El Colegio de Tlaxcala A.C.
investigación · docencia · vinculación

Problemas socioambientales.
Reflexiones y retos ante la complejidad del Siglo XXI

Coordinadores:
Andrés María Ramírez
Emelia Higueras Zamora
Benito Ramírez Valverde



PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES

REFLEXIONES Y RETOS ANTE LA COMPLEJIDAD DEL SIGLO XXI

D I R E C T O R I O

EL COLEGIO DE TLAXCALA, A. C.

Dr. Serafín Ríos Elorza
Presidente

Dr. Wilfrido Gutiérrez Ortiz
Secretario Técnico

Dra. Adriana Montserrat Pérez Serrano
Directora Académica

Dr. Ángel David Flores Domínguez
Secretario de Investigación

C.P. Nallely Guadalupe Martínez Pérez
Directora Administrativa

Lic. Karen Janeth Tirado Portillo
Coordinadora de Comunicación Social

Mtro. Arturo Juárez Martínez
Coordinador Editorial

PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES

REFLEXIONES Y RETOS ANTE LA COMPLEJIDAD DEL SIGLO XXI

Andrés María Ramírez
Emelia Higueras Zamora
Benito Ramírez Valverde

Coordinadores

El Colegio de Tlaxcala A.C.
investigación · docencia · vinculación

Primera edición: junio 2025

®El Colegio de Tlaxcala, A. C.

El Colegio de Tlaxcala, A. C.
Melchor Ocampo No. 28
C.P. 90600, San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala
Tel.: (01 246) 46 4 58 74, 46 4 77 25, 46 4 77 26 Ext. 202
Correo electrónico: elcolegiodetlaxcala@coltlax.edu.mx
Diseño de interiores: Rafael Cruz Sánchez

COMITÉ EDITORIAL

Dra. María de los Ángeles Velasco Hernández
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dr. Benito Ramírez Valverde
Colegio de Postgraduados Campus Puebla

Dr. Primo Sánchez Morales
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Este libro fue sometido a un proceso a doble ciego por pares académicos externos a esta institución, de acuerdo con las normas establecidas en la Política Editorial de El Colegio de Tlaxcala, A.C.

Todas las personas que participaron en este libro revisaron y aprobaron la versión final de su contribución para su publicación y difusión.

Las opiniones expresadas en las contribuciones de este texto corresponden exclusivamente a sus autores y no reflejan necesariamente las de El Colegio de Tlaxcala, A. C.

ISBN electrónico: 978-607-5926-15-5



¡Copia este libro!
Este libro se publica bajo una licencia CC BY-SA, lo cual significa que usted puede copiarlo, redistribuirlo, remezclarlo, transformarlo y construir sobre su contenido para cualquier propósito, incluso comercial, mientras dé el crédito apropiado, provea un enlace a la licencia, e indique si se realizaron cambios. Si remezcla, transforma, o construye sobre el material, debe distribuir sus contribuciones bajo el mismo licenciamiento que el material original.
Detalles de licenciamiento:
http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
Compartir no es delito.

ÍNDICE

Introducción 8
Andrés María Ramírez

Arde el planeta. ¿será capaz la humanidad de responder a la crisis climática? 16
Enrique Leff

¿Descolonizando el pensamiento europeo? Una crítica a la crítica de los "modernos" y "post-modernos" 27
Marcos Aurelio Saquet

Crisis hidrológica y perspectiva de género en la megalópolis del centro de México: un análisis desde el Patriaceno 54
Úrsula Oswald Spring

De la producción a la coproducción: reflexiones desde una experiencia de investigación-acción-participativa 76
Marlize Rubin-Oliveira
Pamela Cichoski

Biocultura y transdisciplina: bases para un giro epistémico 95
Benjamín Ortiz Espejel

La importancia del principio de precaución en las políticas públicas de evaluación del riesgo de los nanomateriales 110
Ruth Robles
Guillermo Foladori

Abordaje holístico del problema de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Tlaxcala-Puebla. Las metateorías 126
Andrés María Ramírez

Diagnóstico integral de la degradación de la fertilidad del suelo en cultivos de banano en Urabá, Colombia: un enfoque transdisciplinario 146
Carlos Enrique Castro Méndez
Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby

Tensiones en la construcción del turismo sustentable. La experiencia del Geoparque Mundial Mixteca Alta 191
Silvia Nuria Jurado Celis

Caracterización del crecimiento urbano y la densificación poblacional. Caso de estudio capitales de Colombia 206
Juan C. Torres
Elizabeth Chaparro-Cañola
José Andrés Posada-Marín

Aplicación de la Zeolita Mordenita para el diseño de un prototipo para la purificación de aire en espacios cerrados 222
Flor Teresa Ramos Guzmán
María de los Ángeles Velasco Hernández
Miguel Ángel Hernández Espinosa

La problemática ambiental en la región de los Axalapascos, Puebla y algunas reflexiones ante el cambio climático 239
Juan Ricardo Cruz Aviña

Conclusiones 262

Semblanza de los participantes 264

INTRODUCCIÓN

Andrés María Ramírez

Este libro es producto de los trabajos presentados durante el IV Coloquio Internacional sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad 2024, el cual es un espacio académico, crítico y reflexivo que El Colegio de Tlaxcala A.C. ha mantenido de manera consecutiva desde 2021, sobre los grandes problemas socioambientales que afectan al desarrollo de nuestros ecosistemas y sociedades. Para esta edición, fueron veintiún ponencias presentadas durante la primera semana de julio, vía *on line*, de expertos nacionales e internacionales (México, Brasil y Colombia). Las temáticas abordadas se sintetizaron en los ejes de: referentes y debates teórico-metodológicos, los problemas socioambientales: su abordaje desde la complejidad; estrategias de adaptación y mitigación ante el Cambio Climático y las epistemologías varias, diálogo de saberes comunales e iniciativas locales de éxito.

En este tiempo se observa un conjunto de crisis que ponen en duda la continuidad de la vida de nuestra especie, al menos como la hemos conocido en los últimos cien años. Bolhler, en su libro *Où est le sens* (2020) se pregunta, por ejemplo: ¿Cómo podemos salvar nuestro planeta ante las temperaturas récord que se registran año tras año, la disminución de las reservas de agua y la inevitabilidad del calentamiento global? ¿Estamos irremediablemente perdidos? El mismo autor, en otra de sus obras, *Le bug humain (2019)*, afirma que es posible que seamos la última generación que viva en la opulencia, la salud y el consumismo desenfrenado ya que, dentro de treinta años, el mundo no se parecerá en nada al actual. Año tras año, las temperaturas aumentan, los océanos se elevan, miles de hectáreas de tierra se convierten en desierto y millones de

personas se preparan para abandonar sus hogares para emigrar. Agrega, además, que estamos atrapados en una carrera desenfrenada de sobreconsumo, sobreproducción, sobreexplotación, sobrealimentación, sobreendeudamiento y sobrecalentamiento.

Por su parte, Picq (2021) se pregunta: ¿nos ayudará la asombrosa capacidad de aclimatación del ser humano a lo largo de más de un millón de años a adaptarnos en un mundo urbanizado, conectado, contaminado, amenazado por pandemias como la Covid-19 y con ecosistemas devastados? En la misma perspectiva, en el primer capítulo de este libro, el Dr. Enrique Leff se pregunta: Arde el planeta. ¿será capaz la humanidad de responder a la crisis climática?

La ciencia y tecnología que ha contribuido a las multicrisis que caracterizan a este siglo XXI han sido generadas y aplicadas, al menos en su mayoría, desde el pensamiento positivista occidental. Ziegler (2017) señala, por una parte, que: *Occidente se afirma portador de valores universales, de una moral, de una civilización y de normas en virtud de las cuales se invita a todos los pueblos del mundo a hacerse cargo de su destino.* Esta "libertad" enmarcada en el paradigma de la globalización a favorecido al capital para depredar tanto a la naturaleza como a los valores de la sociedad. Por otra parte, según Ziegler (2017), actualmente esta pretensión secular de Occidente la impugnan radicalmente la inmensa mayoría de los pueblos del Sur. Ven en ella una insoportable manifestación de arrogancia, una violación de su identidad, una denegación de su singularidad y de su memoria.

Ante este panorama, Latour (2017) se pregunta: ¿Habrá que volver atrás? ¿Recuperar las viejas recetas? ¿Apreciar las sabidurías milenarias? ¿Aprender de las culturas que no han sido modernizadas? Sobre esta temática, el Dr. Saquet contribuye con el tema ¿Descolonizando el pensamiento europeo? Una crítica a la crítica de los "modernos" y "post-modernos".

De acuerdo con Callahan (2016), dependemos del agua dulce en la tierra de muchas fuentes, desde ríos y arroyos, desde los acuíferos bajo el suelo (llamados aguas subterráneas), desde la lluvia, desde el deshielo de los glaciares para alimentar los ríos y desde el agua de lluvia en la atmósfera. La amenaza de escasez de agua de cualquiera de estas fuentes afecta directamente al bienestar humano y a la estabilidad económica. Una de las multicrisis mencionadas corresponde al agua. Polsky y Cash (2005), afirman que una de las principales preocupaciones sobre el cambio climático antropogénico es

una posible alteración del ciclo hidrológico, incluyendo un aumento en la frecuencia o magnitud de las sequías. La suposición subyacente es que una disminución del suministro de agua causará dificultades sociales, económicas y ecológicas. La Dra. Úrsula Oswald Spring contribuye con el tema: *Crisis hidrológica y perspectiva de género en la megalópolis del Centro de México: un análisis desde el Patriaceno*.

Además, de la complejidad de los problemas de las crisis anotadas, que los hechos confirman no han sido abordadas de manera que ayuden a conseguir mejores condiciones de vida a los habitantes del planeta, epistemológicamente también tenemos dificultades en la manera individual, disciplinaria, en la que fuimos educados por la Universidad, especialmente Pública. Ya en 1998, Morin afirmaba: *La prevalencia de la separación disciplinaria hace que perdamos la capacidad de conectar, la capacidad de contextualizar, es decir, de situar la información o el conocimiento en su contexto natural. Perdemos la capacidad de globalizar, es decir, de introducir el conocimiento en un conjunto más o menos organizado.* Al respecto Nicolescu (2002), citado por Cheek (2021) advierte que algunos académicos han tomado ideas de la investigación dentro de una sola disciplina científica, como la física cuántica, para sugerir que, dado que la realidad puede coexistir en múltiples niveles, solo un enfoque transdisciplinario puede tratar eficazmente la dinámica de los múltiples niveles de realidad que los físicos sugieren que habitamos y que, por lo tanto, la transdisciplinariedad es esencial para todo aprendizaje significativo. El Dr. Benjamín Ortiz Espejel comparte el tema: *Biocultura y Transdisciplina: bases para un giro epistémico*. Ortiz Espejel señala la necesidad de un cambio epistémico que vaya de la disciplina a la inter y transdisciplinariedad, a partir de su experiencia en el territorio poblano de México.

En esta misma línea del Dr. Ortiz Espejel se encuentra la contribución de Rubin-Oliveira y Pamela Cichoski con *De la producción a la coproducción: reflexiones desde una experiencia de Investigación- Acción – Participativa,* quienes señalan que el actual proyecto moderno/colonial construye una perspectiva del conocimiento y la ciencia sustentada en una epistemología de la exclusión que privilegia cuerpos, conocimientos, territorios, lugares y cosmologías, a partir de un patrón fragmentado y dicotómico.

Ya en el I Coloquio Internacional Sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad en 2021, el Dr. Guillermo Foladori trató el tema del Principio de Precaución, con el trabajo PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN, EXPERIENCIA HISTÓRICA E INTERDISCIPLINA.

En el mismo marco, en 2024 la Dra. Ruth Robles y el Dr. Foladori contribuyen con *La importancia del principio de precaución en las políticas públicas de evaluación del riesgo de los nanomateriales*.

También, desde el marco del Coloquio Internacional Sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad, el Dr. Andrés María se ha abocado al entendimiento del problema de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala como un problema complejo. En 2021 con *Una visión holística de la problemática del río Atoyac en la frontera Puebla-Tlaxcala* (María et al., 2021); ese mismo año con el tema L*a contaminación del Río Atoyac como problema perverso (wicked problem)* (María, 2021); desde entonces el problema se entendió como un problema complejo investigado usualmente desde la disciplina y la multidisciplina. Posteriormente, en el mismo entorno del Coloquio, María reportó el trabajo *Abordaje holístico del problema de contaminación de la Cuenca del Alto Atoyac. Una aproximación al modelo* (María, 2024). En esta aportación, el autor hace énfasis en los enfoques de la inter y la transdisciplinariedad. Al respecto de la transdisciplina, Hernández-Aguilar (2018) refiere que ésta se basa en varias teorías como sistemas y complejidad…requiriendo un tipo de pensamiento contextualizador, así como sensibilizar a los participantes y compartir los hallazgos con ellos, y publicar y compartir los hallazgos con la comunidad científica. En el entorno del IV Coloquio (2024), el autor aporta el tema: A*bordaje holístico del problema de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Tlaxcala-Puebla. Las Metateorías.* Aunque Hernández-Aguilar (2018) menciona las características que deben poseer los investigadores que pretendan trabajar desde la transdisciplinariedad, en este aporte de María (IV Coloquio), se hace la propuesta de incorporar el concepto de *Metateoría*, como condición para superar el conflicto de las teorías de las distintas disciplinas relacionadas con el problema de investigación.

Continuando con el enfoque de la transdisciplinariedad, el Dr. Enrique Castro y la Dra. Yolima del Carmen contribuyen con el texto: D*iagnóstico integral de la degradación de la fertilidad del suelo en cultivos de banano en Urabá, Colombia: un enfoque transdisciplinario,* cuyo objetivo es la aplicación de un enfoque integral a partir de visiones parcializadas obtenidas desde varias disciplinas del conocimiento, para aportar a la identificación de la degradación de la fertilidad de los suelos causada por el

uso agrícola intensivo en tierras aluviales que fueron drenadas para el establecimiento de cultivos de banano en la zona bananera de Urabá antioqueño.

Desde el paradigma de la Sustentabilidad, el siguiente aporte es de Silvia Nuria Jurado Célis, con el tema T*ensiones en la construcción del turismo sustentable. La experiencia del Geoparque Mundial Mixteca Alta*, cuyo objetivo es analizar, con base en la experiencia del proyecto turístico en el Geoparque Mundial Mixteca Alta (GMMA), las implicaciones y tensiones que se generan en los espacios rurales a raíz de la incorporación de un proyecto turístico, así como, con base en las características del Turismo de Base Comunitaria (TBC), cuáles pueden ser las posibilidades de construir un turismo sustentable en dichos espacios. Es de la mayor prioridad resaltar la distinción entre sostenibilidad y sustentabilidad que hace la autora en su trabajo sobre turismo en pueblos originarios, señalando que el término de sostenibilidad está más enfocado en el mantenimiento de los recursos naturales desde el paradigma de la producción económica, en tanto que el términos de sustentabilidad, y siguiendo la filosofía del Dr. Leff, se enfoca al sustento de la vida en el planeta, lo que implica una visión más amplia que involucra las dimensiones social, ambiental y económica. En ello coincide Ehrenfeld (2015), que indica que la sustentabilidad no se refiere únicamente al estado del medio ambiente, sino que ha pasado a referirse también al estado de la vida humana en el planeta.

Aunque haciendo referencia al concepto de *sostenibilidad*, Torres y colaboradores contribuyen con el tema: C*aracterización del crecimiento urbano y la densificación poblacional. Caso de estudio Capitales de Colombia*, con el objetivo de caracterizar el crecimiento urbano y la densidad poblacional de las principales ciudades capitales de Colombia durante 1992-2020. Así como analizar las tendencias en el crecimiento y la densificación urbana y, finalmente, basados en los resultados y la presencia de problemáticas en estas ciudades, discutir en torno al debate de ciudad dispersa versus compacta y la sostenibilidad de estas ciudades.

Teniendo como antecedente la cada vez más alta concentración humana en las ciudades, que como caso más preocupante se puede ejemplificar con México, donde ya un poco más de 80% de sus habitantes están en estos territorios urbanos, una de las principales problemáticas es la contaminación del aire, Ramos y colaboradores abordan el tema: A*plicación de la zeolita mordenita para el diseño de un prototipo*

para la purificación de aire en espacios cerrados. Continuando con los problemas socioambientales en esta sociedad globalizada no cabe duda que una de las problemáticas más importantes es la del Cambio Climático, que a la fecha sigue en ascendente discusión acerca de su origen e impacto, desde el concepto de los gases de efecto invernadero, de los cuáles el dióxido de carbono (CO_2) es el causante más señalado. No obstante, conviene anotar que, según Ferrero (2010), este gas no es el causante del calentamiento global. Cruz-Aviña presenta el capítulo: *La problemática ambiental en la región de los Axalapascos, Puebla y algunas reflexiones ante el cambio climático*, con el propósito de, dice el autor: visibilizar la problemática ambiental en la Región de los Axalapascos y revalorar los conocimientos ancestrales, como las prácticas tradicionales de pesca, caza, manejo del agua y uso sostenible de recursos naturales, que, con el paso del tiempo, han tendido a diluirse. Además, se busca desentrañar la esencia, estructura y dinámica de la memoria biocultural asociada a las especies nativas de la Región de las Axalapascos, como el ajolote y los charales, así como a elementos clave como los lagos cráter y la zona arqueológica de Cantona.

Referencias

Bohler, S. (2019). Le bug humain. Pourquoi notre cerveau nous pousse à dètruire la planète et comment l´en empêcher. Éditions Robert Laffont

Bohler, S. (2020). Où est le sens? Les découvertes sur notre cerveau qui changent l'avenir de notre civilisation. Éditions Robert Laffont

Callahan, D. (2016). The five horsemen of the modern world. Climate, food, water, disease, and obesity. Columbia University Press

Cheek, D. W. (2021). Guiding Principles for Integrating Disciplines and Practices in Pursuit of Complex and Diverse Learning Outcomes. In Hokanson, B., Exter, M., Grincewicz, A., Schmidt, M., Tawfik, A. A. (Edittors). Intersections across disciplines. Interdisciplinarity and learning. Springer.

Ehrenfeld, J. R. (2015). The real challenge of sustainability. In Fletcher, K. & Tham, M. (Edits.). Routledge handbook of sustainability and fashion. Routledge.

Ferrero, J. A. (2010). Del calentamiento global al cambio climático ¿Una teoría más? Boletín de Información, Nº. 316, págs. 77-86; https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3800498.pdf

Foladori, G. (2021). Principio de precaución, experiencia histórica e interdisciplinaria. En María, R. A., Ramírez, V. B., & Zagoya, M. J. (Edits). Ideas y experiencias sobre medio ambiente y sustentabilidad en el México Neoliberal. El Colegio de Tlaxcala, A. C.

Hernandez-Aguilar, C. (2018). Transdisciplinary Methodological Option for Initial Research Process: Training of Researchers. Transdisciplinary Journal of Engineering & Science, 9 (1), 157-181

Jurado Celis, S. (2025).Turismo en pueblos originarios.Construcción de posibilidades hacia la sustentabilidad [Tourism in native towns. Construction of possibilities towards sustainability]. European Public & Social Innovation Review,10, (1), 1-19.https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1430

Latour, B. (2017). Où atterrir ? Comment s'orienter en politique. Éditions La Découverte

María, R. (2021). La contaminación del Río Atoyac como problema perverso (wicked problem). En Ávila, O. C. A., Hernández-Rodríguez, M. de L., & Lozano, M. S. A. (Coords.). Río Atoyac: Hacia una gestión integral de una problemática multifactorial. El Colegio de tlaxcala, A.C.

María, R. A. (2024). Abordaje holístico del problema de contaminación de la Cuenca del Alto Atoyac. Una aproximación al modelo. En María, R. A., Higueras, Z. E., & Ramírez, V. B. (Coords.). Medio ambiente y sustentabilidad: La dimensión epistémica del diálogo de saberes. El Colegio de Tlaxcala A.C.

María, R. A., Ávila, O, C. A., Luna, G. R., Hernández-Rodríguez, M. de L., Lozano, M., S. A., Baquero, H. F., & Gutiérrez, Ortiz, W. (2021). Principio de precaución, experiencia histórica e interdisciplinaria. En María, R. A., Ramírez, V. B., & Zagoya, M. J. (Coords.). Ideas y experiencias sobre medio ambiente y sustentabilidad en el México Neoliberal. El Colegio de Tlaxcala, A. C.

Morin. E. (1998). Réforme de pensée, transdisciplinarité, réforme de l'Université. Centre International de Recherches et études Transdisciplinaires, CIRET. https://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b12c1.php

Picq, P. (2021). Sapiens face à sapiens. La splendide et tragique histoire de l'humanité. Champs. Polsky, C., & Cash, D. W. (2005). Drought, Climate Change, and Vulnerability: The Role of Science and Technology in a Multi-Scale, Multi-Stressor World. In Wilhite, D. A. (Ed.). Drought and Water. Crises. Science, Technology and Management Issues. Taylor & Francis Group

Ziegler, J. (2017). El odio a Occidente. La memoria herida de los pueblos del Sur. Grupo Editorial, 62, S.L.U.

ARDE EL PLANETA. ¿SERÁ CAPAZ LA HUMANIDAD DE RESPONDER A LA CRISIS CLIMÁTICA?[1]

Enrique Leff

Agradezco la invitación a este importante espacio que el Colegio de Tlaxcala ha abierto para mantener viva una reflexión académica colectiva comprometida con un tema tan crítico como el cambio climático y la crisis socioambiental de nuestro tiempo, que al paso de los años se vuelve cada vez más crítica, debido al exiguo efecto que han tenido las decisiones adoptadas en las cumbres mundiales, los esfuerzos de la comunidad internacional, las políticas y programas de los gobiernos y las acciones de los ciudadanos del planeta. Estas señales indican que la humanidad no está pudiendo responder a los desafíos de la crisis climática y a las rutas trazadas para el programa 2030; antes de haber llegado a la mitad de esta década, el cambio climático ha alcanzado ya un punto verdaderamente crítico, planteando la última oportunidad para la humanidad de intervenir de manera positiva para revertir los efectos negativos que se vienen acumulando al paso del tiempo en la atmósfera a consecuencia del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, causando efectos devastadores en la humanidad y en la propia naturaleza con el incremento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos y el desquiciamiento del metabolismo de la biosfera.

Cuando doy como título a esta intervención "Arde el planeta. ¿Está la humanidad en capacidad de responder a la crisis climática?", colocándome en el ojo del huracán,

[1] Versión final de la Ponencia del mismo título presentada en el IV Coloquio Internacional Sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad 2024, a partir de la transcripción realizada por Armando Volterrani Trentadue, estudiante de la Maestría en Desarrollo Regional, corregida por el autor.

poniendo el dedo en la llaga y sintiendo la herida de la vida, estoy tratando de pensar el enigma de la condición humana y de nuestra responsabilidad ante la vida. Algunos podrán decir que es una posición catastrofista, pero la situación no es para menos, y no soy yo la persona que ha revelado los datos sobre las circunstancias que vivimos. El Panel Internacional de Cambio Climático y la Organización Meteorológica Mundial han declarado que el 2023 ha sido el año más caliente, de las más altas temperaturas registradas desde que hay registros formales, y podríamos decir, desde la Revolución Industrial. Este año ya se habla de que en 2024 se elevarán las cifras récord del 2023. Hay ya días en este año en los cuales se ha rebasado el umbral de 1.5 grados centígrados que se había planteado como el punto límite en los objetivos de los acuerdos de París de 2015 y la meta del programa 2030 de las Naciones Unidas para tratar de evitar entrar en una fase catastrófica del cambio climático.

