordova, J. y Pirela-Morillo, J. (2020). *Tendencias en investigación*.
- Forero, D.A., Lopez-Leon, S. y Perry, G. (2020). "A brief guide to the science and art of writing manuscripts in biomedicine". *Journal of Translational Medicine*, 18. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02596-2>
- Ganga-Contreras, F., Alarcón-Henríquez, N., Suárez-Amaya, W., Meleán Romero, R.A., Ruiz, G. y Cueva Estrada, J. (2022). "Causas que originan rechazo de artículos científicos"

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

- ficos en revistas científicas latinoamericanas”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 30(3), 602–618. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000300602>
- Ganga-Contreras, F., Castillo, J. y Pedraja-Rejas, L. (2016). “Factores implicados en la publicación científica: una revisión crítica”. *Revista chilena de ingeniería*, 24(4), 615–627. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052016000400007>
- García, J.A., Rodríguez-Sánchez, R. y Fernández-Valdivia, J. (2019). “The optimal amount of information to provide in an academic manuscript”. *Scientometrics*, 121(5), 1685–1705. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03270-1>
- Goodfellow, L.T. (2023). “An overview of how to search and write a medical literature review”. *Respiratory Care*, 68(11), 1576–1584.
- Grant, M.J. y Booth, A. (2009). “A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies”. *Health information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hanna, M. (2019). *How to write better medical papers*. EE.UU.: Springer.
- Hernández-Muñoz, A.E. et al. (2022). “Proceso para la realización de una revisión bibliográfica en investigaciones clínicas”. *Digital Ciencia@UAQRO*, 15(1), 50–61.
- Hernández-Vargas, A., Pérez-Manjarrez, F.E., Mendiola-Pastrana, I.R., López-Ortiz, E. y López-Ortiz, G. (2019). “Errores más comunes al redactar artículos médicos originales”. *Gaceta médica de México*, 155(6), 635–640. Doi: <https://doi.org/10.24875/gmm.19005172>
- Huerta, I. (2019). “Enseñanza de la informática biomédica en las escuelas de medicina de México: situación y propuestas de mejora”. *Innovación educativa*, 19(79), 15–34.
- International Committee of Medical Journal Editors. (s.f.). “Preparing a manuscript for submission to a medical journal”. *International Committee of Medical Journal Editors*. Recuperado el 28 de septiembre del 2022, de: <https://www.icmje.org/recommendations/browse/manuscript-preparation/preparing-for-submission.html#a>
- Irfan, A. y Mahmood, T. (2023). “Major reasons involved in rejection of scientific research papers –an issue faced by the authors”. *Anaesthesia, Pain & Intensive Care*, 27(1), 6–8. Doi: <https://doi.org/10.35975/apic.v27i1.2137>
- Iskander, J.K., Wolicki, S.B., Leeb, R.T. y Siegel, P.Z. (2018). “Successful scientific writing and publishing: a step-by-step approach”. *Preventing chronic disease*, 15. Doi: <https://doi.org/10.5888/pcd15.180085>
- Jiménez-Villa, J., Argimon-Pallás, J., Martín-Zurro, A. y Vilardeell-Tarres, M. (2015). *Publicación científica biomédica: como escribir y publicar un artículo en investigación*. 2da edición. España: Elsevier.
- Jirge, P.R. (2017). “Preparing and publishing a scientific manuscript”. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 10(1), 3–9. Doi: https://doi.org/10.4103/jhrs.JHRS_36_17
- Kumar-Kundu, D. (2018). “How to write research article for a journal: techniques and rules”. *International Journal of Research in Humanities, Arts and Literature*, 6(11): 51–60.
- Vizmanos, B., Bernal, M.F., López, P.J., Olivares, I.P. y Valadez, F.J. (2009). “Guía para elaborar un anteproyecto de investigación”. *Revista de Educación y Desarrollo*, 11, 39–46.
- Leite, D.F., Soares, M.A. y Cecatti, J.G. (2019). “Approaching literature review for academic purposes: the literature review checklist”. *Clinics*, 74. Doi: <https://doi.org/10.6061/clinics/2019/e1403>
- Longknife, A. y Sullivan, K.D. (2002). *The art of styling sentences*. 4ta. edición. EE.UU.: Barron’s.
- Mack, C. (2014). “How to write a good scientific paper: structure and organization”. *Journal of Micro/Nanopatterning, Materials, and Metrology*, 13(4). Doi: <http://dx.doi.org/10.1117/1.JMM.13.4.040101>
- Mayyas, F. y Alzoubi, K. (2022). “Awareness and knowledge of manuscript writing and research integrity: a cross sectional survey among graduate students”. *Heliyon*, 8(11). Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11447>
- Miller, A.G. (2023). “Moving from abstract to manuscript”. *Respiratory care*, 69(1), 139–144. Doi: <https://doi.org/10.4187/respcare.11370>
- Miranda-Navales, M.G. y Villasís-Keever, M.Á. (2019). “El protocolo de investigación VIII. La ética de la investigación en seres humanos”. *Revista Alergia México*, 66(1), 115–122. Doi: <https://doi.org/10.29262/ram.v66i1.594>
- Moore, S. (2023). “Submitting a manuscript to a scientific journal”. *Respiratory care*, 69(1). Doi: <https://doi.org/10.4187/respcare.11054>

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

- Núñez-Morales, N.I. y Santesteban-Echarri, O. [2017]. “Cómo iniciarse en investigación durante la residencia: recomendaciones para la elección de tema de investigación, universidad y mentor”. *Psiquiatría Biológica*, 24(3), 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.psiq.2017.10.001>
- Ñique, C. [2020]. “Publicaciones científicas de pregrado en Medicina: caso de una Universidad de Lambayeque”. *Revista Médica Herediana*, 31(1), 74–75. Doi: <https://doi.org/10.20453/rmh.v31i1.3733>
- Padrón-Navales, C.I., Quesada-Padrón, N., Pérez-Murguía, A., González-Rivero, P.L. y Martínez-Hondares, L.E. [2014]. “Aspectos importantes de la redacción científica”. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 18(2), 362–380.
- Patriotta, G. [2020]. “Writing impactful review articles”. *Journal of Management Studies*, 57(6), 1272–1276. Doi: <https://doi.org/10.1111/joms.12608>
- Paul, J., Merchant, A., Dwivedi, Y.K. y Rose, G. [2021]. “Writing an impactful review article: what do we know and what do we need to know?” *Journal of Business Research*, 133(3), 337–340. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.005>
- Vera, B.L. y Lugo, S. [2016]. “Matriz de consistencia metodológica”. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*, 4(8), 1–12. Doi: <https://doi.org/10.29057/esh.v4i8.318>
- Solíz, D.J. [2019]. *Cómo hacer un perfil proyecto de Investigación Científica*. EE.UU.: Palibrio.
- Pololi, L. y Knight, S. [2005]. “Mentoring faculty in academic medicine. A new paradigm”. *Journal of general internal medicine*, 20(9), 866–870. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2005.05007.x>
- Ramírez-García, A.G. [2020]. “Estudios de posgrado y elaboración de artículos científicos”. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(11), 300–315. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4278373>
- Robles, L. [2003]. “La subjetividad del investigador en sus análisis científicos. La construcción de explicaciones a partir de sus experiencias personales”. En: F.J. Mercado Martínez, D. Gastaldo, C. Calderón. *Investigación cualitativa en salud en Iberoamérica: métodos, análisis y ética*. México: Universidad de Guadalajara.
- Sabaj, O. y Landea, D. [2012]. “Descripción de las formas de justificación de los objetivos en artículos de investigación en español de seis áreas científicas”. *Onomázein*, 25, 315–344. Doi: <https://doi.org/10.7764/onomazein.25.15>
- Salas, C. [2013]. *Trucos para escribir mejor: cómo redactar textos sobresalientes*. España: Mirada Mágica.
- Salas, C. [2017]. *Storytelling: la escritura mágica. Técnicas para ordenar las ideas, escribir con soltura y hacer que te lean*. España: Mirada Mágica.
- Salinas, M. [2020]. “Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina”. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 36(1), 26–32. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482020000100026>
- Saltzman, C. [2022]. “New FAI Guidelines: STROBE, MOOSE, PRISMA, CONSORT”. *Foot & Ankle International*, 43(1). Doi: <https://doi.org/10.1177/10711007211063029>
- Sánchez-Duque, J.A., Gómez-González, J.F. y Rodríguez-Morales, A.J. [2022]. “Publicación desde el pregrado en Latinoamérica: dificultades y factores asociados en estudiantes de Medicina”. *Investigación en Educación Médica*, 6(22), 104–108. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.riem.2016.07.003>
- Sanganyado, E. [2019]. “How to write an honest but effective abstract for scientific papers”. *Scientific African*, 6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00170>
- Sengupta, S., Shukla, D., Ramulu, P., Natarajan, S. y Biswas, J. [2014]. “Publish or perish: the art of scientific writing”. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(11), 1089–1093. Doi: <https://doi.org/10.4103/0301-4738.146760>
- Serrano, M.F. et al. [2018]. “La redacción científica: herramienta para el estudiante de pregrado”. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(56), 208–223. Doi: <https://doi.org/10.33255/2956/298>
- Singh-Bajwa, S.J. y Sawhney, C. [2016]. “Preparing manuscript: scientific writing for publication”. *Indian Journal of Anaesthesia*, 60(9), 674–678. Doi: <https://doi.org/10.4103/0019-5049.190625>
- Sukhera, J. [2022]. “Narrative reviews in medical education: key steps for researchers”. *Journal of Graduate Medical Education*, 14(4), 418–419. Doi: <https://doi.org/10.4300/JGME-D-22-00481.1>

ADRIÁN ENRIQUE HERNÁNDEZ MUÑOZ, MIGUEL ÁNGEL A. RANGEL ALVARADO, DANIELA LOMELÍ OLGUÍN, ELÍAS HERRERA HERNÁNDEZ
SUJEY UGALDE BARRÓN, NANCY EVELYN NAVARRO RUIZ, KARLA MICHELLE HERNÁNDEZ MUÑOZ

Thompson, A.R. y O'Loughlin, V.D. (2015). "The Blooming Anatomy Tool (BAT): A discipline specific rubric for utilizing Bloom's taxonomy in the design and evaluation of assessments in the anatomical sciences". *Anatomical Sciences Education*, 8(6), 493-501. Doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1507>

Turnbull, D., Chugh, R. y Luck, J. (2023). "Systematic-narrative hybrid literature review: a strategy for integrating a concise methodology into a manuscript". *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1). Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100381>

University of North Carolina. (2022). "Abstracts". *The Writing Center*. Recuperado de 28 de septiembre del 2023, de: <https://writingcenter.unc.edu/tips-and-tools/abstracts/>

Williyan, A., Sirniawati, S., Istianah, T.N. y Guntur, M. (2023). "Critical review on a discourse analysis research: what novice writers can learn". *English Review: Journal of English Education*, 11(1), 83-90. Doi: <https://doi.org/10.25134/er-je.v11i1.7195>



METÁFORAS VISUALES EN TIEMPOS DEL CÁNCER ROSA

VISUAL METAPHORS IN PINK RIBBON TIMES

Alma Luna Coronel

Rosario Barba González*

Universidad Autónoma de Querétaro

*rosario.barba@uaq.mx

Resumen

Se integra un recorrido por metáforas visuales a las que se ha asociado el cáncer, frente a la retórica del listón rosa en octubre. A través del análisis del trabajo de artistas visuales con relación al tema de la enfermedad y el cáncer, se encontró que la representación de la enfermedad, desde la experiencia, tiende a encontrarse en metáforas de supervivencia y dolor, mientras que la representación comercial propone una versión de ocultamiento. Esto se plantea como un camino para la producción de un tejido realizado por manos de pacientes con cáncer mamario en tratamiento. La pretensión es que en el acompañamiento mutuo converjan lenguajes textiles y experienciales orientados hacia la construcción de metáforas alternativas femeninas, creativas, de sanación y compañía.

Palabras clave: metáfora visual, cáncer de mama, enfermedad, feminidad.

Abstract

A journey through visual metaphors with which cancer has been associated is integrated in front of the rhetoric of the pink ribbon in October. Through the analysis of the work of visual artists in relation to the theme of disease and cancer, it was found that the representation of the disease, from experience, tends to be found in metaphors of survival and pain, while the commercial representation proposes a version of concealment. This

is proposed as a way to produce a fabric made by the hands of breast cancer patients under treatment. In the encounter, the pretension is that, in mutual accompaniment, textile and experiential languages converge, oriented towards the construction of metaphors that are alternative, feminine, creative, and involving healing and companionship.

Keywords: visual metaphor, breast cancer, disease, femininity.

Las metáforas del cáncer de mama

El ser humano suele comprender su entorno a través de narrativas. De esta manera, a lo largo de su historia ha creado mitos, cuentos, fábulas, entre otros, que le permiten transmitir un mensaje fácil de entender y que persista en la memoria. La metáfora, por definición, conecta lo incomprensible con la experiencia cotidiana, construye la visión del mundo y, a partir de ella, la forma en la que nos presentamos y actuamos en él. Así, las metáforas proveen comprensión, pero también sistemas interpretativos compartidos que incluyen sistemas morales.

En el caso que ocupa a esta investigación, incluso el nombre tiene una base retórica. Sosa (2010) vincula la denominación de cáncer a la semejanza entre el cangrejo y la morfología de los nódulos de la mama. Sin embargo, dentro de la mitología grecorromana, el cangrejo cuidaba a la hidra, bestia a la que le nacían dos cabezas al ser decapitada, como suele suceder con el cáncer que se ex-

tiende por el cuerpo, lo cual vuelve un tanto inútil la extirpación, pues pudo haberse desarrollado en otro sitio y hacerse notar más tarde, como la hidra.

Sontag (1977) indagó sobre las alegorías que giran en torno a la enfermedad. Llegó a la conclusión de que dentro de la sociedad tienen mayor prestigio los padecimientos que afectan a órganos que dotan al cuerpo de un significado que trasciende a su materialidad, como los pulmones. No obstante, el cáncer, “lejos de revelar nada espiritual, revela que el cuerpo, desgraciadamente, no es más que el cuerpo” (Sontag, 1977, p. 13).

Al momento de la primera edición del trabajo de Sontag, habían pasado apenas seis años desde que en 1971 Reagan, como presidente de Estados Unidos, convocó a la población a luchar contra el enemigo común que era el cáncer y le confirió oficialidad nacional a la metáfora de la enfermedad como un agente externo al que hay que vencer. Con ella, el paciente adquiere las obligaciones de un guerrero: mantenerse siempre alerta y en constante optimización, desarrollando sus habilidades físicas y psíquicas. En este sentido, se observan los “daños colaterales” en la pérdida de órganos, los efectos de la quimioterapia y la pérdida de “compañeros de lucha” (Sumalla, Castejón, Ochoa y Blanco, 2013). La metáfora es impulsada por los médicos mediante ejercicios de visualización diseñados para pacientes donde se les invita a imaginar las muertes violentas que tendrán las células cancerosas a manos de las células asesinas defensoras del cuerpo, los linfocitos y los macrófagos (Ehrenreich, 2001).

La metáfora de la lucha contra el cáncer prevalece en el discurso de la actualidad y se ha fundido con una visión más comercial del fenómeno. La historia de la campaña del listón rosa se remonta a los primeros años de la década de 1990. Charlotte Haley, diagnosticada con la enfermedad, promovió un mayor presupuesto para la prevención del cáncer de mama repartiendo listones de color durazno. Dada la popularidad que habían tomado las iniciativas representadas por lazos de aquellos años, Alexandra Penney, editora de la revista *Self*, y Evelyn Lauder, en representación de la marca Estée Lauder, impulsaron el listón rosa como símbolo de la lucha contra

el cáncer, vinculando la entrega de listones a la recolección de firmas para la legislatura estadounidense, como mostraría la editorial de *Self* en octubre de 1992. Entre otras razones, se eligió ese color porque Lauder lo consideraba “femenino” (Bello, 2017).

En 2017, la marca celebró los 25 años de una operación sostenida a favor de la lucha contra el cáncer con la campaña #TimeToEndBreastCancer. Vinculado con este esfuerzo, destaca la Breast Cancer Awareness Campaign's Global Landmark Illumination Initiative, lanzada en 2000 en colaboración con Philips y que en 2020 clama haber iluminado de color rosa más de mil monumentos alrededor del mundo. Estée Lauder declara haber recaudado más de 99 millones de dólares para investigación, educación y atención médica, fondeado 321 becas de investigación, apoyado más de 60 organizaciones contra el cáncer de mama y distribuido 173 millones de lazos rosas en sus mostradores (Estée Lauder Companies, 2021).

Más allá de la innegable sensibilización y prevención que este esfuerzo comercial pudo haber promovido, también ha uniformado la representación de la enfermedad y su atención. Por ejemplo, basta un tono rosa para asociar un producto a la causa. Esto ha permitido, por ejemplo, actitudes deslavadas y tibias, y el aprovechamiento de grandes compañías para demostrar su apoyo a las mujeres sin tener que involucrarse en temas políticos y sociales (Ehrenreich, 2001).

Contrarias al discurso homogéneo del cáncer de mama, que contempla un modelo de feminidad, productos rosas y sin cirugías, han surgido múltiples propuestas de significación y resignificación del cuerpo y la enfermedad. El arte ha permitido a una multiplicidad de artistas visuales proponer otros significados y mezclar la enfermedad con diversos referentes para la resignificación metafórica.

En este trabajo se documenta una variedad de recursos y composiciones retóricas que se desvían del discurso generalizado sobre el cáncer de mama basado en el papel de la mujer en la sociedad, relacionándolo, generalmente, con una labor reproductiva y un asunto estético. El listón rosa y este color en particular se convirtieron

en símbolos de la causa y su recaudación de fondos. A pesar de los avances de la medicina contra el padecimiento, la inexacta etiología y el constante aumento de casos siguen causando incertidumbre y conduciendo a la conclusión de que cualquiera puede tener cáncer, creando un sitio ambiguo entre lo sano y lo enfermo.

Para realizar este trabajo, se ejecutó un rastreo temático del cáncer de mama en la obra de artistas visuales. El resultado generó una amplia variedad de artistas, muchas devenidas en activistas por medio de su arte, sobre todo aquellas que vivieron la enfermedad en su persona o su familia. A partir de los hallazgos, se construyeron categorías metafóricas de retratos de mujeres con mastografías. En primer término, se emplearon los títulos como anclaje lingüístico para buscar sus metáforas. En cuanto a las imágenes, se desagregaron las metáforas de dolor, supervivencia y de acompañamiento en los pocos casos donde se retrató más de un cuerpo. En todos los ejemplos se muestra la enfermedad en el cuerpo y desde el cuerpo. El contraste de estas categorías es la metáfora acética, desde la metáfora médica de “lucha contra el enemigo”, abanderada por las campañas de listón rosa, sin cuerpos, sin retratos, sin rostros, sin cáncer y sin senos: de listones.

Figuraciones del cáncer desde la ciencia médica

Los registros de cáncer de mama datan de siglos antes de Cristo, pues fue en el Renacimiento cuando aparecieron las primeras menciones de dicha enfermedad en el hombre (Sosa, 2010). En 1713, Bernardino Ramazzini llegó a la hipótesis de que el celibato propiciaba el cáncer de mama, debido a que observó que era mayor el número de monjas con esta enfermedad que el de mujeres casadas (Ley, 2007). Por su parte, el cirujano inglés Charles Moore pensaba que las recurrencias del cáncer de mama se debían a la división del tumor al momento de extraerlo. Por ello, formuló en 1867 los enunciados que guiaron la cirugía, los cuales incluyen no dividir el tumor y analizar las causas de las recurrencias (Sosa, 2010). Así, la historia médica del tratamiento de la enfermedad se asocia desde el principio a su extirpación.

A partir del descubrimiento de las hormonas a finales del siglo XIX, surgió la teoría de que el cáncer de mama se genera por un desequilibrio hormonal. A raíz de esta creencia, se implementaron terapias endocrinas como la extracción de ovarios, la administración de testosterona, la adrenalectomía, el uso de la cortisona e incluso la hipofisectomía, con resultados no muy favorables. En el mismo periodo, se utilizaron compuestos arsenicales como quimioterapia, que más tarde se sustituyeron con mostazas nitrogenadas (Ruiz de Aguirre y Villanueva-Edo, 2000).

Hacia la segunda mitad del siglo XX, la enfermedad se asoció a factores reproductivos como haber tenido hijos, iniciar la menstruación antes de los 12 años o la menopausia después de los 45, tener el primer hijo después de los 30 y no haber amamantado. A partir de la década de 1980, se añadieron elementos relacionados con el estilo de vida, como el exceso en la ingesta de alcohol, la obesidad y el uso de drogas hormonales (Ley, 2007).

El desarrollo de los rayos X y los estudios de elementos como el radio, entre los siglos XIX y XX, tuvieron como consecuencia la terapia radioactiva anticancerosa, con técnicas como la introducción de agujas radioactivas en el tejido canceroso, la irradiación intersticial y las técnicas de alto voltaje (Ruiz de Aguirre y Villanueva-Edo, 2000).

Discursos alternativos promueven el desarrollo de cáncer asociado a factores medioambientales, lo que va en contra de la percepción generalizada de la enfermedad como algo aleatorio que amenaza a todos por igual. Estas hipótesis dan muestra de que aspectos socioeconómicos, laborales y urbanos pueden relacionarse con una mayor incidencia. Sin embargo, no hay un consenso en la comunidad científica de que esto sea así. A pesar del incremento de estudios que buscan analizar factores biológicos, genéticos, ambientales, de estilo de vida y de hábitos, a la fecha se le comprende como un fenómeno multifactorial tan complejo que sigue considerándose casi fortuito. Esta condición colabora a mitificar al cáncer, dado que la incertidumbre contribuye a dar valor a las metáforas que aportan a su significación (Sontag, 1977).

En este milenio, el cáncer de mama se entiende como una problemática a combatir en países desarrollados, por lo que se han generado campañas de salud desde hace varios años. Como muestra, desde la primera década del 2000, el 50% de las mujeres a las que les detectan el cáncer de mama en fase I en Estados Unidos se recuperan, aunque con marcadas diferencias socioeconómicas en las tasas (Knaul *et al.*, 2009). El tratamiento que persiste se basa en un trípode equilibrado de cirugía, radioterapia y quimioterapia, determinado por un equipo de cirujanos, radioterapeutas y oncólogos, según el estudio protocolizado de cada paciente (Ruiz de Aguirre y Villanueva-Edo, 2000). La recomendación persistente de organismos nacionales e internacionales tiene que ver con la detección temprana a partir de estudios mamográficos anuales y revisiones personales mensuales.

A pesar de estos esfuerzos, el cáncer de mama sigue siendo llamado una “epidemia” dado su prevalencia. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (2020), cada año en las Américas más de 462,000 mujeres son diagnosticadas con cáncer de mama y cerca del 22% de ellas morirá por esta causa. En América Latina y el Caribe, el cáncer de mama es el más común entre las mujeres y el segundo en mortalidad. La organización destaca que, en esta área, el mayor porcentaje de muertes por cáncer de mama ocurre en mujeres menores de 65 años (56%) en comparación con los Estados Unidos y Canadá (37%). Esta mortalidad llama la atención por ser notablemente alta en la región, lo que la organización vincula con la inequidad de algunos países, particularmente en cuanto al acceso a medicina preventiva e intervenciones tempranas.

