

inventio

La génesis de la cultura universitaria en Morelos

Vol. 19, núm. 47, 2023 | ISSN: 2448-9026 (digital)

DOI: [10.30973/inventio/2023.19.47](https://doi.org/10.30973/inventio/2023.19.47)

ARTÍCULOS

Ecología evolutiva de la resistencia a insecticidas en el mosquito *Aedes (stegomyia) aegypti*

*Evolutionary ecology of insecticide resistance in the *Aedes (stegomyia) aegypti**

Miguel Moreno García, Cassandra González Acosta, Héctor Barón Olivares, Fabián Correa Morales

Método de caso como estrategia de aprendizaje del derecho

Case method as a law learning strategy

Ana Esther Escalante Ferrer, Gabriela Mendizábal Bermúdez, Juan Manuel Ortega Maldonado

Humedales, plantas y comunidades: las hidrófitas y su aprovechamiento en Playa Ventura, Guerrero, México

Wetlands, plants and communities: hydrophytes and their use in Playa Ventura, Guerrero

Alejandro García Flores, Lessly Ethel Arroyo Mancilla, Raúl Valle Marquina, Hortensia Colín Bahena,

Jorge Alberto Viana Lases, María Eugenia Bahena Galindo

Foucault y Deleuze: crítica y evolución de las discusiones intelectuales en Francia

Foucault and Deleuze: critique and evolution of intellectual debates in France

Osbaldo Amauri Gallegos de Dios

La electroquímica como alternativa en el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados

Electrochemistry as an alternative for the treatment of water contaminated with heavy metals

Daysi Elusá Millán Ocampo, Arianna Parrales Bahena, José Alfredo Hernández Pérez,

Shirley Irazoque Castañeda, Susana Silva Martínez

Resonancias de las culturas ancestrales en el arte con el uso de tecnología en México

Resonances of ancestral cultures in art with the use of technology in Mexico

Cynthia Patricia Villagómez Oviedo

El río Apatlaco

The Apatlaco River

Sheila Roque González, Sofía Llihenny Reza Rodríguez, Jesús del Carmen Peralta Abarca

Acetilación mitocondrial: la nueva frontera en la investigación del cáncer

Mitochondrial acetylation: the new frontier in cancer research

Diana Lashidua Fernández Coto, Marisol Ayala Reyes

SIGNIFICAR CON TEXTOS

Fondo Editorial UAEM

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Secretaría Académica

Dirección de Publicaciones y Divulgación

inventio.uaem.mx, inventio@uaem.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



PUBLICACIONES
Y DIVULGACIÓN



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

DIRECTORIO

Rector

Gustavo Urquiza Beltrán

Secretario Académico

José Mario Ordóñez Palacios

Directora de Publicaciones y Divulgación

EQUIPO EDITORIAL

Coordinación editorial

Gerardo Ochoa

Edición, corrección, dictamen y traducción

Gerardo Ochoa

Ariadna Segura Ocampo

Katya Lizbeth Cruz Mendoza

Nadja López Márquez

CONSEJO EDITORIAL INSTITUCIONAL

Migdalia Díaz Vargas

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Amalia Isabel Izquierdo Campos

Facultad de Estudios Superiores de Cuautla (FESC)

Fernanda Gabriela Martínez Flores

Facultad de Comunicación Humana (FCH)

Rafael Monroy Ortiz

Facultad de Arquitectura

José Luis Montiel Hernández

Facultad de Farmacia

Alejandro Ramírez Solís

Centro de Investigación en Ciencias (CINC)

Erika Román Montes de Oca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Adriana Saldaña Ramírez

Centro de Investigación en Ciencias Sociales
y Estudios Regionales (CICSER)

CONSEJO EDITORIAL EXTERNO

Horacio Santiago Mejía

Universidad Intercultural del Estado de México (UIEM)

Luis Everardo Castro Solís

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)

Humberto Saint Martin Posada

Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma
de México (UNAM)

Brenda Roxana Vázquez Fuentes

Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González",
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)

Emilia Castillo Ochoa

Departamento de Psicología y Ciencias de la Comunicación,
Universidad de Sonora (UNISON)

Luis Miguel Burciaga Cifuentes

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional
Autónoma de México (UNAM)

María de Lourdes Flores Morales

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades "Alfonso Vélaz Pliego",
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Inventio, año 19, número 47, 2023, es una publicación periódica cuatrimestral, de modalidad adelantada, editada por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), a través de la Dirección de Publicaciones y Divulgación, Edificio 59 (Facultad de Artes), Campus Norte. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono +52 777 3297000, ext. 3815. Correo: inventio@uaem.mx Las normas editoriales pueden consultarse en <http://inventio.uaem.mx>

Editor responsable: --. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-093012081100-102. ISSN: 2448-9026 (digital). Responsable de la última actualización de este número: Gerardo Ochoa. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono +52 777 329 7000, ext. 3815. Correo: inventio@uaem.mx Fecha de la última modificación: 9 de octubre de 2023.

El contenido de los artículos que presenta *Inventio* muestra la diversidad del pensamiento universitario y es responsabilidad de cada autor.

Inventio está incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación del Conacyt, directorio de LATINDEX (UNAM), repositorio de Dialnet (UNIRIOJA), Latinoamericana (Chile) y LatinREV (FLACSO, Argentina).

Publica artículos de divulgación que sean resultado de investigaciones originales desarrolladas por investigadores mexicanos y del extranjero. El contenido de los artículos muestra la diversidad del pensamiento universitario y es responsabilidad de cada autor.

Esta revista proporciona acceso abierto inmediato a su contenido, con base en el principio de ofrecer al público un acceso libre a las investigaciones para contribuir a un mayor intercambio global de conocimientos. Se distribuye bajo una licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



ARTÍCULOS

Ecología evolutiva de la resistencia a insecticidas en el mosquito *Aedes (stegomyia) aegypti*

Evolutionary ecology of insecticide resistance in Aedes (stegomyia) aegypti

Miguel Moreno García

0000-0001-6733-9007, miguelmoga2000@yahoo.com.mx

Centro Regional de Control de Vectores "Panchimalco",

Servicios de Salud de Morelos (SSM)

Héctor Barón Olivares

hector.baron@ssm.gob.mx

Servicios de Salud de Morelos (SSM)

Cassandra González Acosta

0000-0003-2682-908X, cgonzalez_vectores@hotmail.com

Servicios de Salud de Morelos (SSM)

Fabián Correa Morales

0000-0002-6193-1242, fabiancorrea@msn.com

Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE), Secretaría de Salud (SSA)

RESUMEN

El mosquito *Aedes (stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), principal vector de los virus del dengue, Zika y chikungunya, está aclimatado a zonas urbanas y su distribución sigue en aumento. Una de las herramientas para su control es el uso de insecticidas; sin embargo, algunas poblaciones se han vuelto resistentes a esos productos. La resistencia es una adaptación del mosquito que le permite lidiar con la presión impuesta por los insecticidas. No obstante, también puede tener costos ecológicos, al afectar otras características e inducir un lento desarrollo, reducción en la longevidad, disminución en la producción y eclosión de huevos. También puede afectar la interacción patógeno-insecto, lo que ocasiona un posible impacto negativo mayor en la salud humana.

PALABRAS CLAVE

enfermedades infecciosas, control, insecticidas, mosquitos, resistencia, salud pública

ABSTRACT

The *Aedes (stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) mosquito, the main vector of dengue, Zika and chikungunya viruses, is acclimated to urban areas and its distribution continues to increase. One of the tools for its control is the use of insecticides; however, some populations have become resistant to these products. Resistance is an adaptation of the mosquito that allows it to cope with the pressure imposed by insecticides. Nevertheless, it can also have ecological costs by affecting other characteristics and inducing slow development, reduced longevity, decreased egg production and hatching. It can also affect the pathogen-insect interaction, leading to a possible major negative impact on human health.

KEYWORDS

infectious diseases, control, insecticides, mosquitoes, resistance, public health

Introducción

Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que los patógenos causantes de enfermedades como el dengue, zika, chikungunya, malaria (paludismo), chagas (tripanosomiasis americana) y rickettsiosis (fiebre de las montañas), transmitidos por mosquitos, chinches, garrapatas, pulgas y piojos, representan más del 17% de todas las enfermedades transmitidas por artrópodos vectores (ETV) (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). Cerca de mil millones de casos y un millón de muertes en todo el mundo se deben a las ETV (OMS, 2020). Brotes de estas enfermedades son los que, en años recientes, han puesto en alerta a los responsables de los programas de salud de varios países, lo cual ha generado una gran inversión para su prevención, control y tratamiento.

En México, la principal ETV es la fiebre por dengue, seguida por epidemias esporádicas de fiebre del Zika y chikungunya. El mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) es el principal vector de los virus causantes de estas ETV. La capacidad de diapausa de sus huevos (interrupción del desarrollo embrionario sin perder viabilidad por meses), aclimatación en zonas urbanas, rápido ciclo de vida y preferencia de la hembra por oviponer en cuerpos de agua artificiales, son factores que favorecen la expansión y distribución de este vector (Metz et al., 2023). La migración, el crecimiento desmedido y no planeado de la mancha urbana con asentamientos sin condiciones sanitarias adecuadas y probablemente el cambio climático global, han contribuido igualmente a ello (Ding et al., 2018). En consecuencia, las ETV han ampliado su presencia y afectado áreas en las que antes no se reportaba ninguna de estas enfermedades.

Los mosquitos vectores difícilmente podrán ser erradicados; sin embargo, se puede reducir el contacto humano-vector con actividades de prevención y control (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2016). Entre éstas se encuentran las estrategias de comunicación social para brindar información respecto a la protección personal, la promoción del uso de repelentes y ropa con manga o pantalón largo, así como la colocación de mosquiteros en puertas y ventanas (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2020). También se cuenta con el control físico y químico, que involucra actividades de saneamiento y uso de insecticidas para reducir la presencia del mosquito.

Si bien el control químico es muy efectivo, su uso indiscriminado ha ocasionado que algunas poblaciones de mosquitos de México (Kuri-Morales et al., 2017) y alrededor del mundo se vuelvan resistentes a los compuestos químicos y se reduzca la mortalidad más de lo esperado (Deming et al., 2016). Esto tiene consecuencias negativas para las poblaciones humanas; sin embargo, la resistencia es una adaptación del mosquito que le permite lidiar con la presión impuesta por los insecticidas y su expresión depende de varios factores. En este trabajo se describe la resistencia a insecticidas, cómo se ve afectada por el entorno ecológico y su posible efecto en la transmisión de patógenos hacia los humanos.

Figura 1
Control químico de *Aedes aegypti* durante la fase acuática (larva) y la fase adulta



Fuente: elaboración propia.

***Aedes aegypti* y su control**

Le especie pasa por una fase acuática y una terrestre. La primera inicia por los huevos que la hembra pone en huecos de árboles, charcos temporales, tambos y piletas o en cualquier recipiente que pueda almacenar agua y por lo cual se convierte en un criadero potencial (Clements, 1992). De los huevos emergen las larvas, que pasan por cuatro mudas hasta transformarse en pupas, de donde emergerán los mosquitos (Clements, 1992). En esta fase terrestre, el mosquito buscará apareamiento, alimentación, refugio, y las hembras, un sitio de oviposición dentro o fuera de las viviendas. Sólo pica el mosquito hembra para alimentarse de sangre y producir huevos (Mukhtar 2016).

Control físico

El saneamiento de los patios y techos de las casas se realiza eliminando llantas, electrodomésticos, botes, cubetas, botellas o cualquier objeto que pueda almacenar agua y sirva de criadero de larvas. En caso de que estos objetos no se puedan desechar deberán taparse para evitar que el mosquito acceda al agua almacenada y coloque huevos (Rodríguez-Cruz, 2002).

Control químico

En los potenciales criaderos donde podrían detectarse larvas se aplican los insecticidas de forma manual con goteros o cucharas dosificadoras (figura 1). Para el control químico de adultos, los productos son aplicados con equipos motorizados (térmicos o en frío) (Centro Nacional de Prevención y Control de Enfermedades [CENAPRECE], 2020a). También

puede aplicarse insecticida con actividad prolongada mediante el rociado de paredes, que es donde los mosquitos suelen reposar (CENAPRECE, 2020b).

Los insecticidas que más han sido utilizados son de origen sintético, pertenecientes a los grupos de organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. Fue en los años ochenta del siglo pasado cuando el uso de estos productos se realizó de manera intensiva, y comúnmente un sólo tipo de insecticida se aplicaba por mucho tiempo; sin embargo, a finales de los años noventa se observó a nivel mundial que ciertas poblaciones de mosquitos (en fases acuática y terrestre) se volvieron resistentes a varios de estos insecticidas (Webb Jr., 2016; OMS, 2012). Actualmente, la resistencia sigue siendo algo común.

Resistencia a insecticidas

La resistencia es la habilidad de un organismo para sobrevivir a la exposición de un insecticida, a través de características conductuales, estructurales, fisiológicas, metabólicas o por la modificación de proteínas (OMS, 1975). La aparición de resistencia se debe a un proceso evolutivo (entre generaciones), dado por selección natural, ocasionado por el uso prolongado de un insecticida (OMS, 1975).

Conductualmente, el mosquito puede evitar las zonas donde perciba el olor o irritación causada por el insecticida, lo que provoca que el mosquito busque otra zona de descanso o alimentación (Chareonviriyaphap et al., 2013). Se ha observado que algunos organismos presentan cambios fisiológicos en la cutícula (que forma parte del exoesqueleto del insecto), la cual se vuelve más gruesa y reduce la penetración del insecticida (Yahouédo et al., 2017).

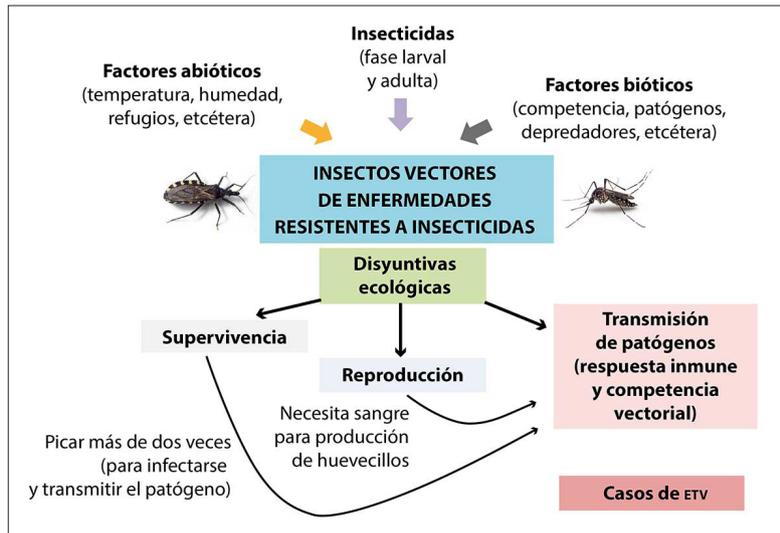
En otros casos hay cambios metabólicos que se ven reflejados en la producción elevada de enzimas detoxificantes (como citocromos P450, monooxigenasas, esterasas, carboxilesterasas, colinesterasas y glutatión-S-transferasas), que permiten el secuestro o la eliminación del insecticida (Gan et al., 2021). En muchas poblaciones de mosquitos se han encontrado mutaciones genéticas que generan modificaciones en proteínas de membrana celular, las cuales impiden que el insecticida se adhiera a ésta y se evada así su efecto letal (Contreras-Perera et al., 2020).

Los mosquitos que son resistentes a los insecticidas pueden tener una ventaja selectiva sobre los no resistentes, ya que pueden sobrevivir y reproducirse en ambientes que han sido tratados. Sin embargo, la resistencia también puede tener costos ecológicos, debido a la generación de disyuntivas ecológicas (*trade-offs* en inglés) (Belinato et al., 2016).

Disyuntivas ecológicas y resistencia a insecticidas

Además de la presencia de insecticidas, existen factores abióticos (temperatura, humedad, hábitats disponibles, entre otros) y bióticos (depredadores, competencia entre organismos, patógenos, entre otros) con los cuales un individuo tiene que lidiar al mismo tiempo. Esto puede ser especialmente crítico en ambientes donde la disponibilidad de recursos es limitada o

Figura 2
Insectos vectores de enfermedades resistentes a insecticidas



La conexión fisiológica, metabólica y genética, las presiones bióticas y abióticas, y la exposición a insecticidas favorecen las disyuntivas ecológicas en los organismos, lo cual afecta la supervivencia, reproducción y competencia vectorial relacionada con los casos de ETV en humanos.

Fuente: elaboración propia.

la presión selectiva de otros factores de este tipo es alta. Como resultado, la expresión de la resistencia puede limitar la expresión de otras características o interferir con otros procesos metabólicos/fisiológicos, generando disyuntivas (Garland et al., 2014) (figura 2).

Se ha observado que la sobreproducción de enzimas detoxificantes se debe a la ampliación genética que incrementa el número de copias de esas enzimas (Hemingway et al., 2004). Esta sobreproducción se debe a un metabolismo incrementado (Oliveira et al., 2011), que puede ser hasta de cincuenta veces más cuando el organismo es expuesto al insecticida. Devonshire y Moores (1982) estimaron que la sobreproducción de enzimas detoxificantes puede representar hasta el 3% del total de proteínas corporales. Por esta razón se asume que el uso de recursos para la producción de estas enzimas reduce la energía disponible para otras funciones biológicas.

En mosquitos existe evidencia de los costos asociados con la energía invertida para poder resistir a los insecticidas. Éstos incluyen el incremento en el riesgo de depredación (Berticat et al., 2002), lento desarrollo de larvas (Brito et al., 2013), reducción de la longevidad en adultos (Agnew et al., 2004), decremento en la ingesta de sangre, frecuencia de hembras insemínadas (Belinato et al., 2012) y disminución en la producción y eclosión de huevos (Kumar et al., 2009). Lo anterior se debe a que la selección natural favorece a aquellos individuos que

sean capaces de optimizar el uso de los recursos disponibles, incluso si esto significa una reducción en la expresión de las características no asociadas a la resistencia a insecticidas.

Efecto de la resistencia a insecticidas sobre la infección por patógenos

Los virus del dengue, Zika y chikungunya también infectan al mosquito; sin embargo, estos patógenos no parecen causarle daño. A pesar de esto, se sabe que el mosquito desarrolla una respuesta inmune hacia los patógenos (Lowenberger, 2001), mediante una respuesta humoral y celular. Ésta se basa en la producción de moléculas citotóxicas: péptidos antimicrobianos, lisozimas y especies reactivas de oxígeno (ERO) (Schmid-Hempel, 2005). La respuesta celular involucra hemocitos con función de fagocitar y encapsular entidades infecciosas (Iwanaga y Lee, 2005).

En exceso, las ERO pueden afectar células propias, lo que hace posible que un mosquito expuesto a insecticidas y al mismo tiempo infectado por un patógeno vea afectada su supervivencia, lo que sería bueno desde el punto de vista del control de vectores (Kumar et al., 2003). Sin embargo, en plaga de chinches en cultivos la exposición a insecticidas reduce la cantidad de hemocitos (George y Amborse, 2004), y en algunos casos la capacidad fagocítica y de encapsulación se ve disminuida, lo cual induce una mayor infección (Zibae y Bandani, 2010).

Los mecanismos de resistencia a insecticidas sobre la infección se desconocen, pero debido a que existe una correlación entre la infección, la respuesta inmune y la exposición a insecticidas, puede darse un efecto indirecto entre genes y moléculas relacionados con la detoxificación de insecticidas y con los mecanismos inmunes (Vontas et al., 2005). Esto podría debilitar el sistema inmunitario del mosquito y reducir su capacidad para combatir la infección viral, afectando la transmisión de patógenos a humanos.

Efectos sobre la competencia vectorial

La competencia vectorial es la facultad que tiene un vector de ser infectado por un patógeno y transmitirlo posteriormente a un organismo sano (Higgs y Beaty, 2005). Como se mencionaba en el apartado anterior, la resistencia a insecticidas puede afectar la expresión de características relacionadas con la respuesta ante patógenos, lo cual afecta la competencia vectorial (Garrett-Jones y Shidrawi, 1969).

Los efectos de la resistencia a insecticidas en la transmisión de enfermedades son complejos y pueden variar según el vector, el patógeno y las condiciones locales. Por ejemplo, altos niveles de enzima carboxilesterasa (relacionados con la degradación y resistencia a insecticidas) en mosquitos del género *Culex* se relacionan con una menor infección con *Wuchereria bancrofti*, responsable de la filariasis linfática (o elefantiasis) (McCarroll et al., 2002).

Alout et al. (2014) encontraron que mosquitos del género *Anopheles* susceptibles a insecticidas tuvieron una menor probabilidad de infección con parásitos. Lo contrario pasa con los

mosquitos resistentes: cuando éstos son expuestos al insecticida, desarrollan una mayor infección (Alout et al., 2016). Estos trabajos muestran los efectos que podrían tener la resistencia y la exposición a insecticidas en la competencia vectorial de los mosquitos.

En *Ae. aegypti*, la exposición a un organofosforado en larvas resistentes incrementó la susceptibilidad de infección por el virus Sindbis cuando los individuos llegan a estadio adulto (Muturi et al., 2011). En una población resistente a piretroides se observó una mayor infección de virus del dengue, además de un mayor tiempo de vida de la hembra (que entonces puede picar a más personas) (Chen et al., 2021). También se ha observado que esta resistencia a piretroides reduce la diversidad en la microbiota intestinal del mosquito y esto puede hacer que se incremente la susceptibilidad de las hembras a ser infectadas por el virus del Zika (Arévalo-Cortés et al., 2022).

Aunado a esto, las moléculas sobreexpresadas en mosquitos resistentes a insecticidas también podrían ejercer una presión selectiva sobre los patógenos y aumentar con ello la capacidad de los virus para infectar a los mosquitos resistentes a insecticidas (Rivero et al., 2010). Por ello, es posible que un mosquito infectado con un virus y expuesto a insecticidas aumente su carga viral, generando una infección severa en el humano picado (figura 2).

Pérdida de resistencia a insecticidas

Los costos ecológicos son una parte importante de los modelos evolutivos y pueden explicar por qué algunas características evolutivas son desfavorecidas en ciertos contextos (Otto, 2004). Por ejemplo, en el caso del desuso de un insecticida se espera que la resistencia a éste vaya desapareciendo en el transcurso de las generaciones, ya que los recursos ahora estarían canalizados a otras características. Esto llevaría a la desaparición de la resistencia y a volver susceptibles de nuevo a los mosquitos, y los insecticidas en desuso podrían volver a ser efectivos para el control del vector (Machani et al., 2020).

Vera-Maloof et al. (2020) observaron que, en ocho poblaciones de mosquitos *Ae. aegypti* resistentes a insecticidas piretroides, mantenidas sin exposición durante ocho generaciones, disminuyó hasta sesenta veces la resistencia. Pero también observaron que en otras poblaciones ésta no se revertía. Los autores mencionan que, a pesar de ser poblaciones de la misma especie, cada una tuvo una historia ecológica-evolutiva distinta y que la reversión de la resistencia puede tomar más tiempo en algunas de ellas. Incluso es posible que la resistencia nunca se pierda, por lo que el reúso de insecticidas podría no volverse a dar.

Rotación de insecticidas

Actualmente, la estrategia para tratar de evitar la aparición de resistencia es a través de la rotación de insecticidas. Ésta se basa en no usar insecticidas del mismo grupo (usar piretroides por unas generaciones, después organofosforados, etcétera), para evitar que se favorezcan

modificaciones en proteínas que pudieran conferir resistencia a los productos o que se favorezca mosquitos con metabolismos capaces de degradarlos (Yamamura, 2021).

La pregunta que surge es cuándo deberá hacerse la rotación. Para esto se necesita de la evaluación continua de susceptibilidad a los productos usados para el control de vectores. En México los insecticidas se evalúan continuamente mediante pruebas estandarizadas (CENAPRECE, 2020c) y se considera que un insecticida que mata por arriba del 98% de los mosquitos expuestos es adecuado para su uso, mientras que un porcentaje de 90-97.9% indica una posible resistencia, por lo cual su uso estará restringido; por debajo del 90% de mortalidad, el insecticida no será usado.

Comentarios finales

La resistencia a los insecticidas y la recuperación de la susceptibilidad son un tema central para el control de insectos vectores, ya sean mosquitos, chinches, garrapatas, entre otros. Los principios ecológicos y evolutivos nos permiten entender cómo ha evolucionado la resistencia y también sus posibles efectos sobre los patógenos causantes de las ETV. De igual forma, los mecanismos asociados a la resistencia deben ser estudiados para generar estrategias de monitoreo más precisas y oportunas.

Las evaluaciones de susceptibilidad a insecticidas donde los casos de ETV son continuos y, por lo tanto, se usan insecticidas, deben darse de manera rutinaria, con la intención de no generar resistencia en poblaciones que aún no la han desarrollado o tratar de reducirla en aquellas poblaciones que la presentan. Un mayor énfasis en el control físico y la participación comunitaria podría ser la mejor opción para evitar lo más que se pueda el uso de insecticidas y los problemas asociados a su aplicación.

Referencias

- Agnew, P., Berticat, C., Bedhomme, S., Sidobre, C. y Michalakis, Y. (2004). Parasitism increases and decreases the costs of insecticide resistance in mosquitoes. *Evolution*, 58, 579-586. <https://doi.org/10.1554/03-436>
- Alout, H. Djègbè, I., Chandre, F., Djogbènou, L. S., Dabirè, R. K., Corbel, V. y Cohuet A. (2014). Insecticide exposure impacts vector-parasite interactions in insecticide-resistant malaria vectors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281, 20140389. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0389>
- Alout, H., Dabirè, R. K., Djogbènou, L. S., Abate, L., Corbel, V., Chandre, F. y Cohuet A. (2016). Interactive cost of *Plasmodium* infection and insecticide resistance in the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Scientific Reports*, 6, 29755. <https://doi.org/10.1038/srep29755>
- Arévalo-Cortés, A., Damania, A., Granada, Y., Zuluaga, S., Mejia, R. y Triana-Chávez, O. (2022). Association of midgut bacteria and their metabolic pathways with zika infection and insecticide resistance in colombian *Aedes aegypti* populations. *Viruses*, 14, 2197. <https://doi.org/10.3390/v14102197>
- Belinato, T. A. y Martins, A. J. (2016). Insecticide Resistance and Fitness Cost. En: S. Trdan (ed.). *Insecticides Resistance* (pp. 243-261), InTech. <https://doi.org/10.5772/61826>
- Belinato, T. A., Martins, A. J. y Valle, D. (2012). Fitness evaluation of two Brazilian *Aedes aegypti* field populations with distinct levels of resistance to the organophosphate temephos. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 107, 916-922. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762012000700013>
- Berticat, C., Rousset, F., Raymond, M., Berthomieu, A. y Weill, M. (2002). High Wolbachia density in insecticide-resistant mosquitoes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269, 1413-1416. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2022>
- Brito, L. P., Linss, J. G. B., Lima-Camara, T. N., Belinato, T. A., Peixoto, A. A., Lima, J. B. P., Valle, D. y Martins, A. J. (2013). Assessing the effects of *Aedes aegypti* *kdr* mutations on pyrethroid resistance and its fitness cost. *PLoS ONE*, 8:e60878. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060878>
- Centers for Disease Control and Prevention (2020). *Prevención de Picaduras de Mosquito. Cómo Protegerse de las Picaduras de Mosquito*. Centers for Disease Control and Prevention, Department of Health and Human Services, USA. https://www.cdc.gov/mosquitoes/pdfs/MosquitoBitePreventionUS_ESP_508.pdf
- Centro Nacional de Prevención y Control de Enfermedades (2020a). *Guía Metodológica para la Nebulización Espacial UBV*. 2ª ed. CENAPRECE, SSA, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/598085/Guia_Metodologica_para_Nebulizacion_Espacial_UBV.pdf

- Centro Nacional de Prevención y Control de Enfermedades (2020b). *Guía Metodológica para el Rociado Domiciliario*. 2ª ed. CENAPRECE, SSA, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/598083/Guia_Metodologica_para_el_Rociado_Domiciliario.pdf
- Centro Nacional de Prevención y Control de Enfermedades (2020c). *Guía para la Determinación de la Susceptibilidad/Resistencia y Eficacia Biológica a Insecticidas*. 2ª ed. CENAPRECE, SSA, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/598093/Guia_para_la_Determinacion_de_la_SusceptibilidadResistencia_y_Eficacia..._compr.pdf
- Chareonviriyaphap, T., Bangs, M. J., Suwonkerd, W., Kongmee, M., Corbel, V. y Ngoen-Klan, R. (2013). Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. *Parasite & Vectors*, 6, 280. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-280>
- Chen, T. Y., Smartt, C. T. y Shin, D. (2021). Permethrin resistance in *Aedes aegypti* affects aspects of vectorial capacity. *Insects*, 12, 71. <https://doi.org/10.3390/insects12010071>
- Clements, A. N. (1992). *The Biology of Mosquitoes: Development, Nutrition and Reproduction* (Vol. 1). Chapman & Hall.
- Contreras-Perera, Y., Ponce-García, G., Villanueva-Segura, K., López-Monroy, B., Rodríguez-Sánchez, I. P., Lenhart, A., Manrique-Saide, P. y Flores, A. E. (2020). Impact of deltamethrin selection on *kdr* mutations and insecticide detoxifying enzymes in *Aedes aegypti* from Mexico. *Parasite & Vectors*, 13, 224. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04093-3>
- Devonshire, A. L. y G. D. Moores. (1982). A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorous, carbamate and pyrethroid resistance in peach potato aphids (*Myzus persicae*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 18, 235-246. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(82\)90110-9](https://doi.org/10.1016/0048-3575(82)90110-9)
- Deming, R., Manrique-Saide, P., Medina Barreiro, A., Cardeña, E. U. K., Che-Mendoza, A., Jones, B., Liebman, K., Vizcaíno, L., Vázquez-Prokopec, G. y Lenhart, A. (2016). Spatial variation of insecticide resistance in the dengue vector *Aedes aegypti* presents unique vector control challenges. *Parasites & Vectors*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1346-3>
- Ding, F., Fu, J., Jiang, D., Hao, M. y Lin, G. (2018). Mapping the spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Acta Tropica*, 178, 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.11.020>
- Gan, S. J., Leong, Y. Q., bin Barhanuddin, M. F. H., Wong, S. T., Wong, S. F., Mak, J. W. y Ahmad, R. B. (2021). Dengue fever and insecticide resistance in *Aedes* mosquitoes in Southeast Asia: a review. *Parasites & Vectors*, 14, 1-19. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04785-4>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (2016). *Control del Vector Aedes aegypti y Medidas Preventivas en el Contexto del Zika. Nota técnica para UNICEF*. <https://www.unicef.org/lac/media/1381/file/PD%20Publicaci%C3%B3n%20Control%20del%20vector%20Aedes%20aegypti%20y%20medidas%20preventivas.pdf>