Sin embargo, al parecer, el destino ya nos alcanzó; aunque falta todavía que termine este año para calcular la media anual, posiblemente el 2024 termine siendo un año todavía más caluroso que el año anterior, siendo muy mal presagio el haber ya trasgredido en varios momentos el límite de 1,5 grados.[2] Entretanto, más allá de los registros formales, estamos experimentando en carne propia la elevación de la temperatura en varias latitudes del planeta. Cuando menos yo, que tengo unos cuantos años más que la mayoría en este auditorio, nunca pasé unos meses de abril, mayo y junio tan calurosos en toda mi vida; nunca viví unos meses de mayo y junio sin lluvias en la ciudad de México y el territorio mexicano. Y no es el único lugar del planeta: recientemente un evento extremo dejó bajo el agua a Puerto Alegre en Brasil, y se han registrado inundaciones y temperaturas récord en la India y en Bangladesh, incluso en Europa. Estamos realmente ante la transgresión de umbrales en donde ni siquiera

[2] El informe de Naciones Unidas para 2023 advierte ya que "Los registros climáticos se suceden a un ritmo vertiginoso mientras el mundo observa con preocupación cómo pulverizamos cada vez más récords y de mayor envergadura. En el momento de redactar este texto, 2023 ya nos ha deparado 86 días con temperaturas que superan en 1,5 ºC las registradas en la época preindustrial. Septiembre no solo ha sido el mes más caluroso de la historia, sino que también ha rebasado el máximo anterior en 0,5 ºC, algo nunca visto. Por su parte, las temperaturas medias mundiales fueron 1,8 ºC más altas que los niveles preindustriales. Estas cifras sin precedentes han llegado de la mano de fenómenos climáticos extremos con efectos desastrosos que, según las advertencias del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, son únicamente la mera antesala de un problema que no ha hecho más que empezar. Si bien haber batido estas marcas no quiere decir que el planeta ya haya dejado atrás el límite de temperatura de 1,5 °C fijado en el Acuerdo de París —que alude a los niveles de calentamiento global teniendo en cuenta las medias pluridecenales—, sí nos indica que nos acercamos a ese punto."

sabemos los efectos que tendrá en el comportamiento hidrometeorológico del planeta la temporada de los ciclones y huracanes en el Caribe que está iniciando y que estará afectando a la República Mexicana y a varias localidades del planeta.[3]

Al mismo tiempo sabemos que los deshielos de los glaciares siguen progresando, lo que implica la elevación de los niveles del mar, con el peligro de que vayan inundando a las partes más bajas del planeta y las costas de los estados islas, no solamente del Caribe sino de todo el mundo. Sabemos que las emisiones de gases invernadero y los procesos de devastación ecológica y degradación ambiental siguen progresando a lo largo y ancho del planeta, desquiciando el metabolismo de la biosfera. Los últimos datos disponibles de las emisiones de gases de efecto invernadero, señalaban que las de CO_2 estaban ya en 419 ppm, arriba de las 413 de años recientes; y no están todavía claramente consideradas las emisiones de metano, que tienen un efecto invernadero mucho más severo que el dióxido de carbono; estas provienen no solamente de los desechos de la producción ganadera y de gas natural, sino cada vez más de los deshielos de los glaciares, que al liberar el metano atrapado en las capas de permafrost, no solo generan la elevación de los niveles del mar, sino que agregan al incremento de los efectos del cambio climático causados por las emisiones de gases de efecto invernadero. Estamos pues ante la exacerbación de un círculo perverso de degradación ambiental que presagia la muerte entrópica del planeta.

En los diagnósticos de estos eventos climáticos recientes se culpa al fenómeno del Niño por ser un año extremo; pero los efectos de “el Niño” en las corrientes marinas no se generan de manera independiente de la dinámica atmosférica; si “el Niño” fue más caliente o más potente este año (y ahora vendrá el fenómeno alterno, la Niña), es porque se conjugan los efectos del cambio climático global en el Pacífico; éste no es un espacio

[3] Revisando el texto de esta conferencia para su publicación en estos últimos días de septiembre e inicios de octubre de 2024, el huracán John que alcanzó categoría 3, habiéndose degradado ya a tormenta tropical, al tocar la costa sur del Pacífico mexicano volvió a tomar fuerza dejando bajo el agua al puerto de Acapulco al haber caído en 4 días un volumen de lluvias equivalente al 80% de las precipitaciones anuales, provocando daños equiparables a los causados por el huracán Otis apenas hace un año. El huracán Helene ha causado daños similares por precipitaciones pluviales atípicas en la costa sureste de Estados Unidos, dejando bajo su paso más de 200 muertes y recordando los daños que ocasionó el huracán Katrina en 2005. El huracán Milton que en 24 horas pasó de ser tormenta tropical a huracán categoría 5 antes de entrar a Florida con categoría 3 acompañado de tornados y marejadas ciclónicas, generando daños devastadores. Estos huracanes y tormentas tropicales podrían estar mostrando la emergencia de nuevas dinámicas de los fenómenos hidrometeorológicos al rebasarse los umbrales de las emisiones de gases de efecto invernadero.

de la geosfera independiente de todo el panorama meteorológico y climático del planeta. Lo que quiere decir claramente, es que las políticas que se han venido aplicando, cuando menos desde 1992 (para no decir antes), cuando ya era muy claro el riesgo catastrófico del cambio climático, es decir, luego de más de 30 años de estar aplicando políticas ambientales diseñadas a partir de los acuerdos de la Cumbre de Rio en 1992, de las COPs y las convenciones internacionales, la humanidad no ha tenido la capacidad de actuar con responsabilidad, claridad y eficacia ante el desafío del cambio climático, signo elocuente de la crisis civilizatoria por la que atraviesa la humanidad.

¿Qué quiere decir todo esto, aparte de los efectos climáticos e hidrometeorológicos que estamos ya viviendo? Más allá de las decisiones que van tomando cada uno de los gobiernos para cumplir con los acuerdos internacionales con el propósito de disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero—de las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático—, el Capital, que es el régimen soberano que gobierna al mundo, que moviliza el metabolismo de la biosfera y rige los destinos de la vida en el planeta, no ha tenido la capacidad de ecologizarse, de moderar las tasas de extracción de recursos y los modos de transformación de la biosfera, sobreexplotando la naturaleza del planeta y expropiando los territorios de los Pueblos de la Tierra. Tampoco ha sido capaz el Capital global de reorientar la capacidad de innovación tecnológica, ajustada como siempre a la viabilidad de la tasa de ganancia, hacia el aprovechamiento de fuentes de energías más limpias o menos contaminantes, de manera que se logre reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los recursos fósiles y sus efectos exponenciales al rebasar los umbrales de prevención establecidos por la ciencia del clima.

Basta con el registro de las emisiones de gases de efecto invernadero para darnos cuenta que, más allá de que Elon Musk esté inundando con sus Tesla el mercado de los automóviles, que haya cada vez más autos híbridos circulando por las calles y las carreteras, que amplios territorios se conviertan en campos eólicos o áreas cubiertas con paneles solares, eso no es suficiente para desfosilizar al Capital global. Como tampoco son suficientes los paneles solares que se van colocando sobre los techos de casas y edificios en las ciudades o el reciclaje de materiales contaminantes. Porque la economía mundial sigue siendo movilizada fundamentalmente por energías fósiles y porque la capacidad que tiene la racionalidad tecno-económica para ajustarse al metabolismo de la vida no está resultando efectiva a través de estas falsas soluciones tecnológicas. Porque

ciertamente, la racionalidad tecno-económica es una *racionalidad antinatura* que no logra armonizar con las leyes propias de resiliencia, de productividad, y del metabolismo propio de la biosfera, que se sigue degradando año con año, día con día.

Por ello resultan ilusorias las falsas soluciones a la crisis ambiental que han surgido desde el inicio de la percepción del cambio climático, empezando con el propósito de desmaterializar la producción, proyecto donde invirtieron tantos esfuerzos intelectuales y monetarios el Instituto Wuppertal y el World Resources Institute: esa idea de que la economía sería capaz de reducir sus insumos de materia y energía por unidad de valor económico gracias al cambio tecnológico. Incluso el movimiento por el decrecimiento económico se enfrenta a la dificultad del Capital para ecologizarse y a su misma pulsión para seguir creciendo a la velocidad y a las tasas que impone la propia lógica de su reproducción ampliada. Si la situación no está aún peor, de alguna manera es porque el Capital no alcanza a crecer más por sus propias crisis internas: por las crisis de sobreproducción, de circulación y de realización de la plusvalía, y las crisis financieras del Capital. Por ello hemos afirmado que la solución no es la reforma ecológica o el decrecimiento del Capital, sino su deconstrucción y la transición hacia una verdadera bioeconomía fundada en las condiciones de productividad ecológica de la biosfera y en los principios de una *racionalidad ambiental*.

La pandemia de Covid-19 tuvo un cierto efecto positivo hacia el cambio climático porque alentó a la economía, actuando como un buffer para reducir los efectos negativos; pero pasada la pandemia, con el desbocamiento que ha tenido la humanidad y la economía para recuperarse de esa crisis viral, las cifras de 2023 y 2024 indican una vía progresiva de degradación de la vida en el planeta al rebasarse umbrales críticos.

Hay ya una serie de especulaciones catastrofistas de lo que puede suceder en un planeta por encima de los 1.5 grados centígrados y de su elevación a temperaturas aún superiores. Se habla ya que las migraciones por causas climáticas en un planeta de 2 grados centígrados van a exacerbar todos los problemas políticos que ya existen en el mundo. A la derechización de las democracias en Europa por las inmigraciones por causas políticas se están sumando con fuerza las causas ambientales, incidiendo en los frágiles equilibrios de la paz mundial. Estamos ante una crisis sistémica, donde la humanidad, llevada sobre todo a través de los mecanismos de gobernabilidad de democracias cada vez más endebles, están dando lugar a la elección de gobiernos, tanto de derecha como

de izquierda, que están dando señales muy negativas en cuanto a su incapacidad para enfrentar la crisis climática, que no es propiamente una crisis ecológica de la naturaleza, sino una crisis humanitaria causada humanamente. Si estas causas humanas de la crisis ambiental fueron inadvertidas en un principio, ya no podemos seguirlas soslayando ahora ni caer en el negacionismo de los dirigentes de nuestros países, como lo estamos viendo incluso en la resistencia de los gobiernos autoproclamados "progresistas", que defienden la sustentabilidad de la economía e imponen su propia voluntad de poder, antes que la sustentabilidad de la vida.

Veamos lo que ocurre en nuestro México: ¿Cuál es la importancia y el interés que le ha dado la administración pública de México a la cuestión ambiental? Realmente muy poca, o en su caso ha sido errada, simulada y de consecuencias negativas. Tal es el caso del avance hacia la fosilización de la economía con la apertura de la nueva refinería de Dos Bocas, cuando deberíamos estar transitando hacia las energías renovables y a una transformación social hacia la sustentabilidad de la vida basada en una bioeconomía fundada en las condiciones de productividad y resiliencia de nuestros ecosistemas. Al contrario de esto, las políticas imperantes tienen una visión miope, cortoplacista y anacrónica del desarrollo que ha prevalecido durante la presente administración de la "Cuarta Transformación" que, al igual que las anteriores, ha carecido de una comprensión de la necesidad imperiosa de dar un giro histórico hacia una economía fundada en las condiciones ecológicas del planeta.

Durante este sexenio, la modernización forzada del sureste de la República ha conducido ya con el proyecto del Tren Maya hacia un verdadero ecocidio, al extender los procesos de deforestación y destrucción ecológica que se venían acumulando desde hace 50 años, desde los procesos de ganaderización iniciados con el Plan Chontalpa en los años 60 y los proyectos de infraestructura que fueran ideados dentro del Plan Puebla Panamá para la modernización del sureste lanzados por los gobiernos neoliberales del PRI y el PAN—que el gobernador de Tabasco ha pretendido rescatar en este sexenio—, destruyendo la biodiversidad y la riqueza forestal de sus territorios. El gobierno de la 4T ha exacerbado estos procesos con la construcción del Tren Maya y del Corredor Transísmico, con los que busca cumplir un triple objetivo respondiendo a los imperativos de la geopolítica de la capitalización de la naturaleza:

a) ganarle las rutas transoceánicas al canal de Panamá al acercar más al norte el cruce de los océanos Pacífico y Atlántico para consolidar los efectos positivos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte y del comercio internacional en general.
b) detener la emigración que viene de Centroamérica, así como desde Haití y el Gran Caribe, así como desde afuera de nuestro continente, que entra desde la frontera Sur hacia México para dirigirse a Estados Unidos. Estos megaproyectos operan como un muro de contención antes de toparse con el infame muro que empezó a construir Trump y que tal vez concluya si desgraciadamente llegaran a favorecerle las elecciones de noviembre en Estados Unidos. De esta manera, estos megaproyectos responden al interés de frenar el proceso migratorio colocando el muro en la frontera Sur antes que en la frontera Norte, por decreto de Donald Trump y de la Cuarta Transformación.
c) inundar de turismo la Península Yucatán para pretendidamente llevar bienestar a las poblaciones, generando el etnocidio de la Civilización Maya. Lo que no consiguió la historia de conquista y de colonización de las comunidades y de los territorios de los pueblos mayas—de esa civilización emblemática no solamente para México sino para la humanidad—lo están ocasionado las políticas "progresistas" del presente régimen, sojuzgando y proletarizando a sus comunidades a través de este proceso de modernización, destruyendo los ecosistemas de la península, causando la devastación ecológica de sus territorios de vida por la deforestación de sus territorios y la extracción de materiales de construcción a través de concesiones a empresas como CALICA; a consecuencia de los pilotes enclavados en los suelos cársicos, que han provocado ya el desgranamiento de la roca calcárea, que se ha filtrado hacia el acuífero Maya, ese sustrato de agua límpida, prístina, que atraviesa subterráneamente a toda la Península y que está haciendo contaminada por este proyecto, colapsando cavernas y cenotes. Tal es el ecocidio y genocidio generados por estos megaproyectos insensatos, que lamentablemente la virtual presidenta ha declarado su intención de consolidar.

De esta manera, lo que promueve la "Cuarta Transformación" a través de la devastación ecológica generada por estos proyectos de modernización, no es una transformación civilizatoria hacia la sustentabilidad de la vida a través de la democracia,

sino ajustes a la desigualdad social generadas por la dinámica histórica del Capital dentro de un progresismo que sigue avanzando hacia la degradación de la vida, destruyendo el patrimonio biocultural de las comunidades mayas.

Por todo lo anterior, decimos que *arde el planeta*. Esta ya no es una metáfora catastrofista. Con la crisis climática, día a día está verdaderamente calentándose el planeta como lo demuestran los registros del incremento de las temperaturas que han alcanzado niveles récord en estos dos últimos años. ¡Además de los incendios forestales registrados cada verano en diferentes latitudes del planeta, en estos momentos la Amazonía está literalmente en llamas! Lo que está en crisis no es sólo la capacidad de las poblaciones humanas, de los organismos vivos y de los ecosistemas para tolerar esas temperaturas, sino sus efectos en la salud de la gente y de la biodiversidad del planeta.

El cambio climático está desquiciando los delicados y complejos procesos ecológicos que generan y mantienen la vida en la Tierra. Vivimos en un mundo en el que la vida es cada vez más vulnerable, amenazada, insegura e insustentable. Sus efectos no se restringen a los fenómenos hidrometeorológicos de cada vez mayor frecuencia e intensidad, sino a una crisis viral generada por el desquiciamiento del metabolismo de la biosfera.

Tal ha sido el caso de la pandemia y de las nuevas olas de Covid y otras epidemias causadas seguramente por el deterioro de la salud de la biosfera, que ha llevado a la "liberación" de una diversidad de virus que año por año afectan la salud humana. Si no todos ellos han derivado en una pandemia, las gripes que se han venido dando a lo largo de este siglo, codificadas como NxHx, ya han provocado que la gente deba vacunarse como una condición normal para prevenir el contagio del virus dominante que aparece cada año. Sin embargo, este virus dominante no es el único que atenta contra la salud humana; hay una diversidad de virus que están presentes en el ambiente y que la ciencia médica y la investigación bioquímica de este mundo no alcanzan a detectar, ante los cuales las personas son más o menos vulnerables dependiendo de su condición inmunológica.

Ante tales acontecimientos, los gobiernos deben establecer de manera prioritaria esquemas preventivos y de atención ante desastres climáticos (mal llamados desastres naturales cuando sus causas son antropogénicas), así como servicios básicos de salud a toda la población, Sin embargo, a pesar de tales emergencias climáticas y virales, lo que

menos se advierten son las causas del riesgo ecológico generadas por la racionalidad económica y el desquiciamiento de las condiciones ambientales que provoca la "liberación" de los virus de sus nichos en la biosfera, convirtiéndoles en agentes malignos para la población humana. Obviamente no hay una política en México ni en el mundo que esté tratando de manera integral las políticas económicas, ambiental y de salud. Las políticas de salud acaban siendo reactivas a los eventos que se vienen dando en el mundo: si resurge el dengue por acá, si aparece otro virus por allá. Pero no hay una correlación de los efectos que está teniendo la irracionalidad del proceso económico en el Cambio Climático y de éste en el metabolismo de la biosfera y de los cuerpos humanos: en su vulnerabilidad a las enfermedades y la capacidad de atención médica y restauración ecológica de las sociedades humanas.

Si la vulnerabilidad de la vida es lo que está en crisis en este mundo—un mundo a la deriva por la degradación de la vida causada por la propia humanidad, por su incomprensión de las condiciones de la vida—entonces, la pregunta obligada es saber si la humanidad tiene la capacidad de responder a la crisis socio-ambiental y ecológico-viral que ha generado el régimen del Capital. Hace tiempo que se habla de Bioética como la responsabilidad de la humanidad ante el deterioro de la vida. Pero, ¿a quién debe y puede ser adjudicada esa responsabilidad: ¿a los gobiernos, a los científicos, a la ciudadanía? La gente que se ve confrontada por esta situación se pregunta ¿qué puedo hacer de manera individual?; ¿cómo contribuyo a disminuir mi impacto en el cambio climático? Ciertamente no bastan las acciones personales de cuidado del agua, el ahorro de energía y el reciclaje de basura a nivel doméstico mientras el extractivismo capitalista sigue haciendo estragos en el planeta. La crisis del agua que ya empezamos a vivir hace tiempo—el desabastecimiento y la distribución inequitativa del agua y las guerras del agua—no son nuevas en el planeta. Entonces, si el Capital por sí solo no logra ecologizarse, si los gobernantes electos democráticamente no tienen la capacidad para redirigir sus políticas, de manera no solamente de mantener el PIB en crecimiento, sino de garantizar la sustentabilidad de sus territorios como un derecho inalienable de sus ciudadanos, pueblos y comunidades, como una condición fundamental para pensar en la sustentabilidad futura de la vida, ¿quién puede asumir esa responsabilidad?

Como hemos venido afirmando hace tiempo, si los gobiernos no pueden hacerse cargo de instrumentar la transición hacia la sustentabilidad de la vida guiados por la

racionalidad tecno-económica, porque ésta no logra superar aquello que ella misma genera por ser una racionalidad antinatura; si el Estado de derecho no es capaz de garantizar los derechos de sus pueblos y comunidades a sus territorios de vida, de manera que puedan practicar otros modos de convivencia, otros modos de producción fundados en la productividad misma de la naturaleza, en sus condiciones de resiliencia, regeneración y coevolución biocultural; si esa visión no está en la cabeza de los economistas ni de los tomadores de decisiones ¿quiénes pueden contener el desbordamiento de esta dinámica del Capital que avanza devastando a la naturaleza y desposeyendo a pueblos y comunidades de sus territorios de vida?

Ante esta incapacidad del Capital de ecologizarse, quizás la última esperanza que tiene la humanidad es la disposición hacia la resistencia y la rexistencia de los Pueblos de la Tierra; ellos que a lo largo de la historia han cuidado y defendido su patrimonio biocultural y que hoy están buscando apuntalar sus derechos culturales, territoriales y existenciales en el ámbito jurídico-político como un derecho fundamental de la humanidad. El destino de la sustentabilidad de la vida se juega en el desafío de instituir en el campo de los Derechos Humanos la legitimidad y practicidad de los derechos existenciales de los Pueblos de la Tierra para contener la expansión del Capital extractivista, destructor de la naturaleza. Son estos pueblos quienes, habiendo probado por más de 500 años su capacidad de resistencia a la colonización, a la conquista, al avasallamiento del Capital, quizás puedan no solamente contener esa expansión sino tener la capacidad de hacerse cargo de la regeneración de la vida antes de que la crisis ambiental-ecológica-climática-epidemiológica termine degradando la vida en el planeta por la incapacidad de la humanidad de hacerse cargo de aquello que la humanidad ha generado. Antes de tener que dejar la regeneración de la vida en manos de la vida misma—es decir, cuando la vida haya sido tan degradada que la única posibilidad que le quede a la vida sea la capacidad de las moléculas y de los átomos de volver a los inicios de la creación de la vida en el planeta—, queda aún la esperanza en la restauración de la vida gracias a la capacidad de resistencia y rexistencia de los Pueblos de la Tierra.

Estamos ante una crisis ecológica, climática y viral; ética y moral; una crisis civilizatoria que interpela a la humanidad para hacerse cargo de las condiciones de la vida. Esta comprensión de la crisis socio-ambiental por la que atraviesa la humanidad no es una visión pesimista, sino optimista. Yo apuesto por la capacidad de los Pueblos

de la Tierra de regenerar la vida y dignificar la vida humana, en este desafío de instaurar en el planeta una vida sustentable.

¿DESCOLONIZANDO EL PENSAMIENTO EUROPEO? UNA CRÍTICA A LA CRÍTICA DE LOS "MODERNOS" Y "POST-MODERNOS"

Marcos Aurelio Saquet

Introducción

Cuando observamos los programas de nuestros cursos de licenciatura y posgrado en ciencias sociales (y también en otras grandes áreas del conocimiento académico), es fácil ver lo dependientes que somos de las ciencias y filosofías europeas. En filosofía, dependemos de los griegos Sócrates, Aristóteles y Platón, pasando por René Descartes, Francis Bacon, hasta Immanuel Kant, Friedrich Hegel y otros, todos hombres, blancos y europeos. Esto ocurre, para ilustrarlo brevemente, en sociología, con Max Weber, Karl Marx y Émile Durkheim, en geografía, con Friedrich Ratzel, Carl Ritter y Alexander Von Humboldt, entre otros economistas, como David Ricardo y Adam Smith, y naturalistas, reconocidos internacionalmente como "renacentistas" o "iluministas".

Es penoso y doloroso cuando prestamos atención en los siglos XX y XXI y nos damos cuenta de la solidez de esta matriz grecorromana y "renacentista-iluminista", a menudo reproducida espontánea y valorativamente como si fuera la única existente en el mundo y como si fuera adecuada y extremadamente necesaria para comprender y explicar realidades tan diferentes de aquellas en las que se produjeron las filosofías y las ciencias. ¡Qué difícil nos resulta percibir y reconocer los graves límites de estas teorías y métodos!

Y sepan, que este problema ya ha sido identificado y puesto de relieve por varios investigadores de nuestra Abya Yala. Citamos la advertencia de Martí (2005 [1977], p. 7), para no extendernos demasiado: "No aplicar teorías ajenas, sino descubrir las propias. No estorbar a su país con abstracciones, sino inquirir la manera de hacer prácticas las útiles" (texto original de 1877).

Uno de los problemas es que nos han adoctrinado para no reconocer ni valorar nuestra propia trayectoria e intelectualidad. Hemos sido muy bien entrenados para imitar y aplicar teorías y métodos exógenos. Algunos que se consideran "modernos" critican a los "postmodernos", y viceversa, pero es evidente que forman parte de la misma ideología y del mismo proceso de engaño intelectual, que es a la vez burgués, evolucionista, universal y eurocéntrico, como intentaremos demostrar y argumentar a continuación.

Una problemática relacional y de poder global, eurocentrismo y universalismo

Para ilustrar esta cuestión eurocéntrica y hegemónica en las ciencias sociales, elegimos problematizar algunos trabajos de dos investigadores muy famosos en geografía y sociología respectivamente, a saber, David Harvey y Boaventura de Sousa Santos.