En México, el cáncer de mama reemplazó al cervicouterino como principal causa de mortalidad por cáncer en mujeres en edad reproductiva desde 2006 (Palacio-Mejía, 2009). Durante 2017, fue la principal causa de hospitalización por tumores malignos. Para la población menor de 20 años, 24% de los ingresos hospitalarios se da a causa de un tumor mamario, aunque la tasa de mortalidad por cáncer de mama es de 17.19 por cada 100,000 mujeres. Las tasas por encima del promedio se encuentran

en Chihuahua, Ciudad de México, Baja California y Baja California Sur (Inegi, 2020).

El cáncer de mama es un padecimiento que, si bien es bastante antiguo en cuanto a su etiología, aún no queda comprendido. Además, el incremento de la población con esta enfermedad ha llamado la atención de sectores que antes lo consideraban irrelevante. La medicina y la sociedad en general se han esforzado por entender y combatir la enfermedad. En esta investigación, se ha buscado un acercamiento no a su tratamiento sino a los dispositivos significativos que la sociedad ha encontrado para tratar de comprender su existencia y acoplarse a la persistencia en los cuerpos. Se ha buscado reconstruir las aproximaciones que se han diseñado para dar sentido a algo que hoy se nos muestra tan complejo que nos parece aleatorio y arbitrario. Una forma de darle materialidad a este proceso de significación es a través del arte, particularmente las artes visuales. Para ello, en este texto se recupera un recorrido por algunas de las metáforas visuales a las que se ha asociado el cáncer, particularmente frente al discurso predominante de la cinta rosa que se promociona internacionalmente cada año en octubre.

El arte, la metáfora y la enfermedad

La disposición de los elementos que componen las figuras visuales afecta su comprensión y significación. Se trata de la articulación de figuras de retórica visual en la construcción de un mensaje visual. La retórica de este tipo se configura a partir de dos ejes: la estructura, que refiere a los elementos y la relación entre ellos: yuxtaposición, fusión y reemplazo; y el significado, que describe el procesamiento cognitivo requerido para comprender la imagen. El significado se construye a partir de los indicios que proporcionan las figuras a los sujetos para que orienten sus inferencias a partir de la organización de los elementos (De la Rosa, 2006).

Los indicios apuntan a referentes contextuales. Es en el contexto donde se le otorga sentido a la propuesta visual. Esto se vuelve aún más evidente en la contras-

tación del trabajo diverso de artistas visuales frente a la retórica generalizada esencialmente rosa que vincula, para el caso que nos ocupa, discursos de medicina y la mujer materializados en el arte.

Las metáforas son un recurso en el que se reemplaza un concepto por otro para, entre otras cosas, facilitar su comprensión. La forma “amable” de las metáforas, el eufemismo, se emplea para “evitar lo molesto, lo grosero, lo obsceno, lo despectivo y lo ofensivo” (Nenkova, 2020, p. 359). Las asociaciones y connotaciones se emplean también por afecto, pero el tono social tiende a vincularse con el tabú. Por lo tanto, las metáforas acarrear visiones morales sobre lo que se puede expresar y cómo se expresa.

Por la razón que fuere, la formulación de modelos metafóricos ofrece bases de conceptualización que utiliza el ser humano para denominar, en este caso, a la mujer, la enfermedad y la mujer enferma. Por lo tanto, en su uso, en su incorporación a la representación, es posible emplearlos para conocer paradigmas sobre cómo se piensan estos individuos y estas circunstancias. El arte tiene que recurrir a las metáforas para traducir lo conceptual a la materialidad, en este caso visual.

En la historia del arte que retrata las circunstancias médicas, encontramos como ejemplo dos retratos sobresalientes de la extirpación de seno en la literatura occidental: el de las Amazonas, a quienes Heródoto describía como guerreras que se amputaban un seno por razones prácticas, y el de Santa Águeda, de quien se muestra su martirio precisamente infringido en el seno.

Más recientemente, desde la diversidad de razas y orientaciones sexuales se ha tejido la mastectomía a la formación de la identidad sobre parámetros diferentes. El recurso de la narración y la expresión de la experiencia propia ha sido particularmente recurrente en el siglo XX, generando narrativas alternas e incluso cuestionando las ya existentes. Las transformaciones en el abordaje se pueden rastrear en textos académicos como el de DeShazer (2013), cuyo compendio incluye aproximaciones desde términos como la narrativa, el humor, la au-

totanatología, y otros que vinculan la teoría feminista y la crítica cultural.

Específicamente en el arte, en 1994, Raven Light, modelo de postales, empleó la fotografía de postal de Susan Liroff para develar su cicatriz y llamar la atención sobre el incremento de casos a pesar de la inversión monetaria. En la literatura, la escritora afroamericana Audre Lorde insistió en la necesidad de hablar libremente de su cicatriz desde su posición cuatro veces marginal: como mujer, como afroamericana, como poeta y como lesbiana. Ya que la cicatriz abordaba cómo había afrontado la segregación de la que era objeto, ocultarla sería tan absurdo como esconder el color de su piel, puesto que para ella su feminidad era contestataria y desde la alteridad (Sumalla, Castejón, Ochoa, y Blanco, 2013).

Así, la palabra y la visualidad de otras muchas mujeres activistas han servido para llamar la atención sobre el proceso desde el punto de vista médico y de la experiencia de la paciente. Acciones de grupos feministas incluso han transformado la forma en la que se lleva a cabo el tratamiento, buscando opciones menos invasivas. En la serie *Picture of Health*, Jo Spence (Figura 1), entre 1982 y 1986, aprovechó la herramienta de la fotografía en la búsqueda de la revalorización y la resignificación de la mujer y la enfermedad en una producción que cuestionó las metáforas, por un lado, de guerra y heroísmo que circulan sobre esta enfermedad y, por el otro, de infantilización de la mujer por la jerarquía del sistema médico (Martínez, 2014).

ALMA LUNA CORONEL, ROSARIO BARBA GONZÁLEZ

Figura 1

The Picture of Health: Heroine or Medical Victim?
de Jo Spence, 1982–1986



Fuente: *The Picture of Health* de Jo Spence, Rosy Martin, Terry Dennett y Maggie Murray. Copyright de Jo Spence Memorial Archive, Ryerson Image Centre, disponible en: <https://wellcomecollection.org/articles/XVqudxMAACEAxLK>

Hacia finales de la década de 1990, nuevamente convergieron feminismo, cáncer de mama y arte visual, esta vez en la obra autobiográfica de Hannah Wilke. Después de representar la enfermedad en su madre, cuando ella misma fue diagnosticada, la artista documentó su transformación por la enfermedad y el tratamiento, aludiendo a la belleza y la feminidad por medio de la Venus y la Virgen María, como antítesis de su cuerpo flácido, desgastado y sin cabello (Figura 2). El trabajo fue realizado en la serie *Intra-Venus* con autorretratos performativos, con la colaboración de Donald Goddard, en dos fotografías con acabado super brillante, de 182 por 120 cm cada una.

Figura 2

Intra-Venus de Hanna Wilke, 1993



Fuente: *Intra-Venus*, número 4, 26 de julio y 19 de febrero de 1992. Propiedad de Donald y Helen Goddard y la galería Ronald Feldman de Nueva York, disponible en: <https://feldmangallery.com/exhibition/164-intra-venus-wilke-1-8-2-19-1994>

En 1991 fue extirpado el seno derecho de Joanne Matuschka, quien decidió no reconstruirlo e hizo pública su cicatriz mediante su trabajo como modelo y fotógrafa. “Perdí un pecho, pero el mundo ganó una activista”, suele expresar sobre sus acciones a partir de su mastectomía. El autorretrato que muestra su cicatriz, fue la portada del *New York Times* de agosto de 1993 con el título “You can’t look away anymore” (Ya no puedes alejar la mirada), de Andrew Sondern, visibilizando el cáncer de mama (Figura 3). Se trató de un trabajo comisionado por Greenpeace y que ganó el premio al mejor póster ecológico. Diez años después, la misma imagen de la serie *Beauty out of Damage* fue recuperada por la revista *Life* como una de las cien fotografías que cambiaron el mundo (Matuschka, 2021).

Figura 3*Beauty out of Damage* de Matuschka, 1993

Fuente: *Beauty Out of Damage*; portada de *New York Times*, agosto de 1993, disponible en: <http://www.beautyoutofdamage.com/>

En otro caso notable, la artista Ana Casas Broda, cuya infancia estuvo marcada por el mestizaje y la migración, optó por buscar sus raíces por la línea materna a partir de la fotografía. En 2004 presentó la serie *Álbum* (Figura 4), donde recreó fotografías que su abuela había tomado y reunió a su abuela, madre, hermana y a ella misma. En algunas fotografías, su abuela muestra su torso recién mastectomizado.

Figura 4*Album*, número 69, de Ana Casas Broda, 1991

Fuente: fotografía de *Álbum* de Ana Casas Broda, disponible en: <https://www.anacasasbroda.com/album-69>

Entre 1998 y 2010, la artista fotográfica Nancy Bellen (<https://www.nancybellen.com/>) produjo fotografías que cuestionan la noción de belleza, incluyendo varias centradas en el cáncer y la mastografía, como parte de su serie *The Savage Sorority* (Figura 5), en exposiciones en distintos lugares del mundo, principalmente en Estados Unidos. Entre sus modelos se encuentra la misma Raven Light.

Figura 5*The Savage Sorority* de Nancy Bellen

Fuente: galería *The Savage Sorority*, disponible en: <https://www.nancybellen.com/the-savage-sorority/>

El proyecto *Oncogrrrls*, dirigido por Caro Novella desde 2015, con la participación de Alba, Ana, Caro, Eva, Gato, Kani, Liber, Lili, Mafe, Mariola, Mia, Roxana y Silvia, es un laboratorio de investigación y *performance* oncológica itinerante; un experimento sobre la vulnerabilidad y la potencia política encarnada que rechaza la frontera biomédica entre vida y enfermedad. Nuevamente, surge de una visión autobiográfica a partir del diagnóstico de la coordinadora y la motivación de generar el cambio social a partir de socializar la enfermedad y su experiencia (*Oncogrrrls*, 2018). Se trata de una exploración artística y de activación política colaborativa que combina el *performance*, la visualidad, la poética y la investigación en torno a la experiencia del tránsito oncológico (Figura 6).

La Cátedra Arte y Enfermedades, de la Universidad Politécnica de Valencia, ha documentado trabajos sobre las relaciones entre las prácticas artísticas y distintas enfermedades, realizados en el siglo XX y XXI en los ámbitos delimitados de las artes plásticas y visuales (<https://www.archivoarteyenfermedades.com/>). En él, las palabras clave relacionadas con el cáncer de seno y su tratamiento clínico devuelven el trabajo de artistas

como Ashley Savage, en colaboración con Kristen Tedder (2009–2012), Judith Vizcarra (2008), Kerry Mansfield (2014), Katharina Mouratidi (2000), Nancy Fried (1987) y la antes mencionada Matuschka. Llama la atención la única mirada masculina que se encontró en este trabajo, la obra fotográfica, principalmente en blanco y negro, de Angelo Merendino, sobre la “batalla” de su esposa contra el cáncer de seno.

Figura 6*Pieza de Resistencias sonoras* de Oncogrrrls, 2015

Fuente: *Resistencias sonoras* de Oncogrrrls, 2015. Exploración performática y situada que transita el cáncer como ensayo, disponible en: <https://oncogrrrls.art/portfolio/resistencias-sonoras-2/>

El trabajo inicia con los anclajes lingüísticos de las obras que encontramos. En primer término, se estudian las metáforas verbales empleadas por los artistas en los títulos de sus obras. De la muestra recopilada, únicamente dos remiten a la metáfora de la guerra: *Aftermath* de Mansfield (Figura 7) y *My wife's fight with breast cancer* de Merendino (Figura 8), ambos estadounidenses. El resto se trata de palabras familiares: “álbum”, “apesta”, “nosotras”, “daño”, “belleza”, etcétera. Todas enfatizan la cotidianidad tanto como la apropiación de la experiencia.

Figura 7*Aftermath* de Kerry Mansfield, 2015

Fuente: autorretrato de Kerry Mansfield sobre su proceso de quimioterapia posterior a la mastografía, disponible en: <https://www.kerrymansfield.com/>

Figura 8*My wife's fight with breast cancer* de Angelo Merendino

Fuente: retrato de Jennifer, esposa de Angelo Merino; forma parte de una serie que captura el proceso de cuatro años de desgaste corporal, desde el diagnóstico de cáncer de seno, la metástasis y la muerte; disponible en: <https://www.angelo-merendino.com/my-wifes-fight-with-breast-cancer>

Las mujeres retratadas vivieron en contextos y épocas diferentes; sin embargo, su relación con el fenómeno se expone desde una experiencia común, desde la alteridad y desde la enfermedad, o más bien desde la enfermedad que reta, destaca, potencia la marginalidad. Asco, suciedad, piel, camas, sudor, brillo de cámara, cuerpos en habitaciones, maquillaje poco evidente, caras, ojos, cuerpos completos, poses de pie o acostadas que permiten mostrar el cuerpo completo. La alta incidencia de retratos y autorretratos describe narraciones autobiográficas que enfatizan la acción artística como un acontecimiento de intimidad y relación, de presencia compartida de experiencias y espacios; espacios, porque encontramos dos formas de espacialización de las obras: en espacios vacíos con fondos lisos o en los espacios íntimos de las personas retratadas. La recurrencia del espacio privado, como la habitación y el baño, muestra también la experiencia personal, privada, que son la enfermedad y su tratamiento. Cuando en las imágenes hay más de una persona, se expone en actitud de acompañamiento o de abrazo íntimo. Estas imágenes retratan la experiencia solitaria que es llevar una enfermedad.

Los espacios, como los cuerpos, tienden al desorden, también metáfora de la desestructuración que trae consigo, para el individuo y su entorno, reaccionar hacia un evento inesperado. Camas destendidas y baños desahogados complementan los cuerpos sudados, brillosos, despeinados de caras desmaquilladas con expresiones tristes, confundidas, extrañadas o incluso sin expresiones visibles. Las mujeres tienden a mostrar posturas de pie desgarbadas o recostadas, con rostros lavados y maquillados, y en la mayoría de los casos, desnudos, con cicatrices oscuras, entrecubiertas. Esto se puede articular en torno a la metáfora del dolor de la experiencia de la enfermedad y su tratamiento. Estas composiciones describen la confusión y la devastación que causan en la persona y en su entorno más inmediato.

Encontramos, por otro lado, la metáfora de la supervivencia. En este grupo, podemos encontrar menos fondos de espacios íntimos y más fondos simples, de colores neutros, que dejan ver retratos de mujeres casi siempre

ALMA LUNA CORONEL, ROSARIO BARBA GONZÁLEZ

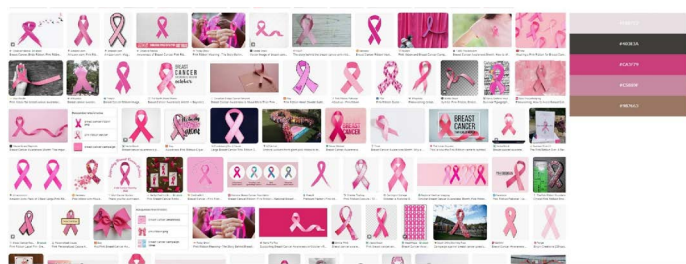
mostrando cicatrices de mastografías. La postura de los individuos es de pie, de frente o lateral, con la cara alzada, con frecuencia exhibiendo la cicatriz. La desnudez muestra cuerpos limpios, ordenados. La ropa que se lleva es pulcra y denota orden, quizá un orden recobrado. Las personas denotan jactancia, son expresiones de poder de recuperación, no solo de la salud, sino del cuerpo propio, de una estructura propia. En un caso de acompañamiento de este tipo se muestra un abrazo reparador, pero la mayoría de las producciones que podemos acomodar en esta metáfora también hablan de la persona. La enfermedad se duele y se supera de manera personal.

Destacan en estas producciones los rostros y se encontraron escasas obras que mostraran torsos mastectomizados sin rostro. Todas las obras tienden a la visibilización de la experiencia vivida, experimentada por personas. Se visibilizan los rostros, los cuerpos, la persona, LA MUJER.

Si bien el trabajo no se trató de una búsqueda exhaustiva, expone una preocupación constante dentro de distintas formas de producción artística, no solo en esta enfermedad sino en general en la relación de la salud con el arte. Sin embargo, aun así, se trata de posturas marginalizadas con respecto de los 343,000,000 resultados que genera, a agosto del 2023, una búsqueda en Google con las palabras “pink ribbon” (Figura 9). O los tonos rosas vinculados con los recortes de piel y el listón que aparece en los 930,000,000 resultados de “breast cancer” (Figura 10).

Figura 9

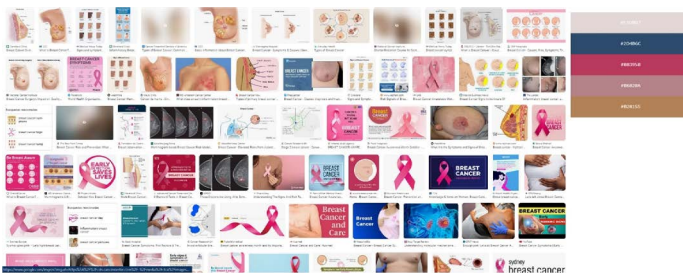
Resultados de la búsqueda de “pink ribbon” en Google Images, con la paleta de los cinco principales colores



Fuente: resultados de Google Images, 12 de agosto del 2023

Figura 10

Resultados de la búsqueda de “breast cancer” en Google Images, con la paleta de los cinco principales colores



Fuente: resultados de Google Images, 12 de agosto del 2023

En cuanto a los anclajes verbales, y frente a la variedad de palabras relacionadas con la producción artística, en la narrativa del listón rosa encontramos un vocabulario clínico donde prevalecen las palabras “prevención” y “cáncer mamario”. Las imágenes del listón son casi siempre en fondos blancos, claros, impolutos, que contrastan con la figura, muchas veces flotante, del listón rosa. La búsqueda más amplia genera resultados de fotografías e ilustraciones monográficas médicas acompañadas del tono predominantemente rosa que tiñe la pantalla.

Coincidentemente, un paneo de los resultados de búsqueda de este tipo resulta apabullante en cuanto a la escasez de cuerpos. No hay cuerpos, no hay mujeres, hay listones y, en la búsqueda más amplia, senos. Más impresionante es la casi total ausencia de rostros. Se ha denominado esta categoría como una metáfora de ocultamiento, dado el tabú de la experiencia corpórea de la enfermedad. Podría ser que el sentido comercial del listón rosa sea limpiar la imagen, evitar que la mente vaya al seno lastimado, al cuerpo desgastado y a la experiencia de dolor. Sin embargo, al obviarlo, se invisibiliza la experiencia y a la persona, casi siempre mujer, que lo experimenta.

Hablamos de la persona-mujer para enfatizar que, a pesar de que el cáncer de mama también se presenta en hombres, tiene mayor incidencia en mujeres, y el seno está relacionado socialmente con su atractivo físico y la crianza, atributos concernientes con el ser mujer. Ade-

más, el tratamiento de esta enfermedad no solo implica el desgaste de la generalidad del cuerpo, sino que afecta específicamente dos características profundamente atribuibles a la feminidad: senos y cabello (Martínez, 2014). Es decir, no sólo afecta su cuerpo, sino su identidad como mujer. La obra hallada en este recorrido visibiliza este hecho. La propuesta metafórica comercial, al contrario, lo oculta.

Las intervenciones médicas en persecución de la salud y la normalidad del cuerpo subsumen la identidad de mujer bajo una nueva subcategoría identitaria para actuar: la de paciente. Este cambio implica una reconceptualización o resignificación de aquello dado por sentido. En la mujer con estado de enfermedad, los elementos de seguridades y certezas en la vida se diluyen, ahora en su nuevo rol de paciente se le exigen nuevos atributos, de los cuales el de mayor relevancia es el de ser buena paciente, esto es, que debe adherirse a los tratamientos médicos prescritos con una actitud determinada. Esto es hecho duramente patente en las obras que hemos categorizado bajo la metáfora del dolor, frente a la metáfora de sobreviviente, que presenta el proceso de reconstitución de la feminidad posterior a la alteración del cuerpo.

Las metáforas lindas, retocadas y destiladas del listón rosa han funcionado para mantener vigente la innegable presencia de esta enfermedad en la sociedad. No solo ha estado a servicio de la buena reputación de las marcas, sino que también ha puesto a disposición de la “lucha” contra la enfermedad cuantiosos recursos a nivel global. Probablemente también hayan colaborado en la desestigmatización de las mujeres que la padecen y sus entornos cercanos, mas esto lo ha logrado a costa de las experiencias vividas y sentidas de las mujeres que la han transitado. La exploración nos muestra que lo ha hecho a costa de sus cuerpos y de sus rostros.

El arte feminista que se ha observado emplea el cuerpo (ya sea mediante su acción en un *performance* o retratándolo en fotografía) como una manera de recuperarlo. El arte permite cuestionar, exponer diferentes

realidades y percepciones, y proponer. La importancia de generar discursos alternos desde el arte radica en visibilizar una problemática que, como un cáncer, se extiende a varios sectores.

Apuntes hacia adelante

Una vez que se ha observado la posibilidad de visibilidad del arte, los productos en sus propuestas y también en sus ausencias, quiénes aparecen y cómo lo hacen, se apunta a generar una propuesta artística de arte plástico-visual que dé fe de la experiencia desde ellas (en plural). Este recorrido es la base de una propuesta de generación de un textil mediante la participación de mujeres enfermas de cáncer de mama, el cual articule un discurso visual a partir de la reinterpretación de la enfermedad y la feminidad. Con ello, se pretende romper una serie de encajonamientos de la mujer, la mujer y la enfermedad y la mujer como creadora artística por medio de una técnica muchas veces desvalorizada en su potencial artístico. Se parte de la marginalización de la cual la mujer ha sido objeto, como creadora, aunque no tanto como objeto de representación, siempre que se trate de una mujer “completa”. Así, un trabajo de tejido producido por mujeres reivindicaría la posibilidad creadora y creativa de la mujer.

Existe el caso de técnicas como el bordado, no solo de la mujer, sino de las culturas cuyo trabajo se ha visto reducido al término “artesanía”. Sin embargo, más allá de su quehacer ornamental, se puede entender como una forma de una escritura que permite integrar la creación y el registro, en diferentes contextos. No se trata de cualquier tipo de artesanía, sino de una práctica tradicionalmente considerada femenina, como una forma de reivindicación. La labor femenina se ha visto ligada al textil desde las representaciones monográficas de escolaridad básica sobre la edad de piedra. El bordado se entiende como una tarea femenina relacionada con la labor de crianza y el cuidado del hogar; sin embargo, su etimología remite a la escritura, al registro de datos. Además, se encuentra vinculado con la feminidad, en

tanto que se hace presente en el uso diseño de vestidos y joyería, así como en el constante uso del textil.