- Garrett-Jones, C. y Shidrawi, G. R. (1969). Malaria vectorial capacity of *Anopheles gambiae*. *Bulletin of the World Health Organization*, 40, 531-545. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/267721/PMC2556109.pdf>
- George, P. J. E. y Ambrose, D. P. (2004). Impact of insecticides on the hemogram of *Rhynocoris kumarii* Ambrose and Livingstone (Hem., Reduviidae). *Journal of Applied Entomology*, 128, 600-604. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00896.x>
- Garland, T. (2014). Trade-offs. *Current Biology*, 24, R60-R61. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.11.036>.
- Hemingway, J., Hawkes, N. J., McCarroll, L. y Ranson, H. (2004). The molecular basis of insecticide resistance in mosquitoes. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 34, 653-665. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2004.03.018>
- Higgs, S. y Beaty, B. J. (2005). Natural cycles of vector-borne pathogens. En: Marquardt, W. C. (ed.). *Biology of Disease Vectors* (pp. 167-185). 2nd ed. Elsevier Academic Press.
- Iwanaga, S. y Lee, B. L. (2005). Recent advances in the innate immunity of invertebrate animals. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 38, 128-150. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2005.38.2.128>
- Kumar, S., Christophides, G. K., Cantera, R., Charles, B., Soo Han, Y., Meister, S., Dimopoulos, G., Kafatos, F. C. y Barillas-Mury, C. (2003). The role of reactive oxygen species on *Plasmodium* melanotic encapsulation in *Anopheles gambiae*. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 100, 14139-14144. <https://doi.org/10.1073/pnas.203626210>
- Kumar, S., Thomas, A., Samuel, T., Sahgal, A., Verma, A. y Pillai, M. K. (2009). Diminished reproductive fitness associated with the deltamethrin resistance in an Indian strain of dengue vector mosquito, *Aedes aegypti* L. *Tropical Biomedicine*, 26, 155-64. <https://drive.google.com/file/d/oB75lcxomfp2OTIIBaGMzZoxzNEE/view?pli=1&resourcekey=0-2PytjhDbQClkdubhea9X1g>
- Kuri-Morales, P. A., Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Moreno-García, M., Santos-Luna, R., Román-Pérez, S., Salazar-Penagos, F., Lombera-González, M., Sánchez-Tejeda, G. y González-Roldán, J. F. (2017). Insecticide susceptibility status in Mexican populations of *Stegomyia aegypti* (= *Aedes aegypti*): a nationwide assessment. *Medical and Veterinary Entomology*, 32, 162-174. <https://doi.org/10.1111/mve.12281>
- Lowenberger, C. (2001). Innate immune response of *Aedes aegypti*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 31, 219-229. [https://doi.org/10.1016/S0965-1748\(00\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0965-1748(00)00141-7)
- Machani, M. G., Ochomo, E., Zhong, D., Zhou, G., Wang, X., Githeko, A. K., Yan, G., y Afrane Y. A. (2020). Phenotypic, genotypic and biochemical changes during pyrethroid resistance selection in *Anopheles gambiae* mosquitoes. *Scientific Reports*, 10, 19063. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75865-1>

- McCarroll, L. y Hemingway, J. (2002). Can insecticide resistance status affect parasite transmission in mosquitoes? *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 32, 1345-1351. [https://doi.org/10.1016/S0965-1748\(02\)00097-8](https://doi.org/10.1016/S0965-1748(02)00097-8)
- Metz, H. C., Miller, A. K., You, J., Akorli, J., Avila, F. W., Buckner, E. A., Kane, P., Otoo, S., Ponlawat, A., Triana-Chávez, O., Williams, K. F. y McBride, C. S. (2023). Evolution of a mosquito's hatching behavior to match its human-provided habitat. *The American Naturalist*, 201, 200-214. <https://doi.org/10.1086/722481>
- Muktar, Y., Tamerat, N. y Shewafera, A. (2016). *Aedes aegypti* as a vector of flavivirus. *Journal of Tropical Disease*, 4, 2. <https://doi.org/10.4172/2329-891X.1000223>
- Muturi, E. J., Ephantus, J., Costanzo, K., Kesavaraju, B. y Alto, B. W. (2011). Can pesticides and larval competition alter susceptibility of *Aedes* mosquitoes (Diptera: Culicidae) to arbovirus infection? *Journal of Medical Entomology*, 48, 429-436. <https://doi.org/10.1603/ME10213>
- Oliveira, J. H. M., Gonçalves, R. L. S., Oliveira, G. A., Oliveira, P. L., Oliveira, M. F. y Barillas-Mury, C. (2011). Energy metabolism affects susceptibility of *Anopheles gambiae* mosquitoes to *Plasmodium* infection. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41, 349-355. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.02.001>
- Organización Mundial de la Salud (1975). *Manual de Entomología Práctica del Paludismo. Parte II. Métodos y técnicas*. OMS. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42481/WHO_OFFSET_13_\(part2\).pdf?sequence=2](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42481/WHO_OFFSET_13_(part2).pdf?sequence=2)
- Organización Mundial de la Salud (2012). *Plan Mundial para la Gestión de la Resistencia a los Insecticidas en los Vectores del Paludismo*. OMS. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44846/9789241564472_eng.pdf?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud (2017). *Respuesta mundial para el control de vectores, 2017-2030*. OMS. <https://www.paho.org/es/documentos/respuesta-mundial-para-control-vectores-2017-2030-0>
- Organización Mundial de la Salud (2020). *Enfermedades Transmitidas por Vectores*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Otto, S. P. (2004). Two steps forward, one step back: the pleiotropic effects of favoured alleles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271, 705-14. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2635>
- Rodríguez-Cruz, R. (2002). Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 54, 189-201. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-7602002000300004
- Rivero, A., Vézilier, J., Weill, M., Read, A. F. y Gandon, S. (2010). Insecticide control of vector-borne diseases: when is insecticide resistance a problem? *PLoS Pathogens*, 6, e1001000. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001000>

- Schmid-Hempel, P. (2005). Evolutionary ecology of insect immune defences. *Annual Review of Entomology*, 50, 529-551. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130420>
- Vera-Maloof, F. Z, Saavedra-Rodríguez, K., Penilla-Navarro, R. P., Rodríguez-Ramírez, A., Dzul, F., Manrique-Saide, P. y Black, W. C. (2020). Loss of pyrethroid resistance in newly established laboratory colonies of *Aedes aegypti*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14, e0007753. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007753>
- Vontas, J., Blass, C., Koutsos, A. C., David, J.-P., Kafatos, F. C., Louis, C., Hemingway, J., Christophides, G. K. y Ranson H. (2005). Gene expression in insecticide resistant and susceptible *Anopheles gambiae* strains constitutively or after insecticide exposure. *Insect Molecular Biology*, 14, 509-521. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2583.2005.00582.x>
- Webb Jr., J. L. A. (2016). *Aedes aegypti* suppression in the Americas: historical perspectives. *The Lancet*, 388, 556-557. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31225-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31225-9)
- Yahouédo, G. A., Chandre, F., Rossigno, M., Ginibre, C., Balabanidou, V., Mendez, N. G. A., Pigeon, O., Vontas, J. y Cornelie, S. (2017). Contributions of cuticle permeability and enzyme detoxification to pyrethroid resistance in the major malaria vector *Anopheles gambiae*. *Scientific Reports*, 7, 11091. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11357-z>
- Yamamura, K. (2021). Optimal rotation of insecticides to prevent the evolution of resistance in a structured environment. *Population Ecology*, 63, 190-203. <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12090>
- Zibae, A. y Bandani, A. R. (2010). Effects of *Artemisia annua* L. (Asteracea) on the digestive enzymatic profiles and the cellular immune reactions of the Sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutellaridae), against *Beauveria bassiana*. *Bulletin of Entomological Research*, 100, 185-196. <https://doi.org/10.1017/S0007485309990149>

ARTÍCULOS

Método de casos como estrategia de aprendizaje del derecho

Case method as a law learning strategy

Ana Esther Escalante Ferrer

0000-0003-2005-3436, anaescalante7@hotmail.com

Centro de Investigación Interdisciplinar para el Desarrollo Universitario (CIIDU),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Juan Manuel Ortega Maldonado

0000-0001-5881-7898, juan.ortegama@uaem.edu.mx

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (FDYCS),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Gabriela Mendizábal Bermúdez

0000-0002-6411-0837, mgabriela@uaem.mx

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (FDYCS),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

RESUMEN

Para abonar al aprendizaje del derecho en México, un grupo de profesores comprometidos con la política educativa y la formación de profesionales en el marco del modelo basado en competencias, ha promovido estrategias innovadoras para esta área del conocimiento. El objetivo de este artículo es mostrar la aplicabilidad del método de casos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del derecho, en licenciatura y en maestría. Se presenta un marco teórico y se recuperan dos experiencias en la implementación de ese método en dos asignaturas, así como las apreciaciones del estudiantado. Se considera que su aplicación potencia el aprendizaje, fomenta la curiosidad y desarrolla el pensamiento crítico, analítico y sintético.

PALABRAS CLAVE

aprendizaje del derecho, estudio de casos, modelo por competencias, política educativa, formación profesional

ABSTRACT

In order to contribute to the learning of law in Mexico, a group of professors committed to educational policy and the training of professionals within the framework of the competency-based model has promoted innovative strategies for this area of knowledge. The objective of this article is to show the applicability of the case method in the teaching-learning process of law, both in undergraduate and master's degrees. A theoretical framework is presented and two experiences in the implementation of this method in two subjects are recovered, as well as the students' appreciations. Its application is considered to enhance learning, foster curiosity and develops critical, analytical and synthetic thinking.

KEYWORDS

learning of law, case study, competency-based model, educational policy, professional training

Introducción

El aprendizaje del derecho en México ha tenido una tradición basada en la exposición magistral docente, que se relaciona con otras ocupaciones del profesorado, como las de jueces, magistrados y funcionarios, que les permiten ofrecer en sus clases los conocimientos y la experiencia profesional que han adquirido a lo largo de su vida. Sin embargo, desde hace al menos una década un grupo de profesores de una facultad de derecho de una universidad pública estatal, comprometidos con la política educativa y la formación de profesionales, dentro del marco del modelo basado en competencias, han promovido estrategias distintas para esta área de conocimiento.

El objetivo de este artículo es mostrar la aplicabilidad del método de casos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del derecho, para lo cual se presenta un referencial teórico y se recuperan, mediante narrativas de docentes, dos experiencias de implementación y apreciaciones del estudiantado sobre este método. Se considera que su aplicación potencia el aprendizaje, fomenta la curiosidad y desarrolla el pensamiento crítico, analítico y sintético.

Referencial teórico

Aun cuando el método de casos para la enseñanza no es una práctica reciente, en las universidades públicas estatales mexicanas está poco documentado. Desde 1871, Langdell (1879/1999) publica el primer libro de casos que utilizó como estrategia formativa y no informativa para la enseñanza del derecho.

En el caso se presenta toda la información básica y pertinente que permite un análisis para abrir un abanico de posibilidades a la decisión para resolverlo y, con ello, cumplimentar la práctica de un profesional del derecho (Correa Jaramillo, 2002). En el método de casos, el profesor prepara un conjunto de actividades sobre un caso hipotético o real que presenta al alumnado, el cual lo resuelve a partir del análisis de sentencias previas o de la revisión de la legislación aplicable.

Estos análisis recuperan aspectos históricos, económicos, políticos, sociales o jurídicos que contextualizan las sentencias, lo cual permite ubicar las posibilidades de defensa de un cliente y reflexionar sobre las decisiones emitidas por un juez o autoridad gubernamental, e incluso moldear y manipular las normas y el conocimiento jurídico. El caso se constituye en una forma de mostrar lo aprendido, ya que ejemplifica cómo organizar y analizar datos para tomar decisiones.

El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2020) hace una clasificación de tres tipos de estudios de casos como técnicas didácticas: casos centrados en el estudio de las descripciones; casos de resolución de problemas, y casos centrados en la simulación. Otra clasificación de los casos, de Andreu et al. (2004), incluye casos-problema o casos-decisión; casos-evaluación, y casos-ilustración.

Ahora bien, el caso como estrategia didáctica tiene varios componentes. El estudiante es el primer actor a considerar, quien analiza un caso con base en sus sentimientos, experiencias, percepciones, tradiciones, conocimientos y valores, lo que le lleva a interpretar cada situación de manera particular, valorando algunos aspectos del caso y omitiendo otros. Cada estudiante crea una posible respuesta para el caso presentado, de manera que, a la vez que aprende, dinamiza las formas de aprendizaje y el método mismo.

El segundo componente es el caso mismo, que es la base para la revisión, análisis, discusión y presentación de una solución. El tercer componente es el profesor quien, al igual que el estudiante, tiene su sistema de referencia, a partir de su formación, experiencia, y de las condiciones económicas, sociales y culturales. Su función es brindar a quien aprende elementos para interesarse en el caso, sin descuidar que la solución considere un procedimiento. Para ello, además de presentar el caso, orienta las discusiones y motiva la participación del estudiantado.

Correa Jaramillo (2002) propone como requisitos de un buen caso la exactitud, objetividad, claridad, lógica y sensibilidad a los detalles. Para cumplir con ellos se debe incluir en la descripción de la situación a los principales actores, la situación problemática y el orden en que suceden los hechos descritos, así como si existen elementos coyunturales para la evolución del caso y el proceso de toma de decisiones de las instancias que intervinieron.

En síntesis, coincidimos con los autores e institución mencionada en que utilizar el caso como estrategia pedagógica requiere planeación y conocimiento experto de la temática y la implicación del profesional que se está formando en el derecho. En este texto se muestra que los tipos de casos que se implementaron en la facultad mencionada al inicio son, en maestría, la simulación, y en licenciatura, el caso-decisión.

El método de casos: estrategia pedagógica

La base psicológica del método de casos se retoma del aprendizaje por descubrimiento de Bruner (1960). Para él, quien aprende se enfrenta a la información del caso para realizar su interpretación y solución. Aquí se requiere de la participación activa para decidir qué, cómo y cuándo se debe profundizar en algo, sin esperar que el profesor le presente el contenido.

Esta teoría se ha seguido trabajando por diferentes investigadores y en diversos escenarios educativos (Martínez y Zea, 2004; Pozo y Gómez, 1998; Woolfork, 1999). Además, como se puede inferir, la teoría de Bruner (1966) se relaciona con la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1990), que también se adhiere al planteamiento de que el estudiantado construye su aprendizaje y en el método de casos le es posible llegar a sus propias conclusiones (Bruner, 1980). La premisa es fomentar la curiosidad y el desarrollo de destrezas y habilidades para un aprendizaje para la vida, ante lo cual podemos afirmar que el método de casos promueve que quien aprende se plantee preguntas y busque respuestas.

En la mayoría de las investigaciones revisadas no se profundiza en la perspectiva teórica en la que se sustenta el método de casos; no obstante, se reconoce su utilidad como medio pedagógico cuando el estudiantado, de manera individual o grupal, durante el desarrollo de la discusión, lo relaciona con la práctica de su futuro profesional. Diversos estudios han mostrado las ventajas de este método en el aprendizaje de estudiantes de educación superior en diferentes disciplinas (Argandoña et al., 2018; Eleizalde et al., 2010; Pérez, 2007; Valdeerrama et al., 2016; Wassermann, 1999).

En relación con el aprendizaje para la formación de abogados, con este método se ve su filiación en la competencia conocida como *aprender a aprender* (Colao Marín, 2015). Otros autores lo trabajan como estrategia de aprendizaje del derecho para desarrollar competencias específicas, como la argumentación o la decisión a partir de dilemas, donde se espera una sola respuesta posible (Peñalva, 2017).

A diferencia de otras experiencias pedagógicas que se asumen sólo para resolver problemas y que suponen mayor efectividad que el método de casos (Arias et al., 2008), Boehrer (citado por Díaz Barriga, 2005) afirma que las discusiones para atender los casos no sólo examinan y analizan el caso, sino que hacen que quien aprende se involucre en él, por lo que entran en juego sus valores y ética profesional.

Preparación, conducción y seguimiento del método de casos

Los elementos instruccionales básicos de un caso son: selección y construcción del caso; generación de preguntas de estudio y análisis del caso; trabajo en equipos pequeños; discusión e interrogación sobre el caso; seguimiento, y evaluación del caso (Díaz Barriga, 2005). Esta herramienta para el aprendizaje es un continuo de experiencias para formular una solución a una situación apegada a la realidad.

Además, la evaluación del aprendizaje basado en casos es formativa y se enfoca en valorar cualitativamente el desempeño del alumnado en cuanto a habilidades, disposiciones y actitudes, mediante la definición de los criterios de estos desempeños.

Análisis de dos experiencias de aplicación del método de casos

Las experiencias docentes de la aplicación del método de casos que se documentan en este texto se aplican a dos asignaturas que tienen definido su quehacer pedagógico en el modelo por competencias.

Aprendizaje a través de casos de simulación en asignatura de posgrado

La asignatura de posgrado denominada Sistema Interamericano de Derechos Humanos (SIDH) permite advertir que se presta al debate y discusión con argumentos que denotan en el estudiantado la competencia de pensamiento crítico. La preparación del caso consiste en revisar

las convocatorias de concursos nacionales e internacionales organizados por instituciones educativas prestigiosas, enfocados en materia de derechos humanos (Academia de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario, 2020). La forma de trabajo incorpora los lineamientos mínimos para un método de casos que se citaron anteriormente.

Si bien la meta es distinta, en los cursos, a diferencia de los concursos, es posible —y de hecho así ha sucedido— que varios equipos obtengan la máxima calificación, dados los esfuerzos empeñados. Las coincidencias con las convocatorias analizadas son: la necesidad del trabajo en equipo entre los estudiantes, reforzar el autoaprendizaje, desarrollar la habilidad de expresarse correctamente, la potencialidad de exponer argumentos y contraargumentos ante un caso, respetar la diversidad de opiniones, y ser inclusivo y tolerante. El objetivo del análisis del caso es que dos equipos debatan, uno defendiendo los intereses de las víctimas y otro defendiendo los intereses del Estado.

En la mayoría de las ocasiones, el profesor hace una narración del caso con las aclaraciones que se requieran en un único documento, lo que facilita el entendimiento y la fluidez de su estudio, a diferencia de los concursos internacionales, donde se presentan dos documentos: uno sobre el caso y otro con las aclaraciones. Cuando el caso planteado genera dudas, ante las interrogantes del alumnado, en ocasiones es necesario adicionar algunos datos hipotéticos, como inventar algunos artículos de la constitución del país en cuestión o extremar la situación de las víctimas o del Estado, para ofrecer más argumentos a las partes y mayores posibilidades de discusión.

Para el análisis del caso, de acuerdo con lo expresado antes, el grupo se divide en equipos de dos o tres integrantes, tomando en consideración que los grupos de maestría son reducidos (entre ocho y doce alumnos), lo que facilita el control y seguimiento en la preparación de los memoriales y en el desarrollo de su destreza en la oratoria. A lo largo del semestre el profesor solicita a un colega especialista en oratoria ofrecer a los alumnos una plática y ejercicios sobre esta capacidad. Por otro lado, desde el inicio del semestre se forman los equipos y se les proporciona el caso, lo que les permite estudiarlo, investigarlo y profundizar en él mientras se revisan los temas del curso; es durante esta etapa que surgen dudas. El debate se realiza a finales del semestre y constituye parte de la evaluación final.

A los equipos se les advierte que el desempeño esperado es que adopten el papel de defensores de las víctimas o del Estado, es decir, deben prepararse para fungir con tal o cual calidad, porque así será en las presentaciones orales. Los memoriales del caso, tanto para la defensa de las víctimas como del Estado, se les piden con un mes de antelación. Previo a su entrega y en forma grupal se les comunica alguna información específica, como la necesidad de revisar algún tratado o determinada opinión consultiva, por ejemplo, una sentencia dictada por el Tribunal Europeo de Derechos Humanos en casos parecidos. Es también válido que esto se le haga saber de forma particular a algún equipo cuando lo pregunta

directamente, por lo que este dato no se hace público, ya que funciona como una estrategia de ese equipo que el profesor se abstiene de divulgar.

Las expectativas de los alumnos por obtener los mejores puntajes se deben a que la gran mayoría de ellos no había tenido oportunidad de participar en un evento de este tipo. Declaran estar convencidos de que les será de utilidad tanto por lo que aprenderán en materia de derechos humanos, como por los aprendizajes paralelos en oratoria, redacción y estilo.

Previamente al cierre del semestre, se pide a algunos alumnos del grupo realizar una práctica o ensayo. En ésta, el profesor funge como juez y se les pide dirigirse a él con el lenguaje propio de los tribunales, que es el lenguaje que se suele utilizar en los concursos internacionales. En el ensayo se les interrumpe deliberadamente para cortar su discurso, con tal de revisar su capacidad de reacción y recomposición. A esta práctica asisten todos los alumnos, lo que no sucederá en el evento final. Este día deben estar vestidos adecuadamente y se espera que sus habilidades para hablar muestren claridad y naturalidad, es decir, de manera consecutiva con su práctica profesional futura.

El día del evento final se realiza un sorteo para determinar el orden de participación. Los equipos no asisten a las presentaciones de los demás equipos, para evitar que escuchen las preguntas que les formula el tribunal. En algunas ocasiones se ha invitado a algún profesor para que acompañe al profesor titular en su calidad de juez, aunque la mayoría de las veces ese papel lo realiza el mismo profesor de la asignatura, aun cuando las reglas establecen que el tribunal puede estar integrado por uno o tres jueces.

Las apreciaciones del estudiantado sobre esta práctica se obtienen a través de un cuestionario de preguntas abiertas. Las respuestas de los estudiantes se resumen a continuación:

- Las personas en cuyo curso de SIDH se aplicó el método de casos reconocen una parte teórica durante el semestre, en la cual se analizó el funcionamiento del SIDH y la parte práctica con el ejercicio del caso hipotético.
- Reportan que adquirieron conocimiento del SIDH y su importancia; también tuvieron un aprendizaje práctico al comparecer ante un tribunal en un juicio oral; desarrollaron o mejoraron su oratoria, y lograron preparar y defender sus argumentaciones.
- El método de casos mostró a los estudiantes la falta de una mayor planeación de la postura que debían sostener, así como la necesidad de realizar lecturas previas al tema que se vería en la siguiente sesión y llevar a cabo más debates en las clases ordinarias del curso.
- Aun cuando no es explícito en la modalidad pedagógica del curso que se aplique el método de casos, quienes lo han tomado afirman que sí se ha aplicado este método, porque se considera que, a partir de un caso, aun cuando haya sido hipotético, han puesto en práctica muchas habilidades, capacidades y competencias previas, y desarrollado otras nuevas.

- En alguna ocasión, esta preparación sirvió a algunos alumnos para participar en el Campeonato Mundial Nelson Mandela en Sudáfrica (Centre for Human Rights, University of Pretoria, 2019), al cual pudieron asistir dos estudiantes.
- Finalmente, consideran que una vez que han vivido la experiencia, esta estrategia es aplicable para prácticamente todas las disciplinas, aunque se enfatiza su aprovechamiento en materia de derecho penal, ambiental y medios alternos de solución de controversias.

Algunas conclusiones de esta experiencia educativa son que esta práctica resulta muy enriquecedora, especialmente por el entusiasmo y la expectativa que se genera entre el alumnado, en el que provoca curiosidad y genera participación. Además, es una oportunidad para revisar simultáneamente las reglas del SIDH en un caso concreto, aun cuando sea hipotético, y los alumnos se ven obligados a investigar por su cuenta.

Es importante indicar que aplicar el método de casos en la Maestría en Derecho es más sencillo, ya que el estudiantado cuenta con una beca del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), lo que garantiza su dedicación de tiempo completo a sus estudios. Este apoyo económico les permite invertir las horas necesarias para su preparación en cursos de oratoria, redacción y temas específicos sobre derechos humanos que, dada la limitación de un curso de un semestre, no podrían revisarse en forma ordinaria.

En cuanto a lo que puede mejorarse, se encuentra la necesidad de una planeación más rigurosa de los casos, así como invitar a más docentes y alumnos de la maestría a participar en cursos paralelos. Por ejemplo, si algún profesor ofrece un seminario o taller de oratoria, sería conveniente entrelazar ambos cursos.

Aprendizaje a través de un caso de decisión en seguridad social en licenciatura

La segunda experiencia de aprendizaje que compartimos en este texto es la presentación de un caso real. Para ello es necesario introducir a quien aprende en los conocimientos teóricos del tema a tratar y en la normativa aplicable. Aquí radica una de las mayores complicaciones, pues, en licenciatura, la asignatura jurídica de Derecho de la Seguridad Social abarca de diferentes ramas del derecho, entre ellas, el mercantil, el fiscal, el del trabajo, el administrativo y el procesal de la seguridad social y del trabajo.

La vía para introducir al estudiantado y dotarlo de conocimientos previos en estos temas es muy variada: desde la exposición del profesor y la realización de una investigación, hasta el análisis de lecturas guiadas o el método de casos, que es el tema de este trabajo. Al aplicar este método se utiliza el expediente de un litigio que dirima la solución de una controversia jurídica real, para adecuarla a las necesidades específicas de un tema dentro de una unidad de aprendizaje determinada.

A manera de ejemplo, se describe a continuación el caso práctico a resolver en un semestre determinado en el tema de accidentes de trabajo:

El profesor describe el caso del demandante, quien es un trabajador de intendencia de un museo nacional. Los hechos se presentan el 30 de octubre de 2017 (es importante la fecha, aun cuando fuera hipotética, para que en el análisis se aplique la normativa vigente). En el museo existe, en cada contrato de trabajo, la prohibición explícita para los trabajadores de consumir alcohol dentro de cualquier instalación del museo, incluyendo el área del restaurante, donde se cuenta con licencia para la venta de bebidas alcohólicas.

Los hechos del caso son los siguientes: un determinado día un trabajador de otra área es enviado por su supervisor a apoyar en el restaurante, debido a que se programaron visitas guiadas al museo de muchos grupos que coincidían en la hora de la comida. Por ello, aunque el personal estaba completo, se trasladó al trabajador mencionado a apoyar en esa área como garrotero. La contingencia se presenta cuando el trabajador, al colocar las botellas consumidas en contenedores para tal fin, se da cuenta de que una botella de cerveza oscura está casi llena y decide tomarse el contenido a escondidas del capitán de meseros, a cargo del restaurante en ese momento.

Al empezar a ingerir el líquido siente que se le quema la boca, la tráquea y el estómago y no puede respirar. Sin darse cuenta, ingirió un líquido con químicos tóxicos para desmanchar los pisos de mármol del restaurante, que otro trabajador, para no cargar todo el garrafón, trasvasó en una botella de cerveza que por error no guardó en la bodega correspondiente. Ante las exclamaciones de auxilio que puede hacer el trabajador lo asiste el capitán de meseros. Al lograr comprender lo sucedido y por la emergencia que presenta, lo trasladan de urgencia al hospital más cercano, que era de carácter privado. Este planteamiento corresponde a un caso-decisión, ya que se hace la descripción de la situación problemática sobre la cual hay que tomar una decisión.

Las instrucciones al estudiantado muestran que el asunto a resolver consiste en determinar si el caso que se presenta es riesgo de trabajo o enfermedad general. Para ello se les pide a los alumnos indagar de manera individual cuál sería la legislación aplicable en México para el caso revisado, realizar la consulta de libros especializados e investigar en internet sobre el tema. Posteriormente, tendrán que organizarse en equipos con dos de sus compañeros para responder, fundamentado legalmente, lo siguiente:

- Si se trata de un accidente de trabajo o un accidente general y por qué.
- Definir quién es responsable del accidente.
- A qué prestaciones tiene derecho el trabajador accidentado.
- Qué papel desempeña aquí la ética en todos los actores: el museo como patrón, el trabajador accidentado, el intendente que dejó el líquido y el capitán de meseros.

Como puede observarse, se hacen preguntas de estudio, discusión, facilitadoras y sobre el resultado que se espera del caso presentado. Lo anterior obliga al desarrollo del pensamiento crítico, analítico y sintético. Los objetivos del aprendizaje son analizar la legislación aplicable al caso en la inmersión de dos temas en confrontación: riesgos de trabajo y enfermedades generales, y enfatizar la importancia de la ética profesional en cualquier profesión. Con base en la discusión en equipo, el desempeño esperado es la entrega de un reporte que incluye, además de las respuestas, las referencias consultadas. Previamente se dan a conocer a los alumnos los criterios de evaluación y se les notifica que recibirán retroalimentación de su asesor.

El análisis conceptual del caso no es establecer si se trata de un riesgo de trabajo o no, porque la legislación mexicana —en este caso, la Ley del ISSSTE—¹ protege al trabajador en ese aspecto. El hecho que motiva el conflicto es que el gerente del restaurante ingresó al trabajador accidentado en un hospital privado, donde proporcionó su tarjeta de crédito en garantía para que le dieran la atención de urgencia, pero, posteriormente, debido a que el trabajador contaba con aseguramiento social, el museo no quiso reembolsar los gastos que se generaron en el hospital privado. Por lo tanto, de la primera parte de los hechos se genera esta controversia, cuyo objetivo se centra en la toma de decisiones que requiere la solución de las situaciones problemáticas que plantea el caso, y que se dirigen en las preguntas de estudio y análisis.

El caso cierra con la respuesta a interrogantes heterogéneas, que invitan a la reflexión, mientras que la solución pasa simplemente por localizar la norma aplicable. La valoración de cada interrogante permite una calificación distinta, ya que en la respuesta se busca un razonamiento más sofisticado. Debe insistirse en la necesidad de citar el fundamento legal en el que el alumno apoya su respuesta. El trabajo en equipo permite que los alumnos discutan sobre las propuestas de solución a cada interrogante, lo que genera un ambiente propicio para el diálogo y el trabajo colaborativo.

La solución del caso ha obtenido diversas experiencias, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Invariablemente, los estudiantes estuvieron más motivados en la solución de este ejercicio que en la participación en otras actividades, como cuestionarios o investigaciones, debido a que se relacionan más fácilmente con la realidad. Inclusive comentaron algunas situaciones o anécdotas relacionadas con el caso práctico.
- El estudiantado toma conciencia de que el derecho, a pesar de que se divide en diferentes ramas jurídicas para su estudio, docencia y aplicación y administración de justicia, es un área de conocimiento que en la vida real no conoce divisiones, por lo que éstas se encuentran en constante intercesión, por ejemplo, el derecho laboral

¹ Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

con el derecho de la seguridad social. Por lo tanto, aunque el estudiante no haya cursado otras asignaturas, se ve obligado a leer, investigar y dominar conocimientos jurídicos de diferentes áreas del derecho.

- El estudiantado toma conciencia de la necesidad, importancia y capacidad de ser autogestivo en la adquisición de los conocimientos que requiere para solucionar situaciones prácticas.

Reflexiones finales

Este artículo tuvo como objetivo mostrar la aplicabilidad de método de casos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del derecho. Lo expuesto permite declarar que este método, basado en el aprendizaje por descubrimiento, provoca una participación activa del estudiantado. Es necesario destacar que este método requiere de un proceso de preparación que tiene cierto margen de heterogeneidad, en parte por la asignatura en la que se trabaja, el número de estudiantes y el nivel educativo, por lo que difícilmente se puede establecer un procedimiento único para aplicar esta estrategia formativa.

En todo momento se visualizan tanto la preparación de las condiciones para que se dé respuesta al caso presentado como la presencia del profesorado en el seguimiento del trabajo de los estudiantes. Además, el método de casos se puede enfrentar con que los estudiantes no cumplan con la planeación o no revisen las lecturas que les permitan argumentar para el debate o la decisión sobre el tema presentado.