Uno de los principales límites de la concepción crítica de Harvey, más allá de su economicismo, es el argumento sobre la "compresión del tiempo-espacio", que está directamente relacionado con la "aniquilación" del espacio basada en las fuerzas hegemónicas del capital: un proceso acelerado y expandido de reproducción del capital a escala global (Harvey, 1993 [1989]). ¡No muestra en lo más mínimo cómo y quién vive el "espacio unificado y global"! Homogeneiza el espacio y el uso del tiempo, descuidando la diversidad y la complejidad (in)material de la vida. ¿Quiénes son "modernos" y "posmodernos", dónde y cómo viven?

La concepción de David Harvey es poco original: es economicista, urbanocéntrica, universalista y eurocéntrica: no identificamos ninguna centralidad para las ciudades pequeñas e intermedias (destaca Nueva York, Chicago, Londres, El Cairo, Los Ángeles, Shangai, Pekín, Viena y Tokio). Su intento de explicar la reproducción del capital y su expansión territorial termina en los grandes centros urbanos-industriales-financieros. Su intento de explicar la rebelión urbana empieza y termina en lo urbano, ¡no hay

ruralidades! No hemos identificado ninguna posibilidad viable de organización, lucha, confrontación y resistencia popular. Sin rigor metodológico y vacío de personas, saberes, sabores, tiempos y territorios; vacío de empirismo y de cualquier mediación viable para lograr autonomía, derechos, mejores condiciones de vida para todos. En su evolucionismo, parece que estamos condenados para siempre a la lógica ampliada y global de reproducción del modo de producción capitalista (Harvey, 1993 [1989], 2005 [2001], 2014 [2012]).

De hecho, el propio David Harvey afirma la ambivalencia entre "moderno" y "posmoderno", mostrando continuidades entre ambos procesos, conjeturando que "post" es una "versión" o "crisis" del "modernismo". Sea cual sea el caso, versión o crisis, hay continuidades, especialmente económicas, simultáneas a los cambios. Esto reproduce una metanarrativa criticada por algunos "posmodernistas" que tienden a argumentar a favor de los detalles y las subjetividades, pero terminan reproduciendo metateorías sin, a menudo, resaltar otras voces, sentimientos y emociones, evitando el debate más feroz, científico y político.

El propio Harvey, nuevamente, refuerza nuestro argumento: "No es posible descartar la metateoría; los posmodernos simplemente lo empujan a la clandestinidad, donde continúa funcionando [...]" (Harvey, 1993 [1989], p. 112). Y esto también ocurre entre los autores considerados decoloniales o anticoloniales, como destacaremos más adelante.

De este modo, afirmaciones como la que sigue de David Harvey son un desastre para cualquiera que sea profesor, investigador y militante de la clase trabajadora: "Hay una ausencia evidente de propuestas concretas en todo el mundo que sean consensuadas y que busquen reorganizar las divisiones del trabajo y las transacciones económicas [...]" (Harvey, 2014 [2012], p. 226). Para quienes se proponen explicar la reproducción ampliada del capital, a partir de una teoría social crítica, ¿no es imprescindible considerar a los trabajadores, sus condiciones de vida y su lucha?

Y, cuando consideramos algunas de sus diferentes obras, como Harvey (1993 [1989], 2005 [2001], 2014 [2012]), notamos claramente que hay una fidelidad a su concepción de los años 1970-80, sin originalidad, economicista, urbancéntrico, eurocéntrico y universal. Su objetivo de explicar la rebelión urbana termina en la crítica a la llamada acumulación flexible y reproducción ampliada del capital, no identificamos

ninguna posibilidad viable de organización, lucha, confrontación y resistencia obrera. Sin rigor metodológico, su descripción y reflexión, a pesar de ser sustantiva, está vacía de personas, saberes, sabores, prácticas, tiempos y territorios; está vacío de empirismo y de cualquier posible mediación para que las clases trabajadoras alcancen autonomía en la toma de decisiones y mejores condiciones de vida.

Este famoso geógrafo simplemente desconsidera la existencia de fuerzas populares de resistencia y enfrentamiento, tanto en el campo como en la ciudad, muchas de las cuales siguen muy presentes en países como Brasil, México, Guatemala, Ecuador, Colombia y Chile, cuyos movimientos son retratados, demostrados y explicados en la literatura internacional, especialmente en Abya Yala, que es en gran parte desconocida e ignorada por David Harvey y Boaventura de Sousa Santos, así como por tantos otros investigadores, incluidos los del sur.

No faltan en todas las latitudes y longitudes de este planeta movimientos de lucha y resistencia contra la globalización económica, la degradación medioambiental, la concentración de la tierra, las guerras, etc. Para ilustrarlo brevemente, nos gustaría destacar algunos de los procesos de Abya Yala, empezando por nuestra manifestación y argumentación en Saquet (2017, 2018, 2020, 2021), cuando pusimos de relieve las sinergias creadas entre universidades públicas, ONGs, asociaciones campesinas, cooperativas de pequeña agricultura familiar y sindicatos de trabajadores (urbanos y rurales): allí, nuestras investigaciones y colaboraciones se alimentaron de la autoorganización, la (in) formación, la confianza y la opción política de resistir y trabajar contra la expansión acelerada del agronegocio en el sur de Brasil. Contrariamente al movimiento hegemónico, las prácticas agroecológicas y las redes cortas de comercialización son, en concreto, territorialidades a favor de la reproducción social y biológica de nuestras vidas.

En la resistencia a la globalización económica, en todas sus múltiples facetas, es necesario que las tecnologías y las ciencias se pongan al servicio de todos los sujetos y de la sustentabilidad ambiental para convertirse en una alternativa real al desarrollo económico depredador y concentrador de la riqueza; una cierta alternativa alimentaria, por ejemplo, tiene que ser una confrontación con el sistema hegemónico (Hernández Moreno; Andablo Reyes; Ulloa Méndez, 2012). Y aquí también podríamos mencionar, entre otros trabajos sobre los movimientos de lucha y resistencia de los pueblos indígenas

y campesinos, los textos de Cardozo y Silva (2017) y Santos y Cury (2017), en un trabajo específico y detallado sobre las territorialidades y territorios amazónicos.

Evidentemente, también existen muchas referencias a movimientos de resistencia social en diferentes ciudades. En Medellín, por ejemplo, existe diversidad de acciones colectivas realizadas en el ámbito de las políticas públicas y la movilización de la población a favor de la defensa del territorio, desde una perspectiva multiescala (Quinchía Roldán, 2021).

Las acciones locales pueden y deben constituirse como resistencia a las condiciones impuestas por el complejo proceso de globalización económica, como alternativas concretas para reducir la dependencia internacional, obviamente para poblaciones como las de Abya Yala, como es el caso de la producción de alimentos y productos artesanales en Jalisco - México, productos estrechamente relacionados con las especificidades locales y regionales, culturales y ecosistémicas (Gerritsen, 2012).

Este movimiento también se da en las llamadas economías alternativas, como el ecoturismo y la producción de alimentos locales y regionales comercializados en cadenas cortas autogestionadas, priorizando la alimentación de la población local y regional, oponiéndose así al sistema agroalimentario globalizado (Rosina Bara et al., 2023).

Se trata claramente de procesos múltiples, transtemporales y transescalares que suelen coexistir en el tiempo y el espacio de Abya Yala, como los identificados por Pereira, Chagas y Bánkuti (2019), entre muchos otros trabajos que podríamos citar al respecto. También hay muchos movimientos ambientalistas, de profesores y de estudiantes. En Chile, para ilustrar brevemente, según Vivero Arriagada (2023), las movilizaciones estudiantiles de 2001, 2006, 2011 y 2019 contribuyeron a generar importantes cambios sociales, culturales y políticos en el campo de la educación en ese país, destacándose en las manifestaciones contra la dictadura militar (en la década de 1980) –sin desconectarse de los movimientos indígenas y campesinos– y también oponiéndose a la mercantilización de la educación bajo los gobiernos neoliberales, hasta la rebelión estudiantil y popular de 2019.

> La rebelión social-popular de 2019, sin duda una de las más masivas del período pos-dictatorial, es una expresión multigeneracional y multiclasista ante la agudización de las contradicciones y profundas

> desigualdades provocadas por el modelo neoliberal (Vivero Arriagada, 2023, p. 25).

Así que, para no extendernos, los procesos de resistencia, lucha y confrontación contra la globalización están en todo el mundo; lo que realmente hace falta es investigar y profundizar sobre la diversidad y singularidades de cada movimiento político, cultural y ambiental, reconociendo y valorando cada proceso de aprendizaje de descolonización y contrahegemonía, criticando cuando sea necesario, pero también socializando y cualificando cada movimiento de rebeldía.

Hay, por supuesto, pensadores y activistas de distintos colores, etnias, religiones, lenguas, en distintos tiempos y espacios de Abya Yala, como muy bien ha mostrado Acosta (2010), como también hemos argumentado en Saquet (2020) y, anteriormente, como ha mostrado a su manera Dussel (2022 [1977]).

Así que nos gustaría preguntarle a David Harvey: ¿Cómo podemos realmente erradicar la pobreza y superar la degradación ambiental? ¿Es posible ampliar y cualificar la concepción de trabajo? ¿Cómo podemos revolucionar nuestro pensamiento y nuestras prácticas anticapitalistas? ¿Quién, dónde y cómo se construirá un "vigoroso movimiento anticapitalista"? ¿Quiénes son los sujetos de los movimientos sociales urbanos? ¿Dónde y cómo viven cada día? ¿No existen sujetos y rebeliones también en los espacios rurales? ¿Todas las políticas neoliberales favorecen la descentralización administrativa y la "maximización de la autonomía local"? ¿Dónde, cuándo, cómo y por qué ocurre esto?

Para nosotros, Sousa Santos (2006) se sitúa en la misma dirección universalista, eurocéntrica y urbanocéntrica. Para él, "traducción" y "ecología del conocimiento" van de la mano en su construcción teórico-metodológica. "La traducción" es un mecanismo de interpretación de múltiples saberes, con el objetivo de hacerlos "inteligibles" para facilitar la posible creación de acuerdos entre diferentes movimientos sociales de lucha y resistencia. Increíblemente, deja de lado la inteligencia popular de los movimientos sociales. Además, reproduce la continuidad de las dicotomías: conocimientos "científicos" y "no científicos", "modernos" y "nativos"; "regulación social" y "emancipación social"; liberalismo y marxismo, a favor de una supuesta "superioridad de la ciencia moderna". Hay un discurso vacuo y engañoso: discursivamente, la "globalización contrahegemónica" es muy interesante, pero es un fetiche que acaba contribuyendo a

la continuidad del dominio de las clases hegemónicas en el mercado mundial. Lo que empeora la concepción crítica de Boaventura de Sousa Santos es que también parece ser un evolucionista ¡a favor del progreso!

Leyendo y releyendo su obra antes mencionada, y otras, no se percibe una ruptura político-ideológica o metodológica. Boaventura de Sousa Santos ratifica el universalismo y el globalismo, en una dirección muy similar a la de David Harvey, es decir, realmente parece que todos estamos abocados a un mismo destino global, cultural y comercial. ¿Es necesario y posible un "nuevo universalismo"? Si es así, ¿para quién, cómo y por qué? ¿Qué ya se ha "desglobalizado" y "reglobalizado" mediante la "sociología de las ausencias" y las "emergencias"? ¿Dónde, cómo, por y para quién? El "sur global" no es una máscara de desigualdades extremas, ¿devastación, expropiaciones, opresión, sufrimiento, etc. de millones de personas? ¿No es una trampa teórica para homogeneizar tiempos, espacios, sociedades y naturalezas? ¿No está ahí, presente, argumentado, el estructuralismo, junto con una comprensión eurocéntrica y racional del mundo? Los procesos de lucha y resistencia continúan sumergidos en generalizaciones y argumentos vacíos sobre sujetos, emociones, deseos y necesidades. Los conocimientos y prácticas populares y ancestrales siguen desperdiciados. "Para combatir el desperdicio de experiencia social, no basta con proponer otro tipo de ciencia social. Más que esto, es necesario proponer un modelo diferente de racionalidad" (Sousa Santos, 2006, p. 94).

Bueno, no basta siquiera con proponer "modelos" y "racionalidades", la ruptura debe ser profunda y revolucionaria. ¿Para qué y para quién son útiles los modelos? ¿No es posible superar la razón científica y pragmática? Proponer un "pensamiento alternativo de alternativas" es ridículo y muy insuficiente para millones de personas que cada día son oprimidas, violadas, expropiadas e invisibilizadas. ¿Proponer un "poscolonialismo oposicionista" no es una forma de intentar protegerse académicamente y descuidar la importancia de la praxis de lucha diaria y sistemática, tan necesaria para las personas, grupos y clases más vulnerables? Por cierto, Boaventura de Sousa Santos, ¿quiénes son las "víctimas" y los "sufridores" del sur? ¿Dónde están, cómo y por qué viven con dolor?

En su famosa "sociología de las ausencias y las urgencias" (Sousa Santos, 2007 [2000]), también identificamos graves limitaciones:

- Su argumentación está completamente vacía de contenido teórico y práctico respecto a cualquier posibilidad de construir otra globalización. Y esto es lo que ocurre con Milton Santos, como ya hemos mostrado en Saquet (2023b, 2024).
- Reafirma la "modernidad" como "alternativa total" a la sociedad.
- Reafirma la subalternidad, considerando que el conocimiento multicultural crítico se produce "elevando" al otro a la condición de sujeto ¡para emanciparse!

En cuanto a su llamada "Epistemología del Sur", estamos de acuerdo con Garza Toledo (2020), cuando dice que Boaventura no demuestra cómo se entienden los datos empíricos; hace una revisión superficial de las epistemologías históricamente existentes; no lleva a cabo una reflexión satisfactoria sobre las epistemologías actuales, especialmente fuera de Europa; ¡hay una centralidad, en la concepción de Boaventura de Sousa Santos, a la validación académica del conocimiento cotidiano! Incluso, según Garza Toledo (2020), en Boaventura de Sousa Santos todo es siempre simplificado y superficial; no hay una crítica profunda a las respuestas positivistas; no hay avances en las soluciones teórico-metodológicas; y tampoco hay originalidad en su argumentación.

Así que queda claro en sus textos antes mencionados que Boaventura de Sousa Santos continúa reproduciendo verdades absolutas, indicando opciones únicas, como su sociología, antes mencionada, responsable de la "transición paradigmática" (Sousa Santos, 2006). Así, reduce una compleja y delicada problemática relacional, transescalar, multidimensional y transtemporal a la "sociología de las ausencias y las emergencias"; critica mucho, sin el más mínimo sustento teórico-metodológico y/o empírico, describiendo meros supuestos generalizadores que trivializan la crítica, por estar vacía de argumentos y direcciones bien enfocadas. ¿No reproduce él mismo la "razón indolente"? ¿Es su concepción lo suficientemente fuerte y diferente de las razones criticadas?

Entre muchas preguntas posibles, destacamos: ¿Quién y quiénes están interesados en la "traducción" y reproducción de dicotomías entre saberes "modernos" y "nativos"? ¿Quiénes fueron los que "fermentaron las luces" de la ciencia "moderna" entre los siglos XVII y XIX, dónde estaban y cómo vivían? ¿Quién vivía en la oscuridad y por qué? ¿A quién interesan las concepciones academicistas, eurocéntricas, universalistas, globalizadoras y urbanocéntricas como las de Boaventura de Souza Santos y David Harvey? Se trata ciertamente de aportes teóricos académicos importantes, sin embargo,

nos parecen muchas más distracciones, también académicas, para desviarnos de la ruta de la insubordinación y la insurgencia popular.

Así, en "nuestras" universidades...

En general, en las ciencias sociales, creemos que se reproducen los cánones epistémicos europeos y estadounidenses que atribuyen sus verdades, generalmente retratando el colonialismo como algo normal (Mbembe, 2016), ignorando otras visiones de mundo. El sujeto investigador/a, con sus tradiciones y verdades absolutas, estudiado en la academia, se enclaustra en su mundo, como si fuera el mismo para todos, reproduciendo teorías y métodos que considera universales. En general, los investigadores científicos se consideran los únicos intérpretes y traductores de la realidad, revelando y practicando muy bien la razón neoliberal (Vivero Arriagada, 2023). Así, en "nuestras" universidades occidentales se establece un pensamiento único, de base europea, llevado por mecanismos y modelos de control, teorías y jerarquías, clasificaciones e imitaciones (González Serna; Gomes; Silva, 2018), fácilmente identificables en artículos científicos, capítulos de libros y libros.

Esto forma parte de lo que Quijano (2005) denominó eurocentrismo en el patrón global de poder en el que tiene lugar la hegemonía cultural, política, ideológica y epistémica (filosófica y científica) europea (en palabras de Aníbal Quijano, una "versión eurocéntrica de la modernidad" ligada a la colonialidad; para Grosfoguel [2008, p. 202], una "modernidad eurocéntrica", también colonial, que se revela en una "filosofía sorda"; para Cumes [2019], una "modernidad colonialista"), controlando –entre otros elementos y procesos–, histórica y geográficamente, la producción de conocimiento. La construcción de universidades en el Brasil colonial e imperial, por ejemplo, fue reprimida e impedida, condicionando los cuerpos y las mentes de los colonizados.

Incluso donde se crearon universidades, en la llamada "América española", se extendieron diferentes mecanismos de represión y control de la población nativa, así como la quema de los códices genéticos y escuelas de los pueblos originarios (León-Portilla, 2018). Los colonizados fueron obligados a aprender la religión, la cultura, la política, la división social, racial y sexual del trabajo del colonizador, como bien explica Quijano (2005). Esto ocurrió como resultado de la apropiación y dominación

del territorio invadido a través de colonias de explotación (extractivismo y esclavitud), imperios monocráticos y el establecimiento del Estado-nación (neo)liberal, la familia burguesa y la racionalidad económica capitalista. Todo ello, histórica y territorialmente, impregnó y sigue impregnando la producción del conocimiento científico y la tecnología, los valores y los comportamientos capitalistas.

> El modo de dominación colonial precisó de organizar y acomodar los cuerpos al utilizar criterios de sexo, raza y posición social para asignarles funciones de privilegios o de servidumbre (Cumes, 2019, p. 81).

> La elaboración intelectual del proceso de la modernidad ha producido una perspectiva del conocimiento y una forma de producir conocimiento que demuestran el carácter del patrón mundial de poder: colonial/moderno, capitalista y eurocentrado. [...] Eurocentrismo es aquí el nombre de una perspectiva de conocimiento cuya elaboración sistemática comenzó en Europa Occidental antes de mediados del siglo XVII, aunque algunas de sus raíces son sin duda más antiguas, o incluso ancestrales, y que en los siglos siguientes se hizo globalmente hegemónica en la misma línea de dominación de la Europa burguesa. (Quijano, 2005, p. 116).

El eurocentrismo, por tanto, según esta concepción, es pluridimensional, es decir, económico, (geo)político y cultural, implicando la producción académica y científica del conocimiento, especialmente a partir del siglo XI, con la creación de las primeras universidades europeas. Por supuesto, tiene un contenido estratégico territorial, ligado a la expansión internacional del modo capitalista de producción de mercancías, estrictamente vinculado a una concepción evolucionista de la sociedad que, por tanto, debe progresar en etapas sucesivas y "civilizar" a los pueblos considerados inferiores. Se trata de un patrón globalmente difuso que orienta a los diferentes países –destinados a ser los receptores del conocimiento y la tecnología– a lograr el desarrollo económico de Europa (Fals Borda y Mora Osejo, 2013 [2003]).

Esta concepción está todavía muy presente dentro y fuera de las universidades en diferentes latitudes y longitudes, como hemos identificado en los trabajos citados de Boaventura de Sousa Santos y David Harvey, entre muchos otros que podríamos mencionar, como el propio Karl Marx, como se evidencia en la concepción analítica de David Harvey. De ahí que se reproduzcan dicotomías entre cuerpo y mente, tradicional

y moderno o posmoderno, primitivo y civilizado, desarrollo y subdesarrollo, ciencia y saber popular, etc., siempre a través de una concepción unidireccional que apunta a la llamada civilización europea.

> El problema es [...] que, en América Latina, la perspectiva eurocéntrica fue adoptada por los grupos dominantes como propia y los llevó a imponer el modelo europeo de formación del Estado-nación a las estructuras de poder organizadas en torno a las relaciones coloniales (Quijano, 2005, p. 126).

El problema es que el Estado-nación es una de las imposiciones europeas, adoptada como sinónimo de modernidad y civilidad, al igual que la religión, la filosofía, la ciencia, etc. Los colonizados se engañan y son engañados, e intentan "cambiar su condición cambiando de piel" (Memmi, 2021 [1955-56], p. 162), incorporando valores y comportamientos, religiones y políticas, teorías y métodos del colonizador, imitándolo de diferentes maneras, para intentar ser como él y tener ciertos privilegios, ya sean políticos, económicos y/o culturales.

Por lo tanto, vale la pena mencionar la profunda reflexión de Fanon (2009 [1952]), que sigue siendo muy relevante hoy en día, ya que ayuda a desenmascarar a los colonizadores y a los imitadores colonizados, ya que estos últimos contribuyen, de diferentes maneras, a perpetuar la dominación colonial de la "modernidad", tanto dentro como fuera de la universidad.

> Para asimilar la cultura del opresor y aventurarse en ella, los colonizados tenían que presentar garantías. Entre otras cosas, tenían que hacer suyas las formas de pensar de la burguesía colonial (Fanon, 2005 [1961], p. 66).

Lo que sí necesitamos es una revolución política y cultural en nuestras universidades, especialmente en las públicas, haciéndolas mucho más participativas de lo que son, menos burocráticas y más ágiles, centradas de hecho en la creatividad y la coproducción de conocimiento orientado a resolver los problemas de nuestra gente más sencilla, humilde y necesitada.

La universidad no puede ser una especie de isla, debe estar integrada en el territorio, protagonista y mucho más comprometida con el bien común, un territorio de coproducción, respeto, cooperación y solidaridad con los habitantes de cada lugar, sin prescindir, por supuesto, de las siempre necesarias conexiones a distintos niveles de investigación, docencia y extensión.

Así pues, está claro que las estrategias eurocéntricas de hegemonía pluridimensionales, transtemporales (de larga duración) y transterritoriales (a gran escala) necesitan ser comprendidas, explicadas, desmanteladas y superadas (reconstruidas) cualitativamente de forma crítica sobre la base de nuestras singularidades naturales (ecosistémicas), sociales (económicas, políticas y culturales) y originales (cosmovisiones de conocimientos y prácticas ancestrales que aún existen y laten).

Por lo tanto, necesitamos invertir (sub)vertir concepciones universalistas, urbancéntricas y globalizadoras como las de Boaventura de Sousa Santos y David Harvey, contribuyendo sistemática y profundamente a (re)construir nuestras visiones del mundo, considerándolas como uno de los fundamentos de la revolución necesaria, así como nuestra increíble y rica heterogeneidad ambiental, económica, política y cultural. No es necesario asumir la teoría como modelo o ley universal, como muy bien lo ha demostrado Quinchía Roldán (2021).

> La universidad en la condición de institución social y destinada a procesos de educación democrática necesita abandonar ciertos conceptos intencionalmente construidos a lo largo de la historia y acercarse con urgencia a la sociedad. Su desafío está en la necesidad de romper con los paradigmas del conocimiento estructuralista, que en la contemporaneidad homogeniza la forma como se construyen individuos y sociedad. (González Serna, Gomes, Silva, 2018, p. 661).

Tenemos que superar el Estado neoliberal y burgués, como ya hemos visto en Saquet (2007), así como los partidos políticos que no nos representan; necesitamos desmantelar, o al menos suavizar, el poder de los dueños del capital, del poder, del ser y del saber, en definitiva, necesitamos enfrentarnos a la dominación de la naturaleza y de la sociedad; necesitamos (sub)vertir concepciones teóricas como las de Boaventura de Sousa Santos y David Harvey, contribuyendo sistemática y profundamente a (re)construir nuestras

cosmovisiones a partir de nuestra increíble y rica heterogeneidad ambiental, económica, política y cultural.