La elección de realizar una creación con tejido y no, como hemos visto, en fotografía, yeso o barro, no es gratuita. “Todo tejido, también el social, tiene urdimbre y trama” [Martínez-Vérez, Abad-Molina y Hernández-Pinzón, 2017, p. 226]. El textil es tejido tanto como el cáncer y el ser mujer se entretajan en significados sociales y culturales. Así, el propio tejido funcionaría como una meta-metáfora de creación y vinculación. Incluso, se propone una mirada alternativa al cáncer, no como algo espontáneo de lo que cualquiera puede ser víctima, como propone mucho del discurso médico. El tejido se articula como metáfora de una mirada ecofeminista en la que el cáncer brota tejido con el entorno (contaminado) y con la historia familiar. Un tejido permite abordar el cáncer con un conocimiento generacional que guarda una cosmovisión. Al mismo tiempo, el hilo y la aguja aluden a las suturas de la medicina y la acción de sanar, mientras que la costura remite a la costura de la cicatriz de la extirpación, evidencia la intervención quirúrgica tanto como la herida sanada por medio de la puntada.

Finalmente, la práctica del tejido requiere de acción corporal. Es performativa al mismo tiempo que invita a la retrospectiva y genera lazos entre las mujeres que tejen juntas y que comparten los materiales. Este sería el último rompimiento que se propone con los hallazgos de este recorrido. Se busca trascender la mirada de la enfermedad en la intimidad del aislamiento para buscarla en los espacios de tratamiento y recuperación a los que las mujeres asisten y que comparten. Se busca trabajarlos en los encuentros de terapia y asistencia a los que se les invita mientras ellas reciben sus quimio o radioterapias.

Se volvería a los cuidados asociados al rol femenino pero encaminado desde los grupos femeninos que se reúnan y reúnen a bordar y tejer. Se pretende con ello enfocar una perspectiva de socialización con y a partir de la enfermedad [Marín, 2012]. El trabajo en conjunto nos devuelve al tejido, al tejido material y al tejido social que

las trajo hasta este momento y que ahora las acompaña. Nos devuelve, entonces, a la metáfora de hilos que forman parte de una narración de sucesos personales que se traman en significados y resignificaciones. Aprovechando esta serie de metáforas vinculadas con el trabajo textil, por medio de una aproximación etnográfica centrada en la creación se espera aprovechar la agencia de colores y creación para el recuento de vivencias, a partir de la reunión entre mujeres y con el material, en aras de integrar lenguajes textiles y experienciales en grupos contruidos para acompañarse. Además del producto, se puede aprovechar la construcción de metáforas alternativas para propiciar encuentros físicos y simbólicos orientados hacia la sanación y la creatividad [Pérez-Bustos y Chocontá, 2018].

Las mujeres que se encuentran día con día, semana con semana o mes con mes forman lazos, se conocen y se acompañan con mayor o menor distancia. Comparten experiencias que no comparten con nadie en su entorno cercano, aunque estos estén dispuestos a acompañarlos en abrazos íntimos o reparadores como en las obras que se presentan en este trabajo. La cercanía que puede producir coincidir en circunstancias de dolor y de alejamiento con respecto de su entorno es capaz de generar lazos de encuentro y apoyo. La confección de un tejido permitiría hacer énfasis en este hilado de experiencias mediante el cuerpo y la reflexión plasmado en un material tradicionalmente asociado a la identidad de la mujer, porque, como hemos visto, lo que está en juego con el cáncer de mama no es solo la salud sino también, precisamente, esta identidad heterónoma.

No se propone forzar la interacción de estas mujeres orientándose a una especie de arteterapia, aunque no se descarta que ello suceda de manera orgánica. En cambio, se propone una manifestación de la interpretación compartida desde distintas subjetividades a través de la confluencia en un espacio, tiempo y materialidad creados en conjunto. Se busca el reconocimiento de un vínculo creado por las circunstancias: tener cáncer de mama aquí y ahora. Así se podrán revelar también

emociones, afectividades, significaciones internas pero compartidas, íntimas pero comunes para ese grupo, diversas pero convergentes.

Referencias bibliográficas

- Bello, A. (2017). “¿De dónde viene el uso del lazo rosa?”. *Aleteia*. Recuperado de: <https://es.aleteia.org/2017/10/19/de-donde-viene-el-uso-del-lazo-rosa/>
- De la Rosa, A. (2006). “Las figuras retóricas visuales: apuntes para explorar la metáfora visual”. *Habladurías*, (4), 66-83. Recuperado de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/94/T0003293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DeShazer, M.K. (2013). *Mammographies: the cultural discourses of breast cancer narratives*. EE.UU.: The University of Michigan Press.
- Ehrenreich, B. (noviembre del 2001). “Welcome to Cancerland: a mammogram leads to a cult of pink kitsch”. *Harper’s Magazine*. Recuperado de: <https://pinkribbonblues.org/wp-content/uploads/2010/08/Ehrenreich-2001-WelcomeToCancerland-Harpers.pdf>
- Estée Lauder Companies. (2021). “La campaña contra el cáncer de mama”. Recuperado de: <https://www.elcompanies.com/es/our-commitments/the-breast-cancer-campaign>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (15 de octubre del 2020). “Estadísticas a propósito del día mundial de la lucha contra el cáncer de mama (19 de octubre)”, Comunicado de prensa núm. 462/20. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/Cancermama20.pdf>
- Knaul, M. et al. (2009). “Cáncer de mama en México: una prioridad apremiante”. *Salud pública de México*, 51(suplemento 2), 335-344. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v51s2/v51s2a26.pdf>
- Ley, B. (2009). *From pink to green: disease prevention and the environmental breast cancer movement*. EE.UU.: Rutgers University Press.
- Marín, N. (2012). “Retrospectiva e introspectiva: reflexiones plásticas sobre el cáncer”. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/19185>
- Martínez, J. y Pujante, D. (2014). “Facing the Mirror: Jo Spence and Hannah Wile”. *Mètode Science Studies Journal*, 4. Recuperado de: <https://ojs.uv.es/index.php/Metode/article/view/2477>
- Martínez-Vérez, M.V., Abad-Molina, J. y Hernández-Pinzón. (2017). “El telar de la desmemoria y la metáfora del bordado. Arte relacional desde una perspectiva intergeneracional y de género”. *Arte, Individuo y Sociedad*, 29, 223-238. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/5135/513554414014.pdf>
- Nénkova, V. (2020). “La vejez, las enfermedades y la muerte reflejadas en los eufemismos y disfemismos fraseológicos”. *Studia Romanica et Anglicae Zagrabiensia*, 65, 359-365.
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). “Cáncer de mama”. *Enfermedades no transmisibles y salud mental*. Recuperado de: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5041:2011-breast-cancer&Itemid=3639&lang=es
- Pérez-Bustos, T. y Chocontá, A. (2018). “Bordando una etnografía: sobre cómo el bordar colectivo afecta la intimidad etnográfica”. *Debate feminista*, 56, 1-25. Doi: <https://doi.org/10.22201/cieg.2594066xe.2018.56.01>
- Pérez-Bustos, T., Tobar-Roa, V. y Márquez-Gutiérrez, S. (2016). “Etnografías de los contactos. Reflexiones feministas sobre el bordado como conocimiento”. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 26(26). Doi: <https://doi.org/10.7440/antipoda26.2016.02>
- Ruiz de Aguirre, S. y Villanueva-Edo, A. (2000) “Evolución del cáncer de mama a través de la historia”. *Gaceta Médica de Bilbao*, 97(2), 35-36. Recuperado de: <http://www.gaceta-medica-bilbao.eus/index.php/gacetamedicabilbao/article/viewFile/614/620>
- Sontag, S. (1977). *La enfermedad y sus metáforas. El SIDA y sus metáforas*. Traducido por Mario Muchink. España: Tivivillus.
- Sosa, L. (2010). “Cáncer de mama en el pasado. El arte en la cirugía y la cirugía en el arte”. *Revista Argentina de Masología*, 29(104), 210-219. Recuperado de: https://www.revistasamas.org.ar/revistas/2010_v29_n104/05_cancer_de_mama_en_el_pasado.m04.pdf

ALMA LUNA CORONEL, ROSARIO BARBA GONZÁLEZ

Sumalla, E.C., Castejón, V., Ochoa, C. y Blanco, I. (2013). “¿Por qué las mujeres con cáncer de mama deben estar guapas y los hombres con cáncer de próstata pueden ir sin afeitarse? oncología, disidencia y cultura hegemónica”. *Psicooncología*, 10(1) 7-56. Doi: https://doi.org/10.5209/rev_PSIC.2013.v10.41946

Universitat Politècnica de València. (2015). “Archivo Arte y Enfermedades”. *Cátedra Arte y Enfermedades*. Recuperado de: <https://www.archivoarteyenfermedades.com/>



INTERDISCIPLINA Y EXTRACTIVISMO PATRIMONIAL COMO CATEGORÍAS DE ANÁLISIS PARA COMPRENDER LA TURISTIFICACIÓN EN LA PEÑA DE BERNAL, QUERÉTARO

INTERDISCIPLINE AND HERITAGE EXTRACTIVISM AS CATEGORIES OF ANALYSIS TO UNDERSTAND TOURISTIFICATION IN PEÑA DE BERNAL, QUERÉTARO

Luz del Carmen Morales Montes de Oca

Universidad Autónoma de Querétaro

lucero8mmo@yahoo.com.mx

Resumen

En el artículo se discute el aporte de la interdisciplina para un análisis sobre los efectos que viven los territorios declarados como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la Unesco. Se plantea la distancia crítica de nombrar el turismo como una expresión del extractivismo. Se contextualiza en torno a las reformas estructurales y las políticas liberales que impactan a los grupos y comunidades en México, siendo el nombramiento una de estas expresiones. El trabajo de campo se sitúa en los pueblos que colindan con el sitio sagrado de la Peña de Bernal en Querétaro, que forma parte del perímetro declarado como “Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas de Tolimán: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado”. Se plantean cinco dimensiones para la propuesta metodológica a partir de las prácticas narrativas y se presentan los resultados que dan cuenta del extractivismo a partir de los indicadores de Gudynas (2015): volumen, intensidad, procesamiento y extracción de recursos. Se concluye con los hallazgos teórico-metodológicos y se indica el camino a seguir con el fin de engrosar el argumento del extractivismo en contextos de patrimonialización.

Palabras clave: interdisciplina, territorio patrimonializado, reformas estructurales, extractivismo, turismo.

Abstract

The article discusses the interdisciplinary contribution to an analysis of the effects experienced by territories declared Intangible Heritage of Humanity by Unesco. The critical distance of naming tourism as an expression of extractivism is raised. The work is contextualized around the structural reforms and liberal policies that impact groups and communities in Mexico, the inscription being one of these expressions. The fieldwork is located in the towns that border the sacred site of Peña de Bernal in Querétaro, which is part of the perimeter declared as “Places of memory and living traditions of the Otomí-Chichimeca peoples of Tolimán. La Peña de Bernal, guardian of a sacred territory”. Five dimensions are proposed for the methodological proposal based on narrative practices, and results that account for extractivism based on Gudynas’ (2015) indicators (volume, intensity, processing and resource extraction) are presented. The article concludes with the theoretical-methodological findings and sets out the way forward whose purpose is to thicken the argument of extractivism in contexts of patrimonialization.

Keywords: interdiscipline, patrimonialized territory, structural reforms, extractivism, tourism.

Introducción

En el artículo se discute el aporte de la interdisciplina (Ingold, 2012, 2000 y 2008; Zemelman, 1992) para la realización de un análisis crítico, relativo al extractivismo, sobre los efectos que viven los territorios patrimonializados cuando algunas de sus expresiones culturales se encuentran inscritas en la Unesco como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad. Dicha declaratoria, que busca la preservación, a la par y de manera contradictoria genera una expectativa económica en clave de turismo que deriva en prácticas extractivas. Así, quedan en disputa tres actores: la comunidad indígena local, que vive y recrea la cultura por la cual se logra el reconocimiento internacional; la iniciativa privada, que especula y genera una dinámica económica intensiva en la región; y el Estado, que de manera diferenciada privilegia el desarrollo económico por encima del cuidado del territorio patrimonializado.

El artículo se presenta en tres dimensiones: a) la relación entre la interdisciplina y los territorios patrimonializados, como un método de análisis para el trabajo con comunidades que se ven inmersas en la dinámica de preservar y comercializar a partir de la declaratoria; b) un contexto sostenido en las reformas estructurales y las políticas liberales que impactan a los grupos y comunidades en México; y c) la presentación de resultados que dan cuenta del extractivismo en territorios patrimonializados. El estudio se situó en la Peña y el pueblo de San Sebastián de Bernal.

Se presenta con brevedad la investigación realizada entre 2018 y 2022 en los pueblos de San Sebastián de Bernal y San Antonio de la Cal, en la cual se da cuenta de las transformaciones ocurridas a partir de que la región del Semidesierto queretano fue reconocida por la Unesco como Patrimonio inmaterial de la humanidad con el nombre de “Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas de Toluca: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado” y donde se discute el uso de las prácticas narrativas y la fenomenología crítica que se proponen para este artículo.

En la investigación se plantea analizar los procesos de patrimonialización como detonadores de extractivismos, en tanto que su reconocimiento internacional despierta un interés en el turismo cuyo objetivo es el consumo y no la salvaguardia, de modo que la declaratoria que busca preservar produce al mismo tiempo un interés económico. El abordaje metodológico de la investigación se sostuvo en un método etnográfico con recorridos en campo, entrevistas a profundidad, grupos focales y mesas de discusión, así como en la toma de postura, puesto que se inscribe en la investigación acción participativa.

Los registros etnográficos obtenidos fueron contrastados con datos que dieran cuenta de las dimensiones del extractivismo propuestas por Gudynas (2015): volumen, intensidad, procesamiento y extracción de recursos. Dichos datos fueron obtenidos del censo poblacional del 2020 (Inegi, 2020), en los registros municipales en el diario oficial del estado de Querétaro (*La Sombra de Arteaga*, 2011), en la prensa estatal (Contreras, 2019; Cortesía Quadratin, 2015; Enciso, 2016; Márquez, 2021; Mérida, 2021; Montes de Oca, 2023; Osorio, 2019; Flores, 2019), así como en conversaciones con los delegados de ambos pueblos.

Lo que develó este trabajo fue cómo es que lugares de reconocimiento por la Unesco, como los que nos ocupan, se ven amenazados por un proceso extractivista del que no quedan exentos, es decir, la comunidad, a la vez que busca preservar las costumbres y la naturaleza, se ve invitada a participar en el auge del turismo. Asimismo, este fenómeno intensifica las desigualdades históricas que existen entre la población del centro ocupado por habitantes de origen español de tiempos de la colonia y las periferias, que son los barrios ocupados por la comunidad indígena otomí-chichimeca.

En el apartado de metodología se presenta la ruta que guió el trabajo en campo, la cual ha sido recuperada de las prácticas narrativas propuestas en sus inicios por White y Epston (1993). De este modo, se definieron dimensiones: nombrar el problema, describirlo, evaluar sus efectos, tomar una postura y generar movimiento. Cierra el artículo con un apartado de conclusiones donde

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

se muestran los aportes de la investigación con respecto a la parte teórico-metodológica y las tareas pendientes para posteriores trabajos de investigación.

Relación ente la interdisciplina y los territorios patrimonializados

Se aborda una propuesta interdisciplinar por ser la que se ha considerado como más pertinente para comprender el dinamismo que se genera en los lugares que han quedado inscritos en la lista del Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la Unesco. Esta elección está sostenida en el hecho de que tenemos de frente un problema complejo en términos de Morin (1995), puesto que dichos reconocimientos buscan la preservación de bienes culturales y, al mismo tiempo, al quedar a la vista de la escena internacional, surge un interés creciente en que la población conozca dichos lugares, es decir, el turismo. La meta de este último es el consumo y, con él, de manera inmediata se genera una relación económica con el lugar.

Cabe afirmar que la declaratoria de ninguna manera tiene el objetivo mencionado, si bien se puede decir que busca tres cosas en su quehacer: el primero es atender los intereses de los pueblos para expresar un “enérgico reclamo a ancestrales desigualdades, la voz de un legítimo anhelo de justicia social y su empeño por la permanencia de su cultura en el tiempo” (Unesco, 2010, p. 21); el segundo, que corresponde al estado mexicano, es “asumir los compromisos sociales, culturales y políticos que demanda la distinción” (Unesco, 2010, p. 22); y el tercero es reconocer la declaratoria que posiciona al semidesierto como un “referente mundial [que refleja el] orgullo de pueblos que luchan incansablemente por la permanencia de sus antiguas raíces, costumbres, tradiciones y valores culturales de excepcionalidad universal” (Unesco, 2010, p. 22). Las metas son categóricas y en ningún momento buscan la comercialización de bienes culturales.

Este planteamiento invita a una mirada interdisciplinaria que remite a imaginar posibilidades infinitas de actores, situaciones, redes, elementos, escenarios, funciones y simbolismos que será menester ir mapeando,

en primera instancia para su comprensión y, en segunda, para que la propuesta de intervención se acerque a la atención de las problemáticas que se viven en un territorio. Es decir, pensar el patrimonio requerirá de imaginar posibles interacciones entre muchas otras que quizá no están al alcance de nuestra mirada.

La aproximación a la interdisciplina sugerida para el presente análisis está basada en la discusión que hace Ingold (2012) donde promueve poner énfasis en una diversidad de elementos (en el territorio patrimonializado) que se encuentran más allá de las fronteras de las disciplinas, es decir que la metáfora del puente queda acotada a lo que en él ocurre y se pierde de aquello que fluye debajo del puente (idea que toma de Deleuze, Ingold, 2012, p. 50). Con esto invita a un proceso en el que nos tendríamos que mover con todos los elementos que cohabitan en nuestro sujeto-objeto de estudio, que es el territorio patrimonializado, sin contenerlos en entendidos disciplinares ni interdisciplinares, con el fin incluso de pensar que no existe un entre porque dejamos de asumir que hay elementos diferenciados y contenidos que se relacionan y vinculan. Sugiere que “re-concibamos el trabajo académico, así como a la historia de las naciones y los procesos de la vida social en sí misma, según el principio del juntar-ismo [*togetherness*] en vez del otro-ismo [*othering*]. Esto es sustituir la interacción por la noción de co-responsabilidad –o [...] *correspondencia*– de los actores disciplinarios moviéndose juntos a través del tiempo” (Ingold, 2012, p. 49). Esta forma de mirar el territorio aporta una flexibilidad posible para hacer converger elementos que otrora estaban separados y, más aún, hacer un juego de posibilidades de acuerdo con el momento del análisis o a las necesidades de la praxis que requieren de propuestas emergentes.

A manera de ejercicio, la comprensión del territorio patrimonializado desde una visión disciplinaria e interdisciplinaria podría abordarse desde diferentes dimensiones (por ejemplo: políticas, simbólicas, bioculturales, transhistóricas, legales, económicas, de gobernanza,

1 El paréntesis es de la autora.

geográficas, identitarias y de género, por mencionar algunas), desde una visión funcional por sus usos (de conservación, de aprovechamiento de los bienes naturales, de extracción de recursos, etcétera) o quizá desde las relaciones que se entrecruzan y generan disputas (como lo biológico-cultural, el capital privado y el capital social, los bienes comunes y la privatización, lo legal y el derecho, lo sagrado y lo pagano o lo indígena y lo mestizo). Una lectura más podría ser desde los contextos que lo circundan, tales como las políticas liberales, las reformas estructurales, las declaratorias y nombramientos y los procesos de defensa.

De acuerdo con la propuesta de Ingold, el territorio en un contexto patrimonial refiere a un *organismo* vivo (Ingold, 2000) que implica e impacta, no como un fenómeno evidente y predecible que puede ser descrito, sino como un quehacer (el territorio patrimonializado) en el que no todo ha sido visibilizado, con elementos que han quedado fuera de la *senda del devenir* histórico, cultural y relacional, con la esperanza de que emerjan las historias otras en las que se han desarrollado *habilidades de convivencia* en un movimiento continuo en el que *la vida se mantiene andando*.²

Las posibilidades de análisis y acción requerirán de la creatividad y diálogo para que los entendidos disciplinarios diluyan sus fronteras y así se tenga una aproximación hacia el territorio con diversas maneras de comprender el habitar (Ingold, 2012) de los seres humanos y no humanos, desde la memoria biocultural (Maffi, 2007), la historia crítica (Zemelman, 1992), la geografía social (Sauer, 2006), la historiografía (geográfica y económica) de Braudel (1970), el derecho y las legislaciones sobre los territorios, la antropología y una visión latinoamericana del fenómeno del territorio en su complejidad. Imaginando entonces que nos movemos a través de las preguntas y con un fin pedagógico en la escritura de este artículo, proponemos dos correspondencias por ser revisadas en contextos territoriales: a) las reformas estructurales y

políticas liberales que impactan a los grupos y comunidades en México y b) los extractivismos como una herramienta de análisis crítico del turismo que se instaura en territorios declarados como patrimonio de la humanidad.

Cada una de las correspondencias será expuesta en un primer momento a partir de un esbozo contextual y luego desde entendidos interdisciplinarios. El objetivo es aportar elementos de análisis para conocer, comprender y posicionarnos ante los conflictos por disputas en los territorios patrimonializados que hoy en día forman parte de las problemáticas urgentes por atender en México, ocasionadas por la diversidad de intereses que surgen ante eventos como declaratorias o cambios en políticas asociadas a la tierra, el agua, los recursos naturales y la cultura.

Las reformas estructurales y las políticas liberales que impactan a los grupos y comunidades en México *Esbozo contextual*

El territorio nacional se encuentra en posesión de bienes comunales y ejidales en un 41.8% del total (Registro Agrario Nacional, 2022), es decir que grupos indígenas y campesinos tienen el usufructo de las tierras, por lo que la conservación de la diversidad tanto biótica como cultural está en sus manos. Este dato cobra mayor relevancia cuando hablamos algunas de las reformas estructurales que han ocurrido en México en los últimos 17 años y que afectan directamente estos territorios: la modificación al artículo 27 constitucional que terminó con la Reforma Agraria y el reparto de tierras para ejidos y comunidades, en 2004; la Reforma Energética en 2013, con uno de los fines primeros de abrir la inversión privada y extranjera al sector; y la modificación de la Ley de aguas nacionales, uno de cuyos objetivos era liberar la veda para el aprovechamiento del capital privado, en 2018.

Con estos datos no es sorprendente que entre el 28 y el 30% del territorio nacional está concesionado a Proyectos de Infraestructura (Rodríguez-Wallenius, 2015; Azamar y Ponce, 2014; López y Eslava, 2011). Este porcentaje

² Las cursivas son conceptos utilizados por Ingold (2000) en el libro *The perception of environment. Essays on livelihood, dwelling and skills*.

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

podría aumentar con aquellos proyectos que están en una fase exploratoria y que aún no se implementan. Si se hace una correlación, se puede observar que el territorio en manos de pueblos y comunidades está casi en su totalidad concesionado a empresas privadas, lo que ha derivado *de facto* en un sin fin de conflictos agrarios entre comunidades y empresas.

¿Cómo se vinculan estos hechos con los reconocimientos ante la Unesco como Patrimonio Cultural Inmaterial? Resulta contradictorio, siendo que los primeros están destinados a la explotación de recursos naturales y los segundos a la salvaguardia del patrimonio. La lectura crítica nos hace pensar que hay un vínculo directo, puesto que en el mismo periodo de las reformas estructurales ocurrieron las diez declaratorias que tiene México³ (entre 2008 y 2011), y la literatura (Vázquez y Morales, 2022; Acacio y Wyczykier, 2021; Fernández-Poncela, 2020; Curivil y Huinca, 2020, entre otros) nos confirma que los espacios patrimonializados se vuelven foco de interés del turismo y, por ende, de la industria turística, cuya meta no es la preservación sino, como en el caso de las reformas, la explotación de los recursos con sus consecuentes afectaciones.