Consideramos que haber aplicado durante una década este método de trabajo ha permitido una mejora constante y ha acercado al profesorado a analizar y aplicar sus virtudes desde un enfoque más pedagógico y menos empírico. No obstante, los procesos de valoración de la efectividad de este método en la práctica profesional todavía requieren investigarse más a fondo. Lo que es innegable es que el método de casos resulta motivante para el estudiantado y, con ello, se acerca al modelo basado en competencias.

Referencias

- Academia de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario (2 de agosto de 2020). Concurso Interamericano de Derechos Humanos. Washington College of Law, American University. <https://www.wcl.american.edu/impact/initiatives-programs/hracademy/academia/concurso/sobre/>
- Andreu, M. Á., González, J. A., Labrador, M. J., Quintanilla, I. y Ruiz, T. (2004). *Método del caso. Ficha descriptiva y de necesidades*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://vdocuments.mx/metodo-del-caso-ficha-descriptiva-y-de-necesidades.html?page=5>
- Argandoña, F., Persico, M., Visic, A. y Bouffanais, J. (2018). Estudio de Casos: Una metodología de enseñanza en la educación superior para la adquisición de competencias integradoras y emprendedoras. *Tec Empresarial*, 12(3), 7-16. <https://dx.doi.org/10.18845/te.v12i3.3934>
- Arias Gundín, O., Fidalgo, R. y García, J. (2008). El desarrollo de las competencias transversales en magisterio mediante el aprendizaje basado en problemas y el método de caso. *Revista de Investigación Educativa* 26(2), 431-444. <https://revistas.um.es/rie/article/view/94011/90631>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesion, H. (1990). *Psicología educativa*. Trillas.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1980). *Investigación sobre el desarrollo cognitivo*. Pablo del Río.
- Centre for Human Rights, University of Pretoria (2019). Competencia Mundial de Derechos Humanos Nelson Mandela. <https://www.chr.up.ac.za/competencia-mundial-derechos-humanos-nelson-mandela>
- Colao Marín, P. Á. (2015). La Enseñanza y Aprendizaje del Derecho Tributario en Administración y Dirección de Empresas: Competencias, Contenidos y Referencia a la Importancia del Método del Caso. *REJIE. Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, 12, 73-91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5177422>
- Correa Jaramillo, J. G. (2002). El método del caso como estrategia didáctica para la formación de administradores de empresas. *Semestre Económico*, 5(10). <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1383>
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw Hill.
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A. y Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la biotecnología. *Revista de Investigación*, 71, 271-290. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140386013>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2 de agosto de 2020). *Método de casos. Técnicas didácticas*. Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes, Dirección de Investigación e Innovación Educativa. <https://docplayer.es/26306380-Metodo-de-casos-tecnicas-didacticas.html>

- Langdell, C. C. (1999). *A Selection of Cases on the Law of Contracts*. Little, Brown & Company (original publicado en 1879).
- Martínez, E. R. y Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*, 2(24), 69-90. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/a4n24/4-24-4.pdf>
- Pérez, A. (2007). *La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas*. Consejería de Educación de Cantabria.
- Pozo, J. y Gómez, M. (1998). *Aprender a enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (8 de abril de 2019). *Celebra Facultad de Derecho y Ciencias Sociales su 65 aniversario*. Boletín No. 2878. <https://www.uaem.mx/difusion-y-medios/publicaciones/boletines/celebra-facultad-de-derecho-y-ciencias-sociales-su-65-aniversario>
- Valderrama, N., Azócar, G., De Bruijn, J. y González, M. E. (2016). Método de Estudio de Casos en la Enseñanza Universitaria de Estadística; Aplicación, Enfoques y Estrategias Docentes, *INNOVARE. Revista Electrónica de Educación Superior*, 1(2), 72-89. <http://innovare.udec.cl/wp-content/uploads/2017/01/0719-7500.2016.9.pdf>
- Peñalva, G. G. (2017). El método de casos y el método de problemas en la enseñanza del Derecho, *Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales*, III(número extraordinario). http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65076/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1
- Wassermann, S. (1999). El estudio de casos como método de enseñanza. En: *Los casos como instrumentos educativos* (pp. 51-67). Amorrortu.
- Woolfork, E. A. (1999). *Psicología Educativa*. Pearson.

ARTÍCULOS

Humedales, plantas y comunidades: las hidrófitas y su aprovechamiento en Playa Ventura, Guerrero

Wetlands, plants and communities: hydrophytes and their use in Playa Ventura, Guerrero

Alejandro García Flores

0000-0002-1122-5059, alejandrogarcia@uaem.mx

Laboratorio de Ecología, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Lessly Ethel Arroyo Mancilla

0000-0001-8489-9663, lesseam28@gmail.com

Maestría en Manejo de Recursos Naturales, CIB, UAEM

Raúl Valle Marquina

0000-0003-4730-2973, rvallemarquina@hotmail.es

Laboratorio de Hidrobotánica, CIB, UAEM

Hortensia Colín Bahena

0000-0001-5248-9846, ortencia.colin@uaem.mx

Laboratorio de Ecología, CIB, UAEM

Jorge Alberto Viana Lases

0000-0003-1813-0105, viana@uaem.mx

Laboratorio de Hidrobotánica, CIB, UAEM

María Eugenia Bahena Galindo

0000-0002-6784-3390, bahenam@uaem.mx

Laboratorio de Edafoclimatología, CIB, UAEM

RESUMEN

Los humedales son ecosistemas que aportan múltiples servicios ambientales y bienes a las poblaciones humanas, desde ríos, lagunas, pantanos, manglares y arrecifes, hasta selvas y palmares inundables. Funcionan como reservorios de biodiversidad pero también como sistemas de provisión de alimentos, ya que los habitantes locales han aprendido a cultivar, cazar y pescar en ellos. También aprovechan las plantas acuáticas y tolerantes para alimentarse, construir, curarse, conseguir forrajes, elaborar artesanías, entre otros usos. En este trabajo se presenta un estudio de caso sobre la relación que mantienen los habitantes de Playa Ventura, Guerrero, con la laguna Cabeza de Charco; los aportes socioambientales de este humedal, y el aprovechamiento de plantas acuáticas con valor de uso.

PALABRAS CLAVE

etnobotánica, humedales, plantas acuáticas, aprovechamiento, Playa Ventura, Guerrero

ABSTRACT

Wetlands are ecosystems that provide multiple environmental services and goods to human populations, from rivers, lagoons, marshes, mangroves, and reefs, to flooded forests and palm groves. They function as reservoirs of biodiversity, but also as food provisioning systems, as local people have learned to grow crops, hunt, and fish in them. They also take advantage of the aquatic and tolerant plants to feed themselves, build, heal, obtain fodder, make handicrafts, among other uses. This paper presents a case study on the relationship between the people of Playa Ventura, Guerrero, and the Cabeza de Charco lagoon; the socio-environmental contributions of this wetland, and the use of aquatic plants with use value.

KEYWORDS

ethnobotany, wetlands, aquatic plants, utilization, Ventura Beach, Guerrero

Introducción

México es un país que se caracteriza por ser ecológica y culturalmente diverso. El territorio nacional es un complejo mosaico ecológico, desde los mares y humedales hasta los desiertos, las selvas tropicales y los bosques templados. Esta condición ha dado lugar a que en el país se concentre el 10% de la totalidad de especies conocidas en el planeta (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2017).

De los grupos biológicos, las plantas vasculares ocupan un lugar importante en términos de riqueza, al registrar 23,314 especies, de las cuales la mitad son endémicas (Villaseñor, 2016). Además, México es un centro de diversificación de diferentes grupos de plantas, como las cactáceas, asteráceas, magueyes, copales, pinos y encinos. Paralelamente a la amplia diversidad biológica expresada en el número de ecosistemas y especies, a lo largo de la historia se han establecido y desarrollado en el territorio mexicano numerosos pueblos que han dado origen a una gran diversidad cultural (Toledo et al., 2019).

A través de la observación de su entorno, esos pueblos han construido un cúmulo de conocimientos, aprendizajes, prácticas y significados que han sido transmitidos oralmente de generación en generación, con los cuales moldearon sus relaciones con la naturaleza (Toledo et al., 2019). Esto propició la creación de un conjunto de saberes sobre el uso y manejo de diversas especies de plantas, a través de complejas interacciones entre las comunidades tradicionales y su entorno vegetal (Caballero et al., 1998).

Uno de los resultados de esas relaciones se puede observar en el uso de aproximadamente siete mil plantas vasculares en todo el país (Caballero y Cortés, 2001), aunque se estima que se aprovechan entre diez mil y doce mil (Casas et al., 2016). Sean hierbas, arbustos o árboles, las especies útiles pueden ser cultivadas, toleradas, fomentadas y protegidas en los sistemas productivos antropogénicos o extraídas directamente de la vegetación natural. Algunos ejemplos concretos son las 2,168 especies vegetales comestibles documentadas (Mapes y Basurto, 2016), y una herbolaria nacional que registra el uso de más de tres mil especies (Casas et al., 2017).

El análisis de las múltiples interacciones que tienen los grupos humanos con las plantas puede ser realizado desde diferentes perspectivas, y la etnobotánica es una de ellas. Ésta se define como la disciplina científica dirigida a comprender el conjunto de conocimientos que los grupos humanos tienen sobre las plantas, cómo éstas forman parte de sus representaciones simbólicas de la realidad y sus concepciones del mundo, y cómo esos grupos se apropiaron de ellas para reproducir su vida social y cultural (Casas et al., 2016).

En términos de investigación, el conocimiento florístico de los ecosistemas acuáticos del mundo, y particularmente en México, es escaso. Asimismo, en comparación con los ecosistemas terrestres, los ecosistemas acuáticos, como los humedales y la vegetación asociada a ellos, recibe poca atención desde la perspectiva etnobotánica. Ante tales premisas, el objetivo de este

trabajo de investigación fue realizar un inventario florístico de las plantas acuáticas presentes en la laguna Cabeza de Charco y del aprovechamiento tradicional de este recurso que realizan los habitantes de Playa Ventura, municipio de Copala, Guerrero.

Humedales y poblaciones humanas

De acuerdo con Mitsch y Gosselink (1993), los humedales se definen como ecosistemas caracterizados por tener un suelo que se mantiene saturado de agua de manera temporal o permanente, los cuales presentan una capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie, en la que periódicamente crecen plantas adaptadas a la inundación, es decir, en ellos predomina una vegetación de plantas acuáticas o hidrófitas que requieren de algún grado de inundación para completar su ciclo de vida.

La diversidad de humedales provoca que se les clasifique de distintas maneras (Moreno-Casasola et al., 2010). Moreno-Casasola e Infante (2016) los clasifican, de forma general, en marinos y estuarinos, lacustres y palustres, así como por el tipo de vegetación dominante: herbáceos, como los popales, tulares, carrizales y de plantas flotantes, y arbóreos, como los manglares, selvas y palmares inundables.

Los humedales han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades humanas en diferentes épocas históricas y espacios geográficos. Grandes civilizaciones antiguas, como la egipcia, china, india y sumeria, se asentaron a lo largo de áreas húmedas de los ríos Nilo, Amarillo, Indo, Tigris y Éufrates, respectivamente. En Mesoamérica, la evidencia de restos animales culturalmente modificados, huesos humanos y refugios de piedra en sistemas lacustres muestra que éstos fueron rutas de tránsito y establecimiento para las primeras poblaciones humanas en esta área cultural (Zizumbo y Colunga, 2008).

En México diferentes civilizaciones establecieron una estrecha relación con los humedales, los cuales fueron un elemento clave en el moldeo de distintos aspectos de su forma de vida. Por ejemplo, los olmecas florecieron en las llanuras costeras inundables del sureste, en lo que hoy es Veracruz y Tabasco. Los mexicas fundaron la ciudad de Tenochtitlán en el ambiente lacustre del valle de México, mientras en el occidente, la cultura purépecha vio su esplendor entre los humedales del lago de Pátzcuaro, en el actual estado de Michoacán. Para las heterogéneas sociedades que habitaban en el norte del país, comúnmente denominadas chichimecas, los oasis, aguajes y ciénagas fueron indispensables para su sobrevivencia.

Actualmente, se estima que los humedales ocupan el 6% de la superficie terrestre (Zedler y Kercher, 2005). A pesar de su reducida extensión mundial, brindan importantes servicios ambientales a la población humana; son reservorios de biodiversidad, al ser habitados por diversas especies de flora y fauna; mejoran la calidad del agua mediante la reducción de contaminantes a través de la retención de sedimentos y permiten la recarga de acuíferos y el abastecimiento de agua; retienen aguas fluviales, apoyan la estabilización de las costas y protegen

contra inundaciones, tormentas tropicales o huracanes; también son importantes en la regulación del clima y la captura de carbono del aire, por lo que ayudan en la mitigación de los efectos del cambio climático (Zedler y Kercher, 2005; Mitsch et al., 2015).

Los humedales son una fuente de productos naturales para millones de personas en diferentes contextos territoriales, culturales y ecológicos. Por ejemplo, son sistemas importantes en la provisión de alimentos, porque los habitantes locales han aprendido a cultivar en sus suelos, así como a cazar y pescar para el autoabasto o para venta, al ser sitios de refugio y hábitat para aves, mamíferos, reptiles, peces, crustáceos y moluscos (Maimone-Celorio et al., 2006; Moreno-Casasola et al., 2010; Peraza-Villarreal et al., 2019).

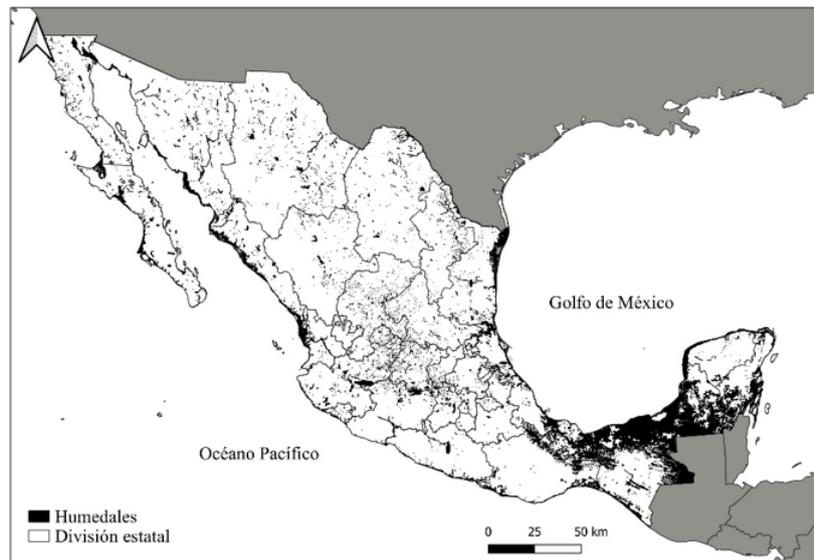
Pero también numerosas plantas acuáticas y tolerantes proporcionan múltiples bienes. Las plantas acuáticas vasculares son componentes importantes en la dinámica y el funcionamiento de los humedales, al condicionar las propiedades físico-químicas del agua y, con ello, la sobrevivencia del fitoplancton, zooplancton y peces (Jeppesen et al., 1998). Ya sea que se encuentren sumergidas, emergiendo o flotando, las también llamadas hidrófitas son áreas de refugio, alimentación, reproducción y anidación de diversos peces, insectos, moluscos, crustáceos, anfibios, reptiles, mamíferos y aves (Meerhoff y Mazzeo, 2004).

La extracción de especies vegetales asociadas con humedales aporta diversos productos maderables, como leña o materiales para construcción. Asimismo, provee productos no maderables destinados para la alimentación, medicina, forrajes, colorantes, abonos, ornamentos, fibras vegetales, artesanías o insecticidas (Maimone-Celorio et al., 2006; Chowdhury y Das, 2009; Kotze y Traynor, 2011; González-Marín et al., 2012; Ikram et al., 2014; Zhang et al., 2014; Iqbal et al., 2021; Rao et al., 2022).

En México, el uso tradicional de plantas acuáticas mantiene su importancia cultural al aportar diferentes especies útiles para las comunidades cercanas a los humedales. Por ejemplo, en la cuenca del Lerma, los tubérculos de la hoja de flecha (*Sagittaria macrophylla* Zucc.; *Sagittaria latifolia* Willd.), una hidrófita emergente, se recolectan para el consumo y la venta (Zepeda y Lot, 2005). Otras especies ayudan al almacenamiento y la preservación de los alimentos, como las hojas del popal (*Thalia geniculata* L.), que son utilizadas en el sureste mexicano para envolver tamales y pescado. Especies de poligonáceas, como el chilillo rojo o liendre de cochino (*Persicaria punctata* (Elliott) Small), son utilizadas en la medicina tradicional para tratar lesiones en la piel y lavar heridas. Investigaciones sobre los extractos de estas hidrófitas muestran sus propiedades antimicrobianas (Vivot y Cruaños, 2008).

Las raíces y hojas de la sanguinaria (*Polygonum aviculare* L.) son usadas tradicionalmente para tratar infecciones bucofaríngeas; algunos estudios evidencian propiedades astringentes, antihemorrágicas y analgésicas en esta planta (González et al., 1999). A través de la extracción y manejo de las fibras vegetales del junco (*Cyperus articulatus* L.) y el tule (*Typha latifolia* L. y *Typha domingensis* Pers.) se elaboran artesanías y utensilios domésticos y de trabajo.

Figura 1
Humedales en México



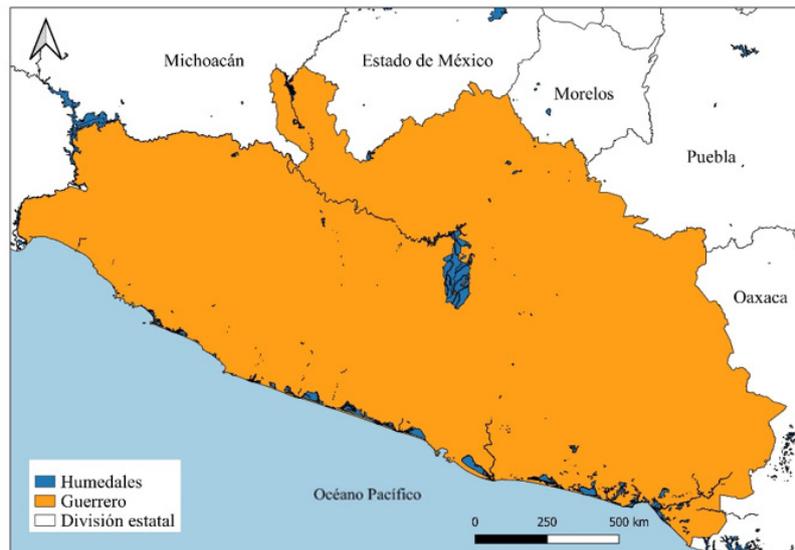
Fuente: elaboración propia con datos geoespaciales de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Las hojas y tallos de algunas ciperáceas, como el junco (*C. articulatus* L.), eleocharis (*Eleocharis elegans* Roem. & Schult.) o trompetilla (*Hymenachne amplexicaulis* Nees), se pueden aprovechar como forrajes en la cría de animales domésticos (Diego-Pérez, 2010). La lechuga de agua (*Pistia stratiotes* L.) y el lirio acuático (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)) se suministra como forraje para la cría de peces (Pérez-Sánchez, 2007). En sistemas de producción de alimentos, como las chinampas y los camellones chontales, la extracción de lechuga de agua (*P. stratiotes*) y lirio acuático (*E. crassipes*) permite su uso como abono verde de cultivos y árboles frutales (Pérez-Sánchez, 2007).

Plantas acuáticas de importancia etnobotánica en Playa Ventura, Guerrero

En México, los humedales ocupan un 6.5% de la superficie del territorio nacional, con una mayor extensión a lo largo de las planicies costeras (Olmsted, 1993). De acuerdo con el Inventario Nacional de Humedales, realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2020), se registran más de seis mil de estos ecosistemas distribuidos en el país (figura 1), de los cuales 144 son considerados como Humedales de Importancia Internacional o Sitios Ramsar, con una superficie de 8,721,911 hectáreas (Convención Ramsar, 2022). Los Sitios Ramsar forman parte de un convenio internacional firmado en 1971 en Ramsar, Irán, cuyo propósito es la protección y conservación de los humedales.

Figura 2
Humedales del estado de Guerrero



Fuente: elaboración propia con datos geoespaciales de la CONABIO y la CONAGUA.

Este tipo de ecosistema tiene una variedad de comunidades vegetales con diferente composición, estructura y formas de vida de acuerdo con varios factores, principalmente hidrológicos (Olmsted, 1993), lo cual se relaciona con la cantidad y estacionalidad de la inundación (Moreno-Casasola, 2008). Los humedales mexicanos adoptan diversas formas, pues incluyen desde las lagunas costeras someras con sus pastizales marinos, marismas, oasis en los desiertos, manglares, cenotes, humedales herbáceos de agua dulce, como popales y tulares, hasta selvas y palmares inundables (Olmsted, 1993; Moreno-Casasola, 2008).

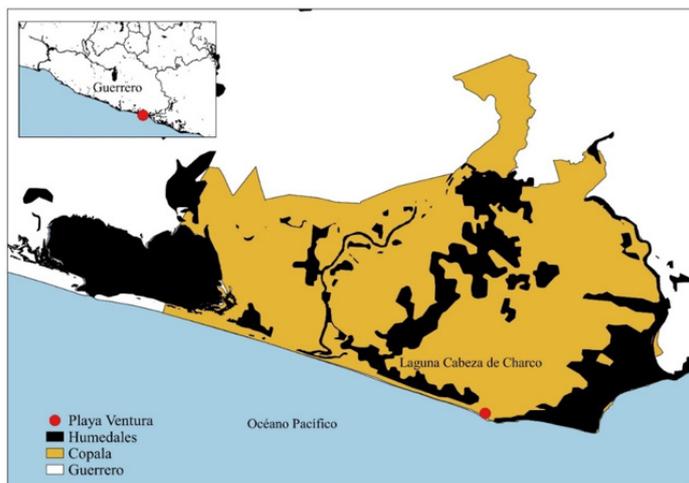
En México, se estima que se ha perdido o degradado cerca del 62% de los humedales (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012), principalmente por factores como la contaminación, la sobreexplotación, la deforestación, la expansión agrícola, y el desarrollo industrial, turístico y urbano (Olmsted, 1993; Moreno-Casasola, 2008). En el caso particular del estado de Guerrero se registran 287 humedales (CONAGUA, 2020), una gran parte de los cuales se encuentra sobre las costas (figura 2).

Área de estudio

Playa Ventura, nombrada oficialmente como Colonia Juan N. Álvarez, es una comunidad costera que se ubica en el municipio de Copala, Guerrero (figura 3, p. 7), en la región de la Costa Chica, franja costera del Pacífico mexicano que se extiende desde el sur de Acapulco, en

Figura 3

Ubicación geográfica de Playa Ventura, Copala, Guerrero



Fuente: elaboración propia con datos geoespaciales de la CONABIO y la CONAGUA.

este estado, hasta Huatulco, en el estado de Oaxaca. Su origen data de la década de 1940, con el asentamiento de familias migrantes provenientes de la cabecera municipal de Copala.

Actualmente, Playa Ventura es habitada por personas de diferentes orígenes étnicos, de las cuales el grupo mayoritario son los afroestizos, seguido por los indígenas amuzgos y la población mestiza. La fuente de subsistencia de los habitantes está relacionada con las actividades económicas primarias, como la agricultura, la ganadería y la pesca artesanal; pero también con la prestación de servicios de alojamiento y preparación de alimentos para el turismo de playa.

La selva baja caducifolia es el ecosistema predominante en la región. Sin embargo, también se registran ecosistemas acuáticos, como el río Copala, arroyos temporales conocidos localmente como apantles, manglares y la laguna Cabeza de Charco. Esta última es un humedal relevante para la historia de Playa Ventura. Las primeras poblaciones de esta comunidad se asentaron en su margen, al ser una fuente de recursos naturales para la subsistencia. En términos de diversidad biológica, es un sitio donde se desarrollan diferentes plantas acuáticas.

Metodología

En el desarrollo de esta investigación se consideraron los lineamientos éticos propuestos por la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (Cano et al., 2014). El enfoque de investigación fue etnobotánico. El trabajo de campo se realizó entre noviembre de 2020 y mayo de 2021, y se cumplió con las medidas sanitarias en el contexto de la pandemia del COVID-19.

Figura 4
Colecta y prensado de plantas acuáticas de la laguna Cabeza de Charco



Foto: Alejandro García Flores.

Para la selección de informantes se consideró el apoyo de un *portero*, el cual es un informante clave que sitúa al investigador en el campo y apoya en el proceso de selección de participantes (Ruano, 2007). Con este recurso se obtuvo un primer grupo de informantes clave, con base en los criterios de disponibilidad a participar, tiempo de residencia en la comunidad y práctica de actividades productivas asociadas a la laguna Cabeza de Charco.

Posteriormente, la selección se realizó aplicando la técnica de bola de nieve (*snowball*), tipo de muestreo no probabilístico en el cual el investigador pide a los participantes en la investigación que recomienden a otros potenciales informantes de forma acumulativa (Taylor y Bogdan, 1987). Para la obtención de datos etnobotánicos se utilizó la entrevista semiestructurada a partir de un guion establecido en gabinete. Se realizaron recorridos guiados con informantes locales, con el objetivo de recolectar material botánico para la identificación de las especies nombradas. Para la colecta y herborización de material botánico se siguieron las recomendaciones descritas en Lot y Chiang (1986) y Lot et al. (2015).

Resultados

De acuerdo con el inventario florístico preliminar realizado en el Laboratorio de Hidrobotánica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) (figura 4), la flora acuática de la laguna Cabeza de Charco está representada por 28 especies, distribuidas en 16 familias y 23 géneros. Asimismo, la vegetación acuática está representada por tres formas de vida: hidrófitas enraizadas emergentes, con veinte especies; hidrófitas libremente flotadoras, con cuatro especies; hidrófitas enraizadas de hojas flotantes, con tres especies, e hidrófitas enraizadas sumergidas, con una especie.

Figura 5
Entrevista y recorrido guiado en la laguna Cabeza Charco
con un habitante de Playa Ventura



Foto: Alejandro García Flores.

Al realizar entrevistas y recorridos guiados con habitantes locales (figura 5) se constata que la pesca es el principal aporte socioambiental de este humedal. También es un área de interés para actividades ecoturísticas enfocadas en su valor paisajístico, la observación de la flora y fauna, y la navegación. Las hidrófitas se utilizan en la elaboración de enseres de trabajo, en la construcción y como forraje (figura 6 y 7, pp. 10 y 11).

Especies como el tule (*Typha domingensis* Pers.) son utilizadas para la elaboración de artesanías, como canastas, bolsos, sombreros y otros recuerdos de viaje. De forma similar, la flor de fango (*Nymphoides indica* (L.) Kuntze.) y la yunca (*Nymphaea ampla* (Salisb.) DC.) se aprovechan para la elaboración de collares en festividades locales. Para ornamento en los hogares se emplea la yunca (*N. ampla*), la flor de fango (*N. indica*) y el lirio acuático o cola de pato (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.).

El carrizo (*Arundo* spp.) y el tule (*T. domingensis*) son utilizados para la construcción de tejados en algunos hogares y palapas. El ganado bovino consume como forraje algunas especies de hidrófitas, como el lirio (*E. crassipes*), tule (*T. domingensis*), flor de fango (*N. indica*), carrizo (*Arundo* spp.), yunca (*N. ampla*), pionía (*Eleocharis cellulosa* Torr.) y oreja de murciélago (*Salvinia* spp.).

Figura 6
Recolección de yunca orejona (*Nymphaea ampla*) por una habitante local
en la laguna Cabeza de Charco para uso ornamental



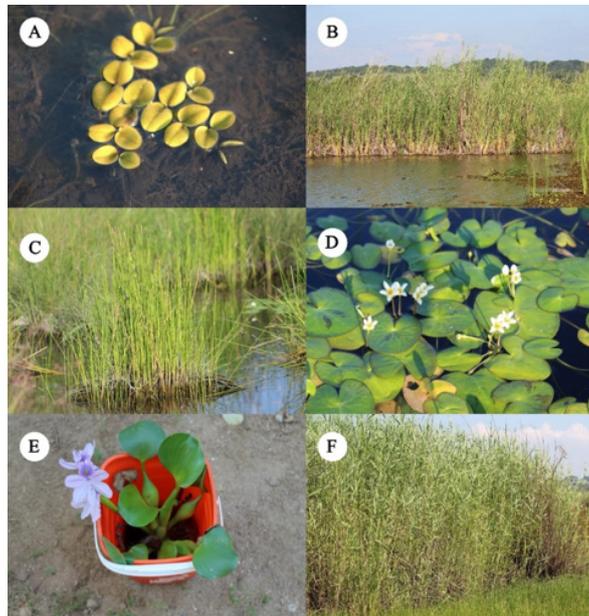
Foto: Beatriz Alejandra Galván Moscaira.

De acuerdo con el diagnóstico local sobre las problemáticas socioambientales asociadas a este humedal e identificadas por los entrevistados, las principales son el azolvamiento, la contaminación por residuos, el crecimiento excesivo de hidrófitas, como el tule, el acaparamiento de terrenos y la construcción alrededor de la laguna, que en sinergia provocan la disminución de su superficie y volumen de agua, lo cual afecta los medios de subsistencia de los habitantes locales. Entre las acciones de manejo con enfoque participativo documentadas durante las entrevistas, se encuentran el impulso de la elaboración de artesanías a partir del tule, la limpia y el desazolve de la laguna, la gestión con las autoridades para el manejo de zonas federales, para evitar la apropiación ilegal de su superficie, así como la diversificación de las actividades productivas en la laguna.

Consideraciones finales

El presente trabajo de investigación aporta al conocimiento florístico y etnobotánico asociado a un humedal del pacífico mexicano. En la laguna Cabeza de Charco, en Playa Ventura, Guerrero, de forma preliminar se registran 28 especies de hidrófitas, distribuidas en 16 familias y 23 géneros. Las hidrófitas enraizadas emergentes son la forma de vida predominante de la vegetación acuática, con veinte especies. En términos etnobotánicos, los habitantes locales se apropian de las plantas acuáticas para la elaboración de enseres de trabajo, como materia prima para construcción y para su uso como forraje.

Figura 7
Plantas acuáticas con uso en la laguna Cabeza de Charco



A) Oreja de murciélago (*Salvinia* spp.), B) Tule (*Typha domingensis*), C) Pionia (*Eleocharis cellulosa*),
D) Flor de fango (*Nymphaeoides indica*), E) Lirio o cola de pato (*Eichhornia crassipes*), F) carrizo (*Arundo* spp.).

Foto: Alejandro García Flores.

De acuerdo con el diagnóstico participativo sobre las problemáticas socioambientales asociadas a este humedal, el azolvamiento, la contaminación por residuos, el crecimiento excesivo de hidrófitas, como el tule, el acaparamiento de terrenos y la construcción alrededor de la laguna, son las principales dificultades identificadas por los entrevistados. Los bienes y servicios que proveen los humedales se ven afectados en la medida en que éstos se pierden o deterioran. En este contexto, es esencial la revalorización de los aportes socioambientales de estos ecosistemas.