Nada de alisar el espacio y el tiempo, descuidar sujetos y sentimientos, invisibilizar temporalidades y territorialidades, como también hizo el famoso geógrafo brasileño Milton Santos (Saquet, 2023b, 2024). Estos son los intelectuales que, en sintonía con Dussel (2022 [1977]), podemos llamar "funcionarios académicos de la razón" que, fascinados por la globalización, trabajan para insertarse en ella. "Debemos considerar, entonces, que la idea unificadora de desarrollo es una trampa" (Acosta, 2016 [2012], p. 80).

Así, la burguesía, de diferentes categorías (intelectuales, industriales, banqueros, burócratas, políticos, comerciantes, etc.), muchas veces colonizadora, invisibiliza los saberes indígenas y comunitarios, apropiándose de ellos y comercializándolos como estrategia de dominación e institución de la modernidad y el progreso, que favorece al dominador (militar, académico, religioso, político, patriarcal, financiero, comerciante, industrial, etc.). Se predica así una única forma de ver y entender el mundo, separando cuerpo y mente, conocimiento y ciencia, sociedad y naturaleza.

Es muy claro que, histórica y geográficamente, la masa colonizada ha sido considerada como si fuera homogénea e indiferente a nivel político y cultural, como si estuviera "condenada" a la continua subordinación y dependencia (Fanon, 2005 [1961]). También es muy claro que, en las universidades en general, se reproducen territorialidades colonizadoras y colonizadas heredadas de la colonización desde el siglo XVI, centradas por tanto en una matriz colonial de poder, ser y saber, mediando el control económico, político y cultural (epistémico y científico) de subjetividades, imaginarios y cuerpos (Guerrero Arias, 2010).

> [...] Las Américas y Caribe poseen academias blanqueadas que no han profundizado en el reconocimiento de la producción teórica, empírica y espiritual antirracista que con fluidez pragmática han elaborado los pueblos negros-afrodescendientes, afrocaribeños e indígenas en sus territorios ancestrales […]. (Martínez Sinisterra, 2019, p. 185).

Por eso, tampoco se separa más cuerpo y mente, investigador (pensador) e investigado (pensado como hombre –de diferentes géneros– de práctica), razón y emoción, porque

todo eso ocurre simultáneamente en el nivel de la vida cotidiana y del cosmos. La transmodernidad, como afirma Grosfoguel (2008), probablemente no sea posible en el contexto de la diversidad y las singularidades de la Abya Yala e incluso de otros continentes como África y Asia. ¿Quién y cómo descolonizaría las relaciones de poder mundiales?

Increíblemente, la misma burda argumentación evolucionista y globalizante que identificamos en Boaventura de Sousa Santos y Milton Santos, sobre otra globalización, también está presente en Ramon Grosfoguel, considerado en los círculos académicos como un investigador decolonial. ¿Será que también existe una continuidad político-ideológica y conservadora entre "modernos", "postmodernos" y decoloniales?

Ciertamente hay mucho por hacer, como intentamos ilustrar y argumentar en esta ocasión, como también lo hizo Collin Harguindeguy (2023), al afirmar la moda ya practicada en la academia de popularizar conceptos considerados decoloniales, imitando autores sin vincular los conceptos, por ejemplo, a datos concretos de los pueblos originarios.

En este sentido, estamos cansados de leer disertaciones de maestría y tesis doctorales que se restringen a bibliotecas y/o publicaciones en inglés, sin acceso y comprensión por parte de los sujetos que fueron "objeto" de la investigación. Estamos cansados de las clasificaciones entre los "superiores" y los "inferiores", los que piensan y los que practican, ¡porque contribuyen gravemente a perpetuar la dominación social, sexual, racial, laboral e intelectual! Hay simultaneidades, unidades, conexiones, interdependencias, energías conectadas que a menudo identificamos en las cosmovisiones originales y comunitarias (Saquet, 2019a, 2019b, 2020, 2023 a, 2023b, 2024).

> En otras palabras: o bien la situación colonial subsiste y sus efectos continúan, o bien desaparece y la relación colonial y el colonizador desaparecen con ella (Memmi, 2021 [1955-56]), p. 186).
> Necesitamos, pues, construir paradigmas endógenos enraizados en nuestras propias circunstancias que reflejen la compleja realidad que tenemos y vivimos (Fals Borda y Mora Osejo, 2013 [2003], p. 223).
> Estas soluciones no pueden entenderse ni aplicarse copiando o citando esquemas de otros contextos como autoridad suficiente, sino liberándonos de éstos con el fin ejercer la plena autodisciplina investigativa de la

> observación y la inferencia (Fals Borda y Mora Osejo, 2013 [2003], p. 225).
> La cosmovisión o las cosmovisiones permean el quehacer cotidiano de las personas (prácticas, pensamientos, sentimientos, idiomas, creencias, valores) (Pérez Moreno, 2019, p. 162).

La necesaria descolonización

En síntesis, denominamos nuestra concepción teórico-práctico de Ciencia Territorial Popular orientada a la sostenibilidad para todas y todos (CTPS): necesariamente orientada a las clases populares en una perspectiva decolonial y contrahegemónica construida para, por y con nuestros pueblos, contra el orden político-económico-cultural dominante.

La necesaria descolonización tiene que ser histórico-crítico, relacional/reticular, transtemporal, transterritorial y pluridimensional, por dentro de una praxis territorial dialógica, participativa, solidaria, cultural y ecológica. ¡Hay que tener originalidad temática y de enfoque, rigor teórico-metodológico y alta relevancia pluridimensional considerando la preservación de la vida de todos y todas! Como bien afirmara Dussel (2022 [1977]), el otro no es algo, es alguien con vida, como nosotros la tenemos.

Nuestra ciencia territorial, así como la ciencia popular de Orlando Fals Borda (2013 [2007]) y Bonilla, Castillo, Fals Borda e Libreros (1972), reconoce y valoriza los distintos sujetos sociales del pueblo, que definen las singularidades de cada región y país, por medio de sus sentimientos y conocimientos propios. “Es una verdad extraordinaria: el gran espíritu universal tiene una faz particular en cada continente” (Martí, 2005 [1977], p. 8).

Además, existen singularidades y particularidades en cada país, región, estado, municipio, barrio urbano y comunidad rural. Por ello, nuestra inmersión territorial se hace imprescindible, con anclaje, convivencia y compromiso, con diálogo y respeto, valorando, como afirman Bonilla, Castillo, Fals Borda y Libreros (1972), las aportaciones de cada grupo social a nuestras investigaciones y demás acciones colaborativas.

> El investigador que no articula realmente la ciencia con los condicionantes efectivos y dialécticos de la política [...] y que no sabe

> escuchar con claridad las interpelaciones que los oprimidos lanzan contra el sistema, es un científico. Hace ciencia, es cierto, pero para encubrir y justificar la dominación que el centro y las clases opresoras ejercen sobre las naciones periféricas y los pueblos oprimidos (Dussel, 2022 [1977], p. 251).

La descolonización se produce en un movimiento contradictorio de subversión y contrahegemonía. Se entiende, entonces, como un proceso dirigido a crear un hombre nuevo a través de la lucha por la liberación (Fanon, 2005 [1961]), en una dialéctica de la liberación (Fanon, 1974) orientada a la descolonización de nuestras mentes y prácticas. Por supuesto, ¡nuestra praxis tiene que estar orientada a la liberación! Descolonizar significa, sin duda, cuestionar privilegios y opresiones para superarlos (Cumes, 2019).

Coincidimos con Mbembe (2016) cuando afirma que es necesario descolonizar el conocimiento y la universidad como institución. Significa, además de la crítica común, romper profundamente el ciclo que tiende a convertir a los estudiantes en imitadores, clientes y consumidores. La colonialidad sólo puede superarse con la "supresión de la relación colonial", es decir, con el renacimiento y la revolución de los colonizados, rompiendo efectivamente la "condición colonial" (Memmi, 2021 [1955-56]).

Así pues, descolonizar significa no perpetuar la dominación y la opresión, el racismo y el sexismo, la alienación y la explotación, la degradación y la contaminación, el universalismo y el globalismo. Esto requiere una postura teórico-metodológica y política muy bien definida a favor de la subversión, que ayude a superar las territorialidades colonizadas y colonizadoras.

> Los paradigmas científicos desarrollados en el capitalismo requieren no sólo ser transformados, sino sobre todo ser desterrados de la matriz eurocéntrica, para poner en el centro de la producción del conocimiento las necesidades sociales de los pueblos marginados y agredidos sistemáticamente […]. (Martínez Sinisterra, 2019, p. 190).

Por tanto, la investigación-acción-participativa y la concomitante producción de conocimiento con autonomía son condiciones para romper el monopolio científico y académico (Rahman y Fals Borda, 1988; Saquet, 2015 [2011], 2019a, 2020, 2023a,

2023b, 2024). "Por tanto, descolonizar implica romper con los discursos de la verdad científica para empezar a aprender de otras pedagogías (Pérez Moreno, 2019, p. 158-159).

Necesitamos urgente y profundamente superar el pensamiento único y producir nuestro propio conocimiento, con autonomía de decisión y a favor de preservar la vida de todos y todas. Una de las formas es justamente realizar la crítica a la "modernidad" capitalista cualificada con prácticas a favor de la vida humana y no humana (Gutiérrez Aguilar; Lorena Navarro; Linsalata, 2016), es decir, a través de otra universidad, a través de otras ciencias compuestas de praxis territoriales de descolonización y contrahegemonía.

Así, la ciencia territorial popular es una praxis contrahegemónica (contra el eurocentrismo, universalismo, academicismo, urbanocentrismo), vinculada a las gentes de cada territorio y lugar, en el tiempo y en el espacio (Saquet, 2017, 2021, 2024). La ciencia y el saber popular son fundamentales para estudiar, conocer, explicar, interpretar y cambiar una realidad histórica desde dentro de ella, condicionando la conciencia y la praxis como determinaciones históricas (Quijano, 1981).

Los pueblos debemos y podemos reconocernos como creadores de nuestra identidad y territorios, contribuyendo a la producción de una democracia de las "personas comunes" desde los diferentes movimientos políticos, como lo hacen muchos indígenas, afrodescendientes y campesinos que reproducen solidaridad, dignidad, autonomía y libertad (Fals Borda, 2013 [2007], 1978, 1981; Saquet, 2017, 2018, 2024).

Y el científico debe difundir y poner a disposición de las comunidades conocimientos contextualizados para resolver dificultades, contribuyendo para crear futuro considerando nuestra rica diversidad original y profunda (Fals Borda y Mora Osejo, 2013 [2003]; Fals Borda, 2013 [2007]). De hecho, ya queda claro en la literatura internacional que la acción comunitaria y cooperativa es fundamental para criticar la "modernidad", alejarse de concepciones economicistas, implementar una nueva concepción de lo común estrechamente vinculada a la preservación de la vida (Gutiérrez Aguilar; Lorena Navarro; Linsalata, 2016).

> Si el investigador no es miembro del grupo investigado es muy difícil que pueda desplegar una práctica decolonizante, porque no está imbuido de su realidad, de sus reflexiones, de sus relaciones, accionares, sentires,

> sueños, deseos, tradiciones, costumbres y valores (Ortiz Ocaña; Arias López; Pedrozo Conedo, 2018, p. 179).
>
> Crear futuro en nuestras circunstancias reales, implica tomar en cuenta la rica diversidad original y profunda de donde partimos desde épocas antediluvianas […]. (Fals Borda, 2013 [2007], p. 50).
>
> Definitivamente no resulta sencillo cambiar la mirada, sobre todo desprenderse de las categorías que condicionan la visión y de las cuales el que mira ni siquiera es consciente de tenerlas o de que puedan condicionar lo que se ve. Se requiere estar dispuesto de deconstruir las propias categorías de pensamiento, y mucho trabajo de campo, para poder mirar desde la mirada del otro y entender que es lo que ven y las relaciones que establecen entre las cosas. (Collin Harguindeguy, 2023, p. 24).

Para ello, practicamos reflexionando y reflexionamos practicando, enseñamos y aprendemos, investigamos y colaboramos, tratando de integrar teoría y práctica de forma versátil, precisamente porque, en la realidad del día a día, no hay separación entre materia e idea, sociedad y naturaleza, concreto y abstracto, empirismo y teoría, cosmos y sujeto.

Como señaló Fals Borda (2013 [2006]), nos esforzamos por construir un conocimiento interdisciplinario centrado en nuestros propios contextos, que sea cada vez más útil para las personas, ayudándolas a alcanzar la autonomía en la toma de decisiones. Utilizar "nuestras propias raíces para explicar, describir, sistematizar y transformar los contextos y las condiciones sociales existentes" (Fals Borda, 2013 [2006], p. 112) ha sido un aprendizaje constante y fundamental para (sub)vertir las teorías y categorías hegemónicas del pensamiento eurocéntrico.

La necesaria versatilidad es otro aprendizaje fundamental, pues cada proyecto o programa, teniendo en cuenta las singularidades del tiempo y del territorio, del contexto regional, del país y de la coyuntura internacional, condiciona objetivos, metas, técnicas de investigación-acción, recursos financieros y cooperación.

Trabajar con afrodescendientes o campesinos de origen europeo es muy diferente, como lo es trabajar con indígenas, obreros, estudiantes, habitantes de la ciudad o del campo. El método de investigación-acción-participativa, que utilizamos desde hace

muchos años, varía en el tiempo y en el espacio según los sujetos, las relaciones, las tecnologías, los poderes y los ecosistemas, aspecto que ya fue identificado y reconocido anteriormente por Bonilla, Castillo, Fals Borda y Libreros (1972).

En nuestra praxis de investigación-acción-participativa (llamada en su momento "método de estudio-acción" e "investigación militante" por Bonilla, Castillo, Fals Borda y Libreros [1972]), ha sido fundamental reconocer que en Abya Yala existen memorias, conocimientos, experiencias y aprendizajes comunitarios que pueden servir de base para otros estilos de vida sustentables, como también lo reconoció Acosta (2016 [2012]).

Y estos saberes y conocimientos comunitarios pueden vincularse a la construcción de la soberanía alimentaria, reconociendo el derecho de cada pueblo a definir su presente y futuro, activando organizaciones populares y colectivas para satisfacer necesidades comunes (Gracia, Roldán-Rueda y García-Bustamante, 2023; Santos y Cury, 2017; Cristancho Garrido, Rico Revelo, Nates Cruz, 2024).

Integrando horizontal y participativamente ciencias, saberes y prácticas en la uni[pluri]versidad-territorio, podremos ganar tiempo, calidad, profundidad y coherencia de nuestras investigaciones y acciones cooperativas a favor de la preservación de la vida (Saquet, 2017, 2018, 2019a, 2019b, 2020, 2023b). Así que coincidimos con Quintero Weir (2021), produciendo conocimiento y relaciones, lo cual es necesario y deseable para la reproducción de la vida para todos.

También contribuimos a generar y cualificar técnicas de investigación cualitativa, presentando y discutiendo los datos primarios recolectados y los análisis realizados con los sujetos de cada proyecto: en esta integración entre sujetos y saberes (académicos y populares) siempre (re)aprendimos a escuchar, a valorar los conocimientos y saberes de cada grupo social, así como el lenguaje más adecuado para comunicarnos con las personas.

Así, practicamos la investigación con la participación de los sujetos y, al mismo tiempo, creemos que nos parecemos un poco al "investigador participante" caracterizado por Fals Borda (2013 [2006]) como activo, consciente y comprometido con las luchas sociales. Por lo tanto, estamos experimentando con la coproducción de conocimiento, dentro y fuera de la universidad, más allá de la famosa y engañosa "traducción" defendida por Boaventura de Sousa Santos, más allá del universalismo, globalismo y economicismo de David Harvey y Milton Santos.

> Me parece preferible que busquemos nuestras propias explicaciones hasta la construcción de un paradigma alterno, estudiando nuestros grupos originarios o fundantes regionales, destacando sus valores de solidaridad humana. (Fals Borda, 2013 [2006], p. 112).

Nuestras propias explicaciones, utilizando nuestras propias teorías y métodos, son vitales. Una cosa es estar en un avión y otra en la cabina: los pilotos suben y bajan del avión sin interactuar con los pasajeros, por lo que tienen una visión del vuelo y de la conexión entre dos ciudades, entre dos aeropuertos; los pasajeros, en cambio, sí interactúan, aunque a menudo de forma fría, pero necesitan convivir durante un tiempo, subiendo y bajando del avión sin contacto con los pilotos, dirigiéndose directamente al aeropuerto y a su destino.

La visión que obtenemos de las calles, los edificios y la gente también son muy diferentes cuando paseamos por la ciudad, conducimos o tomamos el autobús: los ángulos son distintos, junto con las velocidades y observaciones que podemos hacer, viendo más o menos detalles o imágenes más generales de la ciudad. Los colores, movimientos y singularidades sólo se verán y percibirán si caminamos a menor velocidad y en ángulo horizontal. Vista desde arriba, la ciudad es diferente, y así sucesivamente, ya que podríamos ilustrar este problema con muchas experiencias cotidianas, del campo y de la ciudad.

Así que, para nosotros praxis significa inmersión social, horizontalidad, experiencia ético-política, militancia contrahegemónica realizada con/desde/para nuestra gente, en un movimiento continuo de resistencia, insurgencia, autogestión, desalienación y liberación (Utrilla-López, 2015; Saquet, 2015 [2011], 2017, 2019a, 2021). Praxis insurgente, de cooperación y solidaridad, imbuida de comunicación y redes respetuosas, dialógicas y reflexivas, de confrontación, lucha y resistencia decolonial y contrahegemónica.

Por ello, creemos que a partir de la investigación-acción-participativa, desde esta perspectiva teórico-práctica, científico-popular, no evolucionista y no universalista de la **CTPS**, podemos hacer una contribución concreta a la construcción de un "paradigma contrahegemónico" (Sánchez, 2014; Collin Harguindeguy, 2014; Hidalgo Flor y Márquez Fernández, 2015 [2012]). Por supuesto, este debate está siempre abierto a matizaciones y desarrollos posteriores.

Unas palabras finales a favor de "corazonar"

En la práxis aquí argumentada, es necesario investigar y cooperar desde cada territorio de los sujetos marcados por la "herida colonial", contribuyendo directamente, cada vez más, a la construcción de relaciones que respeten la diversidad cultural y sus formas de conocimiento (Palermo, 2015). La revolución político-cultural y ambiental, tan necesaria para preservar la vida de millones de personas, necesita realizarse con cambios radicales (Fanon, 1974) en las relaciones entre medio ambiente y desarrollo.

Y esto puede ocurrir volviendo al corazón de la Tierra, interactuando con el mundo y, al mismo tiempo, superando el individualismo, el control de los demás y nuestra dependencia, ayudando a resolver nuestros problemas existenciales (Quintero Weir, 2021). "Corazonar" es urgente y necesario, con alegría y amor, pensamientos y acciones, invirtiendo el cartesianismo, para entender el mundo sin separaciones, donde todos los seres se relacionan y conviven (Pérez Moreno, 2019).

"Corazonar" significa comprometerse con la vida, como bien ha reflexionado y argumentado Guerrero Arias (2010), revitalizando recuerdos y sabidurías, construyendo sueños y esperanzas, sosteniendo luchas utópicas y posibles por otros mundos multicolores que faciliten nuestra existencia.

> Esta sabiduría y cosmovisión del corazón permite entender que hay otras formas de vivir, actuar y sentir la vida, lo que nos rodea, el universo; […] La cosmovisión del corazón es un potencial para la descolonización del *ser* y *saber* […]. (Pérez Moreno, 2019, p. 172; grifos do original).

La cosmovisión, entonces, se hace cada vez más necesaria y urgente, como mediación para el diálogo, el respeto, la participación política y la cogestión de soluciones que tanto necesitamos en Abya Yala y en otros continentes. La cosmovisión hace eco y se fortalece como una concepción adecuada y actual, más allá de la cultura indígena, de la relación entre los hombres y el universo, la vida y la muerte, en la sociedad y la naturaleza, fortaleciendo y potenciando las memorias colectivas para vivir en paz (Cumes, 2019; Cristancho Garrido, Rico Revelo y Nates Cruz, 2024).

En esta praxis estamos construyendo otras relaciones sociales y entre la sociedad y la naturaleza, considerándolas siempre coevolutivas, en el marco de alternativas al

desarrollo capitalista y a las teorías y métodos eurocéntricos, valorando las cosmovisiones, experiencias, aprendizajes y soluciones comunes de los pueblos indígenas y tradicionales coproducidas con diálogo, horizontalidad y respeto mutuo.

> Desde el mismo instante de la conquista, todos los pueblos de Abya-Yala, y que fueron sometidos a la colonialidad del poder, del saber y del ser, empezaron a tejer las redes de las comunidades invisibles, redes tejidas con hilos largos y que perdurarían a través del tiempo como anunciara el Popul Vhu, o la sabiduría Amaútica de los Andes, para hacer posible la preservación de la tradición, de la memoria colectiva, de la sabiduría y la cultura de nuestros pueblos; fueron redes que permitieron alumbrar sus luchas de resistencia, de re-existencia y de insurgencia frente al poder y la dominación. (Guerrero Arias, 2010, p. 15).

Finalmente, luego de esta descripción y reflexión, creemos que muchos teóricos de la metanarrativa, como los citados y criticados aquí, parecen estar siempre en las nubes, creyendo en fantasías, en ilusiones que no corresponden a la vida de millones de personas, descuidando las singularidades territoriales en diferentes tiempos y espacios. Así que podemos preguntarnos, entre otras, ¿existen cambios político-ideológicos en las ciencias sociales y humanas entre la "modernidad" y la "posmodernidad"? ¿La élite que piensa académicamente no sigue siendo blanca, masculina y del norte? ¿Cómo, (in) materialmente y viablemente, se pueden construir luchas de liberación desde el cuerpo humano?

Referencias

Acosta, A. (2016 [2012]). *O bem viver*: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante.

Acosta, Y. (2010). *Pensamiento uruguayo*. Estudios latinoamericanos de historia de las ideas y filosofía de la práctica. Montevideo: Nordan, CSIC, UDELAR.

Bonilla, V.; Castillo, G.; Fals Borda, O.; Libreros, A. (1972). *Causa popular, ciencia popular*. Bogotá: La Rosca.

Cardozo, I.; Silva, A. (2017). A luta pela autonomia do povo indígena *Paiter Surui* e as pedras no caminho. In: Cury, M. (Org.). *Territórios e territorialidades na Amazônia*. Curitiba: Editora CRV, p. 39-52.

Collin Harguindeguy, L. (2014). *Economía solidaria*: local y diversa. Tlaxcala, México:El Colegio de Tlaxcala.

Collin Harguindeguy, L. (2023). Pensando la vida desde los sujetos colectivos, la complementariedad y la reciprocidad: reflexiones sobre las epistemologías otras, *Política & Trabalho - Revista de Ciências Sociais*, n. 59, p. 20-41.

Cristancho Garrido, H.; Rico Revelo, D.; Nates Cruz, B. (2024). *Territorialización de memorias plurales*. Trayectorias territoriales de organizaciones de víctimas del conflicto armado en Caldas – Colombia. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas.

Cumes, A. (2019). Cosmovisión maya y patriarcado: una aproximación en clave crítica. In: Ochoa, K. (Org.). *Miradas en torno al problema colonial*. Ciudad de Mexico: Ediciones Akal. p. 73-89.

Dussel, E. (2022 [1977]). *Filosofía de la liberación*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Fals Borda, O. (1978). "Por la praxis: el problema de cómo investigar la realidad para transformarla". Simposio Mundial de Cartagena, Bogotá, Punta de Lanza, 1, p. 209-249.