Plata (2013) argumenta que las reformas estructurales, tales como la modificación del artículo 27 constitucional en 1992, lejos de ser políticas que buscan la agencia de las y los campesinos sobre sus tierras, llevan la intención de privatizar para dar en concesión esos terrenos para la inversión privada en el futuro cercano. Con respecto a las zonas de conservación, Acacio y Wyczykier (2021) agregan:

se pone en juego la contradicción en torno a los argumentos por los que las agencias del Estado, los organismos internacionales y las asociaciones civiles declaran la necesidad de protección de un área determinada, instituyéndola como territorio a ser conservado, y la tensión constante con la práctica concreta de las empresas y de los diferentes Estados y gobiernos que promueven el desarrollo de proyectos extractivos con altos impactos en el ambiente y en las poblaciones que habitan estos territorios (p. 11).

Nos encontramos así frente a esta disputa entre la conservación y la explotación.

Abordaje interdisciplinario

Las reformas constitucionales que impactan territorios de relevancia cultural, histórica, ecológica, étnica, entre otros, pueden ser abordados desde la epistemología crítica que propone Zemelman (1992), quien dice que la realidad conjuga una dimensión histórica y otra política, poniendo de manifiesto lo que está dado y lo potencial. Lo primero, para ser narrado, requiere que se definan las coyunturas que marcan los hitos históricos por ser contados; la selección de los hitos es política, pues está en nuestras manos elevar un hecho común a hito y lo hacemos desde una postura determinada; y lo potencial sugiere que lo anterior conforma “proyectos constructores de realidad”.

Al respecto, en el caso de la Peña de Bernal, encontramos que a lo largo de los años ha recibido múltiples reconocimientos, todos ellos correspondientes a hitos particulares en la historia de la región:

- En 2005, recibe el nombramiento de Pueblo Mágico, el cual se logra a partir de la documentación de la población del centro del pueblo, quienes ostentan su origen español y buscan generar un interés en el turismo nacional.
- En 2007, el lugar es reconocido como Área Natural Protegida (ANP), en la categoría de paisaje protegido. Contrario al pueblo mágico, esta figura es promovida por el Estado mexicano a través de la Comisión Nacio-

3 Las fiestas indígenas dedicadas a los muertos, 2008; Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas de Tolimán: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado, 2009; la ceremonia ritual de los voladores, 2009; la pirekua, canto tradicional de los p'uhrépechas, 2010; los parachicos en la fiesta tradicional de enero de Chiapa de Corzo, 2010; la cocina tradicional mexicana, cultura comunitaria, ancestral y viva-El paradigma de Michoacán, 2010; el mariachi, música de cuerdas, canto y trompeta, 2011.

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

nal de Áreas Naturales Protegidas (Conamp), cuyo fin es la preservación de espacios de relevancia y belleza natural.

- En el mismo año, recibe la presea Maravilla Natural de México, como una de las 13 maravillas de México, considerándola como un destino turístico de gran relevancia cultural. Dicho reconocimiento lo promueve la Secretaría de Turismo del estado y la televisora mexicana TV Azteca. Nótese la alianza y el interés entre lo privado y lo público, cuyo fin es el consumo de un bien natural y cultural y que dista de atender a los objetivos de conservación de la Conamp.
- En 2009, el sitio queda inscrito en la Unesco como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad. Si bien dicha declaratoria comprende la región del Semidesierto, con cuatro municipios comprometidos y tres cerros sagrados, lleva el nombre de “Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado”, como se ha mencionado anteriormente.
- En 2018, Querétaro entra al programa Restauración y gestión integral de cuencas hidrológicas, del Programa Especial de Cambio Climático, ante un diagnóstico en el que se estipula que en el estado se encuentra una sobreexplotación de sus recursos hídricos.
- Finalmente, en 2019, el lugar se integra a la Red Mundial de Geoparques reconocidos también por la Unesco.

Dar lectura al complejo tema de reformas estructurales y políticas liberales en un país con una reforma agraria de casi 100 años requiere de una visión crítica de la realidad como una “construcción viable” (Zemelman, 1992). Lo político se convierte en un plano de análisis de una realidad social que se construye a partir de los actores en pugna.

Cuando analizamos una problemática como inacabada, se abre la posibilidad

de enriquecer las determinaciones establecidas [y] en consecuencia, entendemos la apropiación de los dinamos de la realidad como el desafío abierto a lo vigente y

aceptado, no con base en una opción teórica o ideológica, sino más bien como expresión de un movimiento que se está transformando en direcciones inéditas (Zemelman, 1992, p. 36).

Estaríamos pensando cuáles son los elementos que no han sido tomados en cuenta en el movimiento territorial ante la patrimonialización y, en específico, en aquellos aspectos de la cultura que escapan a las definiciones totalitarias puesto que están en movimiento y transformación continua, activando y desactivando funciones con la naturaleza, las comunidades aledañas, los aspectos simbólicos, las políticas del Estado, etcétera.

La manera de contar la historia de un territorio tendrá que conjugar, por un lado, los aspectos objetivos, tales como las reformas estructurales, las políticas de estado y los cambios de gobierno, que se pueden registrar por su regularidad, y por otro lado, los efectos de todos estos elementos que influyen y modifican la relación de las comunidades con sus entornos, así como al interior. Esto último es poco predecible y de más complejo registro, y requerirá de poder construir la otra parte de la historia lo más

objetivamente posible, apoyados en la captación de la necesidad histórica que es transformada en el objeto específico de un tipo de análisis cuya función es, a su vez, captar el modo de creación, en un presente, de fenómenos de larga duración [...]. Es el marco propio de la praxis en donde tiene lugar una transformación cualitativa del concepto de experiencia histórica (Zemelman, 1992, p. 35).

Dicha experiencia acerca de la posesión de la tierra buscaría atender los procesos de defensa con vistas a volverlos perenes sin dejar de considerar las coyunturas que han definido el territorio y las formas de apropiarse de él desde tiempos de la colonia, por ejemplo, solo en la praxis se defiende el territorio en el siglo XXI, pero hay otros caminos posibles como la mediación o la venta. Todas las coyunturas están en la praxis y los distintos caminos vuelven político el mismo territorio.

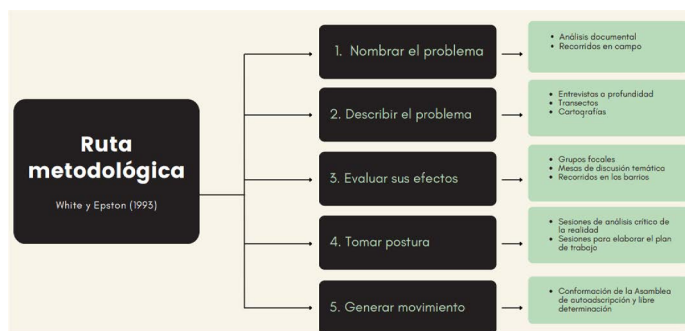
Para Braudel (1970), lo relevante de los fenómenos de larga duración es que unen el pasado con el presente. Ante ello, se plantea el devenir histórico del territorio como el elemento que une las temporalidades; a lo largo de ello ocurren acontecimientos que modifican la historia o inciden en ella de uno o de otro modo. El autor se refiere al acontecimiento del siguiente modo: “por lo que a mí se refiere, me gustaría encerrarlo, aprisionarlo, en la corta duración: el acontecimiento es explosivo, tonante. Echa tanto humo que llena la conciencia de los contemporáneos; pero apenas dura, apenas se advierte su llama” (p. 65). Todos los nombramientos podrían ser pensados desde este instante que brilla y luego mengua, y que sin embargo deja una huella, no así la defensa del territorio o la lucha indígena, que son de larga duración.

Metodología

A continuación se presenta una figura en la que se puntualiza el diseño de la investigación en sus dos momentos: el primero, la recuperación de los relatos locales con base en las prácticas narrativas cuyo fin respondía a conocer las transformaciones locales que se derivan de la declaratoria de la Unesco y otros procesos de reconocimiento, tales como el de Pueblos Mágicos y Áreas Naturales Protegidas (ANP); y el segundo, la recuperación de datos demográficos y estadísticos que dieran argumento para sostener la idea del extractivismo en procesos patrimoniales.

Figura 1

Ruta metodológica



Fuente: elaboración propia (2022), con las ideas de White y Epston (1993)

En las siguientes líneas se menciona la ruta metodológica que guio el trabajo en campo. Dicha ruta ha sido recuperada de las prácticas narrativas propuestas en sus inicios por White y Epston (1993). De este modo, se definieron cinco dimensiones que se explican con brevedad a continuación.

La primera consiste en nombrar el problema, lo cual permite que, desde el inicio de la investigación, los dilemas del patrimonio sean nombrados por la población que los vive y padece, en lugar de que queden nombrados *a priori* y luego ajustados a la realidad local. Para ello, se llevaron a cabo recorridos en campo con los dirigentes de la comunidad. En el caso de Bernal, los recorridos fueron guiados por Genaro, integrante del Consejo Indígena, Venancio, integrante de la mayordomía de la Santa Cruz, y Octavio, delegado de San Antonio de la Cal. Asimismo, se analizaron documentos existentes que aportan información sobre los reconocimientos múltiples que tiene el territorio, la tenencia de la tierra, el censo de población y vivienda 2020, artículos de la prensa, el periódico oficial del estado de Querétaro *La Sombra de Arteaga* y los documentos vinculados a la Declaratoria de la Unesco.

Tabla 1

Ruta metodológica	Estrategias y herramientas	Datos del proyecto
1. Nombrar el problema	Recorridos en campo	4 recorridos en campo con las autoridades locales para conocer el territorio y sus lugares de relevancia cultural e histórica
	Análisis documental	6 oficinas visitadas: RAN, SEDATU, INPI, Municipio de Tolimán, Desarrollo Urbano de Tolimán y Catastro Municipal en Cadereyta

Fuente: elaboración propia

La segunda responde a la necesidad de describir el problema, para lo cual se realizaron entrevistas a profundi-

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

dad, un recorrido de transectos y cartografías. Nuevamente se utiliza un método que permita reconocer cómo se vive el problema en el ámbito local. Las entrevistas a profundidad fueron semiestructuradas y tuvieron el fin de hacer etnografía situada, sensible a las formas en que la comunidad ha vivido las transformaciones en su territorio; el recorrido de transectos abrió la posibilidad de densificar en ejemplos concretos dónde se ubican en el territorio tanto los problemas como los sitios de relevancia simbólica y cultural; y finalmente, la elaboración de cartografías posibilitaron acercar la investigación a la geografía social propuesta por Sauer (2006), quien asigna al paisaje una significación cultural.

Tabla 2

Ruta metodológica	Estrategias y herramientas	Datos del proyecto
2. Describir el problema	Entrevistas a profundidad	15 entrevistas grabadas con tiempos indefinidos
	Transectos	5 recorridos de transectos representativos de la comunidad, por ejemplo, donde hay capillas familiares, manantiales, la ruta que recorren en las festividades de Semana Santa, entre otros
	Cartografías	3 cartografías, una del territorio patrimonializado, otra del territorio sagrado y una última para el trabajo colectivo

Fuente: elaboración propia

La tercera versa en evaluar los efectos del problema. Los recursos metodológicos utilizados han sido los grupos focales, las reuniones de discusión temática y los recorridos en los barrios. Para White y Epston (1993), la comunidad no es el problema, el problema es el problema, y en todo caso, la primera tiene una relación con el segundo, y agregan que las relaciones son sujetos de cambio, lo que genera una posibilidad de agencia en el

grupo, de tal manera que se abre la posibilidad de evaluar los efectos que el problema genera, así como las formas en que han respondido ante las adversidades. Esta idea los autores la recuperan de Foucault (2002), para quien cada acto de opresión genera un proceso de resistencia, y fue ampliada por Denborough (2010), para quien “nadie es un receptor pasivo del trauma. Las personas [y las comunidades] [...] responden intentando minimizar los efectos de las dificultades [...] Estas respuestas habitualmente son menospreciadas o descalificadas –tanto, que las personas comúnmente no están familiarizadas con sus propias respuestas” (p. 41).

La cuarta dimensión hace referencia a la invitación a tener una mirada crítica de las realidades que se presentan. Los autores (White y Epston, 1993) lo nombran como la toma de postura, para la cual se invita a un ejercicio crítico que se aleja de la neutralidad y donde quienes se ven afectados por el problema (que se nombró en la primera dimensión) tomen el acuerdo de tomar acciones que los lleven a alejarlo de sus espacios comunitarios. Para esta parte, se realizaron sesiones de análisis crítico de la realidad y para la elaboración de un plan de trabajo que iría desde la organización de una asamblea para la autoadscripción como comunidad indígena hasta la búsqueda del reconocimiento de los derechos adscritos a dicha identidad ante las instancias del estado de Querétaro y las nacionales.

Tabla 3

Ruta metodológica	Estrategias y herramientas	Datos del proyecto
3. Evaluar los efectos	Grupos focales	8 grupos focales, uno por barrio en Bernal y otro general en San Antonio de la Cal
4. Toma de postura	Mesas de discusión temática	11 meses de trabajo continuo participando de las reuniones con el Consejo Indígena

Fuente: elaboración propia

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

La quinta y última promueve generar movimiento, lo que para White y Epston (1993) responde a una postura ética donde el análisis de las realidades es insuficiente ante la urgencia de resolver desde espacios de justicia, para lo cual la comunidad ha seguido el plan de trabajo definido previamente. Esto trajo resultados diversos, como la aprobación de la comunidad para la conformación de la asamblea autónoma, la demanda legal hacia aquellas instancias que niegan el acceso al derecho indígena, la sensibilización de la población joven para que se reivindicquen como indígenas, entre muchos otros.

Tabla 4

Ruta metodológica	Estrategias y herramientas	Datos del proyecto
5. Generar movimiento	Conformación de la asamblea de autoadscripción y libre determinación	1 asamblea de autoadscripción y libre determinación, y asesoría legal con asuntos indígenas de la UAQ

Fuente: elaboración propia

La propuesta de White y Epston para el trabajo con gente se ha planteado desde sus inicios como una epistemología sostenida en la postmodernidad y el postestructuralismo, y desde ahí se inscribe en los estudios interdisciplinarios, según mencionan los autores.

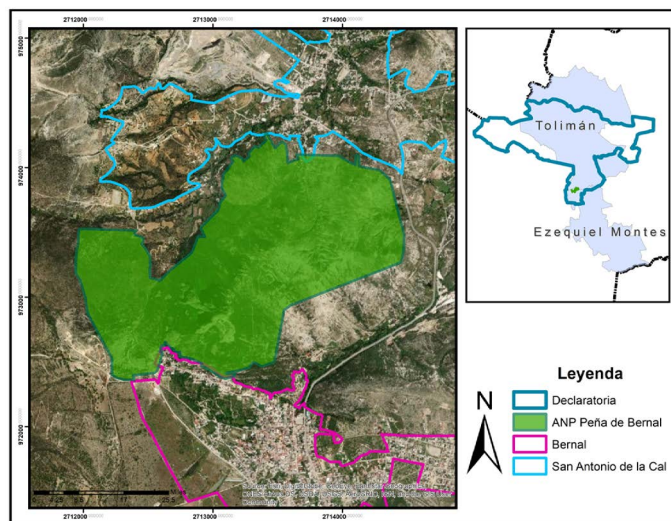
Resultados y discusión

Extractivismo en territorios patrimonializados. Un estudio situado en la Peña y el Pueblo de San Sebastián de Bernal

La investigación se llevó a cabo en los pueblos que custodian la Peña, San Sebastián de Bernal y San Antonio de la Cal. Si bien la declaratoria abarca un vasto territorio del Semidesierto, es en el pueblo de Bernal donde encontramos los indicadores suficientes para argumentar el extractivismo en contextos patrimoniales a partir de la turistificación. Se presenta un mapa en el que en primer plano aparece la ubicación en la que se llevó a cabo

la investigación y en un recuadro se hace referencia al territorio declarado por la Unesco.

Figura 2 Pueblos de Bernal, San Antonio de la Cal y Área Natural Protegida (ANP)



Fuente: elaborada por Alejandro Guerrero (2023)

Se encontraron indicadores suficientes para nombrar el caso de la Peña de Bernal como un ejemplo de extractivismo generado por el turismo desmedido. Para decirlo de esta forma categórica, se utilizaron las dimensiones que propone Gudynas (2015): volumen, intensidad, procesamiento y extracción de recursos, para demostrar este fenómeno en casos de megaproyectos como la minería o las carreteras. El reto consistió en argumentar la presencia del extractivismo aun cuando el turismo no remueve cientos de toneladas de materiales. De este modo lo define:

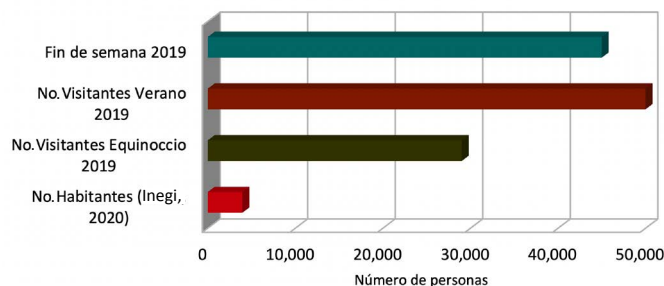
el tipo de extracción de recursos naturales, en gran volumen o alta intensidad, y que están orientados esencialmente a ser exportados como materias primas sin procesar, o con un procesamiento mínimo [...] los extractivismos siempre deben cumplir simultáneamente tres condiciones: un alto volumen y/o intensidad en la extracción, ser recursos sin procesar o con escaso procesamiento, y donde se exportan el 50% o más de esos recursos (p. 13).

Para argumentar el volumen, se tomaron datos acerca del número de visitantes de fin de semana (aumento de la población desde el 732 y hasta el 1,262% por la visita de turistas en diferentes momentos del año), la generación de basura (aumento de residuos entre el 328 y el 621%, con respecto a lo que genera la población), la erosión del suelo (que según el periódico oficial de Querétaro *La Sombra de Arteaga*, el 78% del área se encuentra en un grado de erosión entre alta y muy alta) y el uso y reparto del agua (el estado desde 2018 forma parte del Programa Marco para Fomentar Acciones para Restablecer el Balance del Ciclo del Agua en Destinos Turísticos Prioritarios por el estrés hídrico al que ha sido sometido). Para efectos de este artículo, presentamos a manera de ejemplo el primero, es decir, el número de visitantes que llegan al pueblo de Bernal, comparándolos con el número de habitantes que reporta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi).

Para la elaboración de este gráfico se ha tomado como referencia el número de habitantes registrados en el censo de población y vivienda del 2020 (Inegi, 2020) en el pueblo de Bernal (que suman 3,962), y se ha comparado con los registros en fechas emblemáticas como el Equinoccio, la temporada de verano y un fin de semana común, datos del 2019. Como se puede observar, la población de visitantes hace que haya un incremento del 732 al 1,262% con respecto a la población local. Esto significa que se ponen al límite los servicios (agua, luz, drenaje, basura, infraestructura, etcétera) que fueron instalados con un fin de vivienda y que hoy en día entran en disputa con los servicios hoteleros. Según datos y denuncia que hace la población ante la prensa local y estatal, dichos servicios son garantizados para el sector turístico y la población queda excluida de ellos, sobre todo el agua, lo que se ha vuelto una lucha cotidiana en los barrios indígenas del pueblo mágico (Ochoa, 2019).

Figura 3

Pueblo de Bernal. Número de habitantes contra número de visitantes



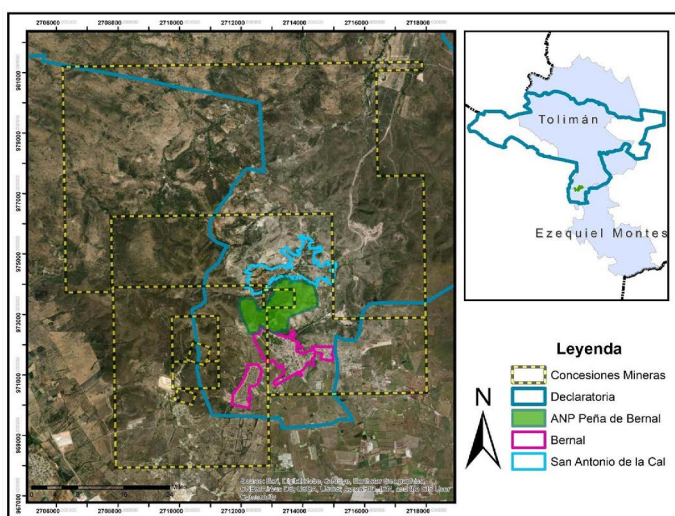
Fuente: elaboración propia (2022). Se comparan los registros en las fechas en las que el Pueblo de Bernal recibe más visitantes, con la población registrada en el censo 2020 (Inegi, 2020). Los datos sobre el número de visitantes se pueden consultar en el Diario de Querétaro del sábado 23 de marzo del 2019

El indicador de intensidad propuesto por Gudynas (2015) ha sido medido a partir de la comparación en los municipios a los que pertenecen los pueblos que custodian la Peña, Bernal (Ezequiel Montes) y San Antonio de la Cal (Tolimán), con respecto al incremento de algunas actividades en tres sectores definidos por el Inegi (2020): el 71% corresponde a servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos (la diferencia entre el pueblo de Bernal y el de San Antonio es un incremento de dicha actividad económica en un 1.150%); el 46% al sector de comercio al por menor (la diferencia entre el pueblo de Bernal y San Antonio de la Cal es un incremento de dicha actividad económica en un 1.113%); y el 53% a los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (la diferencia entre el pueblo de Bernal y San Antonio de la Cal es un incremento de dicha actividad económica en un 1.042%). Todos estos incrementos ocurren entre los censos del 2013 y 2018 (Inegi, 2013; 2018), que corresponden a las fechas del reconocimiento del Pueblo Mágico de Bernal y la inscripción en la Unesco como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad.

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

El indicador de intensidad que se presenta como ejemplo para el artículo es la comparación entre el número de reconocimientos que tiene la Peña de Bernal y su inconsistencia respecto a las concesiones del subsuelo para el sector minero.

Figura 4
Concesiones mineras en el área de la Peña de Bernal, en los municipios de Tolimán, Ezequiel Montes y Colón



Fuente: elaborada por Alejandro Guerrero (2023)

En el mapa se representa el conflicto entre los diferentes intereses que existen en el territorio: se marca el área concesionada a empresas mineras, el área declarada por la Unesco, el ANP y los pueblos que circundan la Peña de Bernal, San Antonio de la Cal y San Sebastián de Bernal.

Entre 2005 y 2019, la Peña de Bernal y el pueblo han recibido cinco reconocimientos por su relevancia en distintas dimensiones, como la estética, cultural, biótica, turística y de movilización económica; estos han sido: Pueblo Mágico, Presea Maravilla del Mundo, ANP, Patrimonio Inmaterial de la Humanidad y Parque Geológico. Coincidiendo en tiempo y territorio, el subsuelo ha sido designado a tres empresas mineras con 11 concesiones. La mayor cantidad de hectáreas está en manos de la industria extractiva canadiense y dos de ellas en manos mexicanas, dando un total de 14,634; por su parte, el ANP solo responde por 280 hectáreas que coinciden en su totalidad.