Referencias

- Caballero, J. y Cortés, L. (2001). *Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. UAM-I/SEMARNAP. https://www.uv.mx/ethnobotany/caballero_files/caballero%20y%20cortes%2020001%20Plant.Cult.%20Soc..pdf
- Caballero, J., Casas, A., Cortés, L. y Mapes, C. (1998). Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños*, 16, 181-195. <https://doi.org/10.22199/S07181043.1998.0016.00005>

- Cano, E., Medinaceli, A., Sanabria, O. y Argueta, A. (2014). Código de ética para la investigación, la investigación-acción y la colaboración etnocientífica en América Latina. *Etnobiología*, 14(4), 5-27. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/164>
- Casas, A., Blancas, J. y Lira, R. (2016). Mexican ethnobotany: interactions of people and plants in Mesoamerica. En R. Lira, Casas, A. y Blancas, J. (Eds.), *Ethnobotany of Mexico* (pp. 1-19). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_1
- Casas, A., Torres-Guevara, J. y Parra, F. (2017). *Domesticación en el Continente Americano* (vol. 2). UNAM/UNALM.
- Chowdhury, M. y Das, A. P. (2009). Inventory of some ethno-medicinal plants in wetlands areas in Maldah district of West Bengal. *Pleione*, 3(1), 83-88.
- Comisión Nacional del Agua (2020). Inventario Nacional de Humedales. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=sitiosRamsar&ver=reporte&o=o&n=nacional>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2017). *Síntesis (actualizada a 2017) de capital natural de México*. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Apendice_sintesis_CNM_2017.pdf
- Convención Ramsar (2022). México. <https://www.ramsar.org/es/humedal/mexico>
- Diego-Pérez, N. (2010). Un estudio de caso: Las Cyperaceae de Yucatán. En R. Durán y Méndez, M. (Eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (s/p). CICY/PPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA. <https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan/#Contenido>
- González, M., Quiroz, V., Reyes, E., Banderas, J. y Yslas, N. (1999). Sanguinaria mexicana (*Polygonum aviculare* L.). Aplicaciones y beneficios. *Ciencia Ergo Sum*, 6(2), 118-123. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401503>
- González-Marín, R. M., Moreno-Casasola, P., Orellana, R. y Castillo, A. (2012). Palm use and social values in rural communities on the coastal plains of Veracruz, Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 14(4), 541-555. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9343-y>
- Ikram, S., Bhatti, K. H. y Parvaiz, M. (2014). Ethnobotanical studies of aquatic plants of district Sialkot, Punjab (Pakistan). *Journal of Medicinal Plants*, 2(1), 58-63. https://www.plantsjournal.com/vol2Issue1/Issue_jan_2014/html/7.html
- Iqbal, M. S., Ahmad, K. S., Ali, M. A., Akbar, M., Mehmood, A., Nawaz, F. y Bussmann, R. W. (2021). An ethnobotanical study of wetland flora of Head Maralla Punjab Pakistan. *PLOS ONE*, 16(10), e0258167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258167>
- Jeppesen, E., Lauridsen, T. L., Kairesalo, T. y Perrow, M. R. (1998). Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions in lakes. En E. Jeppesen, Søndergaard, M., Søndergaard, M. y Christoffersen, K. (Eds.), *The structuring role of submerged macrophytes in lakes* (pp. 91-114). Ecological Studies 113, Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0695-8_5

- Kotze, D. C. y Traynor, C. H. (2011). Wetland plant species used for craft production in Kwazulu–Natal, South Africa: Ethnobotanical knowledge and environmental sustainability. *Economic Botany*, 65(3), 271-282. <https://doi.org/10.1007/s12231-011-9166-z>
- Landgrave, R. y Moreno-Casasola, P. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública*, 4(1), 19-35.
- Lot, A. y Chiang, F. (comp.) (1986). *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México. https://issuu.com/jpintoz/docs/1986_lot-chiang_manualherbario_cnfm
- Lot, A., Olvera, M., Flores, C. y Díaz, A. (2015). *Guía Ilustrada de campo: Plantas indicadoras de Humedales*. Instituto de Biología. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102190/Gu_a_PIH-min.pdf
- Maimone-Celorio, M. R., Aliphath, M., Martínez-Carrera, D., Ramírez-Valverde, B., Valdez-Hernández, J. I. y Macías-Laylle, A. (2006). Manejo tradicional de humedales tropicales y su análisis mediante sistemas de información geográfica (SIGS): el caso de la comunidad Maya-Chontal de Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 22(1), 27-49. <https://doi.org/10.19136/era.a22n1.324>
- Mapes, C. y Basurto, F. (2016). Biodiversity and Edible Plants of Mexico. En R. Lira, Casas, A. y Blancas, J. (Eds.), *Ethnobotany of Mexico* (pp. 83-131). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_5
- Meerhoff, M. y Mazzeo, N. (2004). Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica. *Ecosistemas*, 13(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54013202>
- Mitsch, W. J., Bernal, B. y Hernández, M. E. (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 1-4. <https://doi.org/10.1080/21513732.2015.1006250>
- Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. (1993). *Wetlands*. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold.
- Moreno-Casasola, P. (2008). Los humedales en México: tendencias y oportunidades. *Cuadernos de Biodiversidad*, 10-18. <http://hdl.handle.net/10045/8838>
- Moreno-Casasola, P. e Infante Mata, D. M. (2016). *Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos*. INECOL/OIMT/CONAFOR. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3000/Technical/Conociendo%20los%20manglares%20y%20selvas%20inundables.pdf
- Moreno-Casasola, P., Mata, D. I. y Vigil, G. S. (2010). *Veracruz, tierra de ciénagas y pantanos*. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Olmsted, I. (1993). Wetlands of Mexico. En: D.F. Whigham, D. Dykyjová y S. Hejný (eds.), *Wetlands of the world I: inventory, ecology and management* (pp. 637-678). Handbook of Vegetation Science. Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8212-4_13

- Peraza-Villarreal, H., Casas, A., Lindig-Cisneros, R. y Orozco-Segovia, A. (2019). The marceño agroecosystem: Traditional maize production and wetland management in Tabasco, Mexico. *Sustainability*, 11(7), 1978. <https://doi.org/10.3390/su11071978>
- Rao, J. K., Manjula, R. R., Suneetha, J. y Reddi, T. V. V. (2022). Ethnobotany of Mangroves: A Review. En: Das, S. C., Pullaiah, Ashton, E. C. (eds.), *Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation* (pp. 107-138). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_5
- Ruano, O. M. (2007). El trabajo de campo en investigación cualitativa (II). *NURE Investigación: Revista Científica de Enfermería*, 29, 10. <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/350>
- Pérez Sánchez, J. M. (2007). El manejo de los recursos naturales bajo el modelo agrícola de camellones chontales en Tabasco. *Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, 2(4), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/2110/211022723005.pdf>
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N. y Boege, E. (2019). *¿Qué es la diversidad biocultural?* UNAM. https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Que_es_la_diversidad_biocultural.pdf
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Vivot, P. y Cruañes, J. (2008). Actividades antimicrobiana y antiviral de extractos vegetales de algunas especies de la flora de Entre Ríos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 37, 177-189. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14511370008.pdf>
- Zedler, J. B. y Kercher, S. (2005). Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 39-74. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>
- Zepeda, C. y Lot, A. (2005). Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc. y *S. latifolia* Willd. en el Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 12(3), 282-290. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7182>
- Zizumbo, D. y Colunga, P. (2008). El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*, 41, 85-113. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75711472007>
- Zhang, Y., Xu, H., Chen, H., Wang, F. y Huai, H. (2014). Diversity of wetland plants used traditionally in China: a literature review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 1-19. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-72>

ARTÍCULOS

Foucault y Deleuze: crítica y evolución de las discusiones intelectuales en Francia

Foucault and Deleuze: critique and evolution of intellectual debates in France

Osbaldo Amauri Gallegos de Dios

ORCID: 0000-0002-8469-2037, osbaldoamauri27@gmail.com

Centro de Investigaciones en Estudios Superiores en Antropología Social, Unidad Regional Occidente (CIESAS)/Universidad de Toulouse Jean Jaurès, Francia

RESUMEN

En este artículo, mediante una revisión de la historia intelectual, se analiza la consolidación de la figura del intelectual en Francia a partir del caso Dreyfus, para entender las posturas ante acontecimientos políticos de pensadores como Jean-Paul Sartre, así como el llamado compromiso ante situaciones de esta índole en los años sesenta. Es contra el radicalismo y el compromiso marxista de Sartre que se presentan los análisis de Foucault y Deleuze en esa misma década y comienza una resignificación del concepto de intelectual, como puede observarse en la idea del intelectual específico y en sus vínculos con aquella idea del compromiso (Foucault), así como en la crítica del intelectual mediático y en la destitución intelectual (Deleuze).

PALABRAS CLAVE

Foucault, Deleuze, historia intelectual, intelectual universitario, medios de comunicación, destitución intelectual

ABSTRACT

Through a review of intellectual history, this article analyzes the consolidation of the figure of the intellectual in France since the Dreyfus affaire, in order to understand the positions of thinkers such as Jean-Paul Sartre regarding political events, as well as the so-called commitment to situations of this nature in the 1960s. It is against Sartre's radicalism and Marxist commitment that the analyses of Foucault and Deleuze appear in that same decade and a resignification of the concept of intellectual begins, as can be seen in the idea of the specific intellectual and its connection with the idea of commitment (Foucault), as well as in the critique of the media intellectual and intellectual impeachment (Deleuze).

KEYWORDS

Foucault, Deleuze, intellectual history, university intellectual, media, intellectual impeachment

Introducción

Desde que se popularizó en Francia la utilización del concepto de intelectual a partir del caso Dreyfus, éste ha sido un concepto cambiante, analizado, amado y odiado. En ese país, durante la primera mitad del siglo xx, existió una gran cantidad de discusiones sobre el papel del intelectual en las que intervinieron escritores de la talla de Émile Zola, Anatole France — premio Nobel de literatura en 1921—, Julien Benda, André Gide — premio Nobel de literatura en 1947—, André Malraux, Raymond Aron, Albert Camus — premio Nobel de literatura en 1957—, Jean-Paul Sartre — quien rechazó el premio Nobel de literatura en 1964—, entre otros. De ahí la importancia histórica de la aparición de pensadores como Michel Foucault y Gilles Deleuze, quienes se contrapusieron a sus antecesores, criticaron su compromiso político, analizaron su utilización de los medios de comunicación y cuestionaron la actitud mesiánica que mantuvieron como portadores de la verdad.

El compromiso y las pasiones de los intelectuales —ya sea a favor o en contra—, desde principios del siglo xx hasta finales de los años sesenta, estuvieron en el centro de los análisis de los pensadores franceses, y algunos escritores como Sartre llevaron ese compromiso al extremo. Por ello, a finales de esa década el tema del compromiso de los intelectuales implosionó en Francia, lo que condujo a que los pensadores galos analizaran este cambio en las discusiones intelectuales en el contexto del resurgimiento de la universidad y de la consolidación de los medios de comunicación.

Foucault y Deleuze representan una nueva época en Francia porque ya no se trataba de la crítica o compromiso político con la izquierda marxista-comunista. Ambos intelectuales consolidaron su pensamiento en los años sesenta, durante una época de cambio de ideas en todos los niveles. Una década antes, el compromiso de los intelectuales había llegado al extremo en Francia y había sido criticado en dos obras clave: *El hombre rebelde*, de Albert Camus, y *El opio de los intelectuales*, de Raymond Aron.

Por tales motivos, contra el radicalismo y el compromiso marxista de Sartre se presentaron los análisis de Foucault y Deleuze en esa década y en años posteriores, dando paso a una resignificación del concepto de intelectual, como puede observarse en la noción del intelectual específico y sus vínculos con el compromiso (Foucault), así como en la crítica del intelectual mediático y la destitución intelectual (Deleuze). Foucault y Deleuze ya no fueron seducidos por el compromiso intelectual y buscaron en sus obras ser hombres de su tiempo y mostrar el cambio de guardia.

El caso Dreyfus y la historia intelectual

Intelectual, en una de sus acepciones, puede definirse como actor del debate público: “ser cívico —‘conciencia’ de su tiempo, intérprete de la nación o voz de su pueblo, tareas acordes con la definición de los intelectuales como grupo ético—” (Altamirano, 2010, p. 9). Sin

embargo, en el siglo XXI, dentro de las discusiones universitarias en Latinoamérica, existen diversos usos del concepto de intelectual, lo que muestra la evolución que ha tenido y las diferentes interpretaciones que existen.

El caso Dreyfus fue un momento clave en la evolución de la figura del intelectual, a partir del cual se plasmó el concepto moderno que tenemos de él. Esta figura ha estado asociada al grupo portador de valores universales —verdad, justicia y razón— al que pertenecen escritores, universitarios y artistas que intervienen en el debate público. A finales de 1894, el capitán del ejército francés Alfred Dreyfus fue acusado injustamente de haber entregado a los alemanes documentos secretos. Enjuiciado por un tribunal militar, fue condenado a prisión perpetua por el delito de alta traición. Ante esta injusticia, el escritor Émile Zola publicó un texto titulado “¡Yo acuso...!” un alegato a favor del capitán Dreyfus que cambió la opinión de varios escritores en Francia (Hourmant y Leclerc, 2012, pp. 9-11).

El 14 de enero de 1898, el periódico *L'Aurore* publicó un breve petitorio bajo el título de “Una protesta”, cuyos firmantes eran hombres de letras y científicos que reprobaban el juicio contra Dreyfus. Durante varias semanas se recibieron las firmas de apoyo de personalidades como Anatole France, André Gide, Marcel Proust y Charles Péguy. El 23 de enero de 1898, Georges Clemenceau, jefe de redacción de *L'Aurore*, publicó en este mismo diario una referencia al texto petitorio y a sus firmantes: “esos intelectuales que se agrupan en torno a una idea y se mantienen inquebrantables”.

Así, el periodista Clemenceau anunciaba que los intelectuales, como nuevo actor colectivo, habían hecho su ingreso en la vida pública francesa. El elogio de Clemenceau provocó que Maurice Barrès publicara, en *Le Journal* del 1 de febrero de 1898, el editorial titulado “La protesta de los intelectuales”, donde descalificaba a los firmantes. Para el historiador Pascal Ory, este artículo marca la fecha de bautizo de la palabra *intelectuales* en el lenguaje ideológico contemporáneo, por lo que, con el caso Dreyfus, surgió simultáneamente el elogio del intelectual y el discurso en su contra (Altamirano, 2013, p. 40).

Históricamente, el concepto de intelectual es relativamente nuevo y su empleo para designar a un actor de la vida pública no pasa del último tercio del siglo XIX. En el *Primer diccionario etimológico de la lengua española* de 1881, uno de los significados del vocablo *intelectual* indicaba una ocupación: “El dedicado al estudio y la meditación”. Más de treinta años después, en la *Enciclopedia Espasa-Calpe* (1926), la palabra *intelectuales* designaba a los cultivadores del género literario o científico. De acuerdo con la historia, el nacimiento de esta noción en la cultura contemporánea remite a Francia en el año 1898, por el debate que movió a la opinión pública francesa en torno al caso Dreyfus. En Francia, antes de este caso, la palabra *intelectual* se había utilizado poco, en general en revistas de la vanguardia anarquista y simbolista de París (Altamirano, 2013, p. 39).

En Latinoamérica, el caso Dreyfus se conoció rápidamente porque el 20 de enero de 1898, el diario argentino *La Nación* destacó que el caso Dreyfus constituía “el hecho de mayor actualidad que existe en el terreno internacional”. El vocablo *intelectual*, con la acepción que se le dio en Francia, se reprodujo rápidamente en América Latina, y en 1900 el escritor y político uruguayo José Enrique Rodó le anunció a un amigo la publicación de su ensayo *Ariel*: “Me gustaría que esta obra mía fuera el punto de partida de una campaña de propaganda que siga desarrollándose entre los intelectuales de América”. En 1904, Pedro Henríquez Ureña señaló que el mensaje de *Ariel* tenía como destinatario a una “juventud ideal, la élite de los intelectuales”. Posteriormente, el 1 de mayo de 1905, el peruano Manuel González Prada dictó la conferencia “El intelectual y el obrero”, por lo que la inserción de este concepto dentro del discurso latinoamericano comenzó con el inicio del siglo XX (Altamirano, 2013, p. 45).

La historia intelectual y la historia de los intelectuales se trata de un acercamiento que ha ganado importancia desde finales del siglo XX en Francia y Latinoamérica. Para François Dosse, en la historia intelectual se observa una oscilación entre percibir a los intelectuales como un grupo social particular y la ubicación por su compromiso en las luchas ideológicas y políticas. Desde los años ochenta, los historiadores franceses han explorado la historia de los intelectuales orientándose a partir del modelo del caso Dreyfus, de donde se establece el tipo ideal de intelectual comprometido y de anti-intelectualismo (Dosse, 2003, pp. 15-43).

Dosse explica que la historia intelectual utiliza tres herramientas: el estudio de los itinerarios, la explicación de las generaciones y la observación de estructuras de sociabilidad. Se busca trabajar de forma conjunta a los autores, sus obras y el contexto social, en una aproximación externa que privilegia las redes de sociabilidad e intenta dar cuenta de las obras, trayectorias e itinerarios, más allá de las fronteras disciplinarias, remitiendo a la historia política, las ciencias políticas y la historia de las ideas políticas. La historia intelectual intenta interpretar las obras en el tiempo e inscribirlas en un análisis sincrónico —relación entre el contenido del objeto intelectual y lo que se hace en otros ámbitos de la época— y diacrónico —vincula un texto o un sistema de pensamiento con aquellos que le preceden en el mismo tipo de actividad cultural— (Delacroix et al., 2010, pp. 378-387).

Una figura sobresaliente en la historia intelectual del siglo XX fue Jean-Paul Sartre, personaje intelectual clave en la Francia de la posguerra y hasta finales de los años sesenta. El intelectual comprometido representado por Sartre retomaba elementos del caso Dreyfus, como el hecho de considerar que el compromiso (*engagement*) es importante para ser libre (Cabestán, 2009, p. 70). El compromiso marxista-comunista fue defendido durante mucho tiempo por Sartre, y a medida que este pensador se convertía en “compañero de ruta” y se radicalizaba, por su parte Camus sólo “se comprometía” con su arte, por lo que después de la publicación de *El hombre rebelde*, donde contrapuso compromiso y artista, ocurrió una ruptura entre ambos autores a causa de sus ideas político-intelectuales (Guérin, 2009).

El compromiso comunista fue muy importante para los pensadores franceses después de la Segunda Guerra Mundial y fue sobrevaluado por el encanto que ofrecía. En Francia entre 1945 y 1968, el compromiso del universitario politizado se vinculó con la izquierda, y la relación entre sus investigaciones y su compromiso político se reforzó. A partir de mayo de 1968, el compromiso universitario se transformó pero conservó su papel de vanguardia en causas como la de Vietnam, la lucha de los trabajadores de la fábrica de LIP o el movimiento de los campesinos de Larzac,¹ pero la audiencia comenzó a desvanecerse. Así, en los años setenta, las formas del compromiso empezaron a cambiar, por lo que el declive de la figura del intelectual quedó asociado con el resurgimiento de la universidad (Leymarie, 2003).

En los años setenta se generó un gran cambio en la historia intelectual con la crítica del intelectual comprometido, la reincorporación de la universidad en las discusiones intelectuales y la aparición de los medios de comunicación. A partir de esa década comienza una resignificación del concepto de intelectual, como puede observarse con el concepto de intelectual específico, vinculado a las investigaciones universitarias (Foucault) y a la crítica del intelectual mediático (Deleuze).

Foucault y el cambio de guardia

Paul-Michel Foucault (1926-1984) nació y murió en Francia. Sus tres obras básicas son *Historia de la locura en la época clásica* (1961), *El nacimiento de la clínica* (1963) y *Las palabras y las cosas* (1966), con el nuevo sello de los campos culturales que se desarrollaron a partir de la antropología, la nueva novela (*nouveau roman*), la lingüística y el pensamiento de Lévi-Strauss (Colombel, 1994, p. 14).

Yves Charles Zarka señala algunas diferencias entre el pensamiento de Foucault y el de Deleuze, debido a que en el primero domina la trilogía sujeto/poder/verdad, mientras en el segundo, por el contrario, no hay un interés en la política, a pesar de no ignorar lo que sucede a su alrededor, porque para él la filosofía debe pensarse como creación de conceptos relacionados con la ciencia y el arte (Zarka, 2010, p. 171).

Colombel establece que, después de Sartre, el gran pensador y heredero de la tradición filosófica francesa fue Foucault. En 1968 éste se encontraba en Túnez apoyando a los estudiantes contra la represión, pero a su regreso a Francia en los años setenta el contexto había cambiado y lo había favorecido debido a la multiplicidad de luchas. Además, el mismo Foucault opinó que se alejó del marxismo y se situó en la desmitificación del humanismo

¹ El primero se refiere a la toma de la fábrica de relojes LIP, en la ciudad de Besançon, en respuesta a la intención de declarar la quiebra de la empresa y despedir a cientos de trabajadores. El conflicto ocurrió entre 1973 y 1976, y concluyó con la formación de varias cooperativas (Piaget, 2018). El segundo se refiere al movimiento de resistencia civil pacífica de los campesinos de la meseta de Larzac, al sur de Francia, contra la expropiación de sus tierras por parte del gobierno para la construcción de un campo militar; el conflicto duró una década y concluyó con el fallo a favor de los campesinos (Pezzi, 2017).

gracias a Sartre (Colombel, 1994, pp. 14-19). Por su parte, Bernard-Henri Lévy explica que, a pesar de algunas de las críticas de Foucault a Sartre, éstos tuvieron algunos encuentros e incluso después de mayo de 1968 militaron juntos, pero el hecho de que fueron cercanos se mantuvo un poco en secreto (Lévy, 2000, p. 293).

Los años setenta trajeron consigo un cambio en las discusiones intelectuales. Winock señala que la secuencia de los intelectuales en Francia fue: Sartre, Aron, Foucault y Bourdieu. No obstante, Foucault no tuvo tiempo de sobrevivir a Sartre, ya que murió de VIH a los 57 años, el 25 de junio de 1984 (Winock, 1999, pp. 759-761).

Foucault, el poder y su distanciamiento de la figura intelectual

En *La isla desierta y otros textos* de Deleuze apareció la entrevista que éste le hizo en 1972 a Foucault, titulada "Los intelectuales y el poder". En ella, Foucault expresó que se lucha contra el poder: aquellos sobre los que se ejerce el poder y no pueden tolerarlo, pueden comprometerse en la lucha (Deleuze, 2002, p. 298).

Foucault habla ahí sobre la politización del intelectual a partir de dos elementos: a) su posición de intelectual en una sociedad burguesa en el sistema de producción capitalista, y b) su propio discurso, que tiene relaciones con la política. Foucault afirmaba que Marx y Freud eran insuficientes para entender el concepto de poder y que aún no se sabía exactamente qué era el poder (Deleuze, 2002, pp. 289-295). Sin embargo, lo que sí sabía Foucault es que los intelectuales son parte del sistema de poder:

Ellos mismos, los intelectuales, son parte de este sistema de poder, la idea de que son los agentes de la "conciencia" y del discurso es parte de este sistema. El papel del intelectual ya no es colocarse "un poco adelante o un poco al lado" para decir la verdad que nadie quiere decir; es más bien luchar contra las formas de poder donde es a la vez objeto e instrumento: en el orden del "saber", de la "verdad", de la "conciencia", del "discurso" (Deleuze, 2002, p. 290).²

Catherine Halpern muestra la relevancia del concepto de poder dentro del vocabulario de Foucault, y que éste se debe pensar en términos de "micropoderes", los cuales se observan en la escuela, la familia, la cárcel o el ejército (Halpern, 2013, p. 74). Para Foucault, el poder es relacional: se trata de una relación con el otro y consigo mismo; todo poder exige una libertad y una resistencia (Leclercq, 2004, p. 139); el "poder" son las "relaciones":

² Las traducciones de todas las citas textuales son del autor.

En 1977, Foucault afirmó: “*el poder no existe...* El poder son en realidad las relaciones, un conjunto de relaciones más o menos organizadas, más o menos piramidales, más o menos coordinadas”. Sin embargo, la analítica del poder de Foucault es de hecho el objeto de un “saber” contemporáneo, depositado en “vocabularios” útiles, inscrito en las noticias por sujetos colectivos que reinvierten la noción de “biopoder” o flexionado en obras individuales que a veces desvían deliberadamente lo que está en juego (Leclercq, 2004, p. 138).

Franck Evrard explica que Foucault no creía que el poder sea propiedad de la clase que lo conquistó, pero tampoco es una relación unívoca entre dominante y dominado, como en el marxismo. Foucault define el poder como una estrategia compleja de la sociedad, con dispositivos, técnicas y funcionamientos. El poder se debe entender en términos de relaciones de fuerzas múltiples que estructuran las actividades de las personas en sociedad y que son sometidas a incesantes modificaciones. El poder está íntimamente relacionado con el saber porque, en la sociedad moderna, el uso del poder se convierte en el lugar de formación del saber. Así, el saber permite asegurar el uso del poder y la voluntad de saber se da como un proceso de dominación sobre las personas y los objetos (Evrard, 1995, pp. 76-80).

Foucault, el intelectual específico y sus vínculos con el compromiso

Respecto al concepto de intelectual de Foucault, François Dosse se pregunta si la desaparición de la figura del intelectual universal comprometido está representada en la renuncia de Foucault a su vocación universal para dar paso a la noción del intelectual específico, ligado a las investigaciones universitarias sobre un tema particular (Delacroix et al., 2010, p. 379).

Hourmant y Leclerc señalan que la desaparición de las grandes figuras intelectuales, como Sartre, Foucault, Derrida, Deleuze, Baudrillard o Bourdieu, es uno de los factores del eclipse de las figuras intelectuales francesas en la escena inglesa. Al respecto, muestran la evolución del concepto de intelectual, donde aparece el intelectual específico de Foucault (Hourmant y Leclerc, 2012, pp. 7-9).

Por otra parte, David Macey explica que, a principios de los años setenta, Foucault tuvo una de sus etapas comprometidas, porque de 1971 a 1973 la Agrupación por el Interés Público (GIP, por sus siglas en francés) estuvo en el centro de sus preocupaciones políticas. También participó en las manifestaciones contra la guerra en Vietnam, contra el racismo en Francia, y contra las amenazas sobre los inmigrantes. Foucault se implicó también en una de las manifestaciones clásicas de la vida política francesa, como es la firma de peticiones o cartas abiertas, lo que remite al caso Dreyfus (Macey, 1994, pp. 302-303).

Algunas de las peticiones que firmó fueron contra la guerra de Vietnam (*Le Monde*, julio de 1972), una declaración colectiva de investigadores y científicos franceses que denunciaban el uso agresivo de las fuerzas estadounidenses con la tecnología moderna (*Le Monde*, diciembre

de 1972) y un llamado en nombre del pueblo palestino (*Le Monde*, enero de 1973). Macey señala que la firma de estas cartas muestra una inconsistencia en el papel del intelectual planteado por el propio Foucault, quien rechazaba la idea del intelectual universal del cual Zola era el prototipo, con su "¡Yo acuso...!" de 1898, y algunas de sus críticas a Sartre se debían a esta función clásica del intelectual. Además, en 1973 Foucault apoyó a un periódico que trataba sobre África del Norte y las luchas en el Sahara occidental, aceptando que su nombre apareciera en el cargo de redactor en jefe (Macey, 1994, pp. 303-304).

Macey señala que el compromiso de Foucault fue esporádico, porque su principal preocupación era el GIP. También participó en las discusiones sobre el manifiesto de *Libération*, donde publicó algunos artículos. Este manifiesto apareció en 1973, y fue redactado por Pierre Victor, revisado por Sartre y discutido con Foucault. *Libération* buscaba que el pueblo fuera su principal fuente de información, es decir, información del pueblo para el pueblo, por lo que intentaba ser un periódico democrático que luchara contra el poder de los barones de la prensa. Foucault tenía un proyecto sobre la historia de las luchas de la clase obrera que retomó en sus artículos publicados en *Libération* el primer año. Durante la década de 1970 publicó sólo algunos artículos en ese periódico y en la década de 1980 sus colaboraciones fueron más regulares. Finalmente, Macey muestra la participación de Foucault dentro del movimiento gay, debido a que en 1973 publicó en *Recherches* un artículo titulado "Tres mil millones de perversos. Gran Enciclopedia de la Homosexualidad" (Macey, 1994, pp. 318-329).

Deleuze, la universidad y los saberes específicos

Gilles Deleuze (1925-1995) nació y murió en París, Francia. Catherine Halpern señala la importancia de Foucault, Derrida, Deleuze y Baudrillard en los años ochenta en Estados Unidos, como operadores de radicalidad y exploradores de la condición minoritaria y de la identidad múltiple. Además, los estudios poscoloniales retoman esta noción a través de los conceptos de Deleuze (Halpern, 2013, pp. 11-15).

Deleuze fue un filósofo francés que escribió obras sobre la historia de la filosofía, la política, la literatura y el cine. De 1942 a 1946 estudió filosofía en la Universidad La Sorbona de París. En 1948 fue admitido como profesor en la Escuela Normal Superior de París (ENS). De 1952 a 1955 fue profesor de secundaria en el Liceo Pothier de Orléans. En 1957 obtuvo un puesto en la Facultad de Letras de la Universidad de París. En 1960 comenzó su etapa como investigador de la Universidad de Lyon, donde hizo amistad con Foucault. En 1969 recibió el título de doctor por aquella universidad, con una tesis titulada *Diferencia y repetición* y en 1988 se jubiló como profesor de filosofía por esta misma institución. De esta forma, puede observarse una característica que es parte del cambio en las discusiones intelectuales de esa época en Francia, es decir, el resurgimiento de la universidad: Deleuze es un Doctor en Filosofía que imparte clases en la Universidad de París.

La obra *Foucault* de Deleuze aborda textos filosóficos y explica que Foucault, con su concepto de relación de poder, está más cercano a Nietzsche que a Marx, y sostiene que la noción de poder para Foucault es una relación de fuerzas, o más bien, toda relación de fuerzas es una relación de poder (Deleuze, 1986, pp. 77-78). En esa obra, Deleuze presenta algunos cambios que han sucedido con la figura del intelectual en los años setenta, sobre todo por el resurgimiento de la universidad y los saberes específicos de los investigadores universitarios:

Si ha cambiado la figura del intelectual (y también la función de la escritura), es porque ha cambiado también su posición, y ahora va más bien de un lugar específico a otro, de un punto singular a otro, “científico atómico, genetista, informático, farmacólogo...”, produciendo así efectos de transversalidad y ya no de universalidad, funcionando como intercambiador o cruce privilegiado. En este sentido, el intelectual e incluso el escritor pueden (esto es sólo una potencialidad) participar tanto mejor en las luchas, en las resistencias actuales, que éstas se han vuelto “transversales”. Entonces, el intelectual o el escritor se vuelve capaz de hablar el lenguaje de la vida más que de derecho (Deleuze, 1986, p. 97).

Lévy establece la relevancia de Sartre para Deleuze, sobre todo como intelectual. A pesar de que el compromiso era visto de forma distinta, en 1978 Deleuze afirmó que Sartre fue un modelo, un ejemplo que cambió la situación del intelectual y que les daba la fuerza para soportar el nuevo orden (Lévy, 2000, p. 295).