Fals Borda, O. (1981). La ciencia y el pueblo: In: Grossi, F.; Gianotten, V.; Wit, T. (Org.). *Investigación participativa y praxis rural*. Lima, Mosca Azul, 19-47.

Fals Borda, O. (2013 [2007]). Democracia radical y teoría de los pueblos originarios y valores fundantes. In: Fals Borda, O. *Hacia el socialismo raizal y otros escritos*. Bogotá: Ediciones desde Abajo. p. 46-57.

Fals Borda, O. (2013 [2006]). Situación contemporánea de la IAP y vertientes afines. In: Fals Borda, O. *Hacia el socialismo raizal y otros escritos*. Bogotá: Ediciones desde Abajo. p. 108-114.

Fals Borda, O. e Mora Osejo, L. E. (2013 [2003]). La superación del eurocentrismo – manifiesto por la ciencia-. In: Fals Borda, O. *Socialismo raizal y el ordenamiento territorial*. Bogotá: Ediciones desde Abajo. p. 219-230.

Fanon, F. (2005 [1961]). *Os condenados da terra*. Juiz de Fora: Editora UFJF.

Fanon, F. (2009 [1952]). *Piel negra, máscaras blancas*. Madrid: Akal.

Fanon, F. (1974). *Dialéctica de la liberación*. Buenos Aires: Ediciones Pirata.

Garza Toledo, E. (2020). ¿Epistemologías del Sur? Crítica de la epistemología de Boaventura de Sousa Santos. In: Torres, E. (Org.). *Hacia la renovación de la teoría social latinoamericana.* Buenos Aires*,* CLACSO, p. 249-263.

Gerritzen, P. (2012). De alimentos y otros productos regionales: respuestas locales frente un sistema agroalimentario globalizado en crisis. In: Hernández Moreno, M. C.; Meléndez Torres, J. (Org.). *Alimentación contemporánea*: un paradigma en crisis y respuestas alternativas. Sonora, México, DF: CIAD; Clave Editorial. p. 199-222.

González Serna, Aura; Gomes, Edvânia; Silva, Dweison. Puntuando algunos de los desafíos de las universidades latinoamericanas en el futuro presente, *Avaliação*, v. 23, n. 3, 2018, p. 648-664.

Gracia, M. A.; Roldán-Rueda, N.; García-Bustamante, R. (2023). Circuitos Agroalimentarios Cercanos y Solidarios en México, *Ciencias y Humanidades*, año 3, número 6, p. 41-59.

Grosfoguel, R. (2008). Hacia un pluri-versalismo transmoderno decolonial, *Tabula Rasa*, n. 9, p. 199-215.

Guerrero Arias, P. (2010). *Corazonar*. Una antropología comprometida con la vida. Miradas otras desde Abya-Yala para la decolonización del poder, del saber y del ser. Quito-Ecuador: Ediciones Abya–Yala/UPS.

Gutiérrez Aguilar, R.; Lorena Navarro, M.; Linsalata, L. Repensar lo político, pensar lo común: claves para la discusión. In: Inclán, D.; Linsalata, L.; Millán, M. (Org.). *Modernidades alternativas*. Ciudad de México: Ediciones del Lirio Editorial, 2016. p. 377-417.

Harvey, D. (1993 [1989]). *A condição pós-moderna*. São Paulo: Loyola.

Harvey, D. (2005 [2001]). *A produção capitalista do espaço*. São Paulo: Annablume.

Harvey, D. (2014 [2012]). *Cidades rebeldes*. São Paulo: Martins Fontes.

Hernández Moreno, M. del C.; Andablo Reyes, A.; Ulloa Méndez, A. (2012). Agricultura familiar sustentable y seguridad alimentaria. ¿Una salida a la crisis alimentaria? In: Hernández Moreno, M. C.; Meléndez Torres, J. (Org.). *Alimentación*

contemporánea: un paradigma en crisis y respuestas alternativas. Sonora, México, DF: CIAD; Clave Editorial. p. 177-198.

Hidalgo Flor, F. e Márquez Fernández, Á (Og.). (2015 [2012]). *Contrahegemonía y buen vivir*. Ciudad de México: UAM-Xochimilco.

León-Portilla, M. (2018). *Visión de los vencidos*. México, DF: UNAM.

Martí, J. (2005 [1977]). *Nuestra América*. Caracas: Fundación Biblioteca Ayacucho.

Martínez Sinisterra, R. (2019). Descolonizar la praxis política, desmoronar el racismo asimilado en pueblos oprimidos. In: Ochoa, K. (Org.). *Miradas en torno al problema colonial*. Ciudad de Mexico: Ediciones Akal. p. 177-195.

Mbembe, A. (2016). Decolonizing the university: new directions, *Arts & Humanities in higher education*, vol. 15, n. 1, p. 29-45.

Memmi, A. (2021 [1955-56]). *Retrato do colonizado precedido de retrato do colonizador*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Ortiz Ocaña, A.; Arias López, M. I.; Pedrozo Conedo, Z. (2018). Metodología 'otra' en la investigación social, humana y educativa: El hacer decolonial como proceso decolonizante, *FAIA*, vol. 7, n. 30, p. 172-200.

Palermo, Z. (2015). Itinerario. In: Palermo, Z. (org.). *Des/decolonizar la universidad*. Buenos Aires: Ediciones del Signo. p. 15-39.

Pereira, J.; Chagas, P.; Bánkuti, S. (2019). Perspectivas do Território no Sistema Agroalimentar Localizado: o Caso da Uva no Município de Marialva-PR, *Administração Pública e Gestão Social*, vol. 11, n. 2, p. 1-18.

Pérez Moreno, M. (2019). O'Tanil: corazón. Una sabiduría y práctica de sentir, pensar, entender, explicar y vivir el mundo desde los mayas Tseltales de Bachajón, Chiapas, Mèxico. In: Ochoa, K. (Org.). *Miradas en torno al problema colonial*. Ciudad de Mexico: Ediciones Akal. p. 157-173.

Quijano, A. (1981). *Reencuentro y debate*: *una introducción a Mariátegui*. Lima: Mosca Azul.

Quijano, A. (2005). Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: Lander, E. (Org.). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais*. Buenos Aires: CLACSO. p. 107-129.

Quintero Weir, J. (2021). *Conocer desde el sentipensar indígena. Teoría y práctica del conocimiento para la vida*. Universidad Autónoma Indígena; Cooperativa Yoko Yani, Guadalajara, México.

Quinchía Roldán, S. Política urbana y movimientos sociales en Medellín (Colombia): procesos de construcción y defensa del territorio, *Territorios*, n. 45, 2021, p. 127-145.

Rahman, M. e Fals Borda, O. (1988). Romper el monopolio del conocimiento: situación actual y perspectivas de la IAP en el mundo. In: *Breaking the monopoly of knowledge: recent views of PAR*, Londres. p. 46-54

Rosina Bara, C. et al. (2023). Sistemas locales de producción y redes alimentarias alternativas en Amealco de Bonfil, Querétaro, México: resistencias y interconexiones para caminar hacia la soberanía alimentaria, *Debates en Sociología*, n. 57, p. 244-272.

Sánchez, A. (2014). Dilemas teóricos y metodológicos de la sociología rural en América Latina, *Revista ALASRU*, Nueva Época, México, n. 10, p. 359-380.

Santos, L.; Cury, M. (2017). Organizações sociais, disputas de poder e territorialização no Assentamento 26 de março – Marabá (PA). In: Cury, M. (Org.). *Territórios e territorialidades na Amazônia*. Curitiba: Editora CRV. p. 165-180.

Saquet, M. (2015 [2011]). *Por uma geografia das territorialidades e das temporalidades*: uma concepção multidimensional voltada para a cooperação e para o desenvolvimento territorial. Rio de Janeiro.

Saquet, M. (2017). *Consciência de classe e de lugar, práxis e desenvolvimento territorial*. Rio de Janeiro: Editora Consequência.

Saquet, M. **(**2018). A *descoberta* do território e outras premissas do desenvolvimento territorial, *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 20, n. 3, p. 479 - 505.

Saquet, M. (2019a). O conhecimento popular na práxis territorial: uma possibilidade para trabalhar com as pessoas, *AGEI - Geotema*, Supplemento, p. 5-16.

Saquet, M. (2019b). O território: a abordagem territorial e suas implicações nas dinâmicas de desenvolvimento, *Informe Gepec,* v. 23, p. 25-39.

Saquet, M**. (**2020). *Saber popular, praxis territorial e contrahegemonía*. Ciudad de México: Editorial ITACA.

Saquet, M. (2021). A (i)material Geography focused on popular and decolonial territorial praxis, *Revista NERA*, v. 24, n. 57, p. 54-77.

Saquet, M. (2023a). The Method of Coexistences in the University-Territory Interface. Perspectiva Geográfica, 28 (2), 1-20. https://doi.org/10.19053/01233769.15892

Saquet, M. (2023b). É possível produzir geografias críticas com imersão e cooperação territorial? *Revista de Geografia* (Recife), v. 40, n. 4, p. 4-30.

Saquet, M. (2024). *Singularidades. Un manifiesto a favor de la ciencia territorial popular hecha en la praxis decolonial y contrahegemónica*. Quito: Ediciones Abya-Yala; Universidad Politécnica Salesiana.

Sousa Santos, B. (2006). *A gramática do tempo*: para uma nova cultura política. São Paulo: Cortez.

Sousa Santos, B. (2007 [2000]). *A crítica da razão indolente*: contra o desperdício da experiência. São Paulo: Cortez.

Utrilla-López, R. G. (2015). Hacia una praxis con militancia contrahegemónica desde la psicología, *Teoría y crítica de la psicología*, n. 6, p. 349-361.

Vivero Arriagada, L. A. (2023). Antonio Gramsci: conceptos fundamentales para una práctica sociopolítica del Trabajo Social. In: Vivero Arriagada, L. (Org.). *Gramsci y la filosofía de la praxis*. Buenos Aires: CLACSO; Temuco: Universidad Católica de Temuco. p. 13-96.

CRISIS HIDROLÓGICA Y PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA MEGALÓPOLIS DEL CENTRO DE MÉXICO: UN ANÁLISIS DESDE EL PATRIACENO

Úrsula Oswald Spring

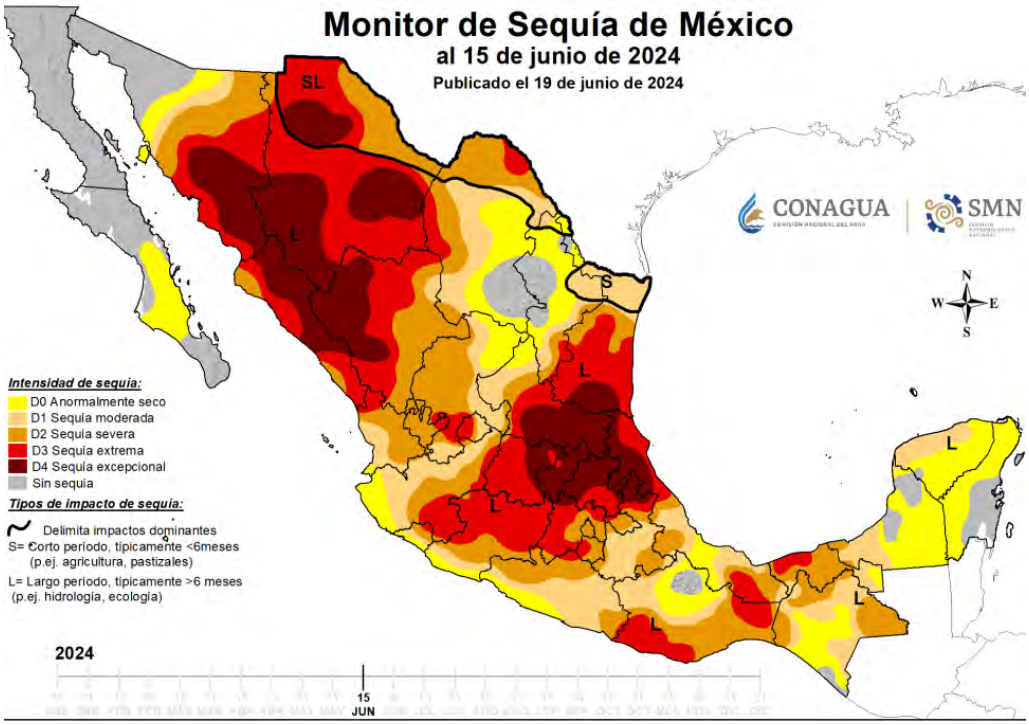
Introdución

Este estudio analiza las periódicas reducciones de agua en el abasto de agua potable en la Megalópolis del Centro de México (MCM), causadas por una política patriarcal violenta hidráulica (Proceso, 2024). Revisa las amenazas expresadas por el World Resource Institute (WRI, 2022) que estima que los 32 millones de habitantes de la MCM pudieran quedarse sin agua potable en 2028. Incluye las amenazas por el cambio climático, donde México es el cuarto país en riesgo y el segundo en vulnerabilidad ante las amenazas hidrometeorológicos (GRR, 2024). La presente sequía es resultado del cambio climático global con repercusión severa en el aumento de la temperatura en México (Estrada et al., 2023) de alrededor de 2° C, arriba de la temperatura estimada en lo global de 1.2° C. Se agravó por el fenómeno de El Niño de 2023-24 (SMN, 2024) y un ciclo forzante de tempestades solares (NOAA, 2023), cuyas interacciones complejas han alterado el inicio del monzón en el centro del país, produciendo una sequía extraordinaria más allá de la MCM (Conagua, 2024; Figura 1). La región es también influenciada por el incremento de la temperatura de los dos océanos, donde especialmente el calor en el

Pacífico[1] ha generado temperaturas elevadas en todo el centro del país y retrasado el inicio de la época de lluvia.

Figura 1

Monitor de Sequía de México, 15 de junio, 2024



Fuente: SMN y Conagua, 2024.

El inicio del ciclo de lluvia vino acompañado por la depresión tropical Alberto que abarcó gran parte del territorio nacional. Causó muertes por lluvias abundantes y fue capaz de rellenar la presa El Cuchillo, donde se requería un desfogue controlado. Nuevo León mostró el mayor número de muertes por este evento, resultado de una resiliencia débil y una falta precautoria de las autoridades locales y estatales. En la zona del sistema Lerma-Cutzmala (L-C), las lluvias evitaron el colapso en el abasto gracia a un incremento de 99 millones de metros cúbicos (Mm^3), llegando a 310.24 Mm^3, aunque las presas Tuxpan y el Bosque en Michoacán, así como Colorines, Ixtapan del Oro, Valle

[1] Las condiciones adversas del cambio climático han generado en octubre 2023 fenómenos climáticos severos, donde destaca el huracán número 5 Otis, que ha destrozado 98% del centro turístico Acapulco, al transformarse en seis horas de una depresión tropical en un huracán número 5, lo que limitó la alerta temprana y la evacuación preventiva de la población de las zonas de riesgo.

de Bravo, Villa Victoria y Chilesdo en el Edomex siguen obligando a las autoridades de Conagua y Sacmex (2023) a reducir el caudal para permitir recuperar a las presas y sus ecosistemas asociados. Según ambas autoridades, la capacidad de llenado aumentó de 29.9% a 40.1%, cuando en la misma época de años anteriores existía una reserva de 61.1%. Este sistema abastece 25% de agua potable a la MCM y el resto proviene de la extracción de 976 pozos profundos.

Objetivo del análisis

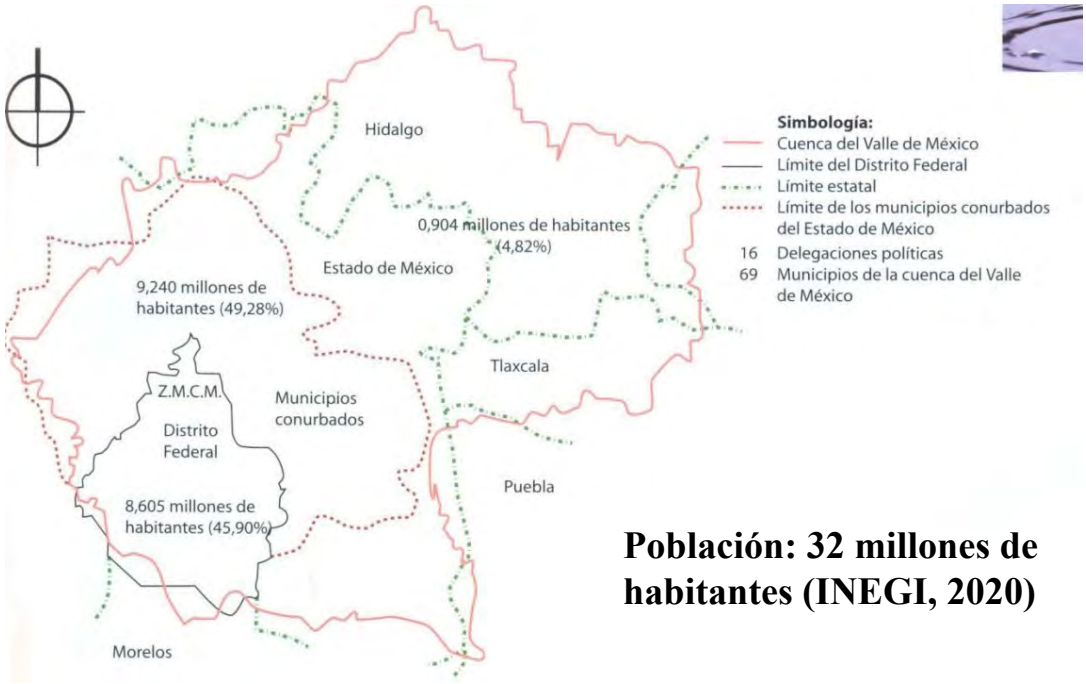
Este estudio revisa el deterioro histórico de un sistema destructivo de abasto de agua y desalojo de aguas negras en la Megalópolis del Centro de México (MCM). Parte del concepto del Patriaceno (Oswald-Spring, 2023), donde conocimientos interdisciplinarios, interinstitucionales, interculturales e intersectoriales han generado una política hidráulica sin sustentabilidad. Un sistema hidráulico, basado en ingeniería costosa de abasto de agua y desfogue del drenaje, ha provocado la crisis sistémica, donde las sequías y políticas de tandeo han generado un casi colapso en la MCM en el abasto hídrico, inundaciones con aguas negras, abatimiento del manto freático y subsidencia que ha deteriorado la infraestructura urbana y las viviendas (Kimmelman, 2017). El trabajo explora ante este Patriaceno violento con la naturaleza y los habitantes, donde se ha afectado particularmente a las mujeres encargadas prioritariamente del trabajo doméstico no remunerado (INEGI, 2024), alternativas sustentables. Incluye una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), el cuidado del Bosque de Agua (BA) con la recuperación de las áreas naturales protegidas (ANP) y las zonas de cultivos para formar una biósfera entre los tres estados cruciales (Edomex, CDMX y Morelos), donde los pueblos indígenas tendrían ingreso con el manejo sustentable de la flora y fauna silvestres. Una cultura del agua con perspectiva de género incluye ahorros en el uso, reciclamiento de aguas grises en jardines y camellones y reúso de las aguas saneadas con ecotecnias existentes de bajo costo. El saneamiento de aguas residuales *in situ* reduciría la subsidencia entre 10-40 centímetros por año, que afecta a la infraestructura pública (metro, aeropuerto, tubos de abasto y de drenaje, etc.), los edificios y las viviendas en la megalópolis.

Ubicación geográfica de la zona de estudio

La región de estudio (Figura 2) abarca las 16 delegaciones de la Ciudad de México (CDMX), 35 municipios del Estado de México (Edomex), un municipio en Hidalgo, que según el Censo de Población en 2000 contaba con 18.749 millones de habitantes (INEGI, 2000). Aumentó en 20 años por la conurbanización en la MCM con una alta inmigración de población rural y una expansión de la zona de la CDMX a 32 millones de habitantes (INEGI, 2020), al incluir diversos municipios de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y el noroccidente de Morelos. Mayores precios en las tierras, viviendas, rentas y la eliminación de las rentas congeladas en la CDMX forzaron a múltiples grupos marginales a emigrar hacia las zonas conurbadas, obligándoles a largos viajes hacia su centro de trabajo y un crecientemente congestionamiento en el transporte público y privado con elevados índices de contaminación del aire que se agravan por las emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por los bombeos potentes del sistema Lerma Cutzamala (L-C) (Conagua, 2005) y los pozos profundos en la MCM.

Figura 2

Ubicación de la MCM



Fuente: Santos, Medina y Rodríguez, 2021: 9.

Conceptualizaciones

El agua potable significa ausencia de gérmenes, sales, metales y otros componentes químicos dañinos a la salud humana, que además sea transparente y sin color. La sobreexplotación de los acuíferos en profundidades altas ha disuelto minerales tóxicos, que han afectado la salud de humanos, plantas y animales domésticos y silvestres.

El término del Patriaceno es nuevo y criticó el Antropoceno neutro de Crutzen (2002), donde los geólogos que evaluaron esta fase nueva de la Tierra se centraron en los residuos radiactivos que encontraron en el suelo, pero nunca analizaron quien era este *anthropos* responsable de contaminar con bombas atómicas y ensayos nucleares el planeta, causando un deterioro severo del ambiente. Moore (2017) insistió que el capitalismo con el invento de la máquina de vapor, la industrialización subsecuente y sobre todo la globalización bajo el control de empresas multinacionales norteamericanas han destruido al planeta al requerir mayores cantidades de recursos naturales. Haraway (2020), una biólogo queer, analizó los cambios históricos de decenas de miles de años entre humanoides, el homo sapiens y su relación con los animales y desarrolló el término Chthulucene, que reflejaba esta relación cambiante a los largo de la evolución humana y animal. La autora me inspiró en una perspectiva de más largo tiempo y busqué en estudios antropológicos cambios drásticos globales en la organización humana que tenían repercusiones también en el ambiente. Hace unos 4,000 años se produjo de manera violenta y en diferentes partes del mundo (China, India) la destrucción del clan maternal. Hombres violentos forzaron a las mujeres a abandonar sus cuidados maternos, donde protegían colectivamente a la niñez ante antropófagos masculinos y se alimentaban sólo con granos y vegetales (Reed, 1975). La compra de novias y mujeres por hombres poderosos, gracias a la propiedad privada del ganado, forzó a las mujeres a integrarse a la familia patriarcal extensa (Morgan, 1877) bajo el dominio de un hombre. Evolucionó el *pater familia* que controlaba a las y los integrantes, gracias a controles religiosos, su poder militar, la propiedad privada del ganado y posteriormente, de tierras y otros bienes (Engels, 1884). Betty Reardon (1985) vinculó esta violencia, basada en intimidación, asesinatos, guerras y militarismo al patriarcado, donde las mujeres perdieron su autonomía e independencia (Lagarde, 1990). Oswald (2023) definió esta fase de pérdida del control femenino con el término Patriaceno para establecer la

interrelación entre violencia, guerras, conquistas, militarismo, la emergencia de reinos, emporios, clases sociales y la creciente destrucción ambiental. Este análisis discrepa de los antropólogos masculinos occidentales, donde Jared Diamond (1999) estudia el colapso de las sociedades pasadas y encuentra la incapacidad de prevenir repercusiones futuras para impedir o limitar el fracaso, pérdidas en el comercio, vecinos hostiles, daños ambientales por sobreexplotación de recursos naturales y falta dentro de las propias sociedades para prevenir potenciales desenlaces negativos. No obstante, este autor olvida la violencia patriarcal propia dentro de las sociedades, la discriminación de las mujeres, esclava/os y otros grupos vulnerables, y tampoco critica las inversiones en militarismo, en lugar de proteger la salud de la población. Este modelo patriarcal sigue hasta nuestros días, donde la extradición masiva de los recursos naturales y la quema masiva de hidrocarburos contaminó la atmósfera, el suelo, los mares y el agua, lo que produjo el cambio climático, la sexta extinción de flora y fauna (Kolbert, 2022), nuevas epidemias y múltiples guerras presente con un gasto extradordinario en armamentismo (SIPRI, 2023). Este Patriaceno dejó una sociedad patriarcal altamente estratificada, donde una elite en el mundo consolidó el dominio planetario, a costa de la pobreza de la mayoría de la población (Oxfam, 2022), la destrucción de la naturaleza, el calentamiento global, la discriminación de mujeres (Jelin 2021) y potenciales puntos de ruptura en el sistema natural y humano.