Con respecto al procesamiento, citamos a Gudynas (2015): “el extractivismo es un tipo de extracción de recursos naturales [y culturales] en gran volumen o alta intensidad, y que están orientados esencialmente a ser exportados como materias primas sin procesar, o con un procesamiento mínimo” (p. 13). En el caso del turismo en el pueblo de Bernal, el procesamiento se da en distintas intensidades, las cuales pueden ser consultadas en el documento de origen de la investigación y reconocidas como procesamiento mínimo. El procesamiento bajo que se expone en el presente artículo corresponde al uso del pueblo y del paisaje como objetos de consumo, de modo que basta caminar para realizar la visita.

Probablemente la primera actividad que atrajo al turismo fue caminar en un pueblo que data del siglo XIX y tiene una estética colonial, y subir al monolito más grande del país; y a partir de ello, aunado a la promoción que el estado de Querétaro hace constantemente para atraer visitantes, es que el pueblo empezó a tener elementos de mayor procesamiento medio, que consisten en la creación de ritos contemporáneos y eventos especiales tales como el equinoccio, y procesamiento alto, que refiere a la infraestructura hotelera, restaurantera y de plataformas de hospedaje. La delegación reporta 200 hoteles, cuyo costo va desde 450 hasta 3,500 pesos, y en comparación, el pueblo de San Antonio de la Cal cuenta con tres hoteles con el mismo rango de costos.

Finalmente, se discute el destino de los recursos de acuerdo con Gudynas (2015); al respecto, los destinos de los recursos extraídos deben ser igualmente precisados. En unos casos, los pasos siguientes, relativos a su procesamiento y consumo, son esencialmente locales (por ejemplo, la agricultura, para obtener alimentos que se aprovecharán localmente). En otros casos, el procesamiento y consumo es sobre todo nacional, de modo que los recursos son transportados hacia otros sitios dentro del mismo país, donde son procesados, y luego se distribuyen hasta llegar a los consumidores dentro de las fronteras de un país. Una tercera opción es la extracción de recursos que en su mayoría no son procesados localmente y son exportados como materias primas a otros países (pp. 12 y 13).

En nuestro caso, estaríamos pensando en el segundo elemento, donde los consumidores finales se encuentran dentro del lugar. Al estar haciendo el ejercicio de comprender el turismo patrimonial como una actividad extractivista, tomaremos en cuenta dos elementos, la salida de los recursos y el

En el caso que nos ocupa, se presenta el segundo elemento, en el que los consumidores finales se encuentran dentro del lugar. Como estamos haciendo el ejercicio de comprender el turismo patrimonial como una actividad extractivista, tomaremos en cuenta dos elementos: la salida de los recursos y el desplazamiento de la población originaria.

En torno a la salida de los recursos, el *Diario de Querétaro* publicó la cifra de 5 millones de pesos como derrama económica generada en el Equinoccio 2019, que ocurrió entre el sábado 16 y el lunes 18 de marzo del mismo año; además, el mismo diario calculó que en el verano se generaron 27 millones de pesos. Estos datos se contrastan con los niveles de marginación de la población de Bernal, calculados como medianos, a pesar de contar con zonas de alta y muy alta marginación; así como con los del pueblo de San Antonio de la Cal, considerado como una localidad de alta marginación (Ochoa, 2019).⁴

Esto nos hace saber que la derrama económica no queda en el lugar, sino que una parte se paga en impuestos al municipio y, en sentido estricto, no regresa a la economía de la población; otra parte queda en manos de la clase empresarial externa y, por consiguiente, no impacta en la economía local; y una tercera parte la recibe la élite de Bernal, que corresponde a siete familias. Es decir que, si bien hay una derrama económica, ésta no beneficia, o lo hace de manera residual, a las familias y personas que viven en los barrios. La élite de Bernal y la clase empresarial de nueva estancia se han asentado en

los lugares, reservando para sí los locales mejor ubicados, y han modificado la oferta de consumo para adaptarla a la demanda del turismo.

Con respecto al desplazamiento, éste se ubica en dos categorías: por un lado, el que ocurre en el pueblo, y por otro lado, el que ocurre en el espacio simbólico de la Peña de Bernal. Ambos tienen características diversas, puesto que en el primero hay una serie de reconfiguraciones de la población local y en el segundo hay una transgresión de las expresiones culturales, las cuales, por cierto, pretenden ser salvaguardadas con la inscripción en la Unesco.

En cuanto a reconfiguraciones, se hace referencia a tres movimientos principales en el pueblo. Uno de ellos corresponde a la población mestiza del centro que conserva los predios para la vida personal y que vende los locales a inversionistas externos que instalan restaurantes y boutiques; el segundo corresponde a los puestos de la calle y mercados; y el tercero corresponde a la llegada de nuevos habitantes al lugar, mismos que se han ido asentando en fraccionamientos residenciales y que modifican la expectativa tanto del pueblo como del valor de la tierra a sus alrededores. El costo de un predio, según la Tabla de Valores Unitarios de Construcción en Ezequiel Montes 2021, publicada en el periódico oficial *La Sombra de Arteaga*, está entre las viviendas modernas económicas medianas y las modernas medianas, y algunos de los predios aún se venden como rústicos, con un precio de 420 pesos el metro cuadrado.

Queda de manifiesto un proceso extractivista en el pueblo y la Peña de Bernal de acuerdo con los indicadores propuestos por Gudynas: volumen, intensidad, procesamiento y exportación de recursos. Este ejercicio derivó en la necesidad de definir indicadores complementarios que den cuenta de procesos extractivistas en los que no se remueven toneladas de tierra, sino que se afectan aspectos simbólicos de la vida cotidiana. Así, para este artículo, solo quedan mencionados y su exposición amplia será materia de futuras publicaciones. Como indicadores posibles de extractivismo en contextos de patrimonialización, se proponen la centralización de las expresiones

4 “Más de 29 mil turistas visitaron el Pueblo Mágico de Bernal durante la celebración del Equinoccio 2019, señaló la directora de Turismo de Ezequiel Montes, Jazmín Hernández González, quien dijo que esta afluencia se tradujo en una derrama económica aproximada de cinco millones de pesos [...] entre el sábado 16 y lunes 18 de marzo [*Diario de Querétaro*, sábado 23 de marzo del 2019].

culturales, el despojo de los elementos bioculturales, la erosión de las figuras de gobernanza y la intensificación de la desigualdad.

Conclusión

A lo largo de este trabajo, se ha revisado una propuesta de análisis interdisciplinar para estudiar los territorios patrimonializados en un contexto de políticas liberales que impactan en los bienes bioculturales, en los cuales están incluidos los pueblos y comunidades que los han custodiado a través de los siglos.

Se ha planteado un análisis general de los territorios que quedan sujetos a un proceso de patrimonialización, a partir de las ideas de Ingold acerca de los ambientes para la vida, donde el habitar es un tránsito a través del cual existen historias, entornos, actores y fuerzas en tensión que es necesario observar para ampliar la visión hacia ambientes no contenidos. Posteriormente, se han dispuesto tres elementos para el análisis: el primero se refiere a las políticas neoliberales y reformas estructurales, para lo cual se refiere a Zemelman con la teoría crítica; el segundo lo abordamos con Gudynas y la explicación de los megaproyectos, a la par que se presentan algunos de los resultados de la investigación que argumenta la presencia de un fenómeno extractivo en el turismo masificado en el pueblo y la Peña de Bernal.

Respecto a los hallazgos teórico-metodológicos, este trabajo, realizado desde la interdisciplina, ha permitido hasta este punto nombrar los lugares y espacios patrimonializados como sujetos de actividades extractivas. Por ejemplo, el turismo, que hoy está considerado como una de las industrias de mayor crecimiento en el país, levanta de este modo una alerta acerca del desborde que el pueblo vive cada fin de semana y que deriva en el desgaste más que en la conservación.

La categoría de extractivismo aplicada al proceso de patrimonialización marca la visión crítica de la investigación y cuestiona su neutralidad y desinterés hacia el devenir del espacio o práctica por ser preservada. Se plantea, entonces, el proceso de patrimonialización como parcial, con intereses económicos y políticos, y con

una lectura desde la occidentalización de las sociedades en las que la lógica de lo indígena hace notar lo invasivo de estas iniciativas que buscan conservar el elemento descontextualizándolo del ámbito local.

Haremos en principio una definición del concepto de extractivismo basándonos en Gudynas (2015), quien hace una amplia exposición del fenómeno, llamándolo modelo extractivo, por lo metódico de su implementación en cualquier latitud y con todos los tipos de recursos, así como por los efectos que genera. Esta categoría de extractivismo inscribe la investigación en la competencia interdisciplinaria, puesto que la cultura, el territorio, su recorrido histórico, la legislación, las expresiones bióticas, todo ello ocurriendo en el mismo espacio, permiten una discusión crítica en torno al extractivismo que el turismo genera en los territorios patrimonializados, en particular en el pueblo y la Peña de Bernal. Asimismo, se alerta acerca de una reciprocidad negativa (en términos de Gudynas, 2015), que puede ser vista en los impactos ambientales, los conflictos sociales, la criminalización de líderes y defensores/as del territorio, y los efectos en la salud. Con respecto a la afectación territorial, quedan expresados elementos como las gobernanzas locales y su desarticulación, la autonomía y sus puntos vulnerables y la comunidad como sujeto activo en los procesos.

Como tarea pendiente queda levantar la alerta de extractivismo ante el turismo y más aún en territorios patrimonializados. Ello es solo el comienzo de un trayecto que se antoja vasto, desde alimentar el argumento en otros lugares y experiencias hasta proponer nuevas categorías que permitan afinar la mirada hacia este fenómeno. En el presente artículo, se mencionan algunas categorías posibles, como la centralización de las expresiones culturales, el despojo de los elementos bioculturales, la erosión de las figuras de gobernanza y la intensificación de la desigualdad.

Otro camino posible es adentrar la discusión hacia las formas en que las comunidades han respondido de manera activa ante esta amenaza, que se ha presentado como una oportunidad de desarrollo económico y que, sin embargo, desgasta las prácticas locales. Esto se sos-

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

tiene en la idea de Foucault (1968) sobre que “no existen relaciones de poder sin resistencias” (p. 171), lo cual nos hace pensar en la larga experiencia que tienen los grupos originarios en generar procesos de preservación de sus expresiones culturales más allá de las diversas colonizaciones. Basta decir que nombrar los procesos de patrimonialización como detonadores de extractivismos culturales responde a una postura crítica de quien investiga con el interés de invitar a profundizar en este planteamiento buscando generar medidas de acción que detengan dichos procesos extractivos.

Referencias bibliográficas

- Acacio, J.A. y Wyczykier, G. (2021). “Territorios en conflicto: resistencia mapuche contra el fracking en Vaca Muerta”. *Anales de Antropología*, 55(2), 179-189.
- Amanecer Querétaro. (8 de noviembre del 2018). “Revisa Desarrollo Urbano y Ecología licencias de construcción”. *Amanecer Querétaro*. Recuperado de: <https://amanecerqro.com.mx/2018/11/08/revisa-desarrollo-urbano-y-ecologia-licencias-de-construccion/>
- Azamar, A. y Ponce, J.I. (2014). “Extractivismo y desarrollo: los recursos minerales en México”. *Problemas del Desarrollo*, 45(179), 137-158.
- Braudel, F. (1970). *La historia y las ciencias sociales*. España: Alianza Editorial, S.A.
- Contreras, A. (22 de marzo del 2019). “Bernal podría perder nombramiento mágico”. *El Financiero*. Recuperado de: <https://www.elfinanciero.com.mx/bajio/bernal-podria-perder-nombramiento-magico/>
- Cortesía Quadratin. (7 de enero del 2015). “Familia hace pintas en La Peña de Bernal; dejaría de ser Pueblo Mágico”. *Excelsior*. Recuperado de: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/01/07/1001363>
- Curivil, F. y Huinca, H. (2020). “Apropiación indebida y extractivismo cultural en Wallmapu”. *El Mostrador*. Recuperado de: <https://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/columnas/2020/04/22/apropiacion-indebida-y-extractivismo-cultural-en-wallmapu/>
- Enciso, A. (10 de febrero del 2016). “Hay en México 420 conflictos socioambientales: investigador”. *La Jornada*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2016/02/10/sociedad/038n1soc#>
- Fernández-Poncela, A.M. (2020). “Identidades, patrimonios y territorios: el caso de Malinalco según sus habitantes”. *Antrópica. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(11), 43-63.
- Flores, M. (18 de julio del 2019). “Llegan más de 3 mil visitantes a Bernal todos los días”. *Al Diálogo Querétaro*.
- Gobierno de México. *Registro Agrario Nacional*. Recuperado en 2022, de: <https://www.gob.mx/ran>
- Gobierno Federal. [s.f.]. “Estudio de la situación del agua desde el enfoque de género en el Estado de Querétaro”. Recuperado de: http://cedoc.inmujeres.gob.mx/ftpg/Qro/QRO_META_14_ESTUDIO_AGUA_2011.pdf
- Gudynas, E. (2015). *Extractivismos: ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la Naturaleza*. Bolivia: Centro de Documentación e Información Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2013). Página principal Inegi. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2018). Página principal Inegi. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2020). Página principal Inegi. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>
- Ingold, T. (2000). *The perception of environment. Essays on livelihood, dwelling and skill*. EE.UU./Canada: Routledge.
- Ingold, T. (2012). *Ambientes para la vida. Conversaciones sobre humanidad, conocimiento y antropología*. Uruguay: Ediciones Trilce/Universidad de la República/Udelar.
- La Sombra de Arteaga. (2011). “Descripción del ANP, Peña de Bernal”.
- López, F. y Eslava, M.M. (2011). *El mineral o la vida. La legislación minera en México*. México: COAPI.
- Maffi, L. (2007). “Biocultural diversity and sustainability”. En J. Pretty et al. (eds.), *The SAGE handbook of environment and society*. Doi: <https://dx.doi.org/10.4135/9781848607873>
- Márquez, M. (24 de mayo del 2021). “80% de negocios en Bernal operan en la clandestinidad”. *El Universal Que-*

LUZ DEL CARMEN MORALES MONTES DE OCA

- Querétaro. Recuperado de: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/municipios/80-de-negocios-en-bernal-ope-ran-en-la-clandestinidad>
- Mérida, R. [14 de octubre del 2021]. “Bernal, el pueblo donde desaparecen las cosas como por arte de ‘magia’”. *El Queretano Digital*. Recuperado de: <https://elqueretano.info/trafico/bernal-el-pueblo-donde-desaparecen-las-cosas-como-por-arte-de-magia/>
- Montes de Oca, L. [23 de enero del 2023]. “Piden Escaloneros de la Peña de Bernal atención al monolito”. *Noticias Querétaro*. Recuperado de: <https://noticiasdequeretaro.com.mx/2023/01/23/piden-escaloneros-de-la-pena-de-bernal-atencion-al-monolito/>
- Morin, E. [1995]. *Introducción al pensamiento complejo*. España: Gedisa.
- Ochoa, I.M. [22 de febrero del 2019]. “Turismo destructor en Peña de Bernal”. *Diario de Querétaro*. Recuperado de: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/turismo-destructor-en-pena-de-bernal-3092786.html>
- Ochoa, I.M. [23 de marzo del 2019]. “Casi 30 mil turistas visitaron Bernal en el Equinoccio”. *Diario de Querétaro*. Recuperado de: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/casi-30-mil-turistas-visitaron-bernal-en-el-equinoccio-3222367.html>
- Ochoa, I.M. [22 de febrero del 2019]. “Turismo destructor en Peña de Bernal”. *Diario de Querétaro*. Recuperado de: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/turismo-destructor-en-pena-de-bernal-3092786.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). [2010]. “Expediente Técnico. Lugares de memoria y tradiciones vivas de los otomí-chichimecas de Tolimán: la Peña de Bernal, guardiana de un territorio sagrado”.
- Osorio, K. [3 de julio del 2019]. “Hoteleros de Bernal inconformes por aumento en el costo de las licencias”. *Al Día-Logo Querétaro*. Recuperado de: <https://aldialogo.mx/queretaro/2019/07/03/hoteleros-de-bernal-inconformes-por-aumento-en-el-costo-de-las-licencias/>
- Plata, J.L. [2013]. “Mercado de tierras y propiedad social: una discusión actual”. *Anales de Antropología*, 47(2), 9-38.
- Ramírez, E. [13 de julio del 2022]. “Inician privatización del agua en Querétaro”. *Contralínea*. Recuperado de: <https://contralinea.com.mx/interno/semana/inician-privatizacion-del-agua-en-queretaro/>
- Rodríguez-Wallenius, C. [2015]. “Acciones comunitarias contra megaproyectos en México”. *GeoNordeste*, XXVI(1), 173-196.
- Secretaría de Gobernación. [2014]. “Programa especial de cambio climático, 2014 a 2018 [PECC]”. *Diario Oficial de la Federación*.
- Vázquez, A. y Morales, L. [2022]. “Patrimonio Inmaterial y extractivismo institucionalizado. La declaratoria del semidesierto queretano”. *Sociedad y Ambiente*, (25), 1-30. Doi: 10.31840/sya.vi25.2576
- White, M. y Epston, D. [1993]. *Medios narrativos para fines terapéuticos*. Argentina: Paidós.
- Zemelman, H. [1992]. *Los horizontes de la razón: uso crítico de la teoría*. España/México: Anthropos/El Colegio de México.



MÉTODOS Y APLICACIONES DE LA BIOSÍNTESIS DE NANOMATERIALES

METHODS AND APPLICATIONS OF THE BIOSYNTHESIS OF NANOMATERIALS

Juan Montoya Escutia*

Colegio de Estudios Científicos
y Tecnológicos del Estado de Guanajuato

Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Universidad Autónoma de Querétaro

Alejandro César Valdés Carrera
Universidad Nacional Autónoma de México

Juan Alfredo Hernández Guerrero
Universidad Autónoma de Querétaro

*montoyajuglares@hotmail.com

Resumen

Hoy en día, los nanomateriales son de suma importancia debido a sus diversas formas de aplicación en campos tanto industriales como de investigación. La relevancia de estos nanomateriales radica en las propiedades físicas, químicas y biológicas que presentan una oportunidad para posibles soluciones a problemas actuales. En este trabajo de revisión se expone un acercamiento a los tipos de nanomateriales, así como una breve descripción de la síntesis verde, síntesis por hongos, síntesis por plantas y síntesis por algas. Incluso, se abordan los factores que influyen en la biosíntesis de nanomateriales, como pH, temperatura, tiempo de reacción, concentración de precursores, cantidad de luz y agentes estabilizantes. Finalmente, se mencionan las aplicaciones de los nanomateriales en el ámbito agrícola como promotores del crecimiento vegetal y agentes de control biológico de enfermedades y plagas. Aunado a esto, la utilización de nanomateriales en la seguridad alimentaria se aplica en los procesos de envasado, con la capacidad de modificar la vida útil de los alimentos.

Palabras clave: nanomateriales, nanopartículas, síntesis verde, aplicaciones agrícolas.

Abstract

Nowadays, nanomaterials are of utmost importance due to its diverse forms of application in industrial and research fields. The relevance of these nanomaterials lies in the physical, chemical and biological properties that present an opportunity for possible solutions to current problems. In this review work, an approach to the types of nanomaterials is presented, as well as a brief description of green synthesis, synthesis by fungi, synthesis by plants and synthesis by algae. It even addresses the factors that influence the biosynthesis of nanomaterials, such as pH, temperature, reaction time, concentration of precursors, amount of light and stabilizing agents. Finally, the applications of nanomaterials in the agricultural field as a plant growth promoter and biological control agent for diseases and pests are mentioned. In addition to this, the use of nanomaterials in food safety is applied in packaging processes, with the ability to modify the shelf life of food.

Keywords: nanomaterials, nanoparticles, green synthesis, agricultural applications.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Introducción

En el campo de la ciencia, el prefijo nano- es utilizado cuando se hace referencia a estructuras que equivalen a la mil millonésima parte de algo. La nanotecnología podría definirse como una disciplina centrada en el estudio, síntesis, diseño, manipulación y aplicación de materiales y sistemas funcionales, mediante el control de la materia y las distintas propiedades que se experimentan trabajando en una escala nano (Gómez-Garzón, 2018).

Los nanomateriales (NMs) se pueden entender como un material con un tamaño de unos pocos nanómetros o más pequeño que unas pocas decenas de nanómetros. Es importante destacar que las propiedades físicas y químicas de los NMs dependen de su composición, forma y tamaño precisos, dando así como resultado que sus efectos sobre la salud y el medio ambiente también dependan de dichas características (Bhardwaj *et al.*, 2020).

Para la producción de NMs pueden utilizarse métodos químicos, físicos y biológicos; dichos métodos también se pueden clasificar como descendentes y ascendentes. Los descendentes (en inglés, *top-down*) implican una gran estructura que se divide en unidades de tamaño nanométrico, mientras que los ascendentes (en inglés, *bottom-up*) implican reacciones químicas que conducen a la agregación de átomos en compuestos para la formación de partículas (Rivas-Ramírez y Torres-Pacheco, 2021).

Una nueva propuesta de método de síntesis de NMs, de los conocidos como alternativos, es la síntesis verde o biosíntesis, que busca la utilización de sistemas biológicos, como extractos de microorganismos y plantas, con propiedades que presentan como agentes reductores. Gracias a ello, este método es visto como novedoso y contamina menos el ambiente comparado con otros que implican químicos que podrían ser perjudiciales al dejar en sus procesos residuos tóxicos para los seres vivos (Baig, Kammakakam y Falath, 2021).

La importancia de por qué se ha estado investigando sobre la fabricación de NMs es debido a sus propiedades únicas y las características que presentan, como el área superficial, el comportamiento magnético, los efectos

cuánticos, la alta conductividad térmica y eléctrica, las excelentes propiedades mecánicas y la actividad microbiana. Estas propiedades difieren en comportamiento cuando se comparan con el mismo material, pero en *bulk*.

Las nanopartículas (NPs) derivadas de una síntesis verde tienden a tener ciertas propiedades ópticas, físicas y químicas, como un alto rendimiento cuántico, una alta fotoestabilidad, una excelente biocompatibilidad y una adecuada capacidad de absorción de luz infrarroja cercana (NIR, por sus siglas en inglés). Por ello, se consideran de interés para su potencial aplicación en diversos productos químicos, la medicina, la catálisis y la industria alimentaria.

Este trabajo tiene como objetivo realizar una recopilación sobre la información más novedosa afín al tema de la obtención de NMs por síntesis verde utilizando extractos biológicos. Se hará hincapié en la síntesis verde y su característica de evitar la contaminación que generan otro tipo de métodos de síntesis.

Tipos de los nanomateriales

Los NMs se pueden separar en varios grupos según la dimensión, tipo, morfología u origen que presentan (Sanino, 2021). De acuerdo con su tipo, es posible clasificarlos en i) estructuras basadas en carbono, ii) estructuras de base inorgánica y iii) estructuras híbridas (Barhoum *et al.*, 2022; García-Ovando *et al.*, 2022).