Deleuze, los medios de comunicación y la destitución intelectual

Yves Charles Zarka señala que para 2010 el intelectual ha perdido su autoridad, pero se encuentra dotado de redes de poder para mantenerse en la visibilidad mediática. Retoma algunos conceptos de Deleuze cuando habla de la destitución de los intelectuales. Por ejemplo, recupera el concepto que Deleuze creó en una entrevista de 1977 sobre los *nuevos filósofos*, a partir de la importancia de su éxito mediático, que correspondía a una mutación en el mundo intelectual (Zarka, 2010, pp. 7-11).

Deleuze mostró dos actividades que modificaron el mundo intelectual: la aparición del *marketing* en las obras intelectuales y la instauración de una influencia considerable en los medios de comunicación, por medio de un cambio de relaciones entre el periodismo y los intelectuales. Asimismo, afirmó la existencia de tres fenómenos en el mundo intelectual: la mercantilización de las obras intelectuales; el imperio de los medios de comunicación sobre las obras culturales, que se convirtió en una tiranía, y que las universidades parcialmente dejaron de ser los lugares del saber (Zarka, 2010, pp. 18-25).

Zarka establece que el análisis de Deleuze sobre el *marketing* es válido treinta años después y muestra que Deleuze atacó la masificación en las universidades y la tendencia a someterse a disciplinas reflexivas, históricas y a normas que son de las ciencias duras, lo que se trata de una homogeneización de la ideología y del sistema de evaluación. Además, afirmaba que los universitarios debían llenar reportes de sus actividades, en vez de consagrarse a la investigación, al descubrimiento y a la producción de saber. Por ello, Deleuze creía que la universidad cambió el espíritu de libertad y la capacidad de transgredir las normas del saber por el servilismo intelectual (Zarka, 2010, pp. 20-29).

Deleuze analizó el papel de la filosofía en un texto de 1977 en el que muestra el *marketing* en la filosofía y los intelectuales, titulado "Sobre los nuevos filósofos y un problema más general" (Deleuze, 2007). Ahí señala que en el *marketing* literario operan dos modalidades destructoras del pensamiento, la primera se trata de un cambio de la relación entre el periodista y el intelectual y en la segunda interviene el pensamiento estandarizado:

En lugar de un pensamiento pensante, un pensamiento creativo, tenemos "el pensamiento interview, el pensamiento entrevista, el pensamiento al minuto", en suma, el pensamiento que no piensa nada, el pensamiento ya hecho, el pensamiento del lugar común. Aquél que un periodista pueda leer sin esfuerzo y sobre el que pueda informar sin dificultad. Este sometimiento del pensamiento a los medios explica por qué cierto número de payasos mediáticos pueden hacerse pasar y, lo que es más grave, que sean tomados por filósofos (Zarka, 2010, pp. 170-171).

Por último, Zarka establece que su obra *La destitution des intellectuels* aborda el proceso intelectual en Francia en los últimos treinta años para mostrar las causas objetivas de la destitución de los intelectuales. Destitución significa en esta obra que la función del intelectual ha perdido credibilidad y se ha vaciado de contenido, a causa de que las condiciones de la toma de palabra en el espacio público cambiaron completamente. A partir del pensamiento de Deleuze se obtuvo una crítica a la mercantilización de la cultura debido a la visibilidad mediática, así como por una burocratización de la transmisión del saber y de las instituciones de producción. Estos factores conformaron algunas de las causas para la destitución de los intelectuales (Zarka, 2010, pp. 30-31).

Conclusiones

Jean-Paul Sartre representa al intelectual comprometido, crítico y denunciador, por lo que remite a la figura del intelectual que cristalizó en Francia con el caso Dreyfus. Sartre sobresalió en la historia intelectual del siglo xx y sus ideas fueron clave en Francia desde la posguerra hasta finales de los años sesenta. Sartre argumentaba que el escritor debía aceptar

su época y no perderse nada de ella, por lo que debía tomar conciencia, pero en los años sesenta su compromiso intelectual con el comunismo se radicalizó y fue la etapa de la ruptura.

Esta influencia del compromiso de izquierda se pudo observar en Foucault porque también participó en manifestaciones y firmó cartas contra la guerra de Vietnam o de apoyo al pueblo palestino. El compromiso comunista fue muy importante para los pensadores franceses después de la Segunda Guerra Mundial y hasta 1968, y el compromiso del universitario politizado en esa etapa estuvo vinculado con la izquierda.

Tanto Foucault como Deleuze se contrapusieron a la figura intelectual de Sartre y escribieron críticas sobre el intelectual comprometido con el comunismo-marxismo. Como se observó en este artículo, a finales de los años sesenta se generó un gran cambio en la historia intelectual con la crítica del intelectual comprometido, la reincorporación de la universidad en estas discusiones y la aparición de los medios de comunicación. En los años setenta, las formas del compromiso cambiaron, por lo que el declive de la figura del intelectual se asoció con el resurgimiento de la universidad, lo que llevó a algunos investigadores a señalar la destitución de los intelectuales. De esta forma, en los años setenta comenzó una resignificación del concepto de intelectual con el del intelectual específico (Foucault) y la crítica del intelectual mediático (Deleuze), dejando atrás la etapa donde la figura intelectual estuvo vinculada al compromiso marxista.

Bibliografía

- Altamirano, C. (ed.). (2010). *Historia de los intelectuales en América Latina II. Los avatares de la ciudad letrada en el siglo XX*. Katz.
- Altamirano, C. (2013). Intelectuales: nacimiento y peripetia de un nombre. *Nueva Sociedad*, 245, 38-53. https://static.nuso.org/media/articles/downloads/3939_1.pdf
- Cabestan, P. (2009). *Dictionnaire Sartre*. Ellipses Édition.
- Colombel, J. (1994). *Michel Foucault. La clarté de la mort*. Éditions Odile Jacob.
- Delacroix, C., Dosse, F., Garcia, P. y Offenstadt, N. (dirs.). (2010). *Historiographies, concepts et débats*. Gallimard.
- Deleuze, G. (1986). *Foucault*. Les Éditions de Minuit.
- Deleuze, G. (2002). *L'île déserte. Textes et entretiens 1953-1974*. Les Éditions de Minuit.
- Deleuze, G. (2007). *Dos regímenes de locos. Textos y entrevistas (1975-1995)*. Pre-Textos.
- Dosse, F. (2003). *La marche des idées. Histoire des intellectuels, histoire intellectuelle*. Éditions La Découverte.
- Evrard, F. (1995). *Michel Foucault et l'histoire du sujet en Occident*. Bertrand-Lacoste.
- Guérin, J. (dir.) (2009). *Dictionnaire Albert Camus*. Éditions Robert Laffont.
- Halpern, C. (2013). *Pensées rebelles Foucault, Derrida, Deleuze*. Éditions Sciences Humaines.
- Hourmant, F. y Leclerc, A. (dirs.). (2012). *Les intellectuels et le pouvoir: Déclinaisons et mutations*. Presses Universitaires de Rennes.
- Leclercq, S. (dir.). (2004). *Abécédaire de Michel Foucault*. Les Éditions Sils Maria/Les Éditions Vrin.
- Lévy, B. H. (2000). *Le siècle de Sartre. Enquête philosophique*. Éditions Grasset.
- Leymarie, M. (dir.). (2003). *L'histoire des intellectuels aujourd'hui*. Presses Universitaires de France.
- Macey, D. (1994). *Michel Foucault*. Gallimard.
- Pezzi, G. P. (15 de noviembre de 2017). La lucha de Larzac. *JPIC*. <https://www.jp-pic.org/es/a/la-lucha-de-larzac>
- Piaget, Ch. (3 de septiembre de 2018). La experiencia de lip en Besançon. *Viento Sur*. <https://vientosur.info/la-experiencia-de-lip-en-besancon/>
- Winock, M. (1999). *Le siècle des intellectuels*. Éditions du Seuil.
- Zarka, Y. C. (2010). *La destitution des intellectuels et autres réflexions intempestives*. Presses Universitaires de France.

ARTÍCULOS

La electroquímica como alternativa en el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados

Electrochemistry as an alternative for the treatment of water contaminated with heavy metals

Daysi Elusá Millán Ocampo

0000-0003-2769-9408, daysi.millanoca@uaem.edu.mx

Investigadora posdoctoral, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAP), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Arianna Parrales Bahena

0000-0001-8554-8777, arianna.parrales@uaem.mx

Cátedras CONAHCYT, CIICAP, UAEM

José Alfredo Hernández Pérez

0000-0002-2107-3044, alfredo@uaem.mx

CIICAP, UAEM

Shirley Irazoque Castañeda

0000-0002-0046-496X, sic@ier.unam.mx

Investigadora posdoctoral, CIICAP, UAEM

Susana Silva Martínez

0000-0003-3302-4984, ssilva@uaem.mx

CIICAP, UAEM

RESUMEN

La contaminación del agua por metales pesados es un problema ambiental de gran preocupación, debido a los efectos perjudiciales que pueden tener en la salud humana y en los ecosistemas acuáticos. Los metales pesados, como el plomo, el cadmio, el mercurio y el cromo, son altamente tóxicos y pueden acumularse en los organismos vivos, causando daños irreparables. Ante esta problemática, es fundamental encontrar soluciones eficientes y sostenibles para eliminar estos contaminantes del agua. En el presente trabajo, haremos una revisión de los métodos electroquímicos más utilizados para tratar aguas contaminadas con metales pesados, y cómo estos ofrecen una solución efectiva y respetuosa con el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

contaminación, residuos tóxicos, electroquímica

ABSTRACT

Heavy metal contamination of water is an environmental problem of great concern, due to the detrimental effects it can have on human health and aquatic ecosystems. Heavy metals, such as lead, cadmium, mercury, and chromium, are highly toxic and can accumulate in living organisms, causing irreparable damage. Faced with this problem, it is essential to find efficient and sustainable solutions to eliminate these contaminants from water. In this paper, we will review the most widely used electrochemical methods to treat water contaminated with heavy metals, and how they offer an effective and environmentally friendly solution.

KEYWORDS

pollution, toxic waste, electrochemistry

Los metales pesados y sus consecuencias ambientales

Los metales pesados son elementos químicos que presentan una alta densidad y resultan tóxicos para los seres vivos, incluso en bajas concentraciones. Algunos ejemplos comunes son el mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr) y cobre (Cu), en orden decreciente de toxicidad (Shrestha et al., 2021). Estos metales se encuentran de forma natural en el medio ambiente, pero su liberación descontrolada por actividades humanas, como la minería, la industria manufacturera, la quema de combustibles fósiles, la industria metalúrgica y el uso de pesticidas y fertilizantes, ha llevado a su acumulación en cuerpos de agua, lo que representa una seria amenaza para la vida acuática y la salud humana (Kong et al., 2011).

Una vez liberados, estos metales pueden persistir en el entorno durante largos periodos y acumularse en los ecosistemas, y pueden ingresar al cuerpo humano a través de la inhalación de partículas en el aire, la ingesta de alimentos y agua contaminados o el contacto directo con materiales que los contienen. A continuación, describiremos algunos metales pesados con mayor relevancia.

Cobre

El cobre tiene una gran importancia comercial, y se sitúa en la tercera posición, detrás del hierro/acero y el aluminio. Sus aplicaciones se enfocan principalmente en aprovechar su excelente conductividad eléctrica y térmica, por ejemplo, en la elaboración de cables y contactos eléctricos, radiadores automovilísticos, intercambiadores de calor, paneles solares, tuberías, válvulas y accesorios de sistemas de agua y otros fluidos acuosos (Al-Saydeh et al., 2017; Khattab et al., 2013; Scott, 2001). Incluso en los seres humanos se considera esencial, pues se ubica en la tercera posición en cuanto a grado de concentración (80-150 mg en adultos) de metales traza, después del hierro y el zinc (Sandstead, 1975; Saloomons, 1985). Sin embargo, en exceso puede generar problemas gastrointestinales y trastornos metabólicos (Shrestha et al., 2021).

Cadmio

El cadmio es considerado como un metal no esencial y uno de los más tóxicos presentes en el medio ambiente. Tiene la capacidad de acumularse en los organismos vivos durante tiempos prolongados y, una vez que se ha ingerido, genera inhibición de la absorción de hierro y zinc en el sistema digestivo, así como daño renal. También puede producir cáncer al ser inhalado (Shrestha et al., 2021). Su uso más importante se da en baterías mezcladas con níquel, que son conocidas por su alto desempeño y bajo mantenimiento (Haider et al., 2021; Sadegh Safarzadeh et al., 2007; Vasudevan y Lakshmi, 2011).

Tabla 1**Límites máximos permisibles para contaminantes en aguas residuales**

Parámetros (mg L ⁻¹)	Promedio mensual	Promedio diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mL L ⁻¹)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo total	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Fuente: DOF, 2014.

Mercurio

El mercurio es un elemento que podemos encontrar en estado natural formando parte de minerales. Sin embargo, su uso como catalizador en la extracción de metales preciosos, dispositivos electrónicos, pintura, entre otros, ha permitido que su presencia se expanda hacia los ecosistemas acuáticos y terrestres. Al ingerirse provoca problemas gastrointestinales y daño renal, además de tener mayores probabilidades de generar tumores benignos (Driscoll et al., 2013; Shrestha et al., 2021).

Regulaciones y medidas de control

Para evitar la contaminación por metales pesados se han implementado regulaciones y medidas de control en diferentes industrias y sectores. Esto incluye la reducción de emisiones y vertidos industriales, la implementación de prácticas de gestión adecuadas en la minería, el uso seguro y responsable de productos químicos y la vigilancia de los niveles de metales pesados en el agua potable y en los alimentos.

De acuerdo con la normatividad vigente en México, la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes que pueden ser descargados a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, los cuales se pueden observar en la tabla 1 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2014). En lo que respecta a la potabilización del agua para uso y consumo humano, la NOM-127-SSA1-1994 establece los límites permisibles de calidad que se muestran en la tabla 2 (p. 4) (DOF, 2000).

Con el fin de cumplir con la normatividad vigente, es necesario implementar métodos de tratamiento de los efluentes contaminados con metales pesados provenientes de las

Tabla 2

Límites permisibles de calidad para la potabilización del agua

Característica	Límite máximo permisible (mg L⁻¹)
Arsénico	0.05
Cadmio	0.005
Cobre	2.00
Cromo	0.05
Hierro	0.30
Mercurio	0.001
Plomo	0.01
Zinc	5.00

Fuente: DOF, 2000.

industrias mencionadas anteriormente. Una de las alternativas es, precisamente, la aplicación de métodos electroquímicos, tal como lo describiremos a continuación.

Potencial de la electroquímica en el tratamiento de aguas contaminadas

La electroquímica es una disciplina científica que estudia las interacciones entre la electricidad y las reacciones químicas. En el contexto del tratamiento de aguas contaminadas, ofrece varias ventajas significativas. Los métodos electroquímicos son procesos ambientalmente amigables, ya que no requieren el uso de productos químicos adicionales para eliminar los metales pesados y son altamente eficientes y selectivos. Existen varias técnicas electroquímicas que se utilizan para el tratamiento de metales pesados. Entre las más destacadas se encuentran la electroflotación, electrodiálisis, electrocoagulación y electrodeposición.

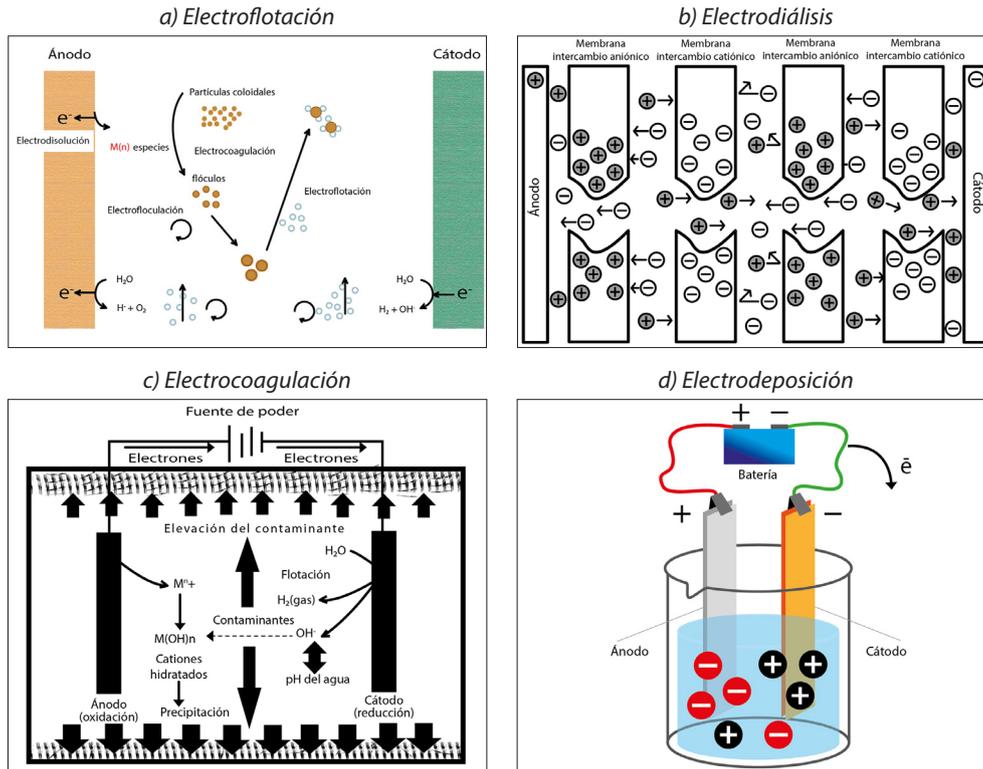
Electroflotación

En esta técnica, la corriente eléctrica se utiliza para generar burbujas de gas (hidrógeno) en el electrodo sumergido en el agua contaminada. Estas burbujas se adhieren a los contaminantes metálicos y forman flóculos que ascienden a la superficie del agua, donde se pueden retirar fácilmente mediante filtración (figura 1a, p. 5). Este método es especialmente eficaz para el tratamiento de aguas con partículas finas, coloides y concentraciones moderadas de metales pesados (Azimi et al., 2017; Carolin et al., 2017; Maarof et al., 2017; Qasem et al., 2021).

Este proceso se basa en la aplicación de una diferencia de potencial eléctrico, a través de una membrana selectiva de iones que divide el agua contaminada en dos compartimentos. Los iones metálicos migran a través de la membrana de intercambio iónico catiónico hacia el compartimento opuesto, debido a la atracción o repulsión eléctrica. Esto permite separar y concentrar los metales pesados (cationes +) en el compartimento donde se encuentra el cátodo (-), mientras que el agua tratada se recoge en el otro extremo (figura 1b, p. 5). Se utiliza

Figura 1

Esquemas generales de técnicas electroquímicas aplicables al tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados



Fuente: Holt et al., 2002; Prieto García et al., 2014; Sacarazzato et al., 2017.

cuando los metales están presentes en forma de iones y se requiere su separación selectiva (Al-Saydeh et al., 2017; Barakat, 2011; Carolin et al., 2017; Qasem et al., 2021; Shrestha et al., 2021).

Electrocoagulación

Esta técnica recurre a la aplicación de corriente eléctrica para generar coagulantes *in situ*. Los contaminantes suspendidos o emulsionados se neutralizan y luego se coagularán a partir de la fase acuosa. Las partículas de metales pesados se unen como pequeños imanes para formar una masa que se denomina lodo o flóculo, lo que facilita la separación del agua mediante un proceso adicional, como la filtración (figura 1c). Este método es altamente eficiente para la eliminación de una amplia gama de metales pesados en concentraciones relativamente altas y puede funcionar en un amplio rango de pH (Azimi et al., 2017; Maarof et al., 2017).

Tabla 3
Trabajos reportados para el tratamiento de metales pesados mediante métodos electroquímicos y convencionales

Referencia	Método electroquímico	Metales pesados	Tiempo de proceso	Material del electrodo/ Reactivo químico	Eficiencia de remoción (%)
Ciszewski et al., 2022.	Electrodeposición	Pb (II)	2 h	Acero	82
Kuleyin y Uysal, 2020.	Electrodeposición	Cu (II)	1 h	Cobre y acero inoxidable	66, 80
Ano et al., 2023.	Electrocoagulación	Pb (II) Cu (II)	1 h	Hierro	95.15 80.22
Vargas et al., 2023.	Electrocoagulación	Ni (II)	1.5 h	Aluminio	97.8
Merzouk et al., 2009.	Electroflotación	Fe (II) Pb (II) Ni (II) Cu (II)	5-15 min	Aluminio	93-99
Ali et al., 2023.	Electroflotación	Fe (II) Zn (II) Co (II) Cu (II) Ni (II)	30 min	Acero inoxidable	95-99
Arana Juve et al., 2022.	Electrodialisis	Pb (II)	1 h	Platino	99
Yi et al., 2022.	Electrodialisis	Mn (II) Cr (II) Cd (II) Pb (II)	2 h	Carbón	87-97
Ozverdi y Erdem, 2006.	Precipitación química	Cd (II) Pb (II) Cu (II)	2 h	Pirita	34.2, 94.2, 45.2
Ozverdi y Erdem, 2006.	Precipitación química	Cd (II) Pb (II) Cu (II)	2 h	Sulfuro de hierro	68.5-99.8
Yu et al., 2000.	Adsorción	Cu (II)	24 h	Aserrín	58.6-94.8
Hu et al., 2009.	Adsorción	Cr (VI)	165 h	MWCNT oxidado	50-100

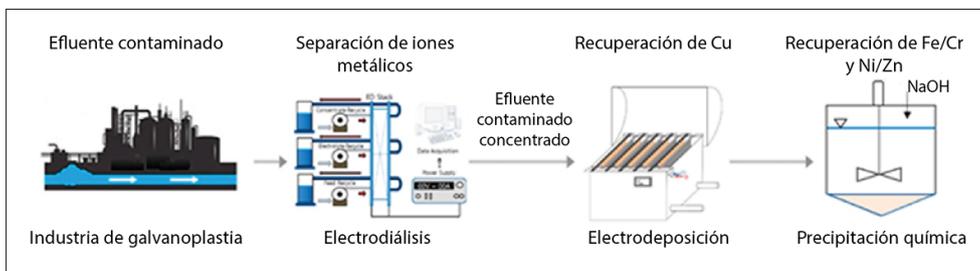
Fuente: Elaboración propia.

Electrodeposición

Para llevar a cabo la electrodeposición de metales pesados en aguas contaminadas, se utiliza una celda electrolítica que consta de dos electrodos: un ánodo y un cátodo. Al suministrar energía eléctrica a la celda se desarrollan los procesos de oxidación (ánodo) y reducción (cátodo), y se consigue que los iones metálicos presentes en el efluente se depositen sobre la superficie del cátodo. Esta técnica es efectiva incluso para bajas concentraciones de metales y puede funcionar en un amplio rango de pH (figura 1d, p. 5) (Azimi et al., 2017; Caroline et al., 2017; Higgs et al., 2022; Maarof et al., 2017; Qasem et al., 2021).

Figura 2

Tren de tratamiento para efluente proveniente de industria de galvanoplastia



Fuente: Kim et al., 2002.

Este tipo de procesos se pueden desarrollar de manera potencioestática, es decir, aplicando un voltaje fijo, o de forma galvanostática, esto es, aplicando una corriente fija y altas eficiencias de remoción. En principio, cualquier material conductor puede ser usado como electrodo; sin embargo, la selección del material se da en función del tipo de metal que se desee recuperar.

En la tabla 3 (p. 6) podemos observar algunos trabajos reportados en la literatura, enfocados en el tratamiento de efluentes contaminados con metales pesados mediante métodos electroquímicos y convencionales. De acuerdo con esta comparativa, los primeros generan eficiencias de remoción que van desde 60% a 99%, mientras que el tratamiento mediante precipitación química presenta porcentajes más bajos, de alrededor de 30%.

En cuanto a tiempos de proceso son similares, a excepción del método por adsorción, que requiere largos periodos para alcanzar el equilibrio, en lo que se han registrado tiempos de hasta 165 h, mientras en el proceso de electroflotación los periodos son muy cortos, incluso entre 5 y 15 minutos.

La selección de la técnica electroquímica adecuada para tratar aguas contaminadas con metales pesados depende de varios factores, como la naturaleza de los metales presentes, las concentraciones, el pH del agua, la disponibilidad de energía y los requisitos específicos del tratamiento. En algunos casos, puede ser necesario combinar diferentes técnicas o utilizar pretratamientos para optimizar la eficiencia del proceso. Además, es recomendable consultar a expertos en el campo de la electroquímica y la gestión del agua para obtener una recomendación específica para cada caso.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de tren de tratamiento aplicable a efluentes provenientes de procesos de galvanoplastia. En la primer etapa del tratamiento se aplica electrodiálisis, con el fin de concentrar los iones cobre presentes en el efluente. Posteriormente, se implementa la electrodeposición, donde se obtiene el metal en estado puro mediante depósitos en el cátodo, lo que brinda la posibilidad de reutilizar este metal e incluso comercializarlo. Finalmente, se aplica precipitación química para recuperar el resto de los metales, como el hierro (Fe), cromo (Cr), níquel (Ni) y zinc (Zn) (Kim et al., 2022).

Tabla 4
Metodologías de tratamiento aplicables en la remoción de metales pesados

Tipo de tratamiento	Método de tratamiento	Ventajas	Desventajas	Referencias
Electroquímico	Electrocoagulación	Operatividad sencilla al generar coagulante <i>in situ</i> . Uso de reactivos "limpios" (electrones). Reducción de costos asociados a reactivos químicos. Menor cantidad de lodos residuales y flóculos más estables. Las burbujas generadas durante la electrólisis permiten separar el contaminante de forma sencilla. El sistema requerido es compacto y altamente eficiente.	Alto consumo de energía eléctrica. Requiere un tratamiento complementario para separar el hidróxido metálico, como filtración o sedimentación. Es necesario usar un electrolito altamente conductivo. Ocasionalmente, el ánodo requiere reemplazo. La pasivación del ánodo representa un desperdicio energético.	Azimi et al., 2017; Maarof et al., 2017.
Electroquímico	Electrodeposición	No requiere uso de reactivos químicos. No genera lodos residuales. Altas eficiencias de remoción. Posee una alta selectividad. Bajos costos de operación. Potencial para recuperar el metal en su estado puro.	Requiere personal especializado para crear un diseño de celda adecuado y optimizar los parámetros de operación. La generación de hidrógeno y reducción de oxígeno pueden disminuir la eficiencia.	Azimi et al., 2017; Caroline et al., 2017; Maarof et al., 2017; Qasem et al., 2021.
Electroquímico	Electroflotación	Altas eficiencias de remoción. Tiempos de proceso muy cortos. Adaptabilidad. Practicidad en cuanto a diseño y operatividad. Unidades de tamaño compacto.	Alto consumo de energía eléctrica. Requiere un pretratamiento de electrocoagulación y un tratamiento complementario para separar el contaminante, como filtración o sedimentación. Bajas eficiencias de remoción en concentraciones diluidas.	
Electroquímico	Electrodiálisis	Bajo consumo de productos químicos. Altos porcentajes de remoción.	Obstrucción y descamación de la membrana. Baja selectividad. Alto consumo de energía. Existen probabilidades de precipitación metálica.	Carolin et al., 2017; Qasem et al., 2021; Shrestha et al., 2021.
Fisicoquímico	Precipitación química	Fácil operatividad y automatización. Forma precipitados de "fácil" remoción mediante tratamientos adicionales.	Requiere demasiados reactivos químicos. Genera contaminantes secundarios tóxicos que requieren tratamiento. Requiere tratamientos complementarios, como filtración o sedimentación. No es apto para remover todo tipo de metales pesados y posee bajas eficiencias de remoción. Tiempos de proceso largos. Genera demasiados lodos residuales.	Azimi et al., 2017; Zamora Ledezma et al., 2021.
Fisicoquímico	Adsorción	Alta capacidad de adsorción. Los adsorbentes pueden regenerarse. El material adsorbente puede provenir de residuos de industria, agricultura o ser de origen natural.	Tiempos de proceso muy extensos para alcanzar el equilibrio. Únicamente funciona en intervalos de pH limitados. Baja selectividad. Produce contaminantes secundarios. La aglomeración de nanomateriales adsorbentes disminuye su efectividad.	Azimi et al., 2017; Shrestha et al., 2021; Zhu et al., 2019.
Fisicoquímico	Coagulación-floculación	Procesos de operación simples y relativamente económicos.	Bajas eficiencias de remoción. Altos costos asociados a reactivos químicos. Generación de contaminantes secundarios.	Carolin et al., 2017; Zamora Ledezma et al., 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los tratamientos antes mencionados ofrecen ventajas y desventajas particulares. En la tabla 4 (p. 8) se resumen algunas de ellas para su comparativa. Los métodos electroquímicos, por su parte, ofrecen una solución que reduce el impacto ambiental con respecto a los métodos convencionales. Sin embargo, la mayor desventaja que presentan se centra en los altos consumos de energía. Por ello, se han desarrollado múltiples modificaciones en la superficie de los materiales con el propósito de potencializar sus propiedades de conductividad e incrementar el área superficial, principalmente, con lo que se ha conseguido mejorar su desempeño en la remoción de metales pesados y disminuir el consumo energético. A su vez, se podría considerar el uso de energías limpias que puedan reducir el costo asociado a este aspecto.

En cuanto a costos, desafortunadamente en la literatura rara vez se reporta este aspecto. Esto se debe a que resulta complicado comparar métodos de manera cuantitativa, pues los costos de proceso se encuentran en función de múltiples aspectos, como equipos, características del efluente a tratar, concentraciones y tipo de metal, consumo energético, calidad requerida del efluente tratado, entre otros (Kurniawan et al., 2006) En términos generales, los procesos electroquímicos reducen costos asociados al uso de reactivos químicos durante el tratamiento.

Además, al generar una mínima o nula cantidad de contaminantes secundarios se elimina el costo que implica la disposición/tratamiento de lodos, lo que, en casos particulares, resulta equiparable con los métodos tradicionales, pues el consumo de energía eléctrica con métodos electroquímicos suele ser alto. Pero en otros casos, a pesar del consumo energético requerido, se logra generar menores costos de proceso. Ejemplo de ello es el trabajo desarrollado por Meunier et al. (2006), donde se muestra un análisis comparativo entre electrocoagulación y precipitación química, en el que se encuentra que el método electroquímico es cinco veces más económico que el método fisicoquímico.

Conclusiones

Sin duda, la electroquímica resulta clave en el desarrollo de nuevas metodologías para la remediación de aguas residuales, pues brinda múltiples ventajas, incluyendo alta eficiencia de eliminación, versatilidad, baja/nula generación de residuos, y no requiere adición de reactivos químicos. Estas ventajas hacen que la electroquímica sea una opción atractiva para abordar problemas de contaminación del agua por metales pesados. A su vez, disminuye considerablemente los costos asociados al tratamiento de residuos y el uso de reactivos químicos, pues día con día se trabaja en el desarrollo de nuevos y mejores materiales que optimicen los tiempos de proceso y el consumo energético, lo que contribuye a la conservación del medio ambiente y la salud pública, pues el riesgo de estos contaminantes es muy alto.

Finalmente, es importante mencionar que, debido a los altos niveles de contaminación, el tratamiento de efluentes no es suficiente y está en nuestras manos colaborar activamente. Esto se puede lograr mediante el consumo responsable de productos que poseen estos contaminantes y, de ser posible, con la limitación de su uso.