Desarrollo

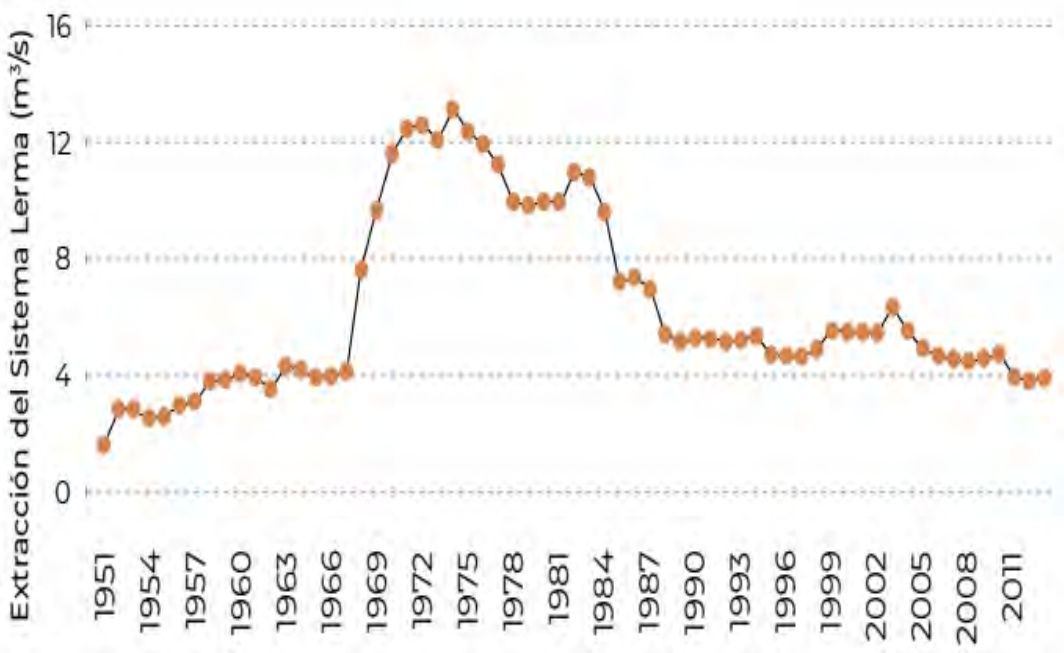
El Patriaceno produjo el deterioro y la escasez del agua en la MCM

Una mayor demanda de agua potable por una población en aumento y una política ingenieril de aumentar el gasto de agua mediante bombeos, el desfogue de las aguas negras hacia un estado vecino, generaron creciente escasez del vital líquido y su contaminación. Al expandirse la CDMX sobre los estados vecinos, la mancha urbana deterioró también al bosque de agua, redujo la infiltración del agua hacia el subsuelo y generó inundaciones frecuentes durante la época de lluvia, mientras que durante la sequía se escaseaba el agua disponible. Desde la conquista española, hombres especialistas perforaron el tajo de Nochistongo para ganar terrenos cubiertos de agua destinados a

la venta inmobiliaria, sin tomar en cuenta que se trataba de una cuenca endorreica. Ingenieros hidráulicos desarrollaron alternativas poco sustentables de abastecer a la CDMX con más agua. Primero, trajeron por el sistema Lerma en 1951 agua de la región del Edomex para complementar la extracción del agua desde el subsuelo. Agotamiento de los acuíferos, hundimientos, inundaciones, sequías y cambios en el uso del suelo provocaron conflictos entre autoridades estatales del Edomex y la CDMX, donde intervinieron varias protestas de ciudadana/os afectados (Torres, 2014). Figura 3 ilustra que desde 1975 se inició la reducción en el abasto por el sistema Lerma, que atendía la población del Edomex y a la CDMX. En ambas entidades creció la demanda de agua por el uso industrial y doméstico, que paulatinamente desplazó a la producción agropecuaria en toda la región. En los años veinte de este siglo se perforaron varios pozos a mayor profundidad en el Lerma para compensar la creciente demanda en toda la MCM.

Figura 3

Abasto en el sistema Lerma



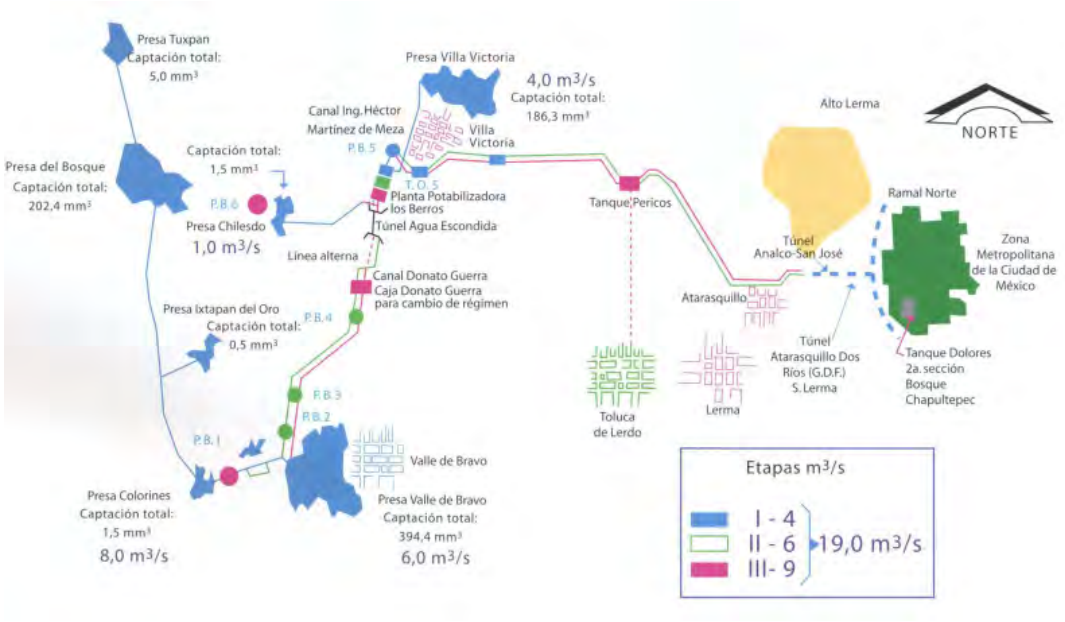
Fuente: Torres, 2014: 111.

Megaobra patriarcales de abasto de agua a la MCM

Ante una mayor demanda en toda la MCM, se construyó en tres etapas desde principio de 1950 un sistema ingenieril complejo, llamado Cutzamala (Figura 4). Aporta 19 m^3/s y se compone de 72.5 km de canales, 44 km de túneles y seis sifones hasta la presa Colorines (Semarnat, 2010). En 2023 se redujo el abasto en $1m^3/s$, a pesar de haber extendido la red del Edomex hasta Michoacán y perforado en el Lerma pozos de mayor profundidad. Esta red abastece a las 16 alcaldías de la CDMX, 50 municipios del estado de México y uno en Hidalgo con alrededor de 32 millones habitantes.

Figura 4

Sistema Cutzamala



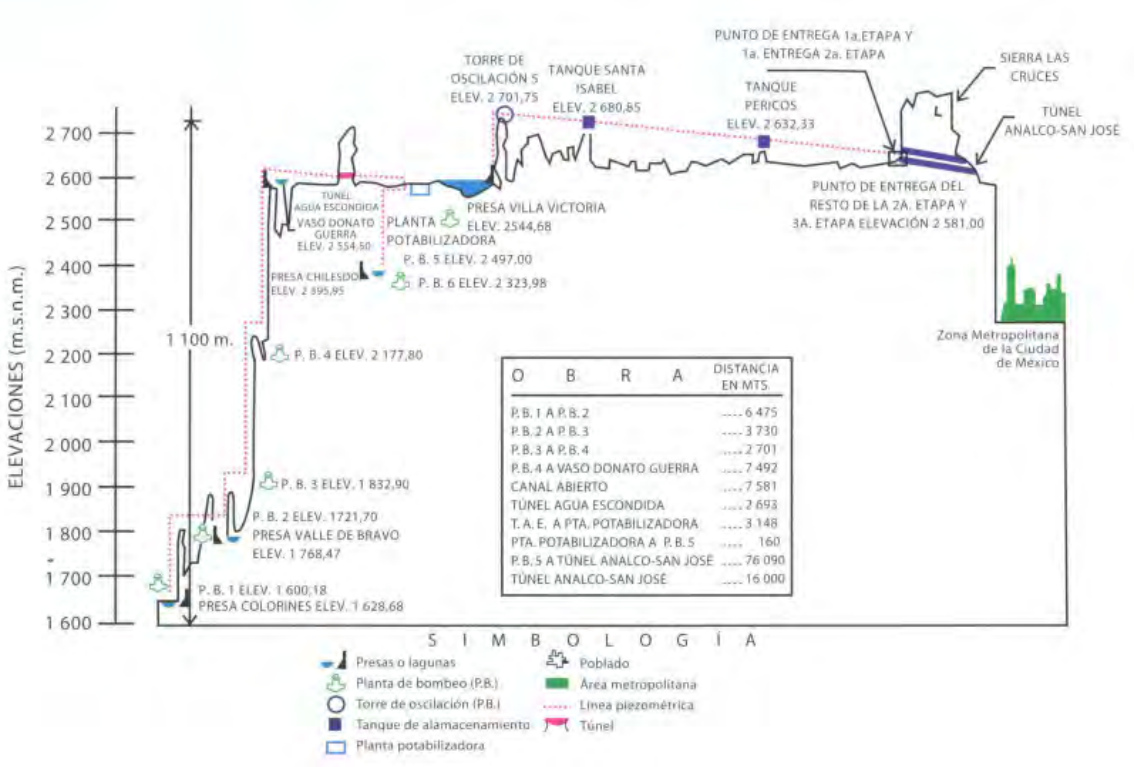
Fuente: Santos, Medina y Rodríguez, 2021: 16.

La red del Cutzamala tiene una antigüedad de 36 años. Sin duda es una obra ingenieril destacada a nivel mundial (Santos, Medina y Rodríguez, 2021) al bombear las aguas de la presa Colorines con una altura de 1,628.18 msnm a la presa de Valle de Bravo (Figura 5). Una planta de bombeo eleva el agua a 2,177.8 m hacia la presa Chilesdo (2,323.98 m) y posteriormente, al Vaso Donato Guerra (2,554.5m). Mediante un túnel se desfoga a la presa Villa Victoria (2,544.68 m), de donde se sube a la Torre de Oscilación de

2,701.75m, donde mediante varios tanques de almacenamiento terminó la primera etapa. La segunda etapa inició con una elevación a 2,581 m y en la tercera etapa se perforó la Sierra Las Cruces con el túnel Analco San José para distribuir el vital líquido por gravedad a la zona metropolitana de México, donde beneficia a la población y las actividades productivas de la CDMX, Edomex e Hidalgo. Esta megaobra genera cuantiosos gases de efecto invernadero (GEI), dañinos a la salud humana por los bombeos múltiples, que eleva el agua en 1,100 m hacia la altura de las montañas que rodean a la MCM (Oswald, 2003).

Figura 5

Tres etapas del Sistema Cutzamala



Fuente: Santos, Medina y Rodríguez, 2021: 32.

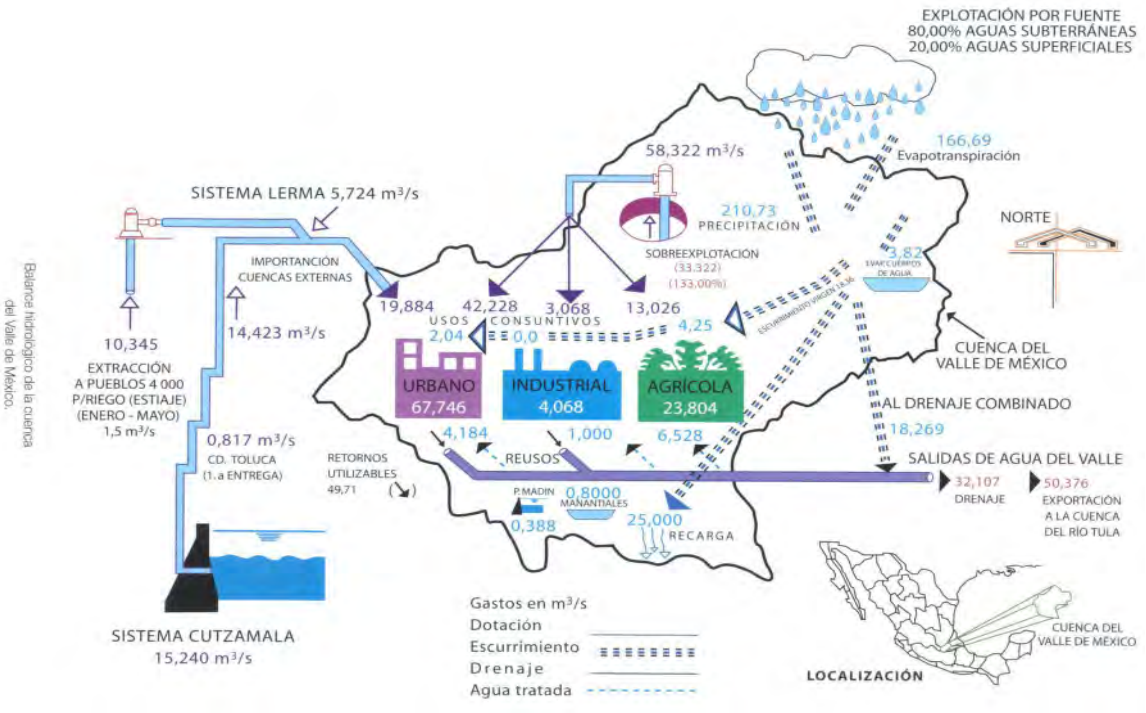
Dese 1982 empezó a operar el sistema Cutzamala y se integró con el sistema del Lerma, por lo que se llama Lerma-Cutzamala (L-C). Conagua (2005) explica la complejidad del sistema de abasto hacia la MCM. Además del sistema antes mencionado, la región recibe agua de diversas fuentes locales, un sistema de pozos en la CDMX, de donde se

extrae el agua subterránea, ya que el abasto de fuentes externas equivale alrededor de 23% del agua disponible, monto de agua que se pierde aproximadamente por tuberías rotas de un sistema inoperante, que está además afectado por terremotos, microsismos y la propia subsidencia, resultado de la sobreexplotación del agua subterránea, donde en muchas parte se ha además colapsado el drenaje profundo. Existen pocos sistemas de captura de agua pluvial, generalmente en manos de las mujeres, quienes también promueven el reúso de aguas tratadas. En momentos de emergencia se importa agua de otras regiones, mediante acuerdos específicos como desde las alcaldías de Milpa Alta, Xochimilco y parte de Tláhuac, que no están integrados al sistema de agua de Sacmex (2024) al satisfacer sus necesidades hídricas mediante fuentes propias de abasto.

Figura 6 sistematiza el manejo costoso de traer agua de estados vecinos y desde acuíferos profundos que han generado subsidencia y destrucción de la infraestructura en la MCM. En el subsistema económico, traer desde estados vecinos 14.423 m^3/s (Toluca obtiene 0.817 m^3/s) y extraer 58.322 m^3/s para abastecer a 32 millones de habitantes de la MCM y al mismo tiempo expulsar entre 35 m^3/s a 42 m^3/s de aguas residuales fuera de la cuenca, es incosteable en lo económico y lo ambiental. Los seis bombeos sólo del L-C significan un gasto de 2.8 mil millones (MM) de kilovatios por hora (Ruíz, 2018). Conagua pagó en 2017 2.4 MMP por gastos eléctricos a la CFE que aumentó en 2021 a 3.03 MM de pesos/año, equivalente a 23% del gasto corriente de la Conagua (Forbes, 2021). A pesar de estos apoyos financieros a la MCM, que cubren únicamente 61% del gasto del sistema L-C, el faltante recurso es cubierto por otros subsidios federales (Armenta, 2023). Al incluir el costo financiero del drenaje, del bombeo de los 976 pozos profundos y la distribución de los microcircuitos hacia las colonias y municipios, así como las reparaciones periódicas por una infraestructura envejecida y amenazada de colapso por la subsidencia, queda claro que el subsistema se ubica en una severa crisis.

Figura 6

Balance hidráulico del abasto de agua y drenaje en la MCM



Fuente: Santos, Medina y Rodríguez 2021: 12.

Los altos costos no reducen el riesgo inminente de que la MCM se quedaría sin agua (WRI, 2022). Tampoco reduce las fugas que se agravan por la subsidencia y la potabilización del agua contaminada, resultante de una extracción de altas profundidades. No justifica los subsidios que los gobiernos de los tres niveles invierten en la MCM, a costa del combate de la pobreza y la recuperación socioambiental de la región y en el resto del país. Los hundimientos provocaron grietas en las viviendas, socavones que amenazan a ciudadana/os y al transporte y enfermedades por agua contaminada proveniente de tubos fracturados y en contacto con el drenaje, son financiado en gran parte por los propios ciudadanos. En 2024, la MCM consumió 62 m³/s y 56% se extrajo de 976 pozos profundos de hasta 400 metros, lo que sobreexplota los acuíferos existentes. Sacmex (2024) extrae 763 m³/año de agua o 24,000 l/s sólo en la Ciudad de México y se estima una sobreexplotación de 139% del nivel freático, lo que ha provocado crecientes hundimientos entre 10 a 40 centímetros por año en el suelo urbano, ya que las tierras eran anteriormente lagos y humedales (Escolero et al., 2016). Aunque en 2023 se

detectaron 1500 fugas en la red de distribución con tuberías fracturadas por terremotos y subsidencia, mayores profundidades de perforación van a deteriorar aún más la calidad del agua potable por las sales disueltas que afectarían a la salud humana.

Expulsión de las aguas servidas de la cuenca de la MCM

A la llegada de los conquistadores, la cuenca endorreica de la MCM tuvo 1,100 km^2 de lagos. Era una cuenca endorreica, no tenía salidas naturales y se inundaba frecuentemente (Iracheta, 2000). Intereses inmobiliarios, inundaciones y una población creciente en la MCM obligaron a las autoridades coloniales y después a las locales, estatales y federales a desalojar las aguas servidas y de lluvias fuera de la cuenca. Fiel a la política española de un manejo inadecuado de las aguas servidas y pluviales, se construyó en 1781 el tajo de Nochistongo sobre el lago de Texcoco y con el Túnel Emisor del Oriente de 62 km, con un diámetro de 7 m, se desfogaron estas aguas hacia el Valle del Mezquital, aprovechando el río Tepeji. En 1900, se inauguró en el oriente el Gran Canal a cielo abierto, en 1962 se construyó bajo tierra el túnel Emisor Poniente para evitar los olores malos en la CDMX. En 1975, al Emisor Centro formó parte del drenaje profundo (Figura 6). Expulsa mediante túneles de sur a norte las aguas municipales, industriales y pluviales mezcladas de una cuenca endorreica, privando a la región de agua pluvial crucial y de aguas saneadas. Esta política destructiva ha acelerado además el hundimiento en la MCM. Requirió obras grandes, túneles y un canal a cielo abierto, que desemboca en el río del Salto, cerca de la presa Requena en Hidalgo (Hernández et al., 2021).

Aproximadamente, 67% de las aguas residuales mezcladas llegan al Distrito de Riego del Valle del Mezquital, donde se irrigaba unas 80,000 ha con aguas contaminadas (Cortés y Calderón, 2011). Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Atotonilco sanea ahora las aguas residuales. Se trata de la más grande en América Latina y fue concesionado a un empresario por 25 años, donde 3 años fueron destinados a la elaboración del proyecto ejecutivo. Por la mezcla de aguas domésticas y pluviales con industriales, la PTAR cuenta con dos trenes de saneamiento, uno biológico que sanea aguas residuales domésticos y pluviales y otro de procesos químicos para las aguas residuales industriales. Cumple con la NOM-*004-SEMARNAT 2002 para riego agrícol*a y las aguas saneadas se canalizan al riego en el Mezquital, Hidalgo, una zona árida.

Similar al sistema de abasto, donde se importa agua desde el estado vecino y aún más lejanos, las autoridades nacionales y locales de la MCM crearon un sistema de drenaje para expulsar aguas domésticas e industriales, donde las pluviales se mezclan durante la época de lluvia con las contaminadas (Figura 7). Expulsar aguas residuales de una cuenca endorreica y no sanearlas localmente limita la recarga de los acuíferos y agrava la subsidencia dentro de la MCM. La PTAR está diseñada para recibir durante la época de lluvia un caudal de 42 m^3/s y de 35 m^3/s en la temporada de estiaje, equivalente entre 3,024’000 y 3,628’800 m^3/día. Esta agua saneada dentro de la cuenca evitaría en gran parte el costoso bombeo desde Michoacán y el Edomex, así como la sobreexplotación y la subsidencia. Existen tecnologías como biodigestores y otras PTAR de bajo costo, capaces de recargar al manto freático sobreexplotado. Como estipula la Ley Nacional de Agua, las aguas industriales deberían sanearse por las empresas contaminadoras. Al conservar el agua pluvial y sanearla, se reducirían los gastos de largos tramos de drenajes, muchos de ellos colapsados por la infraestructura envejecida y los temblores frecuentes. Esta política mejoraría la subsidencia creciente y la calidad del aire en la MCM por menores emisiones de GEI. Se reducirán los gastos desde altas profundidades, acuíferos sobreexplotados y se promoverá una gobernanza sustentable hídrica en la propia cuenca de la MCM (Moctezuma, 2023).

Figura 7

Sistema de drenaje en la MCM



Fuente: Hernández, Otazo, Román y Romo, 2021: 28.

Conclusión

La inviabilidad de seguir con el sistema presente, insustentable a largo plazo por el cambio climático, la subsidencia y los costos crecientes de los bombeos desde los estados de Michoacán, México y desde profundidades elevadas de 400 m, exigen alternativas económicas, políticas, socio-culturales y ambientales integrales, que se refuerzan mutuamente para proponer una gestión integral hídrica a largo plazo.

Retomando el concepto del Patriaceno y la metodología que establece nexos entre factores ambientales, socioeconómicos, culturales y políticos, no queda duda que la política hidráulica presente es resultado de un desarrollo a lo largo de cientos de años en el centro del país, aunque se ha agravado desde 1950 por las megaobras del sistema Lerma-Cutzamala y los pozos profundos. Expresa la violencia y destrucción del entorno natural en Michoacán y Edomex con la extracción de agua de las presas. El desfogue de aguas negras afectó especialmente al Mezquital árido en el estado de

Hidalgo, donde se regaban cultivos con aguas contaminantes (Cortés y Canderón, 2011) y las zonas conurbadas de la CDMX, que se han inundado periódicamente con agua negras, resultado de tuberías rotas y azolvadas con lodos, incapaces de desfogar estas aguas sucias durante la época de lluvia. A pesar de los costos energéticas y financieros excesivos por el bombeo masivo que emitían además GEI, los habitantes de la MCM han sufrido múltiples recortes en el abasto y están amenazados a quedarse sin agua en pocos años (WRI, 2022). Las alternativas implican romper con la política destructiva del Patriaceno, cargada de corrupción y un manejo ingenieril destructor del ambiente para regresar hacia una conducción sostenible y participativa hídrica en tiempos del cambio climático y con mayores sequías (Figura 1).