Nanomateriales basados en carbono

Fullerenos

Los fullerenos (C₆₀) son moléculas de carbono esféricas formadas por átomos de carbono unidos por hibridación sp². La estructura esférica se compone de alrededor de 28 a 1,500 átomos de carbono, con diámetros que van desde 8,2 nm para capas simples hasta 4-36 nm para fullerenos multicapa. Los NMs compuestos de jaulas huecas globulares, como los alotrópicos, formas de carbono, se encuentran en los fullerenos. Debido a su conductividad eléctrica, alta resistencia, estructura, afinidad electrónica y adaptabilidad, han atraído el interés comercial

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

(Salem, Hammad, Mohamed y El-DougDoug, 2023; Singh, Yadav y Mishra, 2020).

Se han hecho investigaciones sobre heteroestructuras con comportamiento (foto)electrocatalítico sin precedentes que implica la combinación de fullerenos y nanohíbridos de baja dimensión (LD, por sus siglas en inglés). Actualmente se está ampliando el campo de los materiales energéticos. Las propiedades físicas y químicas de los fullerenos han ofrecido nuevas oportunidades para adaptar tanto las estructuras electrónicas como las actividades catalíticas de las estructuras nanohíbridadas (Puente *et al.*, 2021; Saleh, 2020).

Grafeno

El grafeno es un alótropo de carbono. En específico, es un hexágono plano bidimensional de redes en forma de panal compuestas por átomos de carbono. El espesor de una lámina de grafeno suele ser de aproximadamente 1 nm (Ijaz, Gilani, Nazir y Bukhari, 2020; Salem, Hammad, Mohamed y El-DougDoug, 2023).

Nanotubos de carbono

Los nanotubos de carbono (CNT, por sus siglas en inglés) se producen a partir de una nanolámina de grafeno con una estructura de panal de átomos en espirales huecas para formar nanotubos con diámetro de entre 0,7 nm para CNT de pared simple y 100 nm para CNT de pared múltiple, y longitudes que van desde unos pocos micrómetros hasta varios milímetros. Los extremos pueden ser huecos o pueden cerrarse con moléculas de medio fullereno. Estos tienen una estructura similar a una lámina de grafito que rueda sobre sí misma. Debido a que estas láminas pueden enrollarse, al hacerlo pueden tener una pared (nanotubos de carbono de pared simple; SWNT, por sus siglas en inglés) o dos o varias paredes (de pared múltiple; MWNT, por sus siglas en inglés). Se ha investigado el uso que se le puede dar a los CNT en fuentes fotovoltaicas, pudiendo tener importantes ramificaciones en el mercado comercial de paneles solares (Saleh, 2020; Singh, Yadav y Mishra, 2020; Wieland *et al.*, 2021).

Nanofibra de carbono

La nanofibra de carbono se produce de la misma manera que la de grafeno, la diferencia es que se enrolla en forma de cono en lugar de tubos cilíndricos regulares (Salem, Hammad, Mohamed y El-DougDoug, 2023; Singh, Yadav y Mishra, 2020). Este tipo de NMs son utilizados para los polímeros reforzados con fibra de carbono y son materiales livianos para aplicaciones de alto nivel (como en la aeronáutica o la industria automotriz) con el fin de reforzar posibles fracturas. Las propiedades de los materiales sin estas modificaciones son sobresalientes, pero incluso se pueden mejorar mediante la aplicación de resina polimérica modificada por este tipo de nanofibras y otros NMs (Ijaz, Gilani, Nazir y Bukhari, 2020; Rennhofer y Zanghellini, 2021; Saleh, 2020).

Nanomateriales de base inorgánica

Metales

Los NMs de base metálica se sintetizan a partir de metales hasta tamaños nanométricos utilizando procesos destructivos o constructivos. El aluminio, el cadmio, el cobalto, el cobre, el oro, el hierro, el plomo, la plata y el zinc son comúnmente utilizados como precursores para la síntesis de nanoestructuras metálicas (nanopartículas, nanoalambre y películas delgadas). Las NPs resultantes tienen distintas propiedades tales como tamaños que van desde 10 a 100 nm, y características de la superficie como el tamaño de los poros, una alta relación superficie-volumen, carga superficial, estructuras cristalinas, formas, color, reactividad y sensibilidad. Debido a la resonancia de plasmones de superficie confinada (SPR, por sus siglas en inglés), las NPs tienen características optoelectricas. Las NPs de metales nobles y alcalinos, como Cu, Au y Ag, exhiben una banda de absorción notable en el espectro electromagnético que da información sobre su forma y tamaño (Salem, Hammad, Mohamed y El-DougDoug, 2023; Saravanan *et al.*, 2021).

Óxidos metálicos y no metálicos

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Estos tipos de NMs pueden tener varias formas y tamaños, entre los que se incluyen los amorfos, policristalinos, densos, porosos y huecos. Estos NMs pueden ser importantes por sus aplicaciones, por ejemplo, en la catálisis, fotocatalisis, fotodegradación de tintes y aplicaciones de imágenes, debido a lo cual están atrayendo mucha atención de investigadores. Los materiales semiconductores tienen propiedades dadas entre los metales y los no metales, presentando una amplia gama de usos en la literatura. Son cruciales en fotocatalisis, foto óptica y dispositivos electrónicos [Salem, Hammad, Mohamed y El-Dougdoug, 2023; Saravanan *et al.*, 2021].

Nanomateriales híbridos

Polímeros

Suelen ser NPs de base orgánica y, por lo general, tienen forma nanoesférica o nanocapsular. Las primeras son partículas de matriz con una masa total sólida, mientras que las otras moléculas son adsorbidas en el borde exterior de la superficie esférica. En este último caso, la masa sólida es completamente encapsulado dentro de la partícula. Estos materiales son fáciles de hacer funcionar y, como resultado, tienen una amplia gama de usos. La nanotecnología de lípidos es un tema especializado relacionado con el diseño y fabricación de NMs híbridos para aplicaciones, como la administración y la liberación de fármacos [Park *et al.*, 2020; Salem, Hammad, Mohamed y El-Dougdoug, 2023].

Síntesis de nanomateriales

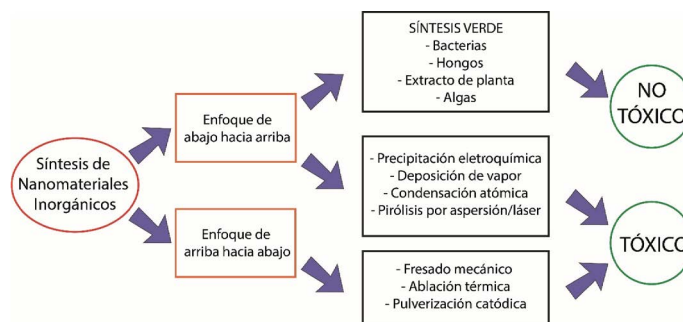
Síntesis verde

Muchos de los efectos adversos de los NMs obtenidos por métodos químicos y físicos han sido vinculados a la presencia de sustancias tóxicas que se absorben en su superficie. Por esta razón, se ha hecho un enfoque en la búsqueda de nuevas alternativas para síntesis de NMs que eviten efectos perjudiciales al entorno. Se ha considerado la síntesis biológica como una alternativa presumiblemente no tóxica y amigable con el medio ambiente, igualando e incluso sobrepasando las expectativas de los NMs sintetizados por los métodos tradicionales

[Barhoum *et al.*, 2022; Ijaz, Gilani, Nazir y Bukhari, 2020; Jadoun, Arif, Jangid y Meena, 2020]. La síntesis biogénica de NMs se puede llevar a cabo mediante el uso de organismos como hongos, algas, bacterias, plantas y sus metabolitos, que sirven como agentes reductores y estabilizadores [Saravanan *et al.*, 2021]. En la Figura 1 se muestran todos los diferentes enfoques que se pueden utilizar para sintetizar NMs.

Figura 1

Diferentes enfoques para la síntesis de nanopartículas de plata



Fuente: elaborada con base en el concepto de Bhardwaj *et al.*, 2020

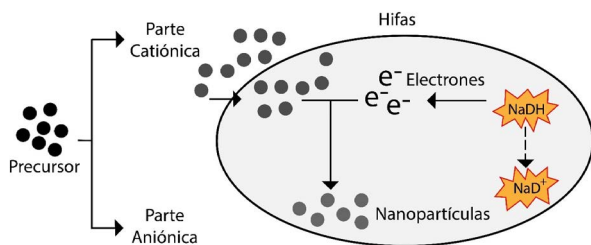
Método intracelular

Este método incluye la síntesis de NPs dentro de las células mediante el transporte de iones durante la exposición de las enzimas presentes. Los NMs formados por técnica intracelular tienen un tamaño más pequeño en comparación con los fabricados por el método extracelular; la nucleación de partículas dentro del organismo podría ser la causa detrás de la variación de tamaños. Esta técnica es más lenta en comparación con el método extracelular para sintetizar NPs metálicas. Este tipo de técnica de síntesis es adecuada para hacer películas compuestas. En la Figura 2 se observa un resumen de este método.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FERREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Figura 2

Método intracelular de síntesis de nanopartículas



Fuente: elaborada con base en el concepto de Bhardwaj *et al.*, 2020

Método extracelular

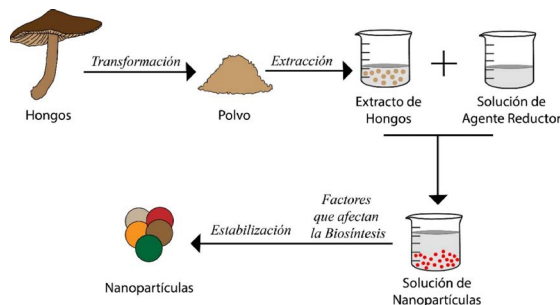
El método de síntesis extracelular, que es sencillo y rentable, implica el tratamiento de filtrado acuoso de biomoléculas con un precursor de metal, donde estos iones metálicos son adsorbidos en la superficie de las células. En esta técnica, el procesamiento posterior no es requerido, por lo que este enfoque es más eficaz en comparación con el intracelular y es más utilizado para la síntesis de NPs. Los metabolitos sintetizados por los organismos juegan un papel crucial en su supervivencia cuando se exponen a diversos tipos de estrés ambiental, como variaciones de temperatura, materiales tóxicos (por ejemplo, iones metálicos) y antagonistas. Además, este método de síntesis muestra la capacidad de inmovilización de metales iones en un portador adecuado. [Esquivel-Figueroa y Mas-Diego, 2021].

El mecanismo aceptado para la síntesis de NPs metálicas es la reducción enzimática vía enzima reductasa, dentro de la célula o en la membrana celular. Este mecanismo propone la síntesis de NPs mediada por organismos, es decir, la acción de quinonas transportadoras de electrones, nitrato reductasa, o por ambas cosas. Se observa en bacterias y hongos principalmente dos formas de enzimas: el nitrato reductasa y las reductasas dependientes de α -NADPH, las cuales son responsables de la síntesis de las NPs metálicas y nanopartículas de óxido de metal. Las NPs sintetizadas extracelularmente fueron estabilizadas por las enzimas y proteínas formadas por los organismos. Se ha observado que la proteína de alto peso molecular se asocia a la síntesis de NPs, como

la reductasa dependiente de NADH. También, los fitoquímicos que se encuentran en las plantas son importantes para la biorreducción de las NPs [Bhardwaj *et al.*, 2020]. En la Figura 3 se muestra una representación gráfica de los mecanismos para la síntesis por método extracelular.

Figura 3

Método extracelular de síntesis de nanopartículas



Fuente: elaborada con base en el concepto de Bhardwaj *et al.*, 2020

Síntesis verde con extractos de hongos

Los hongos pueden considerarse fábricas naturales para la biosíntesis de NPs, ya que pueden acumular metales intracelularmente y sintetizarlos extracelularmente por mecanismos biológicos y fisicoquímicos. Tienen numerosas ventajas respecto a otros organismos para sintetizar NPs, debido principalmente a su facilidad para ser aislados y cultivados, así como a que secretan numerosas enzimas extracelulares. Resulta más fácil la obtención de NPs de manera extracelular porque en la intracelular son necesarios métodos más complejos para aislarlas, a partir de la biomasa fúngica [Sannino, 2021].

Aunque se ha demostrado el uso de hongos para producir NPs metálicas de plata, oro y platino, la mayoría de los estudios dan un enfoque prioritario a la síntesis de las de plata, las cuales han presentado una amplia actividad antimicrobiana contra bacterias Gram negativas, Gram positivas y hongos patógenos de humanos y plantas, así como actividad citotóxica contra células cancerosas [Esquivel-Figueroa y Mas-Diego, 2021]. En la Tabla 1 se muestran algunas especies de hongos empleadas para la síntesis de NPs metálicas.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FERREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Tabla 1

Variedades de *Pleurotus* spp. y sus nanopartículas

Especie	Tipos de NPs sintetizadas y tamaño (nm)	Químicos utilizados	Tiempo de reacción (horas)	Agente reductor	Agente estabilizador	Temperatura específica [°C]	Morfología
<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	Ag, 6–10	AgNO ₃	24	Hongo extracto, nitrato	Hongo extracto	60	Esférico
<i>P. cornucopiae</i> (<i>citrinopileatus</i>)	Ag, 20–30	AgNO ₃	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	25	Esférico
<i>P. cystidiosus</i>	Ag, 2–100	AgNO ₃	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	25	ND
<i>P. cystidiosus</i>	Au, ND	HAuCl ₄	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	29	ND
<i>P. djamor</i>	Ag, 5–50	AgNO ₃	48, 24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	RT	Esférico
<i>P. djamor</i>	ZnO, 70–80	Zn(NO ₃) ₂ ·5H ₂ O	24	ND	ND	RT	Esférico
<i>P. djamor</i>	TiO ₂	TiCl ₄	20 min	Extracto acuoso	Extracto acuoso	RT	Esférico
<i>P. eryngii</i>	Ag, 18.45	AgNO ₃	5 días	Extracto acuoso	Extracto acuoso	RT	Esférico
<i>P. flabellatus</i>	Ag, 2–100	AgNO ₃	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	25	ND
<i>P. flabellatus</i>	Au, ND	HAuCl ₄	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	29	ND
<i>P. florida</i>	Ag, 20	AgNO ₃	Durante la noche; 72	Extracto acuoso	Extracto acuoso	RT	Esférico
<i>P. florida</i>	Au, 2–14	HAuCl ₄	1.5	Extracto acuoso, glucano	Glucano	70	Esférico
<i>P. florida</i>	Au, 20	HAuCl ₄	24	Extracto acuoso	AQUEOUS S extracto	RT	Esférico
<i>P. giganteus</i>	Ag, 5–25	AgNO ₃	3 días	Extracto acuoso	Extracto acuoso	37	Esférico
<i>P. ostreatus</i>	Ag, 4,28,50	AgNO ₃	24; 72; 1	Extracto acuoso; hongo caldo	Extracto acuoso	28; 75	Esférico
<i>P. ostreatus</i>	Au, 22.9	HAuCl ₄	24 h	Extracto acuoso	Extracto acuoso	29	Esférico

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

<i>P. ostreatus</i>	ZnS, 2-5	ZnCl ₂	Durante la noche	Hongo	Hongo extracto	70	Esférico con cristalino
<i>P. ostreatus</i>	Zn, 15	ZnS-N ₃	1	Extracto acuoso	Extracto acuoso	4	Uniforme
<i>P. platypus</i>	Ag, 0.56 µm	AgNO ₃	72	Extracto acuoso	Extracto acuoso	37	Esférico
<i>P. pulmonarius</i>	Ag, 2-100	AgNO ₃	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	25	ND
<i>P. pulmonarius</i>	Au, ND	HAuCl ₄	24	Extracto acuoso	Extracto acuoso	29	ND
<i>P. sajor-caju</i>	Ag, 5-50	AgNO ₃	48	Extracto acuoso	Extracto acuoso	25	Esférico
<i>P. sajor-caju</i>	Au, 16-18	HAuCl ₄ .3H ₂ O	Durante la noche	Extracto acuoso	Extracto acuoso	RT	Esférico
<i>P. tuber-regium</i>	Ag, 50	AgNO ₃	2	Extracto acuoso	Extracto acuoso	80	Esférico y cúbico

Fuente: Bhardwaj *et al.*, 2020

Síntesis verde con extractos de plantas

En algunas plantas conocidas por sus propiedades antioxidantes se encuentran presentes metabolitos como los compuestos fenólicos que contienen propiedades reductoras; entre los más importantes están el ácido gálico, benzoico y cafeico. También se han obtenido nanopartículas de oro y plata a una temperatura ambiente utilizando ácido gálico como agente reductor, el cual se encuentra en algunos vegetales [Esquivel-Figueroa y Mas-Diego, 2021].

La primera ocasión que se reportó la obtención de nanopartículas a partir de plantas vivas fue en una publicación en 2002 donde se hace referencia a la formación de NPs de oro de 2 a 20 nm dentro de plantas de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Después, se llegó a la conclusión de que también se formaban NPs de plata con la exposición a un medio rico en iones de plata [Esquivel-Figueroa y Mas-Diego, 2021].

De las plantas es posible obtener extractos que contengan un alto poder antioxidante para el uso en síntesis verde de NMs. La reducción inicial de iones metálicos provoca una formación de centros de nucleación. Estos centros secuestran iones metálicos adicionales y también agregan lugares vecinos de nucleación para dar formación a los NMs. Y como estos NMs están asociados a restos orgánicos de los extractos de plantas, se consigue estabilizar esos NMs de tamaño nanométrico e impedir que se agreguen más y crezcan a un tamaño mayor al rango nanométrico. En ocasiones es necesario adicionar agentes estabilizantes para evitar la aglomeración de los NMs obtenidos [Esquivel-Figueroa y Mas-Diego, 2021]. En la Tabla 2 se encuentran algunos ejemplos de extractos de plantas utilizados para la síntesis verde de NMs inorgánicos.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Tabla 2

Extractos de plantas utilizados para generar nanopartículas

Año	Tipo de nanopartícula	Planta origen	Tamaño	Morfología	Aplicación
2020	Au	<i>Gelidium pusillum</i>	12±4.2	Esférica	Actividad anticáncer
2020	Au	<i>Hibiscus sabdarifa</i>	15–45	Esférica	Contra leucemia mieloide aguda
2020	Au	<i>Pimenta dioica</i>	13±4	Esférica	Actividad anticáncer
2020	Au	<i>Croton sparsiflorus</i>	16.6–17	Esférica	Protección UV, antibacteriano y agentes anticancerígenos
2020	Au	<i>Desmodium gangeticum</i>	16±4	Esférica	Antioxidante
2020	Au	<i>Litsea cubeba</i>	8–18	Esférica	Reducción catalítica de 4-nitrofenol
2020	Ag	<i>Dionaea muscipula</i>	5–10	Cuasi-esférica	Antioxidante
2020	Ag	<i>Elaeagnus umbellata</i>	40	Esférica	Antimicrobiano
2020	Ag	<i>Reishi Mushroom</i>	15–22	Esférica	Antifúngico
2020	Ag	<i>Cestrum nocturnum</i>	20	Esférica	Antioxidante y antibacteriano
2020	Ag	<i>Malus domestica</i>	16	-	Antimicrobiano
2020	Ag	<i>Nauclea latifolia</i>	12	Irregular	Antimicrobiano y antioxidante
2020	Cu	<i>Orobancha aegyptiaca</i>	<50	Esférica	Actividad nematocida
2020	Cu	<i>Walnut shells</i>	15–22	-	Antibacteriano, antioxidante y anticancerígeno
2020	Cu	<i>Anacardium occidentale</i>	<20	Esférica irregular	Eliminación eficiente de uranio
2020	Cu	<i>Hagenia abyssinica</i>	34.76	Esférica, hexagonal, triangular, cilíndrica	Antimicrobiano
2020	Pd	<i>Cotton boll peels</i>	9.44	Esférica	Actividad catalítica contra colorantes azo tóxicos
2020	Pd	<i>Syzygium aqueum</i>	5–20	Irregular	Catálisis en el acoplamiento de reacción
2020	Pd	<i>Rosmarinus officinalis</i>	15–90	Semi-esférica	Actividades catalíticas, antibacterianas y antifúngicas de Mizoroki-Heck
2020	Pt	<i>Nigella sativa L.</i>	1–6	Esférica	Agente antimicrobiano y anticancerígeno
2020	Pt	<i>Prosopis farcta fruits</i>	3.5	Irregular	-
2020	Pt	<i>Phoenix dactylifera L.</i>	2.3–3	Esférica	Efectos tóxicos y protectores sobre la hepatotoxicidad inducida por CCl4 en ratas Wistar
2020	Pt	<i>Tragia involucrata</i>	10	Esférica	Aplicaciones biomédicas y farmacéuticas
2020	ZnO	<i>Prosopis juliflora</i>	31.80–32.39	Irregular	Aplicaciones biomédicas y farmacéuticas
2020	ZnO	<i>Acalypha fruticosa</i>	50	Esférica, hexagonal	Antimicrobiano

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

2020	ZnO	<i>Calotropis gigantea</i>	31	Hexagonal y piramidal	Detección de nitrito, fotocatalítica y antibacteriana
2020	ZnO	<i>Urtica dioica</i>	20–22	Esférica	Antidiabético
2020	TiO ₂	<i>Lemon peel extract</i>	80–140	Esférica	Actividad fotocatalítica
2020	TiO ₂	<i>Mentha arvensis</i>	20–70	Esférica	Antimicrobiano
2020	TiO ₂	<i>Alcea and Thyme extract</i>	10	Poliedro e irregular	Actividad fotocatalítica
2020	TiO ₂	<i>Syzygium cumini</i>	11	Esférica	Eliminación fotocatalítica de plomo
2020	TiO ₂	<i>Ledebouria revoluta</i>	47	Tetragonal	Actividad histopatológica, larvicida, antibacteriana y anticancerígena

Fuente: Jadoun, Arif, Jangid y Meena, 2020

Síntesis verde con extracto de algas marinas

Actualmente es común el uso de algas para la biosíntesis de NMs. El uso de algas se debe principalmente a su alta capacidad para absorber metales y reducir iones metálicos, sus costos de producción relativamente bajos y, en particular, su capacidad para producir NMs a gran escala. Otra característica interesante para resaltar es la tolerancia que presentan a condiciones atmosféricas adversas, la cual es más eficaz que en otros microorganismos. Tanto la biomasa seca viva como la biomasa muerta de algas se pueden utilizar para la biosíntesis de NMs; se las conoce como bionanofábricas. Otra ventaja añadida del uso de algas es el tiempo necesario para la síntesis, ya que requiere menos tiempo en comparación con otros microbios. Los NMs sintetizados por algas contienen grupos superficiales hidrofílicos como sulfato, carboxilo e hidroxilo, lo que les otorga una potencial aplicabilidad única. Los NMs sintetizados se pueden utilizar en tratamientos médicos, ya que las algas por sí mismas no fabrican ninguna sustancia tóxica o dañina (Chugh, Viswamalya y Das, 2021). En la Tabla 3 se muestran algunos ejemplos de algas que se han utilizado para la síntesis de nanopartículas, y el tamaño promedio de las NPs obtenidas.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Tabla 3

Propiedades de las nanopartículas de plata sintetizadas utilizando varias clases de algas potenciales

Algas	Especie	Tipo de nanopartícula	Síntesis	Tamaño (nm)	Forma	Temperatura
Cianobacterias	<i>Microcoleus</i>	Ag	Extracelular	44–79	Esférica	RT
	<i>Phormidium willei</i>	Ag	Extracelular	100–200	Esférica	25
	<i>Plectonema boryanum</i>	Ag	Intracelular y extracelular	1–15, 1–40, 5–200	Esférica y octaédrica	25, 60, 100 °C
	<i>Espirulina platensis</i>	Ag	Extracelular	~12	Esférica	25
Microalgas	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Ag	Intracelular y extracelular	5–15 (in vitro), 5–35 (in vivo)	Redondo/rectangular	RT
	<i>Chlorella vulgaris</i>	Ag	Intracelular	~10	Esférico	28
	<i>Nannochloropsis ocula</i>	Ag	Intracelular	~19	Esférico	28
Macroalgas	<i>Caulerpa racemosa</i>	Ag	Extracelular	5–25	Esférico/triangular	RT
	<i>Codium Capitatum</i>	Ag	-	~30		RT
	<i>Ulva fasciata</i>	Ag	Extracelular	28–41	Esférico	RT
	<i>Padina Gymnospor</i>	Ag	-	25–40	Esférico	30
	<i>Padina pavonica</i>	Ag	Extracelular	45–64	Esférico	-
	<i>Gelidiella acerosa</i>	Ag	-	22	Esférico	RT
	<i>Gracilaria dura</i>	Ag	-	6	Esférico	25, 60 y 100
	<i>Hipnea musciforme</i>	Ag	-	40–65	Esférico	RT

Fuente: Chugh, Viswamalya y Das, 2021

Factores que afectan la biosíntesis

Es posible usar cultivos de algas, hongos y plantas de manera muy eficiente para la síntesis de nanopartículas, pero para cada uno de los procesos se deben mantener ciertas condiciones de manera adecuada, como factores físicos, químicos y ambientales que afectan la biosíntesis de las nanopartículas. Algunos de los factores importantes son la concentración de extracto o biomasa, el pH,

el tiempo de incubación, la iluminación, la concentración de precursores y la temperatura [Chugh, Viswamalya y Das, 2021]; en la Tabla 4 se ejemplifican.