Referencias

- Al-Saydeh, S. A., El-Naas, M. H. y Zaidi, S. J. (2017). Copper removal from industrial wastewater: a comprehensive review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 56, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.07.026>
- Ali, I., Alyona, S., Tatiana, K., Anastasiya, G., Albishri, H. M. y Alshitari, W. H. (2023). Facile adsorption-electroflotation method for the removal of heavy metal ions from water using carbon nanomaterials. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 38970-38981. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24509-0>
- Ano, J., Koné, H., Yapo, N. S., Drogui, P., Yao, K. y Adouby, K. (2023). Removal of copper and lead by electrocoagulation process: effects of experimental parameters and optimization with full factorial designs. *J. Mater. Environ. Sci*, 14(2), 173-183. https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol14/vol14_N2/JMES-2023-14013-Ano.pdf
- Arana Juve, J. M., Christensen, F. M. S., Wang, Y. y Wei, Z. (2022). Electrodialysis for metal removal and recovery: A review. *Chemical Engineering Journal*, 435, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.134857>
- Azimi, A., Azari, A., Rezakazemi, M. y Ansarpour, M. (2017). Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewaters: A Review. *ChemBioEng Reviews*, 4(1), 37-59. <https://doi.org/10.1002/cben.201600010>
- Barakat, M. A. (2011). New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, 4, 361-377. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.07.019>
- Carolin, C. F., Kumar, P. S., Saravanan, A., Joshiba, G. J. y Naushad, M. (2017). Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(3), 2782-2799. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.05.029>
- Ciszewski, M., Drzazga, M., Kowalik, P., Orda, S. y Hawełek, Ł. (2022). Lead electrodeposition from aliphatic polyamines solutions. *SN Applied Sciences*, 4(4). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05020-0>
- Diario Oficial de la Federación (2000). NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización. *Diario Oficial de la Federación*, 73178. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866379&fecha=18/01/1996

- Diario Oficial de la Federación (2014). NOM-002-SEMARNAT-1996: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 1-66. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998#gsc.tab=0
- Driscoll, C. T., Mason, R. P., Chan, H. M., Jacob, D. J. y Pirrone, N. (2013). Mercury as a global pollutant: Sources, Pathways, and Effects. *Environmental Science and Technology*, 47(10), 4967-4983. <https://doi.org/10.1021/es305071v>
- Haider, F. U., Liqun, C., Coulter, J. A., Cheema, S. A., Wu, J., Zhang, R., Wenjun, M. y Farooq, M. (2021). Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111887>
- Higgs, J. M., Bingham, B. R. y Boyer, R. (2022). Alternating Current for the Selective Electrodeposition of Cadmium, Iron, and Chromium Method Development for Simulated Industrial Wastewater Sludge. *International Journal of Water and Wastewater Treatment*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/10.16966/2381-5299.182>
- Holt, P. K., Barton, G. W., Wark, M. y Mitchell, C. A. (2002). A quantitative comparison between chemical dosing and electrocoagulation. *Colloids and Surfaces*, 211, 233-248. [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(02\)00285-6](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(02)00285-6)
- Hu, J., Chen, C., Zhu, X. y Wang, X. (2009). Removal of chromium from aqueous solution by using oxidized multiwalled carbon nanotubes. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2-3), 1542-1550. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.06.058>
- Khattab, I. A., Shaffei, M. F., Shaaban, N. A., Hussein, H. S. y Abd El-Rehim, S. S. (2013). Electrochemical removal of copper ions from dilute solutions using packed bed electrode. Part II. *Egyptian Journal of Petroleum*, 22(1), 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2012.09.012>
- Kim, J., Yoon, S., Choi, M., Min, K. J., Park, K. Y., Chon, K. y Bae, S. (2022). Metal ion recovery from electrodialysis-concentrated plating wastewater via pilot-scale sequential electrowinning/chemical precipitation. *Journal of Cleaner Production*, 330, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129879>
- Kong, Y., Wei, J., Wang, Z., Sun, T., Yao, C. y Chen, Z. (2011). Heavy metals removal from solution by polyaniline/palygorskite composite. *Journal of Applied Polymer Science*, 122(3), 2054-2059. <https://doi.org/10.1002/app.34195>
- Kuleyin, A. y Uysal, H. E. (2020). Recovery of copper ions from industrial wastewater by electrodeposition. *International Journal of Electrochemical Science*, 15(2), 1474-1485. <https://doi.org/10.20964/2020.02.39>
- Kurniawan, T. A., Chan, G. Y. S., Lo, W. H. y Babel, S. (2006). Physico-chemical treatment techniques for wastewater laden with heavy metals. *Chemical Engineering Journal*, 118(1-2), 83-98. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2006.01.015>

- Maarof, H. I., Daud, W. M. A. W. y Aroua, M. K. D. (2017). Recent trends in removal and recovery of heavy metals from wastewater by electrochemical technologies. *Reviews in Chemical Engineering*, 33, 359-386. <https://doi.org/10.1515/revce-2016-0021>
- Merzouk, B., Gourich, B., Sekki, A., Madani, K. y Chibane, M. (2009). Removal turbidity and separation of heavy metals using electrocoagulation-electroflotation technique. A case study. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 215-222. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.144>
- Meunier, N., Drogui, P., Montané, C., Hausler, R., Mercier, G. y Blais, J. F. (2006). Comparison between electrocoagulation and chemical precipitation for metals removal from acidic soil leachate. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 581-590. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.02.050>
- Özverdi, A. y Erdem, M. (2006). Cu²⁺, Cd²⁺ and Pb²⁺ adsorption from aqueous solutions by pyrite and synthetic iron sulphide. *Journal of Hazardous Materials*, 137, 626-632. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.02.051>
- Prieto-García, F., Callejas-Hernández, J., Reyes-Cruz, V. E., Marmolejo-Santillán, Y. y Prieto-Méndez, J. (2014). Electrodisolution aluminum electrode during an electrocoagulation acid whey. *DYNA (Colombia)*, 81(187), 129-136. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n187.40757>
- Qasem, N. A. A., Mohammed, R. H. y Lawal, D. U. (2021). Removal of heavy metal ions from wastewater: a comprehensive and critical review. *Clean Water*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00127-0>
- Sadegh Safarzadeh, M., Bafghi, M. S., Moradkhani, D. y Ojaghi Ilkhchi, M. (2007). A review on hydrometallurgical extraction and recovery of cadmium from various resources. *Minerals Engineering*, 20(3), 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2006.07.001>
- Sandstead, H. (1975). Some trace elements which are essential for human nutrition. *Progress in Food and Nutrition Science*, 1, 371-391.
- Scarazzato, T., Panossian, Z., Tenório, J. A. S., Pérez-Herranz, V. y Espinosa, D. C. R. (2017). A review of cleaner production in electroplating industries using electrodialysis. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1590-1602. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.152>
- Scott, W. W. (2001). *ASM Specialty Handbook® Copper and Copper Alloys* (Davis & Associates [ed.]; 1st ed.). ASM International. <http://www.asminternational.org>
- Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Tiwari, A. P., Kim, H. Y. y Joshi, M. K. (2021). Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 2213-3437. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105688>
- Solomons, N. W. (1985). Biochemical, Metabolic, and Clinical Role of Copper in Human Nutrition. *Journal of the American College of Nutrition*, 4(1), 83-105. <https://doi.org/10.1080/07315724.1985.10720069>

- Vargas, A. R., Guillén, C. S., Magaña Haynes, M. E. y AlJaberi, F. Y. (2023). Nickel removal from an industrial effluent by electrocoagulation in semi-continuous operation: Hydrodynamic, kinetic and cost analysis. *Results in Engineering*, 17, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.100961>
- Vasudevan, S. y Lakshmi, J. (2011). Effect of alternating and direct current in an electrocoagulation process on the removal of cadmium from water. *Separation and Purification Technology*, 80, 643-651. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.859>
- Yi, Y., Feng, H., Wang, J., Tang, J., Wu, Y., Liang, X., Guo, Y. y Tang, L. (2022). Simultaneous Recovery of NH₃-N and Removal of Heavy Metals from Manganese Residue Leachate Using an Electrodialysis System. *ACS ES and T Water*, 3, 793-803. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.2c00580>
- Yu, B., Zhang, Y., Shukla, A., Shukla, S. S., & Dorris, K. L. (2000). The removal of heavy metal from aqueous solutions by sawdust adsorption-removal of copper. *Journal of Hazardous Materials*, 80. [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(00\)00278-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(00)00278-8)
- Zamora-Ledezma, C., Negrete-Bolagay, D., Figueroa, F., Zamora-Ledezma, E., Ni, M., Alexis, F. y Guerrero, V. H. (2021). Heavy metal water pollution: A fresh look about hazards, novel and conventional remediation methods. *Environmental Technology and Innovation*, 22, 101504. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101504>
- Zhu, Y., Fan, W., Zhou, T. y Li, X. (2019). Removal of chelated heavy metals from aqueous solution: A review of current methods and mechanisms. *Science of the Total Environment*, 678, 253-266. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.416>

ARTÍCULOS

Resonancias de las culturas ancestrales en el arte con el uso de tecnología en México

Resonances of ancestral cultures in art with the use of technology in Mexico

Cynthia Patricia Villagómez Oviedo

0000-0002-4175-2896, cynthia.villagomez@gmail.com

División de Arquitectura, Arte y Diseño (DAAD), Universidad de Guanajuato (UGTO)

RESUMEN

El arte tecnológico mexicano, arte electrónico o arte de los nuevos medios, ha incursionado en la cultura y tradiciones que forman parte de la identidad nacional. Los grupos indígenas que poblaron el país antes de la conquista dejaron rastros suficientes de su presencia y hoy en día se cuenta con literatura y vestigios arqueológicos que dan cuenta de sus creencias, formas de vida y costumbres, especialmente aquellas relacionadas con su percepción del medio ambiente. Para algunos artistas, como Fernando Palma, esto les ha permitido crear con elementos prehispánicos, los cuales pueden dar una pista sobre cómo se puede vivir en armonía con la naturaleza y en comunidad, por medio del rescate de aspectos culturales e identitarios para trascender a una mejor calidad de la vida.

PALABRAS CLAVE

arte tecnológico, arte robótico, México precolombino, medio ambiente

ABSTRACT

Mexican technological art, electronic art or new media art, has made its way into the culture and traditions which are part of the national identity. The indigenous groups that populated the country before the conquest left enough traces of their presence and today, we have literature and archaeological remains that reveal their beliefs, ways of life and customs, especially those related to their perception of the environment. For some artists, such as Fernando Palma, this has allowed them to create with pre-Hispanic elements, which can give a clue on how to live in harmony with nature and in community, through the preservation of cultural and identity aspects in order to transcend to a better life quality.

KEYWORDS

technological art, robotic art, pre-Columbian Mexico, environment

Introducción

La realidad actual en el entorno humano lleva a la reflexión de que es urgente replantear las prioridades para recuperar el equilibrio entre el ser humano, sus necesidades, sus acciones, el medio ambiente y su entorno social. Algunos artistas mexicanos han vuelto la mirada a las raíces del mundo indígena, en particular en torno al respeto que en él se guardaba hacia otros seres vivos, la naturaleza y los objetos; es el caso del artista tecnológico Fernando Palma Rodríguez (San Pedro Atocpan, México, 1957).

El presente artículo busca indagar sobre los conceptos y principios que han alimentado el imaginario de artistas electrónicos mexicanos con inspiración en el México prehispánico, así como vislumbrar cuáles son las relaciones entre su obra y la cosmogonía indígena del México antiguo para arrojar luz sobre esos posibles vínculos en aquellos artistas que, como Fernando Palma, hacen uso de la tecnología en la actualidad.

Lo anterior, en el entendido de que el arte que hace uso de la tecnología en México, si bien aborda temas políticos, sociales y medioambientales actuales, recurre de manera frecuente a tecnologías obsoletas o en desuso. Esto le da un carácter especial, si se tiene en cuenta que el arte tecnológico internacional recurre muchas veces a tecnologías de vanguardia y está enfocado en suscitar experiencias individuales centradas en el ser humano, en temas como la vida, la muerte, la percepción de los sentidos, los individuos y su reflejo, entre otros.

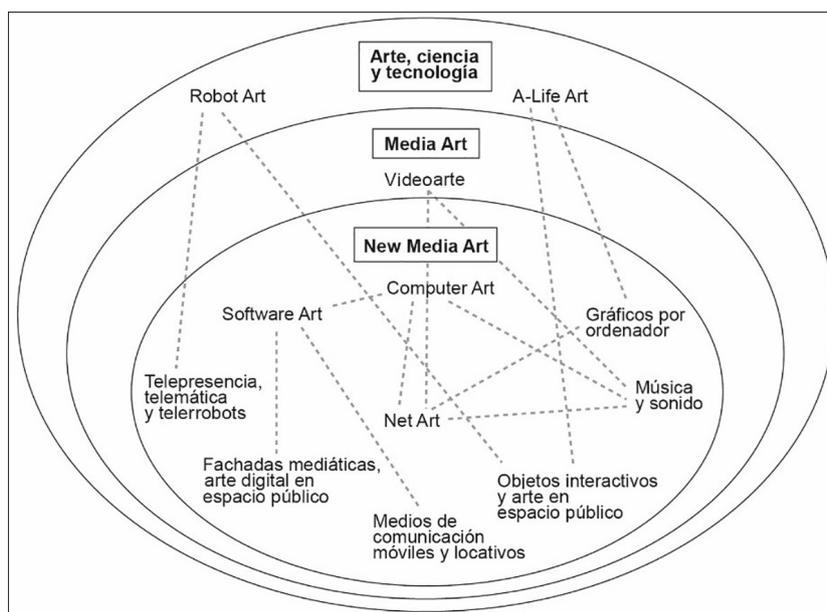
Antecedentes

El campo del arte con el uso de tecnología es una rama del arte contemporáneo que explora la intersección entre el arte y la tecnología, a través de la incorporación de herramientas muy diversas, así como técnicas y conceptos tecnológicos en las prácticas artísticas, esto es, computadoras, programación, medios digitales, realidad aumentada, realidad extendida, realidad virtual, instalaciones interactivas, robótica, entre otros avances tecnológicos y científicos.

El arte tecnológico examina la relación entre la tecnología, la sociedad, el ser humano y sus experiencias; las más de las veces traspasa los límites del arte tradicional —pintura, escultura, grabado—, debido a que acepta las tecnologías nuevas y obsoletas como sus medios de expresión y tema. A menudo aborda temáticas relacionadas con las formas en que la tecnología puede contribuir a reflexionar sobre el medioambiente, el impacto tecnológico, la integración comunitaria, así como aspectos sociales, científicos y culturales diversos, entre otros.

La forma de trabajo, por lo regular, es colectiva: el artista forma equipos de trabajo con profesionales que puedan hacer posible el desarrollo artístico —llamado frecuentemente así, debido a que se realizan varias piezas dentro de una misma temática—, además de que algunos de estos desarrollos no concluyen, sino que son trabajados por los artistas durante largos periodos, como sucede, por ejemplo, con *Bacteria*, del artista mexicano Arcángel

Figura 1
Ámbitos del arte tecnológico



Fuente: elaboración propia.

Constantini (1996-presente), quien ha venido desarrollando esta obra desde 1996 hasta la fecha. Estos equipos pueden estar formados por ingenieros, científicos, programadores, diseñadores, videoartistas, fotógrafos, entre otros. Los resultados del arte tecnológico poseen un espectro tan amplio y diverso que el público puede tener múltiples formas de relacionarse con las obras, ya que los artistas pueden crear instalaciones interactivas o inmersivas, sonoras, esculturas digitales, *net.art*, arte generativo, con inteligencia artificial o realidad aumentada, entre otros (figura 1).

El arte con el uso de tecnología involucra la electrónica analógica y digital; por esta razón, ambos términos son usados como sinónimos frecuentemente. Debido a lo anterior se puede afirmar que el arte tecnológico es un ámbito en movimiento y evolución constante, cuyo componente esencial es la innovación tecnológica como medio de expresión, lo que lo lleva, así como a sus creadores, a diluir constantemente los límites existentes entre las diversas disciplinas del quehacer humano y el arte contemporáneo.

Por otra parte, en los entornos más cercanos al arte con el uso de tecnología, como eventos académicos, congresos y literatura reciente del campo (ISEA Symposium Archives, s/f), con algunas excepciones, el término *arte de los nuevos medios* se usa con menos frecuencia para designar el arte con el uso de tecnología, pero en ocasiones suelen usarse como sinónimos.

El uso del nombre *arte de los nuevos medios* ha sido motivo de diversas discusiones. Para el historiador, teórico y diseñador Lev Manovich (Moscú, 1969) este término viene de los viejos medios, es decir, lo que era un nuevo medio hace años ya no lo es ahora. En la actualidad, desde su perspectiva, estamos en el centro de una revolución mediática que no se puede comparar con la de la imprenta en el siglo XIV, ya que ésta sólo afectó a un tipo de comunicación cultural: la distribución mediática; ni con la de la fotografía de mediados del siglo XIX, que sólo afectó a un tipo de comunicación cultural: las imágenes fijas. Por el contrario, la revolución de los medios informáticos afecta todas las fases de la comunicación (captación, manipulación, almacenamiento, distribución), en medios de todo tipo: texto, imagen fija y en movimiento, sonido o construcciones espaciales (Manovich, 2001, pp. 64-65).

Por otra parte, para la investigadora Christian Paul (2011), directora del Centro de Diseño de la Parsons School of Design, el uso del término *arte de los nuevos medios* para denominar al arte tecnológico es muy desafortunado pues, tras quince años de debate, el mundo parece estar de acuerdo en que no ayuda a describir las características ni la estética del medio digital; sin embargo, lo positivo es que permite acomodar nuevos desarrollos dentro de lo artístico, además de que evita con éxito las definiciones, uno de los grandes valores del arte.

De acuerdo con Paul, el término *arte de los nuevos medios* se usó a lo largo del siglo XX para denominar a los medios emergentes en cada época, en especial el arte por computadora, el arte multimedia más tarde y el ciberarte o *net.art*, de tal manera que las formas artísticas que hacían uso de las tecnologías digitales se convirtieron en *nuevos medios* a finales del siglo pasado, adueñándose del término que en ese momento se usaba para el cine, video, arte sonoro y arte híbrido:

Ahora el arte de los nuevos medios suele considerarse arte computable que se crea, almacena y distribuye mediante tecnologías digitales y utiliza los rasgos de estas tecnologías como soporte. El arte de los nuevos medios es procesal, temporal, dinámico, y en tiempo real; participativo, basado en la colaboración y performativo; modular, variable, generativo y adaptable (Paul, 2011).

De tal manera que cada época ha tenido sus nuevos medios, por lo que el término se transforma, por ejemplo, la Internet era nuevo medio, pero ya no lo es. Sin embargo, por Arte de los nuevos medios, según el profesor [Pau] Alsina, se entiende, por una parte, aquellos medios de comunicación e información que se desarrollan gracias a las tecnologías electrónicas y digitales, y por otra, es el Arte desarrollado con nuevos medios que tiene como propiedades la interactividad, la computación y la conectividad; no obstante, en el futuro, con total seguridad, aparecerán otras propiedades y habrá que redefinir otra vez las características de los "nuevos medios" (Villagómez, 2017, p. 36).

En relación con los antecedentes del arte con el uso de tecnología, se podrían considerar los primeros cruces entre arte, ciencia y tecnología que realizó Leonardo da Vinci en el Renacimiento o, siglos más tarde, el nacimiento de la fotografía. No obstante, concretamente como un campo reconocido como tal, se considera que

la pasión por la tecnología resurgió con fuerza en 1966, cuando artistas como Robert Rauschenberg y Robert Whitman e ingenieros como Billy Klüver y Fred Waldhauer fundaron Experimentos de Arte y Tecnología (EAT), una asociación sin ánimo de lucro que catalizó colaboraciones entre artistas e ingenieros. Klüver, investigador de los laboratorios Bell, tenía una gran experiencia en la mezcla de arte y tecnología: puso sus conocimientos al servicio de Jean Tinguely para crear su *Homenaje a Nueva York*, 1960, una máquina autodestructiva que se detonó en el jardín del Museo de Arte Moderno (MOMA) (Heartney, 2013, p. 168).

Por otra parte, entre los antecedentes del arte con el uso de tecnología en México se encuentra el movimiento estridentista. Al respecto, Horacio Nigro comenta:

La invención de la electricidad, la proliferación de las máquinas y los sistemas de comunicación como la radio, el telégrafo o el teléfono; en pocas palabras: los inventos del siglo XIX y principios de siglo XX, fascinaron a un grupo de jóvenes artistas en el México postrevolucionario. Autonombrados como “Los estridentistas”, este grupo de creadores exaltaban en sus textos los nuevos brillos industriales (Nigro Geolkiewsky, 2015).

Este movimiento de vanguardia fue iniciado por poetas, en especial Manuel Maples Arce, en diciembre de 1921 en la Ciudad de México, quienes publicaron una revista y realizaron programas radiofónicos con un carácter muy innovador para su época.

En relación con los antecedentes, de manera particular a principios de los años setenta, el artista plástico Manuel Felguérez realizó una investigación sobre las posibilidades de la computadora como instrumento para la creación artística; esta investigación inició en la Academia de San Carlos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde le permitieron utilizar una computadora una hora a la semana. De ese experimento surgió el desarrollo artístico titulado *La máquina estética* (Villagómez, 2017, pp. 73-75).

Otro antecedente importante en México fue el trabajo de Felipe Ehrenberg, precursor en el uso del mimeógrafo —máquina multicopista que reproduce figuras o textos— con propósitos artísticos, así como fotocopias y otros recursos tecnológicos. De acuerdo con la historiadora del arte Raquel Tibol, sus prácticas artísticas, así como su enseñanza a otros artistas, determinaron el inicio de una nueva gráfica artística en México (Tibol, 1987, p. 302), la cual

permeó también la enseñanza en las escuelas de diseño, donde se experimentaba con fotocopias, particularmente en la Escuela de Diseño del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA).

Además de lo anterior, dentro del escenario artístico nacional, la llamada Generación de los Grupos irrumpió con fuerza de 1977 a 1982. Suma, Proceso Pentágono y el No-Grupo fueron algunos de estos colectivos, quienes debido a que no contaban con grandes recursos económicos echaron mano de fotocopias, plantillas, heliográficas (para imprimir planos), mimeógrafo y otros recursos para reproducir masivamente. Los grupos intentaron renovar el sistema del arte que prevalecía en aquel momento. Herederos del Salón Independiente — agrupación surgida apenas dos meses después de la masacre de estudiantes del 2 de octubre de 1968—, se propusieron realizar trabajo colectivo por encima de la idea tradicional del artista aislado y contribuyeron a ampliar los lindes del arte a través de lo que en México se conoce como *neográfica*, además de realizar diversos acercamientos al arte conceptual (Debroise y Medina, 2006, pp. 66-73).

Por otra parte, obras artísticas pioneras que trabajaron con las raíces del México antiguo se observan en trabajos de *net.art* de los años noventa, como *El auténtico chilango*, de Arcángel Constantini (2002), quien incluyó en esta obra un ejemplar vivo de ajolote (*Ambystoma mexicanum*), anfibio en peligro de extinción que sirvió de inspiración al mundo prehispánico para la representación del dios Quetzalcóatl, así como en obras primigenias de arte robótico de Fernando Palma, como *Quimpachtli, medicina que caza ratones* (2000), que propone una reflexión sobre la relación con la cultura nahua, entre otras (Villagómez, 2017, p. 80).

El arte tecnológico actual y la influencia de la cultura del México precolombino

Establecer y evidenciar los vínculos entre el arte con el uso de tecnología de las últimas décadas y las culturas precolombinas mexicanas, así como su fuerte representación de lo nacional en el arte tecnológico mexicano, es parte del objetivo de esta investigación.

En el arte contemporáneo es una práctica recurrente el retomar aspectos locales como forma de tener representación e identidad cultural dentro del fenómeno global del arte, generalmente dominado por la cultura de Occidente (Heartney, 2013; Guasch, 2016). De acuerdo con teóricos del arte como Smith (2009) y Medina (2010), entre otros, parte de la importancia de desarrollar teoría y práctica crítica del arte subyace a la idea de equilibrar la balanza del poder que prevalece en el mundo del arte con preeminencia del norte y de los países occidentales. Por lo tanto, los desequilibrios de poder que prevalecen en el mundo del arte y el mero hecho de intervenir en la matriz de la cultura contemporánea constituyen una importante conquista política e histórica; de ahí que los constructos en torno a las artes realizados desde la periferia reivindiquen esta labor dentro del campo artístico.

Aunado a lo anterior, México cuenta con una amplia diversidad cultural que históricamente ha servido de motivo de creación para numerosos artistas, no sólo quienes hacen uso

de la tecnología, sino también otros de diversas corrientes, como aquellos pertenecientes al movimiento del arte nacionalista de finales del siglo XIX y principios del XX, como Saturnino Herrán, Dr. Atl, entre otros, pero especialmente los pintores pertenecientes a la corriente del muralismo mexicano, como José Clemente Orozco, Diego Rivera, David Alfaro Siqueiros, entre otros. Dignos de mención son los murales realizados por Diego Rivera en la Secretaría de Educación Pública (SEP), en la Ciudad de México, determinantes para la representación del México precolombino en el arte mexicano. Rivera pintó un conjunto de 235 frescos en el edificio de la SEP, los cuales fueron terminados entre 1922 y 1928. Los temas que abordó tenían un fuerte contenido social y son reconocidos por haber marcado el inicio de la Escuela Mexicana de Pintura (Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, 2012).

Al respecto de la diversidad cultural en México, tenemos que

En el territorio mexicano habitan 68 pueblos indígenas, cada uno hablante de una lengua originaria propia, las cuales se organizan en 11 familias lingüísticas y se derivan en 364 variantes dialectales. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 25.7 millones de personas, es decir el 21.5% de la población, se autoadscribe como indígena. Mientras tanto, 12 millones de habitantes (10.1% de la población) señalaron vivir en hogares indígenas. También, el 6.5% de la población nacional se encuentra registrada como hablante de una lengua indígena, representando a 7.4 millones de personas (Del Val, 2020).

Es necesario mencionar que aquellas características propias de las culturas prehispánicas mexicanas y su relación con el arte tecnológico son evidentes no sólo en los aspectos visuales que cada cultura puede proveer al artista, sino también en su forma de pensamiento y cosmogonía. Ejemplo de lo anterior son obras como *Yucatech* (2014), de Amor Muñoz (2023, pp. 74-78), un laboratorio de tecnología comunitaria basado en una pequeña cooperativa en una comunidad indígena maya en Yucatán, donde se implementan prácticas colaborativas para la solución de problemas locales haciendo uso de artesanías con henequén y tecnología de código abierto (*open source*), que da como resultado objetos de bajo costo útiles para la población.

Otra obra representativa es *Tsinamekuta* (2016-2021), de Marcela Armas, interpretación y reescritura ritual del campo magnético de una muestra mineral:

Mara'akame Jaira, miembro de la comunidad Wixárika [o huichol] que realiza con su familia cada año un peregrinaje a la zona sagrada donde se eleva Tsinamekuta, aceptó participar en un acto ceremonial ofrecido a la roca al pie de la montaña. Acompañó [...] la activación ceremonial de un dispositivo electrónico que interpreta un instrumento acústico, a partir de la lectura del campo magnético de la roca (Armas, 2016).

Otro ejemplo es la obra *Kauyumari, el Venado Azul* (2013), de Arnold Abadie y Ana López (Más de MX, 2017), una pieza de animación 3D que narra la forma en que un venado azul guía a los peregrinos wixárikas hasta un lugar llamado Wirikuta, donde se sacrifica y se convierte en peyote, cactácea con propiedades alucinógenas con la que los huicholes se vinculan con sus antepasados, cumpliendo así su voluntad como guardianes del planeta. La animación aborda los mitos clave de la cosmovisión wixárika.

La cultura nahua y el arte robótico de Fernando Palma

Por generaciones y generaciones los habitantes de la Cuenca de México observaron la naturaleza y crearon un cuerpo de conocimientos sobre el medio natural. Llegaron a la concepción de que lo natural y lo humano, lo físico y lo metafísico estaban interconectados, que el devenir humano y material era descifrable a partir de su cosmovisión.

LUCILA OCAÑA JIMÉNEZ (2004, p. 71).

Los grupos indígenas nahuas habitan diversas regiones del territorio mexicano. Para propósitos del presente estudio se describirá parte de la cultura nahua de Milpa Alta, que es la cultura y región a la que pertenece el artista electrónico Fernando Palma y donde vive actualmente.

Milpa Alta es una delegación política de la Ciudad de México y una de las más extensas del valle de México. Los nahuas habitan en Milpa Alta distribuidos en doce pueblos. Buena parte de la demarcación es montañosa, donde las principales elevaciones son diversos volcanes con un importante significado cultural para los nahuas desde la época prehispánica, como el volcán Teuhtliel. Cuenta también con arroyos, en especial el Tulmiac, que abasteció a Milpa Alta desde la época prehispánica hasta antes de finalizar el siglo XX. Desde marzo de 1987 la región fue declarada Área de Conservación Ecológica, ya que es de primordial importancia en la recarga de acuíferos de la capital del país (INPI, 2023), que, cabe decir, cuenta con poco más de nueve millones de habitantes (INEGI, 2020).

Los primeros registros de los nahuas en la región de Milpa Alta datan de los siglos XII y XIII. Los pueblos nahuas de Milpa Alta rendían tributo con bienes y fuerza de trabajo a los mexicas. Posteriormente, fueron sometidos por la Corona española y evangelizados por los misioneros franciscanos. Durante la Colonia en Milpa Alta continuaron rigiendo los gobernantes indígenas, con excepción del siglo XVII, cuando gobernaron los alcaldes criollos. Esto permitió a sus habitantes tener poco trato con los españoles y conservar buena parte de los usos y costumbres indígenas (INPI, 2023).

La relación entre espacio y cultura en los nahuas es indisoluble. Al respecto se tiene que:

Entre los nahuas de Milpa Alta existe una relación mística e indivisible con su tierra, espacio geográfico considerado como zona exclusiva de desarrollo vital y cultural. En el área hay cuevas y montañas que son consideradas de carácter divino por los habitantes, como son el Cerro Tláloc, “dios de la lluvia”; el Tezicalli, “casa de piedra que produce granizo”; el Tehutli y el Tehuiztutitla, “lugar donde se encuentra el mal”. A estos sitios sagrados acuden los viejos a pedir por su pueblo, su familia o su persona (INPI, 2023).

Por otra parte, como descendiente del pueblo nahua, Fernando Palma Rodríguez, a través de su arte, es un promotor de su cultura. De alguna forma continúa el activismo de su madre, la señora Carmelita Rodríguez, quien en 1998 funda Calpulli Tecalco, originalmente una organización para el fomento a la educación, proyecto para el que dispuso su casa para la lectura y el préstamo de libros en la comunidad de Malacachtepec Momoxco, Milpa Alta; posteriormente, incluyó la enseñanza de la lengua náhuatl, de la que es hablante nativa.

Actualmente, Calpulli Tecalco es una organización abocada a la investigación, preservación y revitalización del conocimiento tradicional. Su interacción con el medio ambiente de la región ha hecho posible la protección de reservas naturales y sistemas agrícolas sustentables, que hoy en día están por perderse. A través de sus proyectos se conjugan conocimientos antiguos, tradicionales, científicos y artísticos para proponer y crear alianzas con las instituciones. Fernando Palma forma parte activa de esta organización (Calpulli Tecalco AC, 2022).