Primero, hay que reforzar la recarga natural desde el bosque de agua, que rodea las montañas de la MCM, donde la tala clandestina en manos de crimen organizado ha amenazado a múltiples pueblos indígenas que han cuidado este recurso durante miles de años ante la destrucción. Requiere de políticas gubernamentales de combate al crimen organizado, ordenamiento territorial, donde se deberían integrar la CDMX, los estados de México y Morelos para crear una sola biósfera en manos de una autoridad competente que permitiría a los que tienen el usufructo histórico de estas tierras, aprovechar de manera sostenible los recursos silvestres de flora y fauna existentes y cuidar la reserva de agua. El bosque de agua genera por lo menos ocho veces más agua que el existente en todos los ríos, presas y humedales (Yu et al., 2022). Además, recarga los mantos freáticos, lo que reducirá la sobreexplotación del agua subterránea y la subsidencia.

Segundo, es crucial evitar el desfogue de aguas servidas de una cuenca endorreica y sanear *in situ* las aguas negras domésticas con tecnología de bajo costo o humedales, donde las mujeres se han destacado en regar jardines y camellones con agua grises para conservar la vegetación y mitigar el aumento de la temperatura (Conagua, 2023b). Tercero, las autoridades locales con apoyo de Profepa y Conagua deberían aplicar la norma y obligar a las industrias a sanear sus aguas y no mezclarlas con las domésticas. Implica además revisar las concesiones otorgadas en el pasado a grupos que habían especulado con el agua y cobrar a las empresas la extracción medida al costo real, especialmente a las industrias embotelladoras. Cuarto, normas nuevas de construcción a conjuntos habitacionales en la MCM deberían exigir a desarrolladores instalar en sus conjuntos ahorradores de agua, captura de agua pluvial, techos verdes y saneamiento de

aguas negras en el mismo lugar, donde biodigestores son capaces de depurar las aguas negras con vegetación propia, capaz de pulir el saneamiento para reusarlo o infiltrarlo al subsuelo. Quinto, es necesario involucrar a todos los sectores de la sociedad en esta política hídrica sostenible, donde las mujeres han sido pioneras en cuidar no sólo el recurso, sino también a sus familias (CEPAL, 2021). Han promovido una cultura de RRRR: reducir, reusar, reciclar y reeducarse y un apoyo en las escuelas ayudaría a crear consciencia desde la primera infancia ante la escasez del agua y su ahorro.

Estas cinco políticas deberían desarrollarse simultáneamente para limitar la extracción de agua desde presas lejanas, los costos excesivos y la contaminación por el sistema L-C y los pozos profundos (SACMEX, 2018). Las condiciones climáticas en el centro del país son adversas por las sequías presentes (Conagua, 2023a) y las futuras simuladas más prolongadas (González y Oswald, 2024), con retrasos en el monzón y eventos hidrometeorológicos más extremos (ONU, 2024).

El éxito de una alternativa hídrica depende de los nexos socioambientales, culturales, económicos, pero, sobre todo, políticos, donde se carece todavía de una gobernanza participativa. La arena general sigue predominada por actores con títulos de ingenieros que confían en tubos, bombas, túneles y PTAR fuera de la cuenca, pero son incapaces de resolver el modelo hidráulico existente en quiebra. Nunca incluyeron la sustentabilidad, ni el conocimiento de las alteraciones drásticas en su disponibilidad por el cambio climático, donde México es en el mundo el 4º país en cuanto a riesgos y el segundo por la vulnerabilidad socioambiental (Oswald, 2013), sólo atrás de Japón (GRR, 2024). La MCM es sin duda una de las regiones altamente amenazadas por la densidad poblacional, el crecimiento urbano caótico, sequías más severas y la destrucción de los lagos que eran capaces de mitigar las avenidas torrenciales que provenían de los volcanes que la rodean.

Ante esta complejidad, la agenda de los gobiernos entrantes, federal y estatales, requiere del involucramiento de la/os funcionaria/os públicos con la población, no sólo para adaptarse ante los impactos climáticos futuros más complejos, sino que prevenir desde hoy los desastres con mitigación, adaptación (Moreno et al., 2020) y resiliencia (IPCC 2024). Implica integrar a actores gubernamentales, empresarios y ciudadana/os que entiendan la gravedad de la situación del conjunto del sistema hídrico-hidráulico presente, las condiciones climáticas y donde grupos sociales, étnicos y de mujeres

colaboren en las actividades asignadas. Los pueblos indígenas representan 5% de la población mundial, pero protegen 80% de la biodiversidad del planeta (Raygorodetsky, 2018) y han conservado alrededor de la MCM gran parte del bosque de agua, por lo que son aliados excepcionales de esta política hídrica alternativa.

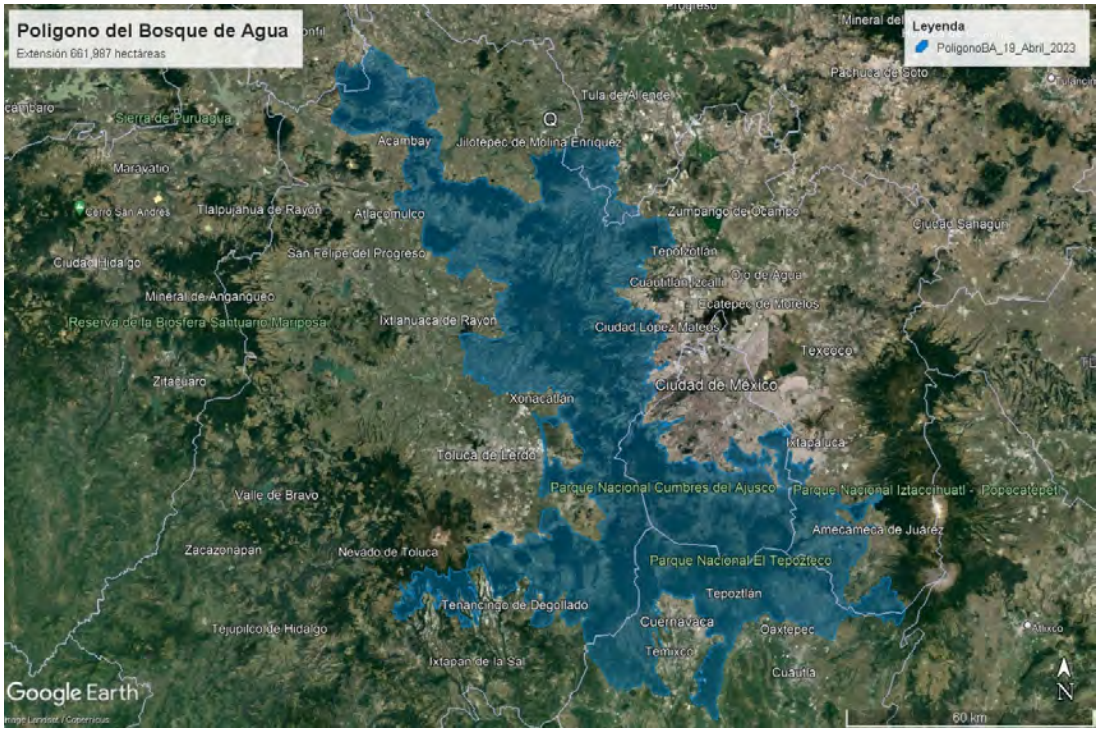
Al manejar integralmente el agua, su saneamiento, la GIRH, la vegetación y la colaboración participativa, es posible conservar el recurso hídrico a largo plazo. Ayudaría a prevenir inundaciones por trombas y avenidas torrenciales más frecuentes, relacionadas a riesgos climáticos. Además, las zonas urbanas requieren mitigar las islas de calor por el aumento de la temperatura en la MCM, donde el agua limpia disponible ayudaría a evitar golpes de calor, enfermedades gastrointestinales y respiratorias por los GEI, donde el cuidado femenino es central (CEPAL, 2021). Ante estos cambios drásticos es urgente actuar de manera concertada en una política hídrica alternativa y sin perder tiempo.

Recomendaciones

El Bosque de Agua (BA) en las alturas alrededor de la MCM evita inundaciones, deslaves, deslizamiento de tierras, sequías e infiltra agua limpia hacia los acuíferos en la cuenca. Se convierte en un regulador del clima regional y de los ecosistemas terrestres. Por lo mismo, la deforestación reduce la evaporación, la humedad atmosférica y altera el ciclo hídrico, al producir aire más seco con menor precipitación, donde procesos de desertificación se asocian con mayores temperaturas en la MCM. Al integrar el cuidado ambiental con la recuperación del bosque de agua, existe un corredor forestal en el centro del país de 661,987 de hectáreas, que continúa del lado del Pacífico de la Sierra Madre Occidental hasta Sonora (Figura 8), capaz de aportar el agua atmosférica (Zhen et al., 2024), recargar el manto freático y limitar inundaciones en la planicie urbana.

Figura 8

Polígono del Bosque de Agua



Fuente: Google Earth y varios autores.

Superar la crisis de falta de agua fue una de los cinco riesgos globales mencionados por el Reporte de Riesgos Globales (GRR, 2024). Contradice radicalmente la política hidráulica de la MCM, propia del Patriaceno, que expulsó durante siglos el vital líquido de la cuenca endorreica, sobreexplotó a sus acuíferos y destruyó los ecosistemas en los estados vecinos. Al cambiar la política hacia una gestión hídrica integral con captura de agua pluvial, saneamiento *in situ* de aguas residuales y los RRRR, se permitirían reducir los costos económicos impagable (Forbes, 2021) y la contaminación por el bombeo masivo del L-C, de los acuíferos y el desfogue de las aguas residuales que en temporada de lluvia extrema inundan las colonias conurbadas y enferman a sus habitantes.

Garantizaría una seguridad hídrica ante crecientes riesgos de sequía y lluvias torrenciales por eventos extremos del cambio climático (NOAA, 2023). Se requiere de una cultura social, donde la participación activa de mujeres, hombres, autoridades, empresarios y pueblos indígenas es crucial. Facilitaría una gobernanza participativa (Moctezuma, 2023) en la gestión del agua, capaz de transformar la actual arena de

destrucción ambiental hacia una de sustentabilidad. Incluiría una agenda transversal socioambiental de conservación y acciones de políticas participativas con la recuperación socioambiental del bosque de agua, que previenen conflictos y escasez severa (Oswald, 2020). Implica erradicar la corrupción en la visión violenta de tubos, bombeos, expulsiones y extracción, propia del modelo dominante neoliberal en el Patriaceno. Una arena de sustentabilidad incluiría acciones sistémicas, donde autoridades, sociedad y empresas recuperen los recursos naturales regalados por el bosque de agua y las ANP, saneamientos de aguas residuales dentro de la MCM y su infiltración al subsuelo, lo que garantizaría a largo plazo un abasto de agua limpia a una población en crecimiento.

Referencias

CEPAL. (2021). Economía del Cuidado. Santiago: CEPAL.

Conagua. (2024). Monitor de sequía de México 15 de junio 2024. https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Sequ%C3%ADa/Monitor%20de%20sequ%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico/Seguimiento%20de%20Sequ%C3%ADa/MSM20240131.pdf.

Conagua. (2023ª). Reporte del Clima en México, mayo 2023. CDMX: Conagua. https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/RC-Mayo23.pdf.

Conagua. (2023b). Perspectiva Trimestral de Temperatura. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/849872/Perspectiva_Trimestral_TEMP_Agosto_23.pdf.

Conagua. (2005). Sistema Cutzamala. Agua para millones de mexicanos. CDMX: Conagua, https://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sistema-cutzamala.pdf.

Cortés Martínez, J.E y Calderón Mólgora, C. J. (2011). Uso potable del agua de acuíferos en contacto con zonas de riego que usan agua residual. En Oswald-Spring, Ú.(ed.). Retos de la investigación del agua en México. Cuernavaca: CRIM-UNAM-Conacyt: 293-302.

Crutzen. P. (2002). Geology of Mankind, Nature 415(6867): 23.

Diamond, J. (1999). Guns, Germs, and Steel. New York. W.W. Northon.

Engels, F. (1884). El Origen de la Familia, la Propiedad Privada y el Estado. Paterna. No Books: Editorial.

Escolero, O., Kralisch, S., Martínez, S. y Perevochtchikova, M. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. Bol. Soc. Geol. Mex. 68(3): 409-427.

Forbes. (2021). Conagua ya no quiere pagar 3,000 mdp de luz del Cutzamala a CFE. El consumo de electricidad de las seis plantas de bombeo del Cutzamala equivalen al 23% del gasto corriente anual de Conagua. Forbes, 26 de mayo, 2021. https://www.forbes.com.mx/conagua-ya-no-quiere-pagar-3-mil-mdp-de-luz-del-cutzamala-a-cfe/#google_vignette 1-11 pp.

González-Zurita, J. y Oswald-Spring, Ú. (2024). Modeling water availability under climate change scenarios. A systemic approach in the metropolitan area in Morelos, México. Front. Water Sec. Water and Climate. Volume 6, doi: 10.3389/frwa.2024.1466380

GRR. 2024. Global Risk Report (2024). Ginebra: World Economic Forum.Haraway, D.J. 2020. Seguir con el problema: Generar parentesco en el Chthuluceno (El origen del mundo nº 1). Bilbao: Consonni.

Hernández-Espinosa, A. K., Otazo-Sánchez, E. M., Román-Gutiérrez, A.D. y Romo-Gómez, C. (2021). El Sistema de drenaje de la Ciudad de México. Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI. 9(17): 24-30. https://doi.org/10.29057/icbi.v9i17.7146.

INEGI. (2024). ENOE. Aguascalientes: INEGI.

INEGI. (2000). Censo General de Población 2000. Aguascalientes: INEGI.

INEGI. (2020). Censo General de Población 2020. Aguascalientes: INEGI.

IPCC. (2024). Summary Report 16-19 January 2024. Earth Negotiations Bulletin. 12(843).

Iracheta-Cenecorta, A. (2000). El agua y el suelo en la Zona Metropolitana del Valle de México. São Paulo em Perspectiva 14(4). doi: https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000400007

Jelin, E. (2021). Género, etnicidad/raza y ciudadanía en las sociedades de clases. Realidades históricas, aproximaciones analíticas, Nueva Sociedad. 293: 39-62.

Kimmelman, Michael. (2017). Se seca y se hunde la CDMX. https://diputadosciudadanos.mx/replica-de-medios/se-seca-y-se-hunde-la-cdmx

Lagarde, M. (1990). Los Cautiverios de las Mujeres. Madresposas, Monjas, Putas, Presas y Locas. CDMX: CEIICH-UNAM.

Moore, J.W. (2017). The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis. The Journal of Peasant Studies. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036

Moreno, JM. et al. (eds.). (2020). Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT. Madrid: Mc Graw-Hill.

Morgan, L. (1877). Ancient Society. Nueva York: Kerr.

Moctezuma Barragan, P. (2023). El agua en nuestras manos. CDMX: FCE y CONAHCYT.

NOAA. (2023). Datos del Campo de Huracanes 2023. https://www.aoml.noaa.gov/es/2023-hurricane-field-program-data/.

ONU (2024). Se espera que El Niño dure al menos hasta abril de 2024. https://news.un.org/es/story/2023/11/1525507#:~:text=El%20Ni%C3%B1o%20se%20desarroll%C3%B3%20r%C3%A1pidamente,a%C3%B1o%20y%20enero%20de%202024

Oswald-Spring, Ú. (2023). Interacciones regionales por covid-19, violencia de género, deterioros socioeconómicos y conflictos ambientales en el Patriaceno. In Serrano Oswald, S.E., Wong González, P. & Morales García de Alba, E.R. (eds). Estudios de género, geopolítica y dinámicas regionales con inclusión social. Mexico City: IIEc-UNAM y AMECIDER. Vol. VII: pp. 157-182.

Oswald-Spring, Ú. (2020). Reconceptualizar la seguridad y la paz. Cuernavaca: CRIM-UNAM-Bonilla.

Oswald-Spring, Ú. (2014). Dual vulnerability among female household heads. Acta Colombiana de Psicología 16(2): 19-30.

Oswald-Spring, Ú. (2003) (ed.). El Recurso Agua en el Alto Balsas. Cuernavaca: CRIM-UNAM.

Oxfam. (2022). Las desigualdades matan. London: Oxfam.

Proceso. (2024). Por sequía, reducen el suministro de agua para estas 12 alcaldías de la CDMX. Proceso 8-2-2024. https://www.proceso.com.mx/nacional/cdmx/2023/10/17/por-sequia-reducen-el-suministro-de-agua-para-estas-12-alcaldias-de-la-cdmx-316925.html.

Raygorodetsky, G. (2018). Indigenous peoples defend Earth's biodiversity—but they're in danger, National Geographic, 16 November, https://www.nationalgeographic.com/environment/2018/11/can-indigenous-land-stewardship-protect-biodiversity-/.

Reardon, B. (1985). Sexism and the War System. Nueva York: Syracuse University Press.

Reed, E. (1975). Women´s Evolution. From matriarchal clan to patriarchal family. Nueva York: Pathfinder Press.

SACMEX. (2018). Diagnóstico, Logros y Desafíos. CDMX: SACMEX.

SACMEX. (2024). Situación del sistema Cutzamala y las acciones integrales para el abasto equitativo. https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/sacmex-cutzamala-acciones-abasto-2024.

SACMEX. (2023). Informan Conagua, Sacmex y Caem reducción de 1 m3/s del Sistema Cutzamala a la Zona Metropolitana del Valle de México. https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/sacmex-conagua-caem-reduccion-valle-mx-2023.

Santos Tellez, R.U., Medina Mendoza, R. y Rodríguez Varela J.M. (2021). Vulnerabilidad del Cutzamala. Juitepec: IMTA.

Torres Bernardino, L. (2014). Sistema Lerma. Una Visión Política en la Gestión Pública del Agua. ¿Solución Estatal o Federal? Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C.: Toluca. WRI (World Resource Institute). (2022). Water Stress in Mexico City. https://resourcewatch.org/data.

Yu, Z., Chen, X., Zhou, G., Agathokleous, E., Li, L., Liu, Z., et al. (2022). Natural forest growth and human induced ecosystem disturbance influence water yield in forests. Commun Earth Environ 3. doi: https://doi.org/10.1038/s43247-022-00483-w

DE LA PRODUCCIÓN A LA COPRODUCCIÓN: REFLEXIONES DESDE UNA EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN-PARTICIPATIVA

Marlize Rubin-Oliveira
Pamela Cichoski

Introducción

El proyecto moderno/colonial construye una perspectiva del conocimiento y la ciencia sustentada en una epistemología de la exclusión que privilegia cuerpos, conocimientos, territorios, lugares y cosmologías, a partir de un patrón fragmentado y dicotómico. La búsqueda cada vez más urgente y necesaria de soluciones a problemas complejos, especialmente socioambientales, nos ha llevado a reflexionar sobre experiencias de coproducción de conocimiento en lugares y territorios, en los que el bien común se sitúa en el centro de los debates y acciones.

Dentro de este contexto de coproducción, se pretende reflexionar sobre la producción y coproducción de conocimiento desde la perspectiva del territorio como lugar de vida. De acuerdo con este objetivo, dos categorías son centrales: sujetos y saberes, lo cual implica denotar centralidad en el proceso de fortalecimiento de las ciencias populares con raíz territorial, en tanto entendemos a los sujetos y sus conocimientos como fundamentales en el proceso de fortalecimiento de las ciencias populares.

Así, la primera parte del texto explora la producción de conocimiento a partir de la comprensión de la ciencia cartesiana, que, al proponer un método de análisis y síntesis, inauguró la llamada ciencia moderna. Un modelo construido sobre la base de

ciencias exactas que buscaban separar fe y razón, impulsó en el proceso la construcción de dicotomías, principalmente entre sociedad/naturaleza. Además, discutimos la universidad como lugar privilegiado y pilar del Estado, en la consolidación del proyecto moderno/colonial, así como lugar de tensión y fortalecimiento de otras perspectivas hacia una universidad pluriversa.

En la segunda parte del texto, a partir de nuestra experiencia de Investigación-Acción-Participativa, con énfasis en el diálogo de saberes y prácticas, con las guardianas de plantas medicinales de la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad (Francisco Beltrão, Paraná, Brasil), buscamos reflexionar sobre el territorio como lugar de vida. Esto ha sido fundamental para el proceso de coproducción, en el que la relación sociedad/naturaleza se entiende a partir de conocimientos contextualizados con los sujetos, considerando territorialidades y cotidianidades, valorando aspectos socioambientales, identidades y acciones, a favor de una sociedad más justa, más sostenible y más solidaria. Finalmente, las consideraciones y recomendaciones finales buscan resumir algunas reflexiones aquí propuestas, así como plantear algunas directrices para continuar la investigación.

El paradigma moderno/colonial y el lugar de la universidad

El objetivo de esta sección es explorar la producción de conocimiento a partir de la comprensión de la ciencia moderna, que, al proponer un método de análisis y síntesis, inauguró lo que llamamos la revolución científica. Además, traemos algunas reflexiones sobre el lugar de la universidad en este contexto. El camino recorrido pasa por comprender algunos de los supuestos que constituyen el modelo científico construido con base en las ciencias naturales y exactas que, al buscar separar fe y razón, impulsó la construcción de dicotomías, principalmente en la relación sociedad/naturaleza.

El paradigma científico (Sousa Santos, 2020), construido desde la modernidad occidental, es un modelo que ha superado siglos y que hasta el día de hoy sostiene la hegemonía de la práctica científica. Este paradigma apunta principalmente a la comprensión y dominio de los fenómenos naturales, a partir de supuestos metodológicos, promoviendo la idea de dominio de cuerpos, conocimientos y epistemes considerados distintos del modelo propuesto.

Las grandes navegaciones impulsaron y consolidaron el paradigma moderno/colonial. En este contexto, la colonización del continente americano trajo el supuesto ontológico de la dominación extractiva de la naturaleza y la dominación de los cuerpos. Para Sousa Santos (2020), lo ocurrido en este territorio fueron epistemicidios, el asesinato de cuerpos es también un intento de diezmar culturas, ancestralidades, cosmologías, afectos. La propuesta metodológica de análisis y síntesis avanzó y consolidó la llamada colonialidad (Mignolo, 2017; Quijano, 2000). Para estos autores, la colonialidad equivale a una "matriz o patrón colonial de poder", que es un complejo de relaciones que se esconde detrás de la retórica de la modernidad (la historia de la salvación, el progreso y la felicidad) que justifica la violencia ejercida por la colonialidad.

La crítica al modelo hegemónico de producción de conocimiento, pasa por entender que éste se orienta y construye desde el paradigma moderno, sin embargo, es un modelo que hunde sus raíces en la colonialidad. Caracterizado como un modelo eurocéntrico, patriarcal, basado en la fragmentación, las dualidades y la búsqueda de la neutralidad. La producción de conocimiento no sólo separa, sino que dicotomiza relaciones de nuestra ancestralidad, que son parte del proceso de humanización (sociedad/naturaleza).

La producción de conocimiento busca una supuesta neutralidad, basada en la dicotomía sujeto x objeto y para ello utiliza la fuerza (colonialidad/patriarcal) para dominar cuerpos, que no forman parte del estándar de los hombres blancos heteronormativos. Así, las subjetividades y especialmente los afectos no sólo se niegan en el proceso de producción de conocimiento, sino que se crean metodologías y procedimientos, con el intento de "eliminarlos y neutralizarlos". Este modelo propuesto entiende que elementos de la subjetividad interfieren en el proceso de análisis y síntesis, por lo que la ciencia debe ser neutral, como si esto fuera posible para la producción humana.

En este contexto, la universidad, como institución milenaria, entró en la modernidad y se consolidó como pilar central del Estado Moderno. La universidad como lugar privilegiado, en el proceso de producción de conocimiento y ciencia, profundizó y amplió los pilares de la modernidad. Por otro lado, también fue/es un lugar de crítica al propio paradigma, un lugar de prospección de posibilidades encaminadas a una universidad pluriversa.