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

Tabla 4

Factores que influyen en la síntesis de nanomateriales

Factor	Efecto
Concentración del extracto	La concentración de biomasa/extracto está directamente relacionada con el rendimiento de NPs. Además, el tamaño y la estructura de las NPs también están significativamente influenciados por la concentración del sustrato.
pH	El tamaño y la morfología de las NPs sintetizadas biológicamente pueden verse muy influenciados por el cambio de pH. Esto se debe a que la carga eléctrica de la biomasa y los agentes de protección se alteran fuertemente en diferentes condiciones de pH, lo que provoca una alteración en su capacidad para unir y reducir los iones metálicos.
Temperatura	La velocidad de reacción y producción de NPs aumenta con el incremento de la temperatura. No solo aumenta la velocidad de la reacción, sino que también puede ayudar a que haya una mayor producción de NPs y a regular su tamaño.
Tiempo de incubación/ tiempo de reacción	Con un aumento en el tiempo de reacción, aumenta el número de NPs, pero solo durante un tiempo determinado. Después de eso, podría crearse una aglomeración de NPs debido a su inestabilidad. Sin embargo, si las NPs sintetizadas son estables, no habrá efecto de aumentar el tiempo sobre ellas. El efecto del tiempo de incubación también depende del organismo que se esté utilizando para la síntesis. El tiempo de exposición también puede influir en el tamaño de las NPs.
Concentración de precursores	La concentración de precursores no solo influye en el rendimiento, sino que también afecta la morfología de las NPs sintetizadas. También se ha observado que la concentración del precursor afecta directamente el número de NPs sintetizadas, es decir, a mayor concentración, mayor rendimiento.
Iluminación	La iluminación es un factor físico crítico que puede afectar la síntesis de NPs. Estudios han indicado claramente que no se trata solo de iluminación; hay longitudes de onda particulares que ayudan en la síntesis de NPs por diferentes métodos.
Agente estabilizante	Los agentes estabilizantes generalmente utilizados son polímeros y tensioactivos iónicos y no iónicos. Se pueden utilizar diferentes agentes estabilizantes para obtener la forma y el tamaño deseados de las nanopartículas. Algunos agentes estabilizantes tienen funciones duales en la reducción y protección de las NPs.

Fuente: Chugh, Viswamalya y Das, 2021

Aplicación de nanomateriales en la agricultura y seguridad alimentaria

Las aplicaciones de NMs inorgánicos han sido de mucho interés en el desarrollo sostenible de la agricultura y la seguridad alimentaria. Se han empleado diferentes recursos biológicos para reemplazar productos químicos nocivos con el fin de reducir las sales metálicas y estabilizar los NMs; es decir, los métodos verdes para la síntesis han prestado atención a los avances nanobiotecnológicos. Debido a los nuevos dominios, los NMs biosintetizados podrían ser útiles en las diferentes áreas de la agricultura, como la promoción del crecimiento de las plantas, el control de las enfermedades de las plantas y

el control de insectos/plagas, siendo agente fungicida, en la seguridad alimentaria para el envasado de alimentos, para aumentar la vida útil y para protegerlos del deterioro, entre otros propósitos (Shende *et al.*, 2022).

Conclusiones

Los NMs obtenidos a partir de plantas, hongos y microorganismos son una propuesta novedosa y que genera una menor contaminación en comparación con otro tipo de síntesis. La variedad de los métodos de obtención da como producto NPs con aplicaciones específicas importantes como la protección UV, agentes antibacterianos, agentes anticancerígenos y agentes antifúngicos, posi-

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

bles aplicaciones en biomedicina, farmacéutica y la industria alimentaria (empacado), así como en la producción agrícola, y sus propiedades dan posibilidad para muchas otras aplicaciones. La utilización de NMs en la agricultura es una herramienta novedosa que puede contribuir en la calidad de la producción de alimentos. Aunado a lo anterior, los NMs verdes incrementan la producción en diversos cultivos e influyen positivamente en aspectos como el desarrollo, la germinación y la producción de metabolitos secundarios en dichas plantas. Cabe resaltar que, dependiendo de la especie de planta, hongo o alga utilizada, éstas generarán NMs con diferentes características que tendrán aplicaciones específicas.

Referencias bibliográficas

- Baig, N., Kammakam, I. y Falath, W. [2021]. "Nanomaterials: a review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges". *Materials Advances*, 2(6), 1821-1871. Doi: <https://doi.org/10.1039/D0MA00807A>
- Barhoum, A. García-Betancourt, M.L., Jeevanandam, J., Husien, E.A., Mekkaawy, S.A., Mostafa, M., Omran, M.M., Abdalla, M.S. y Bechelany, M. [2022]. "Review on natural, incidental, bioinspired, and engineered nanomaterials: history, definitions, classifications, synthesis, properties, market, toxicities, risks, and regulations". *Nanomaterials*, 12(2). Doi: <https://doi.org/10.3390/nano12020177>
- Bhardwaj, K., Sharma, A., Tejwan, N., Bhardwaj, S., Bhardwaj, P., Nepovimova, E., Shami, A., Kalia, A., Kumar, A., Abd-El salam, K. y Kuca, K. [2020]. "Pleurotus macrofungi-assisted nanoparticle synthesis and its potential applications: a review". *Journal of Fungi*, 6(4). Doi: <https://doi.org/10.3390/jof6040351>
- Chugh, D., Viswamalya, V.S. y Das, B. [2021]. "Green synthesis of silver nanoparticles with algae and the importance of capping agents in the process". *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1), 126. Doi: <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00228-w>
- Esquivel-Figueroa, R. de la C. y Mas-Diego, S.M. [2021]. "Síntesis biológica de nanopartículas de plata: Revisión del uso potencial de la especie *Trichoderma*". *Revista Cubana de Química*, 33(2), 23-45.
- García-Ovando, A.E., Ramírez, J.E., Esquivel, E.U., Cervantes, J.A. y Esquivel, K. [2022]. "Biosynthesized nanoparticles and implications by their use in crops: Effects over physiology, action mechanisms, plant stress responses and toxicity". *Plant Stress*, 6. Doi: 100109. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2022.100109>
- Gómez-Garzón, M. [2018]. "Nanomateriales, nanopartículas y síntesis verde". *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 27(2). Doi: <https://doi.org/10.31260/RepertMedCir.v27.n2.2018.191>
- Ijaz, I., Gilani, E., Nazir, A. y Bukhari, A. [2020]. "Detail review on chemical, physical and green synthesis, classification, characterizations and applications of nanoparticles". *Green Chemistry Letters and Reviews*, 13(3), 223-245. Doi: <https://doi.org/10.1080/17518253.2020.1802517>
- Jadoun, S., Arif, R., Jangid, N.K. y Meena, R.K. [2020]. "Green synthesis of nanoparticles using plant extracts: a review". *Environmental Chemistry Letters*, 19(1), 355-374. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01074-x>
- Park, W., Shin, H., Choi, W.-K., Na, K. y Keun Han, D [2020]. "Advanced hybrid nanomaterials for biomedical applications". *Progress in Materials Science*, 114. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100686>
- Puente, A.R., Fernandez-Delgado, O., Gomez, A., Ahsan, M.A. y Echegoyen, L. [2021]. "Fullerenes as key components for low-dimensional (photo)electrocatalytic nanohybrid materials". *Angewandte Chemie (International Edition)*, 60(1), 122-141. Doi: <https://doi.org/10.1002/anie.202009449>
- Rennhofer, H. y Zanghellini, B. [2021]. "Dispersion state and damage of carbon nanotubes and carbon nanofibers by ultrasonic dispersion: a review". *Nanomaterials*, 11(6). Doi: <https://doi.org/10.3390/nano11061469>
- Rivas-Ramírez, L.K. y Torres-Pacheco, I. [2021]. "Nanopartículas: nuevas aliadas de la agricultura". *Digital Ciencia@UAQRO*, 14(2), 19-27.
- Saleh, T.A. [2020]. "Nanomaterials: classification, properties, and environmental toxicities". *Environmental Technology & Innovation*, 20. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101067>
- Salem, S.S., Hammad, E.N., Mohamed, A.A. y El-Dougdoug, W. [2023]. "A comprehensive review of nanomaterials:

KEVIN EDUARDO GARCÍA MIRANDA, ANA ANGÉLICA FEREGRINO PÉREZ,
KAREN ESQUIVEL ESCALANTE, CRISTIAN JOSUÉ MENDOZA MENESES

- types, synthesis, characterization, and applications”. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(1).
- Sannino, D. (2021). “Types and classification of nanomaterials”. En M.B. Tahir, M. Rafique y M. Sagir (eds.), *Nanotechnology: Trends and Future Applications* (pp. 15–38). Springer. Doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-9437-3_2
- Saravanan, A., Kumar, P.S., Karishma, S., Vo, D.-V. N., Jeevanantham, S., Yaashikaa, P.R. y George, C.S. (2021). “A review on biosynthesis of metal nanoparticles and its environmental applications”. *Chemosphere*, 264. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128580>
- Shende, S., Rajput, V.D., Gade, A., Minkina, T., Fedorov, Y., Sushkova, S., Mandzhieva, S., Burachevskaya, M. y Boldyreva, V. (2022). “Metal-based green synthesized nanoparticles: boon for sustainable agriculture and food security”. *IEEE Transactions on NanoBioscience*, 21(1), 44–54. Doi: <https://doi.org/10.1109/TNB.2021.3089773>
- Singh, V., Yadav, P. y Mishra, V. (2020). “Recent advances on classification, properties, synthesis, and characterization of nanomaterials”. En *Green synthesis of nanomaterials for bioenergy applications* (pp. 83–97). John Wiley & Sons, Ltd. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119576785.ch3>
- Wieland, L., Li, H., Rust, C., Chen, J. y Flavel, B.S. (2021). “Carbon nanotubes for photovoltaics: from lab to industry”. *Advanced Energy Materials*, 11(3). Doi: <https://doi.org/10.1002/aenm.202002880>



USO POTENCIAL DE FLORES ENDÉMICAS MEXICANAS COMO FUENTE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS

POTENTIAL USE OF ENDEMIC MEXICAN FLOWERS AS A SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS

Cristian Josué Mendoza Meneses

Universidad Autónoma de Querétaro

Isis Lizette Figueroa Mazón

Universidad Autónoma de Guerrero

Ana Angélica Feregrino Pérez*

Universidad Autónoma de Querétaro

*feregrino.angge@hotmail.com

Resumen

Las flores comestibles son objeto de investigaciones para obtener fuentes de compuestos bioactivos que ayuden a prevenir y controlar distintas enfermedades. Recientes trabajos sugieren implementar el consumo de flores en la dieta para beneficiar la salud; algunos posibles efectos del consumo de flores se presentan por la actividad de compuestos antioxidantes, antimicrobianos, anticancerígenos e hipoglucemiantes. De tal forma, esta investigación se centra en el consumo de esta parte de la planta por sus implicaciones medicinales y aportaciones nutricionales.

Palabras clave: flores, efecto sobre la salud, compuestos benéficos.

Abstract

Edible flowers are the subject of research to obtain sources of bioactive compounds that help prevent and control various diseases. Recent works suggest implementing the consumption of flowers in the diet to obtain health benefits; some possible effects of flower consumption are presented by the activity of antioxidant, antimicrobial, anticancer and hypoglycemic compounds. Thus, this research focuses on the consumption of this

part of the plant for its medicinal implications and nutritional contributions.

Keywords: *flowers, effect on health, beneficial compounds.*

Introducción

Las flores han sido utilizadas por la humanidad desde la antigüedad con fines medicinales, ornamentales, e incluso como parte de la dieta. Son un recurso natural con diferentes fitocompuestos con posibles beneficios a la salud; su importante contenido de compuestos bioactivos permite que esta parte de la planta sea objeto de estudio en implicaciones medicinales (Pires *et al.*, 2019). Algunas propiedades atribuidas a las flores son farmacológicas, ansiolíticas, anticancerígenas, antidiabéticas, antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Skrajda *et al.*, 2020). Por lo tanto, el consumo de flores con compuestos bioactivos puede ayudar a prevenir y controlar diferentes tipos de enfermedades (Takahashi *et al.*, 2020).

Solo una fracción de flores son consideradas aptas para el consumo humano; entre las características para esta categorización se consideran las flores que por cantidad y dosis no representen un daño tóxico tras su con-

sumo, además de que se obtengan de una manera inocua con buenas prácticas de campo para disminuir el riesgo al daño a la salud por plagas y enfermedades. Las flores comestibles, que se pueden clasificar en flores de fruta, de vegetales y medicinales [Zhao *et al.*, 2019], también deben considerarse como fuente de compuestos con valores nutricionales [Pires *et al.*, 2019]. En este sentido, son empleadas como ingrediente fresco, bajo cocción o seco, para infusiones. En la gastronomía, las flores se emplean con diferentes propósitos, el uso más elemental es como decorativo en los platillos; sin embargo, la adición de las flores cambia el perfil de aroma, sabor y contenido nutrimental en las preparaciones [Takahashi *et al.*, 2020].

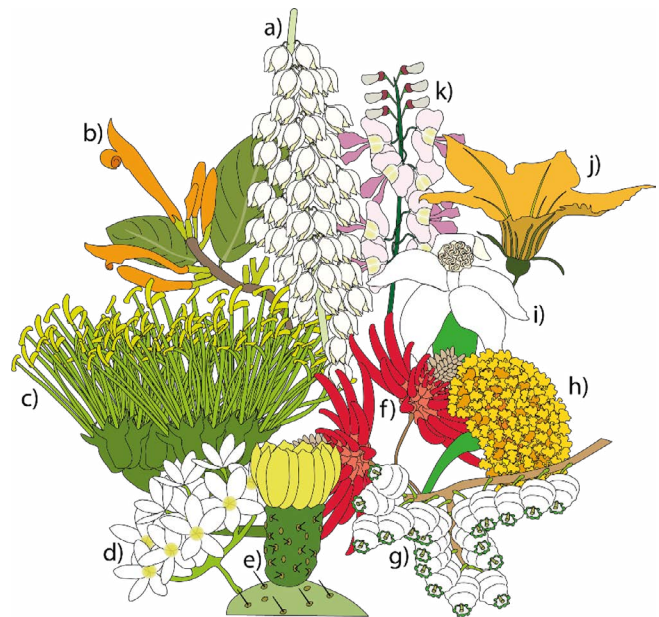
Existen más de 180 especies de flores comestibles identificadas a nivel mundial, de las cuales en México se encuentran alrededor de 100, tanto endémicas como adaptadas a la gastronomía tradicional [Mulík y Ozuna, 2020; Skrajda *et al.*, 2020]. Algunas de las especies endémicas más importantes son: quiotes o gualumbos [*Agave salmiana*], flor de madroño [*Arbutus xalapensis*], flor de calabaza [*Cucurbita pepo* L.], colorín [*Erythrina americana*], cempasúchil [*Tagetes erecta* L.], flor de izote [*Yucca filifera*], garambullo [*Myrtillocactus geometrizans*] [Fernandes *et al.*, 2017], flor de nopal [*Opuntia ficus-indica* L.], cacalósúchil [*Plumeria rubra* L.], cacahuaxochitl [*Quararibea funebris*], dalia [*Dahlia spp.*], nochebuena [*Euphorbia pulcherrima*] [Mulík y Ozuna, 2020], flor de ayocote [*Phaseolus coccineus* L.], tepejilote [*Chamaedorea tepejilote*], guaje [*Leucaena leucocephala*], flor de gallito [*Diphysa americana*] [Mateos-Maces *et al.*, 2020], flor de tetecho [*Neobuxbaumia tetetzo*] [Mejía-Sánchez *et al.*, 2019], flor de cactus [*Echinocactus grusonii*] [Nuzhyna *et al.*, 2018], cacahuayanche [*Gliricidia sepium*], muicle [*Justicia spicigera*] y flor de manita [*Chiranthodendron pentadactylon* L.] [Ramírez-Moreno *et al.*, 2017].

El objetivo de esta investigación fue exponer las flores comestibles mexicanas con potencial beneficio para la salud a través de la ingesta en la dieta. Estas flores

presentan una fuente importante de compuestos bioactivos que ayudan a controlar diferentes aspectos sobre la nutrición humana en general. En la Figura 1 se muestran algunas de las flores comestibles mexicanas de mayor relevancia en la gastronomía tradicional.

Figura 1

Flores comestibles mexicanas de relevancia cultural



a) *Yucca filifera*, b) *Justicia spicigera*, c) *Agave salmiana*, d) *Plumeria rubra*, e) *Opuntia ficus-indica*, f) *Erythrina americana*, g) *Arbutus xalapensis*, h) *Tagetes erecta* L., i) *Quararibea funebris*, j) *Cucurbita pepo* y k) *Gliricidia sepium*

Fuente: elaboración propia

Búsqueda de información

La técnica se fundamenta en el sistema de seis fases para la búsqueda de información enfocado para estudiantes, docentes y personal de investigación. Las fases se alinean a la idea de tener un acercamiento inicial al tema, plantear una pregunta de investigación, construir una estrategia de búsqueda, elegir las fuentes de información, refinar la búsqueda y administrar la información [Moncada-Hernández, 2014].

Composición nutrimental

Las flores están conformadas principalmente por cáliz, corola, carpelo y estambres. Culturalmente existe una diferencia entre consumir una parte específica de la flor o el producto en su totalidad (Zhang *et al.*, 2023). El polen, el néctar y los pétalos son las principales partes nutrimentales de las flores. Cada parte contiene una composición específica que en conjunto brinda una fuente rica en compuestos nutrimentales (Skrajda *et al.*, 2020). El principal componente de las flores es agua, presente en un 70 a 90% según el tipo de flor (Gonçalves *et al.*, 2020). La calidad nutrimental de las flores se comprende en su mayoría de carbohidratos, proteínas y lípidos; en menor medida se encuentran vitaminas y minerales (Benvenuti y Mazzoncini, 2021; Marchioni *et al.*, 2021; Navarro-González *et al.*, 2014; Pires *et al.*, 2017).

Actividad antioxidante

Durante los procesos metabólicos endógenos se generan especies reactivas de oxígeno (ROS) y radicales libres, mismos que en exceso pueden dañar el ADN, las proteínas, los lípidos y otras moléculas biológicas, contribuyendo a la patogenia de enfermedades como cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, cánceres, diabetes mellitus, Alzheimer y enfermedades neurodegenerativas (Chensom *et al.*, 2019). Sin embargo, los compuestos fenólicos poseen propiedades protectoras frente a los problemas de salud antes mencionados (Skrajda, 2017).

Las flores comestibles con compuestos benéficos para la salud se han estudiado como cura alternativa en enfermedades no transmisibles. Los compuestos con actividad antioxidante, los cuales están asociados a la prevención y control de padecimientos relacionados con el estrés oxidativo, lo manejan mediante la eliminación de radicales libres, inhibición de enzimas oxidativas, quelación de iones metálicos y como cofactores de enzimas antioxidantes (Lakshan *et al.*, 2019).

Dentro de los compuestos fenólicos en las flores, principalmente responsables de su capacidad antioxidante, se encuentran los flavonoides, ácidos fenólicos,

antocianinas y alcaloides (Fernandes *et al.*, 2017). Estos compuestos forman parte del grupo más grande de metabolitos secundarios de las plantas y tienen la función de protegerlas contra la radiación ultravioleta o la invasión de patógenos. Se dividen en ácidos fenólicos (ácido hidroxibenzoico e hidroxicinámico), flavonoides (flavonas, flavonoles y flavanonas), antocianinas, estilbenos y lignanos (Sova y Saso, 2020).

Los ácidos fenólicos y flavonoides son las principales sustancias bioactivas que contribuyen a la capacidad antioxidante y los beneficios de las flores comestibles (Zheng *et al.*, 2019). Por otro lado, las antocianinas (cianidina, delphinidina y pelargonidina) son compuestos que se encuentran por lo general en flores rojas, rosas o moradas (Fernandes *et al.*, 2017), y su consumo disminuye el riesgo de diferentes enfermedades debido a su actividad antioxidante (Chensom *et al.*, 2020).

Los isoprenoides son otro grupo de metabolitos secundarios; incluye triterpenos, carotenoides y clorofilas. Los triterpenos se destacan por sus propiedades antivirales, antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y citoprotectoras. Por otro lado, la principal propiedad de los carotenoides es su actividad provitamínica, además de que con su consumo se reduce la presión arterial, se estimula la peristalsis intestinal y se previene la anemia. Finalmente, las clorofilas poseen propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y antioxidantes (Nowicka y Wojdyło, 2019).

Pinedo-Espinoza *et al.* (2020) analizaron los compuestos antioxidantes en *A. salmiana*, *E. americana* y *M. geometrizzans*, encontrando el mayor contenido de carotenoides rojos en la segunda. Esto está conexo al color amarillo, naranja o rojo de algunas flores relacionado al contenido de carotenoides. En otro estudio se mencionó que el proceso de secado influye sobre la capacidad antioxidante y se demostró que el método de secado por convección tiene potencial para retener la actividad antioxidante de las flores maduras y jóvenes de *E. americana* (Bernardino-Nicanor *et al.*, 2016).

La actividad antioxidante de *T. erecta* se debe a su contenido de flavonoles como laricitrina; sin embargo,

los pétalos amarillos y naranjas mostraron propiedades antioxidantes *in vitro* (Moliner *et al.*, 2018). Otras flores comestibles, como *J. spicigera*, son usadas de manera frecuente en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento del estrés. Awad *et al.* (2015) demostraron que las ratas inducidas con tetracloruro de carbono para tener problemas hepáticos que fueron sometidas a un tratamiento con una parte específica de *J. spicigera* mejoraron sobre los índices de la función del hígado y de los marcadores de estrés oxidativo, con lo cual se confirmó la acción antioxidante de la parte aérea de dicha planta, con antioxidantes útiles en la protección del hígado.