Debido a lo anterior, en el trabajo artístico de Fernando Palma hay una simbiosis con la cosmogonía de los pueblos originarios, en este caso, entre la cultura nahua y la tecnología. Además de la conexión con el pensamiento nahua y la experiencia artística, en su obra hay una remembranza de las raíces culturales del México antiguo, así como una conmemoración de la tradición e identidad del México precolombino en el presente.

Así, tenemos que, para dar contexto a la obra del artista electrónico Fernando Palma Rodríguez, es necesario mencionar que su trabajo cuenta con reconocimiento nacional e internacional. En 2017 tuvo una exposición retrospectiva en el Museo de Arte Contemporáneo de Oaxaca (MACO); en 2016, su trabajo fue incluido en exhibiciones del Fondo Regional de Arte Contemporáneo (FRAC) de los Países del Loira y en Parallel Oaxaca; en 2015, participó en Nottingham Contemporary, en Inglaterra, y en la Bienal de las Américas en Denver, Colorado; en 2014 exhibió su obra en el Museo Universitario del Chopo en la Ciudad de México y en el SITE, en Santa Fe, Nuevo México (Palma Rodríguez, 2020). En 2022 participó en el Pabellón de México en la 59° Bienal de Venecia.

De acuerdo con Fernando Palma, sus raíces familiares se encuentran en el pueblo de los nahuas del estado de México, que son parte de la gran familia de pueblos nahuas cuya

antigüedad es de aproximadamente cuarenta y siete siglos (INPI, 2023; Gobierno de México, 2019). Palma estudió ingeniería industrial en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), y dice haberse sentido desencantado por las injusticias en las industrias donde trabajó, por lo que decidió emigrar al Reino Unido, donde cursó la Licenciatura en Historia del Arte y, posteriormente, un posgrado en escultura (ambos con el apoyo de becas). Pronto descubrió su verdadera vocación y dio inicio a la experimentación con microcircuitos y robótica, por lo que su formación tuvo lugar principalmente en el Reino Unido y en Holanda. Su actividad artística inició formalmente en 1994, por lo cual es considerado uno de los artistas pioneros en el uso de la tecnología.

A través del Gobierno de Holanda, exhibe una de sus obras en el Centro Nacional de las Artes (CENART), en la Ciudad de México: *Quimpachtli, medicina que mata ratones* (2000) (Villagómez, 2020). En este trabajo usó una plataforma html, programación en lenguaje ensamblador y Pbasic, sensores piróxicos, circuitos de control de fase, tarjetas de control para activar motores de corriente directa por medio de circuitos integrados programables, interruptores *on-off*, e interfaces de potencia y cableado. Con esta obra buscó hacer una reflexión sobre la relación entre la cultura nahua y la cultura europea, por medio de la presentación de cuatro conceptos ancestrales para representar la cosmogonía humana: misterio, argüenderas (chismosas), tiempo y chamanes (persona dotada de poderes sobrenaturales). Este proyecto mecatrónico activaba distintos movimientos iniciados por sensores de presencia (Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes [CMM CENART], 2009, pp. 44-45).

De particular interés para este estudio es la obra titulada *Quetzalcóatl* (2016) (Palma Rodríguez, 2020), instalación de técnica mixta que representa a la Serpiente Emplumada.¹ La obra es una escultura motorizada hecha de cartón, una bota de trabajador, mazorcas de maíz criollo y hojas teñidas cosechadas en Milpa Alta. En la obra, el artista señala que actualmente México importa de Estados Unidos la mitad del maíz que consume, y el maíz criollo mexicano se está convirtiendo en una rareza cromática amenazada por el maíz transgénico (figuras 2 y 3, p. 11).

En la escultura, los movimientos erráticos del cuerpo cercenado de la serpiente apuntan a las enormes cantidades de energía derrochadas por la sociedad desordenada en la que vivimos. Una versión anterior de la escultura incorporaba cuarenta y tres cascabeles hechos con mazorcas deformes, una referencia a los cuarenta y tres estudiantes desaparecidos en la ciudad de Iguala, en el estado de Guerrero, que han llegado a simbolizar la falta de derechos humanos y justicia en México (Palma Rodríguez, 2020).

¹ Algunos autores, como Séjourné (2003), consideran que en el Altiplano mexicano floreció, previo al imperio azteca, la cultura tolteca, considerada como una de las culturas indígenas más importantes del México precolombino, así como su dios Quetzalcóatl, quien, de acuerdo con Ocaña (2004, p. 61), era la deidad principal de Mesoamérica y el elemento central de su cosmovisión.

Figuras 2 y 3
Quetzalcóatl (2016), de Fernando Palma Rodríguez



Fuente: Palma Rodríguez, 2020.

Adicionalmente, abonando a la comprensión de la obra de Fernando Palma sobre Quetzalcóatl, es importante mencionar que los nahuas creían que éste les había dado la vida, pues era considerado el principio vital supremo, personaje central de una creencia religiosa que “cautivó las mentes de Mesoamérica”, el cual “explicó la creación, el principio de dualidad, la relación del hombre con los dioses, la vida y la trascendencia, la muerte y el renacimiento” (Ocaña Jiménez, 2004, p. 63).

En vida Quetzalcóatl fue un profeta que habló de los tiempos de oscuridad que se acercaban y de su retorno. Al respecto, Sahagún escribió: “En esta ciudad [de Tollan, hoy Tula Hidalgo] reinó muchos años un rey llamado Quetzalcóatl... Fué extremado en las virtudes morales... está el negocio de este rey entre estos naturales como el del rey Arthus entre los ingleses” (Sahagún citado por Séjourné, 2003, p. 32).²

En su honor se construyeron ciudades y templos, “se crearon linajes hasta que comenzaron a recorrer los caminos del mal, se enredaron en las ambiciones de poder, y las guerras los hundieron en el mundo de la materia y la destrucción” (Ocaña Jiménez, 2004, p. 63). Interesante resulta la observación de Ocaña acerca del respeto que tuvieron los mexicanos antiguos al ritmo de los tiempos, es decir, a los cambios, así como al valor del desapego, que mostraron al abandonar sus ciudades cuando fue necesario, pues la fe en Quetzalcóatl los hacía sentirse acompañados por él dentro de su corazón (Ocaña Jiménez, 2004, p. 63); todo cambia, todo se encuentra en constante movimiento, consideraba Quetzalcóatl.

² Sahagún es autor de varias obras consideradas hoy entre los documentos más valiosos para la reconstrucción del México antiguo antes de la llegada de los españoles. Seleccionó a un grupo de indígenas, que en su adolescencia habían vivido en pueblos bajo el poderío mexica, para que relataran cómo se vivía en aquel momento y poder preservar esa forma de vida. A través de las descripciones realizadas por estos narradores, se sabe del temor que ejercían los líderes aztecas sobre los pueblos, como también sobre la alta civilización de los toltecas que les precedieron (Séjourné, 2003, p. 31).

Aunado a lo anterior, lo que habla de la trascendencia de Quetzalcóatl para el pueblo nahua, y por lo tanto para el artista, es que era un dios creador, sabio, generoso e invisible, íntimamente ligado con el medio natural y con los elementos: el agua, el viento, la tierra y el fuego; encarnaba las fuerzas cósmicas (Ocaña Jiménez, 2004, p. 70). Era considerado el creador del ser humano y de todas sus obras. De acuerdo con Sahagún, Quetzalcóatl era “virtuoso, humilde y pacífico y considerado cuerdo, y no liviano sino grave y riguroso, y celoso en las costumbres, y amoroso, y misericordioso, y compasivo, y amigo de todos, y devoto y temeroso de Dios” (Sahagún citado por Séjourné, 2003, p. 34). “Se le describe como un hombre santo, justo y moral. Se refugia en la meditación y la oración, busca la purificación y el desapego, y dirige los rituales sagrados para contactar con la divinidad. Es así el encargado de la transformación espiritual del hombre” (Ocaña Jiménez, 2004, p. 73).

En una entrevista, Fernando Palma menciona que él interpreta las ondas en las representaciones de Quetzalcóatl —e incluso en la Coatlicue, diosa de la fertilidad que ostenta una falda de serpientes— como curvas senoides, las cuales describen una oscilación repetitiva y suave, es decir, las formas serpenteantes de los dioses mexicas (Villagómez, 2020). El artista considera que probablemente hacen referencia a la frecuencia, el tiempo, los periodos, todos orientados al entendimiento de la física.

Otra concepción que resulta de particular interés para el presente estudio es la expresada por Palma acerca de que, en el náhuatl más clásico —el que no ha pasado por diversas interpretaciones—, la idea de *persona* no es exclusiva de los humanos. En el náhuatl todos tenemos la categoría de *persona*, sean animales, plantas u objetos; incluso no existe el verbo ser o estar: “la existencia de las cosas te permite dialogar con ellas” (Villagómez, 2020).

Sobre la importancia del equilibrio en la vida, Fernando Palma comenta que los puntos cardinales en la América indígena están representados por el espíritu Macuilxóchitl o Cinco Flor, en el que la flor tiene un pétalo por cada punto cardinal y el quinto elemento simboliza un punto de intersección, el punto de consciencia donde nos regimos como individuos. Según el artista, estamos en una intersección entre el cenit y el nadir, y de acuerdo con ciertas corrientes chamánicas, si se pierde la conexión entre ambos se pierde la cordura. Por tal motivo, no se debe perder la sincronía con la naturaleza porque las consecuencias de ello son la locura. Por lo anterior, su obra señala y desea dirigir la reflexión hacia la recuperación del equilibrio en la vida de manera primordial (Villagómez, 2020).

Conclusiones

Los antiguos mexicanos comprendieron tempranamente que el respeto por su entorno natural y, en general, por todo lo que les rodeaba, era la fuente de la vida de su propia comunidad; entendieron que romper el equilibrio entre los humanos y la naturaleza podía tener consecuencias catastróficas. Consideraban a animales, plantas y objetos como entes portadores de

vida. La experiencia cotidiana no se centraba en el ser humano, como pareciera que sucede hoy en día. Parte de la cosmovisión indígena en México muestra el respeto y reconocimiento de su entorno, con dioses integrados a la naturaleza, que surgen de ella y son portadores de plantas y animales, como muestra de su propio origen y del culto que les rendían a éstos.

La reflexión de los artistas que hacen uso de la tecnología acerca del rescate de elementos que dan identidad al pueblo de México cuestiona quiénes son los habitantes actuales del país, cuáles son sus prioridades y cuáles eran los razonamientos de los antiguos mexicanos que merece la pena tener presentes en la actualidad. De tal manera que el pensamiento sobre el origen cultural en México trae consigo la posibilidad de reflexionar sobre cuáles acciones llevadas a cabo por los antiguos mexicanos los llevaron a tener determinadas consecuencias y qué les condujo a trascender y alcanzar un alto nivel de civilización en su tiempo.

Las obras de los artistas tecnológicos mexicanos exploran las culturas ancestrales y retoman conocimientos milenarios para crear nuevas posibilidades de integración de estos conocimientos a la sociedad actual, dejando atrás —por lo menos mientras se interactúa con las obras— la vorágine de la vida diaria; paradójicamente, lo anterior se consigue a través del uso de la electrónica análoga y digital en las obras, tecnologías donde sucumbe el ciudadano común de nuestros días, que se alterna entre mundos reales y virtuales reiteradamente.

Por otra parte, en el México de hoy, tal como sucede en otras partes del mundo, es evidente el deterioro social y ambiental, por lo que es necesaria la creación de nuevos imaginarios en todos los campos del conocimiento humano —donde el arte no es la excepción— que deriven en una vida sustentable. La colaboración e interacción entre artistas, desarrollos artísticos, ciencia, tecnología y público contribuye a aspirar al equilibrio entre la realidad y lo que se desea al nivel de las problemáticas sociales y ambientales.

Finalmente, la historia no es un *continuum*; los antiguos mexicanos hablaban de eras o Soles, que representaban un nuevo comienzo, otro dios, otra humanidad; ensayo y error es la constante en la historia humana hasta que se supere la condición de dualidad (Ocaña Jiménez, 2004, p. 95). Por lo anterior, tal vez sea necesario un nuevo comienzo o una revolución de pensamiento para revertir los efectos de la globalización en la era actual, campo donde los artistas tecnológicos ya están dejando su simiente.

Referencias

- Armas, M. (2016-2021). *Tsinamekuta. Interpretación y reescritura ritual del campo magnético de una muestra mineral*. Marcela Armas <https://www.marcelaarmas.net/?works=tsinamekuta>
- Calpulli Tecalco AC (2022). <https://calpullitecalco.com.mx/quienessomos.php>
- Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes (2009). *Quince años. Publicación conmemorativa del Centro Multimedia del CENART*. CONACULTA.
- Constantini, A. (2002). *El auténtico chilango*. <http://www.unosunosyunosceros.com/EAC/>
- Constantini, A. (1996-presente). *Bakteria*. <https://www.bakteria.org/>
- Debroise, O. y Medina, C. (2006). *La era de la discrepancia: arte y cultura visual en México, 1968-1997* (1ª ed.). UNAM. <https://muac.unam.mx/publicacion/la-era-de-la-discrepancia>
- Del Val, J. (25 de mayo de 2020). El mundo indígena 2020. *El Mundo Indígena*. Iwgia. <https://www.iwgia.org/es/mexico/3745-mi-2020-mexico.html>
- Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (Mayo de 2012). La pintura mural. Portal Académico CCH. https://portalacademico.cch.unam.mx/repositorio-de-sitios/historico-social/historia-de-mexico-2/HMIICultura_Vida/Artes1920-2.htm
- Gobierno de México (12 de diciembre de 2019). Pueblos nahuas. Sistema de Información Cultural. <https://tinyurl.com/3f6xc36v>
- Guasch, A. M. (2016). *El arte en la era de lo global, 1989-2015*. Alianza Forma.
- Heartney, E. (2013). *Arte & Hoy*. Phaidon.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Población total (número de habitantes). Cuéntame de México: Población. INEGI. <https://acortar.link/7znYjH>
- Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (2023). *Nahuas del Distrito Federal-Etnografía*. Atlas de los Pueblos Indígenas de México. INPI. <http://atlas.inpi.gob.mx/nahuas-del-distrito-federal-etnografia/>
- ISEA Symposium Archives. <https://isea-archives.siggraph.org/publications/>
- Manovich, L. (2001). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Paidós.
- Más de MX (26 de agosto de 2017). La leyenda animada de Kauyumari, el Venado Azul que guió a los hombres hacia el hikuri. *Más de MX*. <https://masdemx.com/2017/08/huicholes-leyendas-venado-mitos-kauyumari-azul/>
- Medina, C. (2010). Contemp(t)orary: Once Tesis. *Ramona. Revista de Artes Visuales*, 101, 72-76. http://70.32.114.117/gsd/collect/revista/index/assoc/HASH3bde/2166729d.dir/r101_72nota.pdf
- Muñoz, A. (2023). Amor Muñoz [portafolio]. <https://amormunoz.net/wp-content/uploads/2023/09/AMOR-PORTFOLIO-2023-.pdf>
- Nigro Geolkiewsky, H. A. (5 de octubre de 2015). El "Estridentismo" y la Radio. *La Galena del Sur*. <https://lagalenadelsur.com/2015/10/05/el-estridentismo-y-la-radio/>

- Ocaña Jiménez, L. (2004). El laberinto de Quetzalcóatl. *Estudios Políticos*, 3. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484903e.2004.3.37629>
- Palma Rodríguez, F. (2020). *Portafolio Fernando Palma Rodríguez*. Galería GAGA.
- Paul, C. (2011). Los nuevos medios en el *mainstream*. *Artnodes. Revista de Arte, Ciencia y Tecnología*, 11, 45-50. <https://www.raco.cat/index.php/Artnodes/article/view/247858/331944>
- Séjourné, L. (2003). *Pensamiento y religión en el México antiguo*. Breviarios 128, FCE (original publicado en 1957).
- Smith, T. E. (2009). *What is Contemporary Art?* The University of Chicago Press.
- Tibol, R. (1987). *Gráficas y neográficas en México*. UNAM/SEP.
- Villagómez Oviedo, C. P. (2017). *Análisis de procesos de producción artística digital en México: artistas digitales mexicanos y su obra*. Universitat Politècnica de València. https://www.lalibreria.upv.es/portalEd/UpvGStore/products/p_5836-1-1
- Villagómez Oviedo, C. P. (2020). Entrevista a Fernando Palma. Soundcloud. https://soundcloud.com/cynthiavillagomez/entrevista-fernando-palma?si=bea20e42bf2c48e382e6043c255f4641&utm_source=clipboard&utm_medium=text&utm_campaign=social_sharing

ARTÍCULOS

El río Apatlaco

The Apatlaco River

Sheila Roque González

sheila.roque@uaem.edu.mx

Maestría en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables (MIATS),
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQEI),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Jesús del Carmen Peralta Abarca

0000-0003-2995-9277, carmen.peralta@gmail.com

FCQEI, UAEM

Sofía Llilehny Reza Domínguez

sofia.reza@uaem.edu.mx

MIATS, FCQEI, UAEM

RESUMEN

El río Apatlaco es un cuerpo de agua de gran importancia estatal e incluso regional, pues de él depende la vida de gran parte de la población morelense, su clima e incluso sus actividades económicas. Sin embargo, a pesar de ser uno de los principales recursos hídricos, es considerado como uno de los más contaminados a nivel nacional, por lo que el gobierno, instituciones académicas, sociedad civil y organismos privados han realizado esfuerzos para disminuir el impacto ambiental en él. Este artículo tiene como propósito hacer una breve recapitulación de seis publicaciones, con la finalidad de visibilizar la contaminación y salvaguardar la salud de la población y los ecosistemas que dependen del bienestar de este río.

PALABRAS CLAVE

río Apatlaco, contaminación del agua, recursos hídricos, impacto ambiental, ecosistemas

ABSTRACT

The Apatlaco River is a body of water of great state and even regional importance, since the life of a large part of the population of Morelos depend on it, as well as its climate and even its economic activities. However, despite being one of the main water resources, it is considered one of the most polluted at national level, so the government, academic institutions, civil society and private organizations have been making efforts to reduce the environmental impact on it. The purpose of this article is to briefly summarize six publications, with the aim of making pollution visible and safeguarding the health of the population and the ecosystems that depend on the well-being of this river.

KEYWORDS

Apatlaco river, water pollution, water resources, environmental impact, ecosystems

Introducción

El agua es el recurso natural más importante del cual el ser humano puede disponer, debido a que es fundamental para el desarrollo económico y social, para la producción de energía y alimentos, así como para la supervivencia de los ecosistemas y del mismo ser humano, además de ser un factor clave en el proceso de adaptación ante el cambio climático que se está experimentando hoy en día (Naciones Unidas, s/f).

Por lo anterior, este recurso ha sido reconocido como un derecho humano en el artículo 4º, párrafo 6, de la Constitución mexicana, donde se establece que toda persona tiene derecho de acceso al agua y a su disposición para consumo personal, así como doméstico, y es el Estado quien tiene la obligación de garantizarlo, mientras que la ley definirá, entre otras cosas, el uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos disponibles, definiendo la participación de la federación, los estados, los municipios y la ciudadanía para asegurar lo establecido en la Carta Magna (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2019).

Para llevar a cabo la administración del agua en el país se han delimitado trece regiones hidrológico-administrativas, que a su vez están integradas por 37 regiones hidrológicas, las cuales son agrupamientos de áreas territoriales en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, con el fin de sistematizar la información y realizar análisis y diagnósticos del recurso hídrico, así como llevar a cabo programas y acciones relacionados con la calidad, cantidad, uso, explotación y aprovechamiento del agua. Sin embargo, las unidades básicas para llevar a cabo la gestión del agua son las cuencas hidrológicas (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2010), las cuales son divisiones naturales del paisaje delimitadas por un parteaguas, o bien, la parte más alta de una montaña en donde se concentran escorrentías, como río o arroyos, y de las que se ha determinado un total de 1,471 en todo el país (Agua, s/f).

En este contexto tenemos la cuenca del río Apatlaco, un 88% de la cual se encuentra en territorio morelense (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2008), además de que en ella se concentra la mayor parte de la población de este estado, así como un gran número de actividades industriales, agrícolas y turísticas (CONAGUA, 2012). No obstante, a pesar de su importancia económico-social y medioambiental, este cuerpo de agua ha sido degradado fuertemente de forma sostenida a lo largo del tiempo.

Acerca del río Apatlaco

El río Apatlaco se forma en los bosques de la zona norte del estado de Morelos, específicamente en el municipio de Huitzilac, y gracias a las barrancas que atraviesan la región de norte a sur, a las filtraciones provenientes de las lagunas de Zempoala, así como al declive, que va de los 3,690 hasta los 880 msnm, sigue un cauce de 63 kilómetros hacia el sur antes de desembocar en el río Yautepec, en las inmediaciones de la ciudad de Jojutla (CONAGUA,

Cauce del río Apatlaco en zona urbana



Fuente: Tapia (2019).

2008). Es así que, durante su trayecto, el río Apatlaco atraviesa los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco, Xochitepec, Puente de Ixtla, Tlaltizapán, Zacatepec y Jojutla (CONAGUA, 2008).

De la lista anterior, es importante destacar los municipios de Cuernavaca, Jiutepec y Temixco, debido a que concentran gran parte de la población del estado, así como actividades económicas agrícolas e industriales importantes para la zona. Esto ha traído problemas ambientales y sociales críticos (CONAGUA, 2012), ya que, desde tiempos remotos, el río ha sido utilizado como drenaje directo de los desechos que allí se producen, a tal grado que se le ha catalogado como uno de los más contaminados del país (figura 1) (CONAGUA, 2008).

Esta situación ha tenido como respuesta que los gobiernos federal, estatal y municipales, así como la sociedad civil, personal académico y organismos privados, realicen estudios y proyectos a favor de reducir el daño ambiental causado a este río (CONAGUA, 2008).

Atención de la problemática ambiental y social

En 2012, la CONAGUA determinó que una de las principales problemáticas relacionadas con la calidad del agua en el río Apatlaco son las descargas no controladas de aguas residuales, lo que ha dado como resultado que alrededor del 73% de las aguas superficiales de este río se consideren como contaminadas en algún grado (CONAGUA, 2012).

Según los estudios de los índices de calidad del agua, el río Apatlaco está contaminado principalmente por materia orgánica, nitrógeno y patógenos. La contaminación del río se ha convertido en un serio problema para sus diversas utilidades y procesos, como los de turismo y recreación, industria y consumo humano. Las principales causas de la contaminación,

por lo tanto, se deben al crecimiento urbano, industrial, turístico, agrícola, pero también a la falta de planeación y participación de los distintos sectores (CONAGUA, 2012).

Por lo anterior, la Comisión de Cuenca del Río Apatlaco, con el apoyo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y de la Fundación Gonzalo Río Arronte, elaboró e identificó, en una lista de siete puntos, los problemas que se consideran de inmediata atención, como la disminución de la calidad y cantidad del agua disponible en la cuenca, el deterioro de los recursos del bosque y suelo, el crecimiento urbano desordenado y la insuficiencia en el monitoreo e investigación ambiental, por mencionar algunos. En este sentido, el documento explica que este diagnóstico fue realizado con el fin de crear un plan estratégico que contenga acciones claras para mitigar la situación del río, el cual se encuentra en el mismo escrito (CONAGUA, 2012).

En años recientes se han desarrollado otras investigaciones, como la realizada también por el IMTA en 2018, la cual tuvo el objetivo de analizar desde distintas perspectivas los cambios que ha traído el cambio climático sobre el río Apatlaco. Este trabajo aborda, a través de trece capítulos, la problemática a la que se enfrenta actualmente este cuerpo de agua, considerando los enfoques hidrológico, ecológico, agrícola, ambiental y social (Soares Moraes y Peña, 2018).

Aunque distintas organizaciones e instituciones de gobierno han reconocido a través del tiempo que uno de los principales causantes de la degradación de la calidad del agua de este río es la descarga directa y no controlada de aguas residuales, en esta misma investigación se menciona que no se cuenta con datos sobre el volumen de agua residual generada y que los organismos operadores de la cuenca no reportan datos al respecto (Mantilla y Hernández, 2018).

Las instituciones académicas también han generado conocimiento tomando como tema de investigación algunos problemas que se localizan en el río Apatlaco. Por ejemplo, en 2019, como parte de una investigación en la Maestría en Estudios Regionales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), se publicó una investigación en la que se aborda la constante problemática de la producción de basura y su gestión, tomando como áreas de estudio tres zonas de la ciudad de Cuernavaca: Avenida Universidad, el pueblo de Santa María Ahuacatlán y la colonia Rancho Cortés (Cortés Demesa et al., 2019).

Esta investigación se centra en la percepción cultural de la contaminación, la basura y las prácticas de consumo, producción y disposición final de desechos que tienen los habitantes de estas colonias, con el objetivo de visibilizar la importancia de tomar en cuenta las prácticas, costumbres y percepciones de la población al momento de crear proyectos para realizar algún tipo de saneamiento en las aguas del río:

puede pensarse que, para acercarse a la problemática ambiental, es necesario abordar la problemática de la percepción cultural de la contaminación y la disposición de la basura, así como la manera en que los habitantes de cada zona se relacionan territorialmente con el espacio en el que viven y la manera en que consumen. Ya hemos dicho que, a pesar de la cercanía entre las tres colonias, son muchas las maneras en que se diferencian entre sí, por lo que, si se pretende implementar proyectos o programas de saneamiento ambiental, ya sea desde la sociedad civil organizada o la esfera gubernamental, se deberá tomar en cuenta que las impurezas no son las mismas en Santa María Ahuacatitlán, Rancho Cortés o Avenida Universidad. Una microcuenca contiene, en su interior, un universo de sutilezas (Cortés Demesa et al., 2019).

En la misma institución académica se realizó un trabajo de posgrado en el cual se determinó la distribución en el ambiente de seis compuestos, denominados emergentes (naproxeno, ibuprofeno, 4-nonilfenol, bisfenol A, 17 β -estradiol y 17 α -etinilestradiol), que son de uso amplio pero de difícil degradación en el ambiente y que, debido a sus niveles en el agua, pueden ser perjudiciales tanto para el ser humano como para los ecosistemas acuáticos (Ronderos Lara, 2022).

Este trabajo es importante debido a que se tomaron muestras en las zonas de Chapultepec, Tetela, Temixco y Jiutepec, pertenecientes a la cuenca del río Apatlaco, y se debe recordar que el recurso hídrico de este cuerpo de agua es utilizado aguas abajo con diversos fines, por ejemplo, para actividades de riego. En la investigación se concluyó que en cuatro de los cinco sitios analizados la concentración de estos compuestos representa un riesgo ecológico (Ronderos Lara, 2022).

Asimismo, en esta investigación se revisaron los parámetros de calidad del agua de las mismas zonas estudiadas, y se determinó que sólo la muestra Jiutepec presentaba una calidad de agua con grado de deficiente, debido a las descargas de agua residuales de forma directa en el río (Ronderos Lara, 2022).

En 2021, un breve artículo menciona explícitamente que los temas relacionados con este río se encuentran entre los más estudiados en el IMTA. Asimismo, la información que sobresale se refiere a la gestión del agua y a la falta de información acerca de cuántos son los operadores que administran y regulan el uso y cantidad de agua del río, pues las localidades pequeñas suelen tener sus propios sistemas de agua, que funcionan de forma autónoma e independiente (Zavala Vázquez y Peña García, 2021).

Lo anterior es importante, pues estos operadores tienen diferentes nombres y son establecidos desde diferentes ámbitos, pero la principal característica es que se rigen bajo distintos sistemas normativos, lo cual en ocasiones impide que la administración del agua se lleve a cabo de forma armónica y coordinada. Además, el desconocimiento acerca de quiénes

y cuántos son los organismos que regulan la gestión del agua también limita el conocimiento exacto de los retos que cada uno de ellos enfrenta para operar y sostener el sistema que permite llevar el servicio de agua a sus comunidades (Zavala Vázquez y Peña García, 2021).

Conclusión

A pesar de reconocer la importancia del río Apatlaco para la población morelense por los diversos estudios que se han realizado a partir de enfoques diferentes, desde la perspectiva ambiental y social pocos han sido los avances efectivos y visibles al día de hoy en lo referente a la calidad del agua del río. El no tener información verificable sobre el uso y consumo, así como sobre el volumen de aguas residuales que son descargadas en este cuerpo de agua, hace que sea más complicado proponer soluciones efectivas o elaborar propuestas definidas y delimitadas por medio acciones para disminuir el nivel de contaminación que presenta este cuerpo de agua.

Además de la necesidad de contar con información sobre la gestión del recurso hídrico, es necesario sensibilizar a la población en el cuidado del río e incluso en las sanciones vigentes en la normatividad, de tal forma que los proyectos ejecutados para reducir el nivel de contaminación del río Apatlaco y mejorar la calidad del agua presenten verdaderos avances. Las necesidades futuras que enfrentará la población a causa de los problemas por el agua están relacionadas directamente con el cambio climático y sus efectos.

Referencias

- Agua (s/f). *¿Qué es una cuenca?* Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. <https://agua.org.mx/que-es-una-cuenca/#:~:text=Entre%20los%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20que,h%C3%A1bitat%20de%20especies%20acu%C3%A1ticas%3B%20la>
- Comisión Nacional del Agua (2008). *La cuenca del río Apatlaco. Recuperemos el patrimonio ambiental de los morelenses*. SEMARNAT. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_rio_apatlaco.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2012). *El saneamiento del río Apatlaco. De lo crítico a lo sustentable*. SEMARNAT. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121857/El_saneamiento_del_r_o_Apatlaco_De_lo_cr_tico_a_lo_sustentable.pdf
- Cortés Demesa, A., Guzmán Ramírez, N. B. y Conde Guatemala, F. (2019). La cultura de la basura en la cuenca alta del río Apatlaco y sus configuraciones territoriales. En: J. Gasca Zamora y Serena Eréndira Serrano Oswald (coords. de la col.). *Regiones, desplazamientos y geopolítica. Agena pública para el desarrollo territorial: Vol. II. Impactos ambientales, gestión de recursos naturales y turismo en el desarrollo regional* (E. Pérez Campuzano, J.

- F. Sarmiento Franco y E. Mota Flores [coords.], pp. 75-88). UNAM/ANECIDER. <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/4697>
- Naciones Unidas (s/f). Agua. *Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=El%20agua%20est%C3%A1%20en%20el,supervivencia%20de%20los%20seres%20humanos>
- Ronderos Lara, J. G. (2022). *Distribución de fármacos y compuestos disruptores endocrinos entre agua natural superficial y sedimento*. [Tesis de doctado, UAEM]. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2094>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). *Agua*. SEMARNAT. http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf
- Soares Moraes, D. y Peña, A. (2018). *Impacto del cambio climático para la gestión integral de la cuenca hidrológica del río Apatlaco*. IMTA. http://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros/html/rio_apatlaco/cambio_climatico_rio_apatlaco.pdf
- Tapia, G. (4 de abril de 2019). Ceagua afirma que no hay capacidad para sanear ríos, como el Apatlaco. *Diario de Morelos*. <https://www.diariodemorelos.com/noticias/ceagua-afirma-que-no-hay-capacidad-para-sanear-r-os-como-el-apatlaco>
- Zavala Vázquez, L. C y Peña García, A. (2021). Río Apatlaco. Breves apuntes sobre la gestión local del agua en la subcuenca. *Hypatia*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/08/Ri%CC%81o-Apatlaco.pdf>

ARTÍCULOS

Acetilación mitocondrial: la nueva frontera en la investigación del cáncer

Mitochondrial acetylation: the new frontier in cancer research

Diana Lashidua Fernández Coto

0000-0001-5465-0250, dianafer@ccg.unam.mx

Investigadora posdoctoral, Centro de Ciencias Genómicas (CCG), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Marisol Ayala Reyes

0009-0003-3486-0949, marisol.ayala@ibt.unam.mx

Maestría en Ciencias Bioquímicas, Instituto de Biotecnología (IBT)/Centro de Ciencias Genómicas (CCG), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

RESUMEN

El cáncer es un problema de salud que afecta a millones de personas en todo el mundo. Al ser una enfermedad tan compleja, todavía no se conocen todos los aspectos implicados en su desarrollo. Uno de los mecanismos celulares que han atraído el interés de los investigadores es la acetilación de proteínas. Ésta consiste en adicionar grupos acetilo a la cadena de aminoácidos de proteínas. En proteínas mitocondriales, esta modificación tiene un efecto negativo que conduce a un funcionamiento deficiente de las mitocondrias, las cuales inducen cambios en la maquinaria celular que predisponen la aparición y el desarrollo del cáncer. La modulación de los patrones de acetilación de proteínas mitocondriales puede ser un enfoque terapéutico viable para el tratamiento de esta enfermedad.

PALABRAS CLAVE

mitocondria, acetilación, modificación postraduccional, cáncer, biomedicina

ABSTRACT

Cancer is a health problem that affects millions of people around the world. Being such a complex disease, not all aspects involved in its development are yet known. One of the cellular mechanisms that have attracted the interest of researchers is acetylation of proteins. This consists of adding acetyl groups to the amino acid chain of proteins. In mitochondrial proteins, this modification has a negative effect leading to impaired mitochondrial function, which induces changes in the cellular machinery that predispose to the onset and development of cancer. Modulation of mitochondrial protein acetylation patterns may be a viable therapeutic approach for the treatment of this disease.

KEYWORDS

mitochondrion, acetylation, post-translational modification, cancer, biomedicine

Cuando las células pierden el control

En la actualidad, el cáncer es una de las principales causas de muerte en todo el mundo. Esta enfermedad se produce debido a una serie de alteraciones que provocan una división anormal y descontrolada de las células en el cuerpo, lo que puede ocasionar cambios a nivel funcional (National Cancer Institute [NCI], 2007).

Las células son unidades básicas en forma de celdas que componen los órganos y tejidos de los seres vivos (figura 1), algo así como los ladrillos en una construcción. Por otro lado, existen diversos factores que pueden predisponer a una persona para que desarrolle algún tipo de cáncer. Muchos de estos factores están relacionados con hábitos como el tabaquismo o la dieta, mientras que otros se relacionan con diferentes ocupaciones, en las que se puede estar expuesto a la radiación o a ciertas sustancias químicas, por mencionar algunos ejemplos; pero también existen factores propios del individuo, como la edad y la genética (Blackadar, 2016).

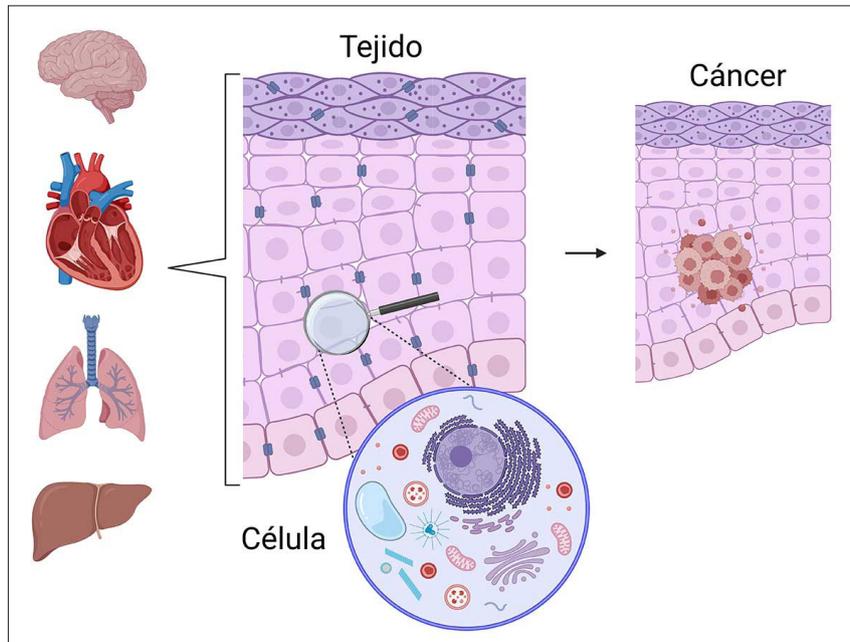
Dado que el cáncer es una enfermedad en la cual intervienen diversos factores para que ella se origine, se ha estudiado desde diferentes perspectivas. En la actualidad, uno de los retos en investigación es conocer todos los mecanismos implicados en la desregulación de la actividad celular para poder desarrollar tratamientos eficaces y oportunos. Uno de los mecanismos que se han estudiado ampliamente en el cáncer y que tiene una implicación importante para su aparición es la acetilación del aminoácido lisina en las proteínas.

Acetilación de proteínas: un mecanismo para la regulación de la actividad celular

Para comprender qué es la acetilación es necesario conocer los procesos que se llevan a cabo dentro de las células antes de que aquella ocurra. Las células del cuerpo humano contienen diversos componentes llamados organelos celulares, que son esenciales para su funcionamiento, uno de los cuales es el núcleo. El núcleo celular contiene el ADN (ácido desoxirribonucleico), el cual almacena toda la información de cómo somos y funciona como un manual de instrucciones que la célula sigue para el funcionamiento correcto de los seres vivos. La información está organizada en unidades llamadas genes, cada uno de los cuales posee una secuencia específica de nucleótidos, que contienen la información necesaria para la creación de una proteína.

Existen miles de proteínas en el cuerpo humano que, gracias a su combinación específica de diferentes aminoácidos, poseen estructuras y funciones diversas. Destacan las proteínas que aceleran reacciones químicas en procesos metabólicos, conocidas como enzimas; las proteínas estructurales, que brindan estructura y soporte, y las proteínas encargadas de la regulación, que controlan la expresión de los genes. La función de estas proteínas se regula gracias a modificaciones enzimáticas o químicas que sufren sus aminoácidos. Este fenómeno, conocido como modificación postraduccional (MPT), ocurre una vez que la proteína está completamente formada, y consiste en la adición de un grupo modificador o molécula a uno

Figura 1
Representación de la estructura básica de una célula y cómo se relaciona con la formación de órganos y tejidos



Una célula típica contiene una membrana celular que separa su interior del exterior, un núcleo que alberga el material genético (ADN) y diversas estructuras con funciones específicas llamadas organelos, como las mitocondrias, el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi. Cuando fallan algunos mecanismos dentro de la célula, pueden ocurrir diversos trastornos, incluido el cáncer.

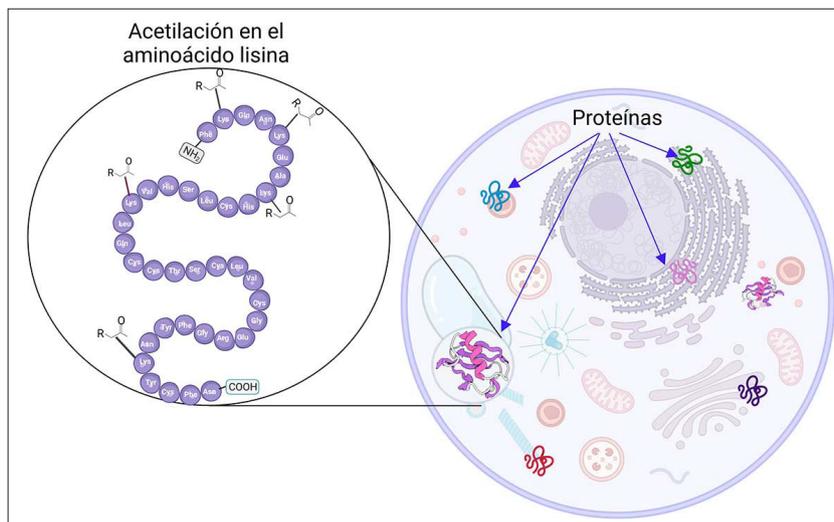
Fuente: Elaboración propia.

o más aminoácidos (Mann y Jensen, 2003), que puede alterar su actividad, localización e incluso su interacción con otras proteínas. Entre estas MPT tenemos la acetilación.

La acetilación consiste en la adición de un grupo acetilo —formado por dos átomos de carbono y tres de oxígeno— a uno o más aminoácidos de una proteína (figura 2). El aminoácido lisina (Lys) es susceptible de diversas MPT (Hosp et al., 2017), siendo la acetilación una de las más importantes, ya que está involucrada en prácticamente todos los procesos celulares y se ha asociado fuertemente con el cáncer y con procesos metabólicos (Alonso-Bastida y Encarnación-Guevara, 2019; Gil et al., 2017).

El estudio de la acetilación representa un reto ya que, en comparación con otras modificaciones postraduccionales, es menos frecuente y se encuentra en una baja proporción. Actualmente, algunos grupos de investigación están especialmente interesados en comprender el papel de la acetilación en las proteínas mitocondriales, ya que se ha observado que

Figura 2
Esquema del proceso de acetilación que pueden sufrir las proteínas celulares



La adición de grupos acetilo a las proteínas ocurre como un mecanismo regulador de su función, cuyo efecto difiere entre las proteínas y va desde la regulación de la actividad hasta la localización de la proteína en diferentes sitios de la célula.

Fuente: Elaboración propia.

esta modificación puede ejercer un efecto inhibitorio, el cual tiene implicaciones importantes para la función mitocondrial y, en última instancia, para el funcionamiento celular normal en su totalidad.

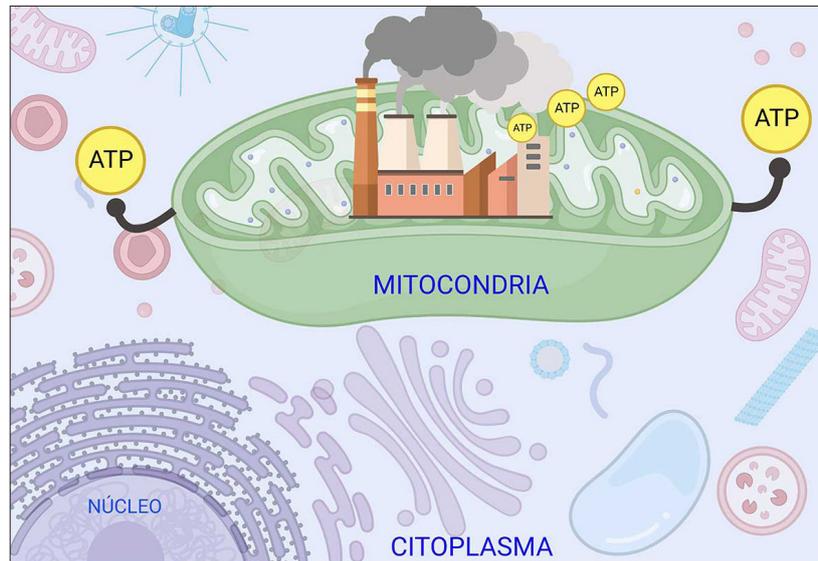
Efecto inhibitorio de la acetilación en las proteínas mitocondriales

Las mitocondrias son componentes importantes de las células: son las responsables de la respiración celular y funcionan como centrales eléctricas que proveen energía, en forma de trifosfato de adenosina (ATP), para impulsar el funcionamiento de todas las maquinarias celulares (figura 3). Además, realizan un conjunto muy amplio de otras funciones, como el almacenamiento de calcio, la regulación de la señalización celular, y funciones relacionadas con el crecimiento, la proliferación y la muerte celular (Know, 2018).

La desregulación de la actividad mitocondrial está fuertemente asociada con varias enfermedades humanas, entre las que destacan las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, algunos tipos de diabetes y, de manera importante, el cáncer.

Una de las formas en que la mitocondria puede estar desregulada es que posea un exceso de proteínas acetiladas. Si esto ocurre, las enzimas deacetilasas contrarrestan y eliminan el grupo modificador de estas proteínas. Sin embargo, si estas deacetilasas son deficientes

Figura 3
Representación esquemática de una mitocondria dentro de la célula



Una célula puede contener miles de mitocondrias, ya que su función principal es la producción de moléculas energéticas de ATP, las cuales son utilizadas en todos los procesos celulares del organismo.

Fuente: Elaboración propia.

o están sobrepasadas en su capacidad, los mecanismos de producción de energía fallan y se pueden generar radicales libres inestables y altamente reactivos que se relacionan con la aparición del cáncer (Laurent et al., 2005).

La cantidad y ubicación de los grupos acetilo en las proteínas de la mitocondria es un proceso dinámico, dependiente de la disponibilidad de aquellos grupos provenientes del metabolismo celular y de las necesidades energéticas de la célula.

En diferentes tipos de cáncer se ha visto que la acetilación altera procesos importantes dentro de las células, lo que promueve el desarrollo de la enfermedad. Como ejemplo, tenemos el cáncer de mama, principal causa de muerte por cáncer en mujeres en el mundo (Sung et al., 2021), en el cual la acetilación cambia la forma en que las células obtienen energía, lo que favorece la propagación descontrolada de estas células anómalas (Koppenol et al., 2011). Esto también se ha observado en otros tipos de cáncer, como el cáncer colorrectal, el cáncer de próstata y el cáncer cerebral.

Avances recientes en la comprensión de la acetilación

Hoy en día, algunos científicos han propuesto el uso de compuestos capaces de modificar la acetilación de las proteínas como estrategia terapéutica contra el cáncer. Por ejemplo,

se han considerado y utilizado como productos anticancerígenos los inhibidores de las enzimas involucradas en la acetilación de proteínas nucleares que dan soporte al ADN, llamadas histonas, entre los que se incluyen las benzamidas, tetrapéptidos cíclicos, hidroxamatos, ácidos grasos de cadena corta (alifáticos) e inhibidores de deacetilasas sirtuinas, como vorinostat, romidepsina y belinostat, ácido valproico (VPA), ácido butírico y ácido fenilbutírico, por mencionar algunos.

Aunque no se ha determinado por completo el mecanismo de acción de todos los inhibidores, se sabe que algunos modulan la respuesta del sistema inmune, reducen el crecimiento de las células, inducen la muerte celular y reducen los procesos que promueven la migración de células cancerosas a otros órganos; todos ellos, procesos fundamentales en el desarrollo del cáncer (Alonso-Bastida y Encarnación-Guevara, 2019).

En el laboratorio de proteómica del Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a cargo del Dr. Sergio Encarnación Guevara, estudiamos la acetilación como un mecanismo implicado en el desarrollo del cáncer. Nuestros modelos son el cáncer de cerebro, pulmón, mama, entre otros. Mediante herramientas tecnológicas, como la espectrometría de masas, implementamos una técnica que permite medir el nivel de acetilación de una gran cantidad de proteínas en diversos tipos de cáncer.

Gracias a ello, hemos logrado describir los procesos celulares en los que están involucradas las proteínas que sufren esta modificación y las diferencias con respecto a una muestra libre de cáncer. Además, nos hemos enfocado en el estudio de la acetilación en las proteínas mitocondriales debido a su importancia en el cáncer.

Aunque la investigación en acetilación mitocondrial todavía está en sus primeras etapas, los científicos están entusiasmados por las posibles implicaciones que esto pueda tener para el tratamiento del cáncer en el futuro. Si se puede comprender mejor cómo la acetilación mitocondrial contribuye al cáncer, se podrán desarrollar nuevas terapias que aprovechen esta vía para combatir esta enfermedad. En última instancia, esto podría ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas que luchan contra el cáncer y reducir el impacto que esta enfermedad tiene en todo el mundo.

Referencias

- Alonso-Bastida, R. y Encarnación-Guevara, S. (2019). Proteomic insights into lysine acetylation and the implications for medical research. *Expert Review of Proteomics*, 16(1), 1-3. <https://doi.org/10.1080/14789450.2019.1557050>
- Blackadar, C. B. (2016). Historical review of the causes of cancer. *World Journal of Clinical Oncology*, 7(1), 54-86. <https://doi.org/10.5306/wjco.v5.i4.775>
- Gil, J., Ramírez-Torres, A. y Encarnación-Guevara, S. (2017). Lysine acetylation and cancer: A proteomics perspective. *Journal of Proteomics*, 150, 297-309. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.10.003>
- Hosp, F., Lassowskat, I., Santoro, V., De Vleeschauwer, D., Fliegner, D., Redestig, H., Mann, M., Christian, S., Hannah, M. A. y Finkemeier, I. (2017). Lysine acetylation in mitochondria: From inventory to function. *Mitochondrion*, 33, 58-71. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2016.07.012>
- Know, L. (2018). *Mitochondria and the Future of Medicine: The Key to Understanding Disease, Chronic Illness, Aging, and Life Itself*. Chelsea Green Publishing.
- Koppenol, W. H., Bounds, P. L. y Dang, C. V. (2011). Otto Warburg's contributions to current concepts of cancer metabolism. *Nature Reviews Cancer*, 11(5), 325-337. <https://doi.org/10.1038/nrc3038>
- Laurent, A., Nicco, C., Chéreau, C., Goulvestre, C., Alexandre, J., Alves, A., Lévy, E., Goldwasser, F., Panis, Y., Soubrane, O., Weill, B. y Batteux, F. (2005). Controlling tumor growth by modulating endogenous production of reactive oxygen species. *Cancer Research*, 65(3), 948-956. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.948.65.3>
- Mann, M. y Jensen, O. N. (2003). Proteomic analysis of post-translational modifications. *Nature Biotechnology*, 21(3), 255-261. <https://doi.org/10.1038/nbto303-255>
- National Cancer Institute (17 de septiembre de 2007). *What Is Cancer?* National Cancer Institute at the National Institutes of Health. <https://www.cancer.gov/about-cancer/understanding/what-is-cancer>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A. y Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>

inventio

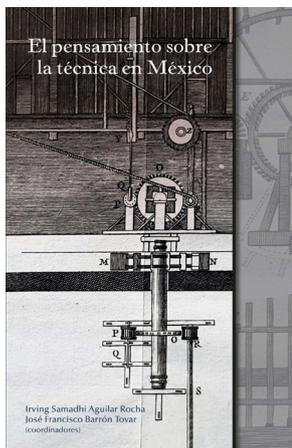
La génesis de la cultura universitaria en Morelos

Año 19, núm. 47, 2023
ISSN: 2448-9026 (digital)

SIGNIFICAR CON TEXTOS

Fondo Editorial UAEM

- El pensamiento sobre la técnica en México
- Experiencias e investigaciones en los procesos de desarrollo rural
- Figuras del discurso III. La violencia, el olvido y la memoria
- Arquitectura, patrimonio y turismo
- Desigualdades sociales, resistencias y luchas contra ellas
- La huella arquitectónica. Uso y fabricación de bloques de cemento. Residuos del sector en Cuautla, Morelos
- Supervivencia vial: agresividad
- Horizontes historiográficos. Apuntes para la Historia desde la UAEM
- El campo en Morelos durante la pandemia de COVID-19, visto desde las comunidades rurales
- *Dalea* (Fabaceae: Amorphaeae) del estado de Morelos



El pensamiento sobre la técnica en México

Irving Samadhi Aguilar Rocha,

José Francisco Barrón Tovar (coords.)

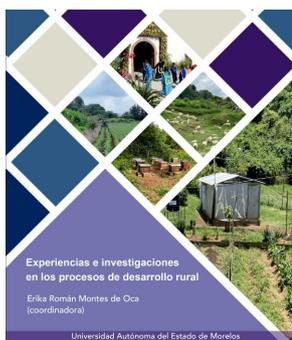
UAEM/Bonilla Distribución y Edición, Cuernavaca, 2022,

274 páginas

ISBN: 978- 607-8784-71-4

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/el-pensamiento-sobre-la-tecnica-en-mexico/>

Este libro trata de incentivar una genealogía de los discursos sobre el problema de lo tecnológico en México y comienza un ejercicio que busca conceptualizar el problema de pensar este tema desde este país. Se trata de saber qué y cómo los intelectuales mexicanos y autores de habla española han pensado la técnica y la tecnología, y hacer posibles conceptos locales, regionales, singulares sobre lo tecnológico. Los textos que conforman el libro tratan de pensar las imperiosas preguntas sobre este tema, la situación tecnológica y lo que podemos nosotros en ella. Este libro avanza hacia un estudio genealógico de la manera en que el pensamiento filosófico mexicano se ha enfrentado al problema de lo tecnológico.



Experiencias e investigaciones en los procesos de desarrollo rural

Erika Román Montes de Oca (coord.)

UAEM, Cuernavaca, 2021, 371 páginas

ISBN: 978-607-8784-34-9

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/experiencias-e-investigaciones-en-los-procesos-de-desarrollo-rural/>

La presente obra es resultado del compromiso, la preocupación, la responsabilidad y la pasión hacia las investigaciones y experiencias relacionadas con el desarrollo rural integral (DRI). Éste es un término complejo, y ha sido utilizado desde diferentes aristas, perspectivas y adjetivos. Ahora nos acercamos a él desde nuestras propias condiciones, conocimientos, habilidades y capacidades, con la finalidad de lograr el bienestar de las familias rurales. En esta obra podemos encontrar la participación de los distintos actores involucrados en los procesos de DRI y las actividades que realizan. Asimismo, se devela la participación de los actores para lograr el DRI de una familia o comunidad, así como la importancia del trabajo comunitario.



Figuras del discurso III. La violencia, el olvido y la memoria

Armando Villegas Contreras, Laksmi Adyani de Mora
Martínez, Natalia Elizabeth Talavera Baby,

Roberto Monroy Álvarez (coords.)

UAEM/Bonilla Artigas Editores, Cuernavaca, 2019, 400 páginas

ISBN: 978-607-8639-10-6

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/figuras-del-discurso-iii-la-violencia-el-olvido-y-la-memoria/>

El seminario Figuras del Discurso ha pensado diversos debates sobre la exclusión, la marginación y los argumentos que los sostienen. En este libro se abordan tres figuras clave: el duelo, la violencia y el olvido, las cuales se presentan como repetitivas en los distintos procesos históricos, artísticos y culturales que tienen que ver con el ejercicio hegemónico del poder. Sin duda, estas formas retóricas son elementos recurrentes tanto en las consignas de los movimientos sociales como en los procesos de reparación o justicia, e incluso en las políticas públicas. Este libro intenta poner de manifiesto las necesidades de construir los procedimientos discursivos sobre los que se construyen experiencias y subjetividades.



Arquitectura, patrimonio y turismo

Gerardo Gama Hernández (coord.)

UAEM, Cuernavaca, 2022, 327 páginas

ISBN: 978-607-8784-73-8

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/arquitectura-patrimonio-y-turismo/>

Este libro ofrece diversas miradas y aproximaciones al impulso de la conservación, estudio, divulgación y salvaguardia del patrimonio cultural. Los autores muestran investigaciones que establecen un impacto social y comunitario con temáticas que ofrecen al lector un nuevo conocimiento sobre diversas arquitecturas, trazas urbanas, patrimonio inmaterial, historia, desarrollo sustentable, turismo y ámbitos afines. Esta obra se visualiza como un producto indispensable para estudiantes y profesores que buscan complementar sus conocimientos en torno a estas temáticas, además de convertirse en un referente para el desarrollo de investigaciones que promuevan la conservación y el uso sustentable de nuestro entorno cultural.



Desigualdades sociales, resistencias y luchas contra ellas

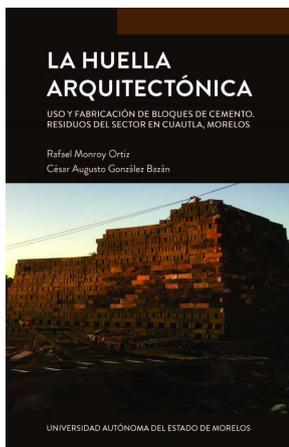
Sergio Vargas Velázquez, Dubravka Mindek,
Jorge Ariel Ramírez Pérez (coords.)

UAEM, Cuernavaca, 2023, 301 páginas

ISBN: 978-607-8784-95-0

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/desigualdades-sociales-resistencias-y-luchas-contra-ellas/>

Una de las características de nuestra época es la progresiva desigualdad en todas las dimensiones económicas, políticas y sociales. Muchas de las reivindicaciones contemporáneas están enmarcadas en el reconocimiento de las diferencias identitarias, de género o de otro tipo. Se requiere considerar las diferencias que cruzan a todo grupo social con el fin de comprender cuáles desigualdades se convierten en inequidades a través de su subjetivación política. La desigualdad social implica relaciones de poder sobre las que se sustenta su continuidad; sin embargo, coexisten contrapoderes expresados en formas de resistencia y acción. Esta compilación aborda la relación entre la desigualdad, las diferencias y la inequidad en su creciente complejidad actual.



La huella arquitectónica. Uso y fabricación de bloques de cemento. Residuos del sector en Cuautla, Morelos

César Augusto González Bazán, Rafael Monroy Ortiz

UAEM, Cuernavaca, 2022, 98 páginas

ISBN: 978-607-8784-56-1

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/la-huella-arquitectonica-uso-y-fabricacion-de-bloques-de-cemento-residuos-del-sector-en-cuautla-morelos/>

Con frecuencia, los estudios urbanos concentran su interés en procesos convencionales, como la expansión de las ciudades. Sin embargo, el ámbito urbano enfrenta una creciente complejidad. Esta obra propone aproximarse a los determinantes y consecuencias de la generación de residuos de la edificación arquitectónica. Se reconoce que el mercado ha condicionado los sistemas constructivos basados en materiales prefabricados, especialmente en bloques de concreto. Se aborda la estandarización de su fabricación, con el objetivo de estimar los residuos, así como identificar las estrategias de manejo y disposición. Identificar estas particularidades en Morelos permite replantear su producción y regulación para mitigar la huella ambiental.



Supervivencia vial: agresividad

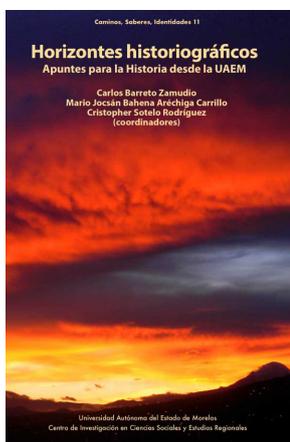
Gabriel Dorantes Argandar

UAEM/Fundación Universidad de las Américas, Cuernavaca,
2022, 253 páginas

ISBN: 978-607-8784-70-7

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/2581/>

La agresividad vial es un fenómeno que afecta a los conductores de todas las ciudades, sin importar ubicación geográfica o diferencias culturales. Aproximadamente uno de cada diez conductores se caracteriza por ser fuertemente agresivo. ¿Ha visto usted a algún conductor acercarse su vehículo a otro de manera agresiva o no respetar la distancia entre vehículos en las vías de alta velocidad? ¿Ha escuchado el uso excesivo del claxon o bocina? Encontrarse con un conductor agresivo es un factor que promueve el estrés, favorece los accidentes y lleva a la pérdida de bienestar en general. Para hacer que los conductores agresivos “reduzcan su velocidad” se requiere de la participación de todos los actores involucrados.



Horizontes historiográficos. Apuntes para la Historia desde la UAEM

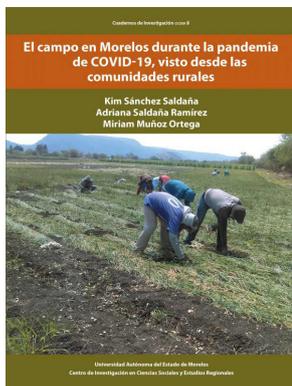
Carlos Barreto Zamudio, Christopher Sotelo Rodríguez,
Mario Jocsán Bahena Aréchiga Carrillo (coords.)

UAEM, Cuernavaca, 2021, 321 páginas

ISBN: 978-607-8784-40-0

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/horizontes-historiograficos-apuntes-para-la-historia-desde-la-uaem/>

Esta obra reúne, en su mayoría, investigaciones de egresados del Programa Educativo en Historia del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Estudios Regionales (CICSER). El libro está dividido en tres periodos y muestra un equilibrio entre la perspectiva regional y los trabajos que se ocupan de temas de proyección nacional. Otro elemento a destacar es la diversidad temática y metodológica, ya que encontramos estudios que van desde la historia política, militar y judicial, la historia económica y social, hasta las representaciones culturales, migraciones y patrimonio. Sin duda, un libro que enriquece la historia de esta licenciatura, que sigue desempeñando un papel protagónico en la formación de profesionales.



El campo en Morelos durante la pandemia de covid-19, visto desde las comunidades rurales

Adriana Saldaña Ramírez, Kim Sánchez Saldaña,

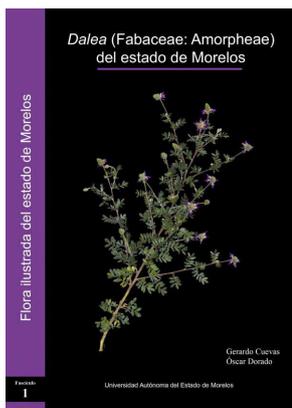
Miriam Muñoz Ortega

UAEM, Cuernavaca, 2022, 34 páginas

ISBN: 978-607-8784-62-2

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/el-campo-en-morelos-durante-la-pandemia-de-covid-19-visto-desde-las-comunidades-rurales/>

El presente cuaderno comparte los hallazgos del proyecto Trabajo Agrario y Movilidades Rurales en la Pandemia de Covid-19 en Morelos, cuyo propósito ha sido comprender la manera en que algunas comunidades rurales enfrentaron la pandemia. Abarca los municipios de Axochiapan, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec y Tepalcingo, región que ha tenido un papel protagónico histórico en el abastecimiento de productos frescos a mercados nacionales e internacionales. Se formularon preguntas sobre los impactos de la pandemia y las medidas de contención en la población y sus actividades, en el entendido de que la agricultura y comercialización de alimentos no sólo fueron decretadas actividades esenciales para la economía, sino que, en la localidad, son sus medios de vida.



***Dalea* (Fabaceae: Amorpheae) del estado de Morelos**

Gerardo Cuevas, Óscar Dorado

UAEM, Cuernavaca, 2021, 78 páginas

ISBN: 978-607-8784-50-9

Consulta: <http://libros.uaem.mx/producto/dalea-fabaceae-amorpheae-del-estado-de-morelos/>

Dentro de las leguminosas, el género *Dalea* es el más rico en especies en México y está ampliamente distribuido. En Morelos, el género *Dalea* es el segundo género más diverso de la subfamilia Faboideae, con veintidós especies, solamente después de *Desmodium*, con 29 especies. *Dalea* se distribuye prácticamente en todo el territorio estatal; sin embargo, la diversidad del género es mayor en la parte norte del estado, en comparación con la región centro-sur.