Actividad antimicrobiana

Los compuestos fenólicos también se destacan por sus propiedades antimicrobianas, las cuales se basan en su comportamiento como microbicidas o microbiostáticos frente a bacterias, virus u hongos. Debido a esta propiedad, recientes investigaciones al respecto se han enfocado en el desarrollo de innovadoras terapias antivirales y en el reemplazo de conservadores artificiales por algunos de origen vegetal. Esta capacidad antimicrobiana permite modificar la estructura y el metabolismo de los patógenos (Takahashi *et al.*, 2020).

Algunas flores han mostrado actividad antimicrobiana como microbicida frente a patógenos Gram positivos y Gram negativos, así como microbiostático al inhibir el crecimiento de *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella flexneri*, *Salmonella Typhi*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, y algunas cepas de levaduras como *Candida albicans* y *Candida parapsilosis* (Fernandes *et al.*, 2017).

Efecto antibacteriano

Respecto a su propiedad antibacterial, los taninos y flavonoides son capaces de inactivar proteínas de membrana y de transporte debido a la formación de enlaces de hidrógeno entre el compuesto fenólico y la membrana de la bacteria. Por su parte, los ácidos fenólicos y tani-

nos impiden que las bacterias se adhieran a la mucosa, alterando el proceso infeccioso y provocando la alteración de su membrana e incluso su lisis. Además, los taninos y flavonoides son capaces de inhibir el metabolismo energético de las bacterias a partir de la inhibición de la fosforilación oxidativa o la producción de trifosfato de adenosina (ATP), lo que resulta en muerte celular (Laganà *et al.*, 2019).

Los flavonoides muestran actividades antibacterianas contra bacterias Gram negativas y Gram positivas resistentes a múltiples fármacos (incluidas *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. aureus*). Diferentes estudios han evaluado los efectos inhibitorios de los extractos vegetales ricos en flavonoides contra algunas bacterias patógenas. El mecanismo de acción más efectivo es el de las flavonas, las cuales forman un complejo con los componentes de la pared celular y, en consecuencia, inhiben otras adherencias y el crecimiento microbiano (Farhadi *et al.*, 2019).

Los tipos de metabolitos secundarios encontrados en extractos de flores de *T. erecta* muestran el potencial de esta planta en la medicina, lo cual se debe a la presencia de diferentes compuestos como agentes con función biológica. Dentro de estos efectos, la aplicación como bactericida presentó actividad sobre las bacterias *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae* y *Staphylococcus epidermidis* (Camacho-Campos *et al.*, 2019).

Medina-Galván *et al.* (2018) estudiaron el efecto de la flor de *A. salmiana* frente a *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sonnei*, *E. coli* y *S. Typhi*, y encontraron que las bacterias Gram negativas fueron más susceptibles a la inhibición del crecimiento que las Gram positivas. Otras flores con actividad antibacteriana son la de *O. ficus-indica*, utilizada como tratamiento contra *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *E. coli* (Aragona *et al.*, 2018), y *E. pulcherrima*, que contiene alcaloides, esteroides, terpenoides y saponinas. El extracto metanólico y la fracción de acetato de etilo mostraron un efecto antibacteriano contra *E. coli*, *S. aureus* y *S. Typhi* (Khan, 2017)

Efecto antifúngico

La actividad antifúngica se puede obtener destruyendo la célula patógena. Al observar su composición se pueden sugerir diferentes mecanismos antifúngicos (Walker y White, 2017). En el caso de los terpenos, los cuales son compuestos antimicrobianos activos de las plantas, se especula que su mecanismo de acción implica la interrupción de la membrana y también la destrucción de las mitocondrias fúngicas (Tian *et al.*, 2012). Para los compuestos fenólicos, la acción antifúngica ocurre a través de la disrupción de la membrana celular y el potencial de la membrana mitocondrial despolarizada de manera dependiente de la concentración (Lagrouh *et al.*, 2017).

Montes-Belmont *et al.* (2011) evaluaron la actividad antifúngica de aceites esenciales de cinco especies de *Tagetes*, en los hongos causantes del tizón sureño de las hortalizas (*Sclerotium rolfisii*) y de la moniliasis del durazno (*Monilinia fructicola*). Los aceites esenciales obtenidos de la destilación por arrastre de vapor de *T. erecta* muestran propiedades antifúngicas sobre *S. rolfisii* y *M. fructicola*, con una inhibición del crecimiento micelial mayor al 90%. Por otra parte, la flor de *D. ficus-indica* presenta un efecto antifúngico contra *Aspergillus niger* (Aragona *et al.*, 2018). En la Figura 2 se muestran algunos compuestos relacionados con el efecto antimicrobiano de diferentes especies de flores comestibles.

Figura 2

Compuestos relacionados con el efecto antimicrobiano de diferentes flores comestibles



Fuente: elaboración propia

Actividad hipoglucemiante

Las flores comestibles con actividad antidiabética pueden aportar una fuente útil de nuevos compuestos orales hipoglucemiantes, colocándolos como una alternativa válida para mejorar la calidad de vida de quienes padecen diabetes mellitus (Robles y Solórzano, 2013). Las investigaciones con flores comestibles se pueden determinar por el efecto hipoglucemiante producido mediante la inhibición de la α -amilasa y la α -glucosidasa, además de una serie de efectos relacionados con el metabolismo de la glucosa y la protección de órganos relacionados con la regulación de glucosa-insulina (Loizzo *et al.*, 2016).

Diversos estudios indican que los flavonoides tienen efectos hipoglucemiantes, los cuales reducen los niveles de azúcar en sangre, al inhibir la α -glucosidasa y proteger el páncreas (Zheng *et al.*, 2013). Los efectos hipoglucémicos de los flavonoides se reflejan de diferentes formas: pueden mejorar la secreción de insulina, regular las enzimas clave involucradas en la progresión del metabolismo de la glucosa, mejorar la expresión de la vía de señalización de insulina y aumentar la sensibilidad a la insulina, fomentar la absorción de glucosa por el músculo esquelético y tejido adiposo blanco, disminuir la inflamación y el estrés oxidativo, optimizar el metabolismo de los lípidos y, por último, proteger el tejido renal y disminuir la toxicidad (Bai *et al.*, 2019).

En un estudio con preparaciones acuosas (frías o calientes) de flores comestibles secas, se demostró su eficacia como inhibidores de α -glucosidasa; los macerados fríos exhibieron una mayor inhibición frente a la infusión caliente (Rasheed *et al.*, 2018). Morittu *et al.* (2019) confirmaron la actividad hipoglucémica potencial de las flores de *C. pepo* de una manera dependiente de la dosis. En la parte *in vitro* del estudio, el extracto exhibió un efecto inhibitorio sobre la α -glucosidasa, mientras que los resultados *in vivo* confirman los efectos hipoglucémicos. Por su parte, las flores de *T. erecta* contienen luteína, la cual posee el potencial de reducir los niveles de glucosa en sangre; este compuesto es un componente del pigmento en estas flores (Kusmiati *et al.*, 2019).

Por otra parte, las flores de *J. spicigera* mostraron un efecto hipoglucemiante en ratas; los extractos etanólicos presentaron una reducción de los niveles de glucosa en sangre en ratas normoglucémicas. Los resultados de este estudio sugieren que el efecto antidiabético se debió a la captación de glucosa en células grasas y a la resistencia de la insulina (Ortiz-Andrade *et al.*, 2012).

Otras flores con efecto antidiabético son *O. ficus-indica*, la cual posee un efecto hipoglucemiante al disminuir el índice de absorción de glucosa en el intestino (Aragona *et al.*, 2018), y *C. tepejilote*, que a dosis de 300 mg/kg tiene una actividad hipoglucemiante (Hernández-Castillo *et al.*, 2020). En otro estudio, se aislaron diversos compuestos bioactivos de las flores de *P. rubra* y se encontró actividad inhibidora contra α -glucosidasa (Zhang *et al.*, 2020). Incluso, la flor de *A. xalapensis* es utilizada para el tratamiento de la diabetes debido a su alto contenido en macro y micronutrientes (Maiti *et al.*, 2016).

Prospectivas y conclusiones

Las perspectivas a futuro sobre el consumo de flores en México se centran en los posibles beneficios a la salud humana. La utilización de este recurso como fuente de compuestos bioactivos es de suma relevancia, puesto que diferentes estudios han dado relevancia a la utilización de los compuestos de las flores comestibles como antioxidante, agente antimicrobiano e hipoglucemiante.

Como resultado de la investigación, se puede inferir que las flores comestibles mexicanas son una buena fuente de antioxidante debido a la cantidad de compuestos fenólicos que controlan el estrés oxidativo. Por lo tanto, es posible tener como perspectiva que la extracción de compuestos bioactivos se puede emplear como tratamiento en diferentes estudios relacionados con la actividad antioxidante.

De igual forma, esta investigación expone que la actividad antimicrobiana de las flores comestibles mexicanas sobre diferentes microorganismos patógenos se puede emplear en mecanismos de conservación de alimentos mínimamente procesados; algunos efectos se pueden potencializar en recubrimientos comestibles so-

bre diferentes productos frescos. Además, es necesario realizar más investigaciones acerca del efecto hipoglucemiante de las flores mexicanas o las alteraciones que ocurren en el metabolismo de la glucosa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología por su apoyo durante toda esta investigación (CVU 796218).

Referencias bibliográficas

- Aragona, M., Lauriano, E.R., Pergolizzi, S. y Faggio, C. (2018). "Opuntia ficus-indica (L.) Miller as a source of bioactivity compounds for health and nutrition". *Natural Product Research*, 32(17), 2037-2049. Doi: <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1365073>
- Awad, N.E., Abdelkawy, M.A., Hamed, M.A., Souleman, A.M.A., Abdelrahman, E.H. y Ramadan, N.S. (2015). "Antioxidant and hepatoprotective effects of justicia spicigera ethyl acetate fraction and characterization of its anthocyanin content". *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(8), 91-96.
- Bai, L., Li, X., He, L., Zheng, Y., Lu, H., Li, J., Zhong, L., Tong, R., Jiang, Z., Shi, J. y Li, J. (2019). "Antidiabetic potential of flavonoids from traditional Chinese medicine: a review". *The American Journal of Chinese Medicine*, 47(05), 933-957. Doi: <https://doi.org/10.1142/S0192415X19500496>
- Barajas, J.S., Montes-Belmont, R., Castrejon, F., Flores-Moctezuma, H.E. y Serrato, M.Á. (2011). "Propiedades antifúngicas en especies del género *Tagetes*". *Revista Mexicana de Micología*, 34, 83-88.
- Benvenuti, S. y Mazzoncini, M. (2021). "The biodiversity of edible flowers: discovering new tastes and new health benefits". *Frontiers in Plant Science*, 11. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.569499>
- Bernardino-Nicanor, A., Montañéz-Soto, J.L., Vivar-Vera, M. de los Á., Juárez-Goiz, J.M., Acosta-García, G. y González-Cruz, L. (2016). "Effect of drying on the antioxidant capacity and concentration of phenolic compounds in different parts of the Erythrina americana Tree". *BioResources*, 11(4).

- Camacho-Campos, C., Pérez-Hernández, Y., Valdivia-Ávila, A., Ramírez-Pérez, H.L. y Gómez-Brisuela, L. [2019]. “Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de *Tagetes erecta* L. (Asteraceae)”. *Revista Cubana de Química*, 31(1).
- Chensom, S., Okumura, H. y Mishima, T. [2019]. “Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan”. *Preventive Nutrition and Food Science*, 24(2), 171-178. Doi: <https://doi.org/10.3746/pnf.2019.24.2.171>
- Chensom, S., Shimada, Y., Nakayama, H., Yoshida, K., Kondo, T., Katsuzaki, H., Hasegawa, S. y Mishima, T. [2020]. “Determination of anthocyanins and antioxidants in ‘Titanicus’ edible flowers in vitro and in vivo”. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(2), 265-271. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00813-3>
- Farhadi, F., Khameneh, B., Iranshahi, M. y Iranshahi, M. [2019]. “Antibacterial activity of flavonoids and their structure-activity relationship: an update review”. *Phytotherapy Research*, 33(1), 13-40. Doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.6208>
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A. y Ramalhosa, E. [2017]. “Edible flowers: a review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017>
- Gonçalves, F., Gonçalves, J.C., Ferrão, A.C., Correia, P. y Guiné, R.P.F. [2020]. “Evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity in some edible flowers”. *Open Agriculture*, 5(1), 857-870. Doi: <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0087>
- Hernández-Castillo, J.B.E., Bernardino-Nicanor, A., Vivar-Vera, M. de los Á., Montañez-Soto, J.L., Teniente-Martínez, G., Juárez-Goiz, J.M.S. y González-Cruz, L. [2020]. “Modifications of the protein characteristics of Pacaya caused by thermal treatment: a spectroscopic, electrophoretic and morphological study”. *Polymers*, 12(5). Doi: <https://doi.org/10.3390/polym12051016>
- Khan, A.S. [2017]. “Important trees with antidiabetic activities”. En A.S. Khan (ed.), *Medicinally important trees* (pp. 21-53). Springer International Publishing. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-56777-8_2
- Kusmiati, K., Caesarianto, W., Afati, F. y Hutabarat, R. [2019]. “Effect lutein of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) on decreasing glucose and malondialdehyde levels in Alloxan-induced blood mice”. *AIP Conference Proceedings*, 2120(1). Doi: <https://doi.org/10.1063/1.5115726>
- Laganà, P., Anastasi, G., Marano, F., Piccione, S., Singla, R.K., Dubey, A.K., Delia, S., Coniglio, M.A., Facciola, A., Di Pietro, A., Haddad, M.A., Al-Hiary, M. y Caruso, G. [2019]. “Phenolic substances in foods: health effects as anti-inflammatory and antimicrobial agents”. *Journal of AOAC International*, 102(5), 1378-1387. Doi: <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.5.1378>
- Lagrouh, F., Dakka, N. y Bakri, Y. [2017]. “The antifungal activity of Moroccan plants and the mechanism of action of secondary metabolites from plants”. *Journal de Mycologie Médicale*, 27(3), 303-311. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2017.04.008>
- Lakshan, S.A.T., Jayanath, N.Y., Abeysekera, W.P.K.M. y Abeysekera, W.K.S.M. [2019]. “A commercial potential blue pea (*Clitoria ternatea* L.) flower extract incorporated beverage having functional properties”. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1155/2019/2916914>
- Loizzo, M.R., Pugliese, A., Bonesi, M., Tenuta, M.C., Menichini, F., Xiao, J. y Tundis, R. [2016]. “Edible flowers: a rich source of phytochemicals with antioxidant and hypoglycemic properties”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(12), 2467-2474. Doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03092>
- Maiti, R., Gonzalez-Rodríguez, H., Kumari, A. y Chandra, N. [2016]. “Macro and micro-nutrient contents of 18 medicinal plants used traditionally to alleviate diabetes in Nuevo León, northeast of México”. *Pakistan Journal of Botany*, 48(1), 271-276.
- Marchioni, I., Dimita, R., Gioè, G., Pistelli, L., Ruffoni, B., Pistelli, L. y Najar, B. [2021]. “The effects of post-harvest treatments on the quality of *Agastache aurantiaca* edible flowers”. *Horticulturae*, 7(4). Doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae704008>

- Mateos-Maces, L., Chávez-Servia, J.L., Vera-Guzmán, A.M., Aquino-Bolaños, E.N., Alba-Jiménez, J.E. y Villagómez-González, B.B. [2020]. "Edible leafy plants from Mexico as sources of antioxidant compounds, and their nutritional, nutraceutical and antimicrobial potential: a review". *Antioxidants*, 9(6). Doi: <https://doi.org/10.3390/antiox9060541>
- Medina-Galván, M.I., Bernardino-Nicanor, A., Castro-Rosas, J., Negrete-Rodríguez, M. de la L.X., Conde-Barajas, E. y González-Cruz, L. [2018]. "Antimicrobial and antioxidant activity of flower scape extracts of *Agave salmiana*: effect of the extraction solvent and development stage". *Research Journal of Biotechnology*, 13(12).
- Mejía-Sánchez, D., Aranda-Ocampo, S., Nava-Díaz, C., Teliz-Ortiz, D., Livera-Muñoz, M., De La Torre-Almaráz, R. y Ramírez-Alarcón, S. [2019]. "*Pectobacterium carotovorum* subsp. *Brasiliense* causes soft rot and death of *Neobuxbaumia tetetzo* in Zapotitlan Salinas Valley, Puebla, Mexico". *Plant Disease*, 103(3), 398-403. Doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-18-0370-RE>
- Moliner, C., Barros, L., Dias, M.I., López, V., Langa, E., Ferreira, I.C.F.R. y Gómez-Rincón, C. [2018]. "Edible flowers of *Tagetes erecta* L. as functional ingredients: phenolic composition, antioxidant and protective effects on *Caenorhabditis elegans*". *Nutrients*, 10(12). Doi: <https://doi.org/10.3390/nu10122002>
- Moncada-Hernández, S.G. [2014]. "Cómo realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa". *Investigación en Educación Médica*, 3(10), 106-115. Doi: [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(14\)72734-6](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(14)72734-6)
- Morittu, V.M., Musco, N., Mastellone, V., Bonesi, M., Britti, D., Infascelli, F., Loizzo, M.R., Tundis, R., Sicari, V., Tudisco, R. y Lombardi, P. [2019]. "*In vitro* and *in vivo* studies of *Cucurbita pepo* L. flowers: chemical profile and bioactivity". *Natural Product Research*, 35(17), 2905-2909. Doi: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1672067>
- Mulík, S. y Ozuna, C. [2020]. "Mexican edible flowers: cultural background, traditional culinary uses, and potential health benefits". *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100235>
- Navarro-González, I., González-Barrio, R., García-Valverde, V., Bautista-Ortín, A.B. y Periago, M.J. [2014]. "Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MSn". *International Journal of Molecular Sciences*, 16(1). Doi: <https://doi.org/10.3390/ijms16010805>
- Nowicka, P. y Wojdyło, A. [2019]. "Anti-hyperglycemic and anticholinergic effects of natural antioxidant contents in edible flowers". *Antioxidants*, 8(8). Doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8080308>
- Nuzhyna, N., Baglay, K., Golubenko, A. y Lushchak, O. [2018]. "Anatomically distinct representatives of *Cactaceae* Juss. family have different response to acute heat shock stress". *Flora*, 242, 137-145. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.03.014>
- Ortiz-Andrade, R., Cabañas-Wuan, A., Arana-Argáez, V.E., Alonso-Castro, A.J., Zapata-Bustos, R., Salazar-Olivo, L.A., Domínguez, F., Chávez, M., Carranza-Álvarez, C. y García-Carrancá, A. [2012]. "Antidiabetic effects of *Justicia spicigera* Schltdl (Acanthaceae)". *Journal of Ethnopharmacology*, 143(2), 455-462. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.043>
- Pinedo-Espinoza, J.M., Gutiérrez-Tlahque, J., Santiago-Saenz, Y.O., Aguirre-Mancilla, C.L., Reyes-Fuentes, M. y López-Palestina, C.U. [2020]. "Nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant activity of wild edible flowers consumed in semiarid regions of Mexico". *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(3), 413-419. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00822-2>
- Pires, T.C.S.P., Barros, L., Santos-Buelga, C. y Ferreira, I.C.F.R. [2019]. "Edible flowers: emerging components in the diet". *Trends in Food Science & Technology*, 93, 244-258. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.020>
- Pires, T.C.S.P., Dias, M.I., Barros, L. y Ferreira, I.C.F.R. [2017]. "Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: valorization as new food ingredients". *Food Chemistry*, 220, 337-343. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.026>
- Ramirez-Moreno, E., Soto-Sanchez, J., Rivera, G. y Marchat, L.A. [2017]. "Mexican medicinal plants as an alternative for the development of new compounds against protozoan

- parasites". En H.M. Khater, M. Govindarajan y G. Benelli, *Natural remedies in the fight against parasites* (61–91).
- Rasheed, D.M., Porzel, A., Frolov, A., El Seedi, H.R., Wessjohann, L.A. y Farag, M.A. (2018). "Comparative analysis of *Hibiscus sabdariffa* (roselle) hot and cold extracts in respect to their potential for α -glucosidase inhibition". *Food Chemistry*, 250, 236–244. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.020>
- Robles, D.J.R. y Solórzano, E.R. (2013). "Actividad hipoglucemiante de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. [pacaya]". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(1), 27–33.
- Skrajda, M. (2017). "Phenolic compounds and antioxidant activity of edible flowers". *Journal of Education, Health and Sport*, 7(8), 946–956. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.995637>
- Skrajda, M., Dąbrowski, G. y Konopka, I. (2020). "Edible flowers, a source of valuable phytonutrients and their pro-healthy effects – a review". *Trends in Food Science & Technology*, 103, 179–199. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.016>
- Sova, M. y Saso, L. (2020). "Natural sources, pharmacokinetics, biological activities and health benefits of hydroxycinnamic acids and their metabolites". *Nutrients*, 12(8). Doi: <https://doi.org/10.3390/nu12082190>
- Takahashi, J.A., Gonçalves, F.A.G., Fidelis, M.A., Borges, L.C. y Sande, D. (2020). "Edible flowers: bioactive profile and its potential to be used in food development". *Food Research International*, 129. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Chen, Y. y Wang, Y. (2012). "The mechanism of antifungal action of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*". *PLoS One*, 7(1). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030147>
- Walker, G.M. y White, N.A. (2017). "Introduction to fungal physiology". En K. Kavangh (ed.), *Fungi: biology and applications* (1–35). John Wiley & Sons. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119374312.ch1>
- Zhang, Q., Cheng, Z., Fan, Y., Zhang, D., Wang, M., Zhang, J., Sommano, S., Wu, X. y Long, C. (2023). "Ethnobotanical study on edible flowers in Xishuangbanna, China". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13002-023-00608-1>
- Zhang, S.-N., Song, H.-Z., Ma, R.-J., Liang, C.-Q., Wang, H.-S. y Tan, Q.-G. (2020). "Potential anti-diabetic isoprenoids and a long-chain δ -lactone from frangipani (*Plumeria rubra*)". *Fitoterapia*, 146. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104684>
- Zhao, L., Fan, H., Zhang, M., Chitrakar, B., Bhandari, B. y Wang, B. (2019). "Edible flowers: review of flower processing and extraction of bioactive compounds by novel technologies". *Food Research International*, 126. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108660>
- Zheng, J., Meenu, M. y Xu, B. (2019). "A systematic investigation on free phenolic acids and flavonoids profiles of commonly consumed edible flowers in China". *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 172, 268–277. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.05.007>
- Zheng, X., Wang, W., Zhang, L., Su, C., Wu, Y., Ke, Y., Hou, Q., Liu, Z., Gao, A. y Feng, W. (2013). "Antihyperlipidaemic and antioxidant effect of the total flavonoids in *Selaginella tamariscina* (Beauv.) Spring in diabetic mice". *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 65(5), 757–766. Doi: <https://doi.org/10.1111/jphp.12035>

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

ISSN: 2395-8847

VOLUMEN 17 NÚMERO 1

ENERO-JUNIO 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN Y POSGRADO