Este proceso se dio precisamente, porque este es un lugar de sujetos y en donde ha de ocurrir su concreción –saberes/haceres, lugares, sensibilidades, afectos– que pulsan

e interactúan en el tiempo y el espacio, en función de sus ancestralidades. El control moderno/colonial –por muy refinado que se haya vuelto– no es capaz de aprisionar las dimensiones humanas de las subjetividades. Así, el agotamiento del modelo, iniciado por Einstein y Newton, y la crítica a las propias ciencias naturales y exactas, alcanza proporciones aún mayores, con la llamada crisis ambiental. Fue a partir de mediados de la década de 1960 que activistas, organizaciones internacionales y científicos de todo el mundo llevaron la cuestión del cambio climático al centro de los debates sobre la relación entre sociedad y naturaleza. Lo que hoy, en la segunda década del siglo XXI, se le ha denominado de emergencias climáticas, ha sido objeto de debate durante más de 50 años.

La universidad como lugar de poder basado en la producción de conocimientos, que consolidó la ciencia moderna, es también un lugar de posibilidades, tensiones y resistencias, y por eso puede ser un lugar útil para la coproducción. Este movimiento de coproducción puede generar soluciones locales a los problemas ambientales, principalmente porque se ubican y contextualizan con realidades socioterritoriales, siendo sentidas por los sujetos a partir de sus territorialidades cotidianas.

Sin embargo, este proceso no se da por generación espontánea al interior de la universidad, sino a través de la organización de personas y movimientos sociales que se encuentran en "zonas de frontera" (Mignolo, 2017). Estos movimientos empujan las puertas de la universidad, cuestionando los privilegios de los cuerpos y las epistemes que niegan y tratan de encubrir epistemes y cosmologías que no cumplen con los patrones norteños/eurocéntricos/patriarcales. Ubicadas, por tanto, en las márgenes epistémicas y ontológicas de la producción de conocimiento.

La crítica al modelo de ciencia extractiva moderno/colonial, idealizado a partir de la idea de dominación de la naturaleza y los cuerpos; metodologías universalizantes, excluyentes y dicotómicas –sociedad/naturaleza; humano/no humano; sujeto/objeto– nos trae la reflexión de que, un camino que busca transformar esta realidad, necesariamente necesita reflejar cambios epistémicos en la producción de conocimiento.

Para ello, la coproducción de conocimiento es un camino posible hacia inclusiones, solidaridades, relaciones horizontales de valoración de diferencias, de sentimiento. Utilizando aquí la perspectiva de Mignolo (2017) quien afirma que el solo ver, tan privilegiado por la ciencia moderna, no tiene en cuenta todas las dimensiones humanas.

Por lo tanto, la coproducción de conocimiento en la interfaz entre universidad y territorio, ha demostrado ser una posibilidad única de producción de conocimiento en el proceso de reflexión-acción destacado por Fals Borda (1978), es decir, en la dirección de construir posibilidades de transformación de la (uni)versidad en la pluriversidad.

En este sentido, entendemos que esta construcción involucra múltiples dimensiones y diferentes aspectos y desafíos, sin embargo, un consenso, cuando se trata de la producción de conocimiento crítico al paradigma moderno/colonial, parece ser la búsqueda de la diversidad. La producción de conocimiento desde múltiples áreas y saberes, enriquece y avanza en la solución de problemas complejos. Los estudios de Rubin-Oliveira, Wielewick y Pezarico (2019) observaron esto en el contexto de las llamadas universidades de clase mundial, universidades que conforman los centros hegemónicos.

Para Mignolo (2015), esta discusión requiere debates conceptuales y epistémicos encaminados a la descolonización del conocimiento, buscando dar un nuevo significado a las formas de investigar-aprender y hacer ciencia. Esto requiere tejer redes pluriversales de sentir y pensar sobre el mundo, así como nuestras relaciones con la naturaleza, considerando la diversidad de lugares, sujetos y territorios, con sus diferencias y singularidades (Escobar, 2015). O incluso, según Mignolo (2015), buscar la transformación de la universidad, donde la pluriversidad sea posible, en las formas de vivir, producir, consumir, investigar y existir, respetando y reconociendo las diferencias culturales, las identidades y los modos de vida.

Para Escobar (2015), el pluriverso significa dar voz a otros mundos posibles, que se ubican fuera de la lógica moderna/colonial, siendo una posibilidad para la convivencia de mundos, naturalezas, sujetos, lugares, territorios, saberes e historias. De esta manera, la relación universidad/territorio implica coproducir diálogos de saberes, ubicados en las fronteras y permeados por las resistencias cotidianas.

En este sentido, partimos de la idea de que el conocimiento es pluriversal, tal como ocurre en las experiencias vividas en la interfaz universidad/territorio, que incluye participación y solidaridad, configurando movimientos de inclusión de las diferencias y el respeto al lugar del otro, reflejando sobre los conocimientos y experiencias vividas por otros grupos sociales –genero, raza, clase– considerando sus individualidades

y potencialidades. Por tanto, son experiencias que se desarrollan en procesos multidimensionales de investigar-actuar-aprender-reflexionar en/con el territorio.

En el llamado sur global, las experiencias de diálogos de conocimientos nos han brindado posibilidades de compartir dentro y fuera de los muros académicos, apuntando a una universidad más democrática e inclusiva. En este sentido, la multi, inter y transdisciplinariedad han sido caminos importantes en esta trayectoria. Raynaut (2011) nos trae experiencias y caminos trazados para la construcción de problemas complejos basados en la interdisciplinariedad. Sin embargo, a pesar de los múltiples desafíos, cuestiones metodológicas todavía se destacan como predominantes.

No obstante, cuando buscamos coproducir conocimiento inter-transdisciplinario a partir de las realidades y problemas de los sujetos, o como resaltará Fals Borda (1978), cuando centrado en nuestros propios problemas, es decir, siendo útil para las personas, podemos contribuir a la construcción de una divulgación científica, valorando la diversidad, la creatividad, los conocimientos, los lugares, las culturas y la naturaleza. La interdisciplinariedad, en este sentido, puede entenderse como "la adopción de una nueva postura intelectual frente a la naturaleza compleja de los problemas que enfrentan los científicos contemporáneos" (Raynaut, 2011, p. 70). Esto requiere movimientos que se configuran en la frontera disciplinar, a partir del/ de la investigador/a, que se abre a nuevos aportes y significados provenientes de otros lugares, sujetos e interpretaciones del mundo.

Aun coincidiendo con Raynaut (2011), la interdisciplinariedad es una fuente estratégica para generar dudas y reconstrucciones de y en la relación teoría-práctica, y puede resaltar divergencias y diferentes interpretaciones de las demandas sociales, lo que favorece a la búsqueda de metodologías que puedan articular diferentes conocimientos. De este modo, en el contexto de la investigación-acción-participativa, la interdisciplinariedad contribuye a resaltar la diversidad de saberes, cosmologías, naturalezas y sensibilidades de vivir que se ubican en los territorios.

Para Fals Borda (1978), el conocimiento académico puede producirse junto con los sujetos, sin prepotencia ni jerarquías fijas, es decir, en movimientos participativos horizontales, en los que sean posibles diálogos de saberes socioterritoriales contextualizados. Para Raynaut (2011), este tejido permea la construcción de puentes entre diferentes saberes, lo que genera aprendizajes críticos y contextualizados. Lo que

puede suceder a través de una investigación que parte de la participación, como forma de resistencia –a la exclusión/marginación política, social, económica y ambiental– siendo un aspecto fundamental de la investigación-acción-participativa.

En este contexto, urge proponer métodos que permitan cada vez más investigaciones (Rubin-Oliveira, Wielewick y Pezarico, 2019) que consideren a los sujetos ya no como objetos de investigación, sino como coproductores de conocimientos y prácticas; los lugares como territorios de vida, dinámicos, vivos, desde esta perspectiva, esta sería una investigación (com)prometida con la complejidad de las relaciones humanidad/naturaleza, es decir, comprometida con saberes-haceres, la cosmología y los cuerpos silenciados y borrados por el modelo hegemónico.

Este es el camino que tomamos en el GEU/UTFPR (Grupo de Investigación Universitaria de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná). Donde hemos buscado otras experiencias, anticoloniales, decoloniales, conscientes del lugar privilegiado que ocupa la universidad, en la docencia, la investigación y la extensión, pero también en lo que respecta a la internacionalización de la educación superior.

Este último ha sido considerado el cuarto pilar de la universidad. Y de manera hegemónica, se trata de la búsqueda de calidad a partir de: rankings, premios, patentes, financiación, o sea, al servicio de un "mercado" de la educación superior y de la investigación (Rubin-Oliveira; Wielewick y Pezarico,2019). Necesitamos abordar este pilar de la universidad desde otros principios, construyendo redes de colaboración, inclusión, fortaleciendo espacios democráticos para enfrentar problemas globales y complejos como las emergencias climáticas, el oscurantismo, el patriarcado y el racismo estructural.

Así entendemos la universidad, como un territorio que contiene relaciones de poder, pero también como un lugar de vida, de pertenencia y sobre todo de resistencia. Es en este contexto, de pensar en nuestro lugar –la universidad– que proponemos coproducir conocimiento en la interfaz universidad/territorio, junto con los guardianes de las plantas medicinales. Nuestra experiencia parte de la investigación-acción-participativa, con énfasis en el diálogo de saberes y prácticas socioterritoriales. Como comentamos en la siguiente sección.

Sentirpensar las experiencias en la relación universidad/territorio

La experiencia con esta investigación-acción-participativa se desarrolla desde 2021, vinculada al curso de doctorado del programa de posgrado en Desarrollo Regional, de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (PPGDR/UTFPR). Nuestro lugar de acción-reflexión y praxis territorial es el Centro de Integración Madre María Dominica (CIMMAD), ubicado en el barrio Padre Ulrico, en Francisco Beltrão, Paraná (Brasil), con énfasis en el saber socioterritorial de las guardianas de plantas medicinales, de la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad.

La metodología de investigación-acción-participativa tiene como principio fundacional la transformación social basada en la investigación y la praxis territorial, caracterizada como un método científico y de trabajo basado en el compromiso político y social que implica involucrarse con los movimientos sociales populares, buscando trabajar a favor de cambios estructurales (Fals Borda, 1978). Es un movimiento, en el que teorizamos con acciones y actuamos teorizando (Saquet, 2022), aprendiendo y enseñando a través de la creatividad, la sabiduría y la cultura popular.

Según Fals Borda (1978), las investigaciones realizadas con esta metodología deben centrarse en la praxis, que incluye la inserción social, las relaciones sujeto-sujeto (resignificando las relaciones sujeto-objeto), el compromiso con las clases populares y la valoración de las ciencias y los saberes populares. Para ello son necesarias perspectivas dialécticas y participativas que permitan la convivencia del conocimiento académico y popular.

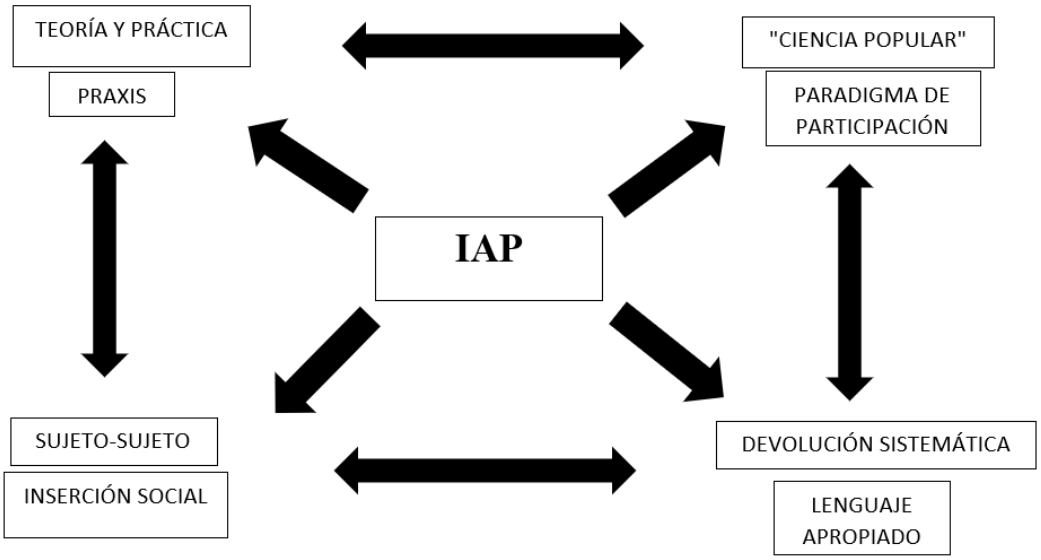
En este sentido, según Fals Borda (2013 [2007]), al optar por la metodología de investigación-acción-participativa, el/la investigador/a necesita darle un nuevo sentido a la producción de conocimiento, con el fin de revisar las prácticas académicas. Esto requiere la configuración de praxis territoriales orientadas a: i- retorno sistemático de los conocimientos producidos con los sujetos; ii- comunicación diferenciada, contextualizada a la realidad de los sujetos, utilizando lenguajes apropiados y sencillos que puedan relacionar conocimientos académicos y populares; iii- la mediación como opción de trabajo del investigador involucrando instituciones políticas y bases populares; iv- la adopción del ritmo reflexión-acción, con la aplicación de técnicas de producción de conocimiento de manera colectiva (Fals Borda, 2006 [1981], 2008 [1999]).

En resumen, la metodología puede entenderse a partir de la configuración de un movimiento participativo y dialógico que se organiza en torno a cuatro principios orientadores, a saber: i- relación entre teoría y práctica permeada por la praxis territorial; ii- la relación sujeto-sujeto construida a través de la inserción social (del/la investigador/a); iii- retorno sistemático basado en la comunicación, utilizando lenguajes accesibles y contextualizados, y; iv- divulgación científica, coproducida en la relación universidad-territorio, considerando el paradigma de la participación (Cichoski, 2021) (Figura 1).

Otro aspecto importante orientado por Fals Borda (1978, 2006 [1981]) respecto a la metodología, es la organización de la investigación en fases, en las que el/la investigador/a configura una red de saberes en convivencia. Así, teoriza-actúa-reflexiona-dialogiza-sistematiza con los sujetos, al mismo tiempo que construye sus textos académicos. Estas fases se basan en el principio de transformación social y de coproducción de conocimiento útil y contextualizado. De esta manera, los sujetos participan activamente en todas las fases y niveles del proceso de investigación, construyendo una espiral y un movimiento coexistente.

Figura 1

IAP: Fals Borda (2014 [1993])



Nota: La figura proporciona un resumen de la metodología IAP en Orlando Fals Borda (2014 [1993]). Tomado de Cichoski, Pamela (2021, p.83). Interdisciplinariedad en la investigación y acción participativa: aportes de Orlando Fals Borda (Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2021).

Las fases destacadas por Fals Borda (1978, 2006 [1981], 2008 [1999]) son: autenticidad y compromiso, antidogmatismo, devolución sistemática, retorno a intelectuales orgánicos, ritmo de reflexión-acción y divulgación científica y técnicas dialógicas. En este sentido, observando los principios y fases orientados por el autor, nuestro proceso de investigación se ha construido a partir de la observación participante con inserción social, desarrollo de talleres y cartografía social, buscando el diálogo de saberes de manera participativa, y el registro de actividades con el uso de un diario de campo que contiene las vivencias, fotografías y testimonios que permearon las vivencias de los sujetos.

En este sentido, la experiencia con las guardianas de las plantas medicinales, se da en un movimiento de convivencia de saberes socioterritoriales y comunitarios, vinculados al uso y preservación de las plantas medicinales. De este modo, entendemos que la coproducción de conocimientos ocurre en el momento del encuentro, involucrando

sujetos, lugares, saberes y territorialidades cotidianas. Así, trabajamos por la creación de conocimiento con arraigo territorial.

Este movimiento, sin embargo, contiene subjetividades, cosmologías, identidades, hábitos y sensibilidades de convivio espaciotemporal. De esta manera, también se producen conflictos, rupturas y tensiones en el proceso de convivir y hacer cosas juntos, así como experimentamos solidaridades, cooperación y proximidad que configuran los territorios de vida. El lugar, la forma de vivir y las relaciones comunitarias se vuelven centrales, haciendo del diálogo de saberes un camino posible para la coproducción de conocimientos.

Este caminar dialógico de realización de procesos de investigación con los sujetos, posibilita sentipensar las relaciones sociedad/naturaleza, para reconocer la diversidad de modos de vida y naturalezas que configuran la realidad. Nuestro trabajo busca potenciar el saber-hacer socioterritorial en un movimiento de sentir-pensar-hacer con los sujetos y en el lugar, coproduciendo conocimientos útiles y contribuyendo a la resolución de nuestros propios problemas.

Siendo así, cabe resaltar que nuestro lugar de investigación-acción-reflexión (CIMMAD), es una institución religiosa sin fines de lucro, que desarrolla un importante proyecto social en el contexto del barrio Padre Ulrico, siendo coordinado por la Congregación de la Hermanitas de la Sagrada Familia y mantenida por la Cáritas Diocesana de Palmas. Esta institución opera en horario extracurricular, atendiendo a 160 niños/as en situación de vulnerabilidad socioeconómica, ofreciendo actividades en forma de talleres. También alberga la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad que reúne a vecinos del barrio, guardianes de plantas medicinales y proyectos de extensión universitaria (Proyecto Plantas Medicinales y Napi-Alimentos y Territorio de la Universidad Estadual del Oeste de Paraná – UNIOESTE).

Para Freire (2006 [1981] y Fals Borda (2008 [1999]), trabajar con movimientos sociales populares implica tener claridad sobre los grupos con los que trabajamos para identificar objetivos comunes y, principalmente, apertura al diálogo, con respeto y humildad. Esta apertura es importante para la promoción de acciones transformadoras y comprometidas con los sujetos. De esta manera, al optar por la metodología de investigación-acción-participativa, buscamos resaltar la importancia del tejido de relaciones horizontales entre universidad/territorio, con compromiso político y social

a través del ritmo de reflexión-acción de las relaciones sujeto-sujeto y, sobre todo, de la realización de una comunicación sistemática, adecuada y contextualizada con los sujetos y los lugares, sintipensando en la praxis, como afirma Fals Borda (2006 [1981]).

La devolución sistemática es una de las fases orientadas por Fals Borda (2006 [1981]) en el ejercicio de la investigación-acción-participativa, en nuestra investigación es un movimiento importante en la dimensión de la inserción social. Por lo tanto, entendemos que esta fase implica, además de un lenguaje de fácil entendimiento para todos/as, incluye la adopción de técnicas simples y/o más complejas, que puedan ser popularizadas entre el grupo de sujetos con los que trabajamos. En este sentido, elegimos colectivamente trabajar con talleres y cartografía social para entender el territorio como lugar de vida a partir de la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad.

La cartografía social es entendida como una importante herramienta de investigación-acción-participativa, involucrando sensibilidades, subjetividades y territorialidades de los sujetos. De acuerdo con Mansilla Quiñones (2021), es una herramienta estratégica para la sistematización del conocimiento popular. Lo cual para nosotros es un camino de diálogo con los sujetos, tejiendo relaciones sujeto-sujeto con inserción social, potenciando el movimiento acción-reflexión.

La cartografía social que optamos por presentar en este texto, es parte de un conjunto más amplio de acciones que desarrollamos en la investigación doctoral que se encuentra en proceso de finalización, por lo que detallaremos aspectos relacionados con la comprensión del territorio como lugar de vida asociado a problemas ambientales, considerando una perspectiva de valorización del saber en torno a las plantas medicinales, considerando las relaciones que los sujetos tienen con la naturaleza a través del cultivo, uso y mantenimiento del saber popular.

La cartografía social se desarrolló a través de talleres que ocurrieron en el segundo semestre de 2023, en un total de cinco encuentros organizados para sentir-pensar-hacer una representación del territorio de la huerta comunitaria. Este ejercicio sirvió tanto para el análisis y la reflexión académica, como para la planificación y organización de las actividades del grupo de la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad.

El desarrollo de los talleres respetó la agenda mensual del grupo, realizándose una vez al mes en la huerta, considerando también las demandas del grupo, tales como: i- recuperación y producción de plántulas de plantas medicinales; ii- limpieza del espacio

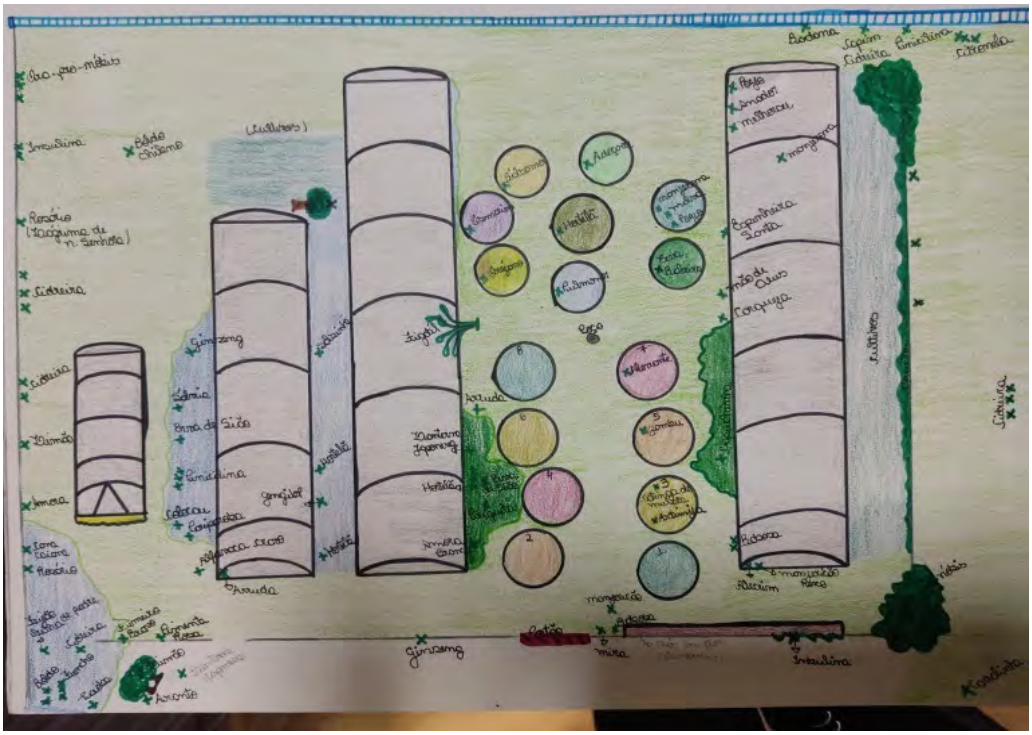
y flujo de donaciones de plántulas a la comunidad, y; iii- recepción de visitas. Entre los temas, el de mayor centralidad fue la recuperación de algunas matrices de plantas medicinales. Por ello, el grupo decidió construir "*mandalas*" para recuperar y mantener plantas medicinales. Esta opción está ligada al objetivo común del grupo, considerando que la huerta comunitaria nació a través del cultivo de plantas medicinales.

Con los talleres, construimos diálogos de saberes, buscando identificar las sensibilidades y percepciones de los sujetos sobre este territorio. Así, entre los temas tratados en los talleres, el grupo discutió formas de preservar y recuperar plantas medicinales –que en ese momento estaban en riesgo de pérdida–, así como la importancia de la huerta comunitaria en la escala local (barrial). Con este debate, el grupo, y en particular las guardianas de las plantas medicinales, propusieron la construcción de "*mandalas*", considerando otras experiencias exitosas, además de sus propios conocimientos sobre los usos y el cultivo de las plantas.

En este sentido, desde el diseño y disposición de los "*mandalas*" hasta la construcción y siembra de nuevos conjuntos de plantas medicinales, el grupo trabajó de manera participativa, dialógica y solidaria, involucrando a las personas que habitan este territorio. Este proceso consideró las territorialidades cotidianas de los sujetos, contando con la participación de vecinos del barrio –quienes participan de la huerta– y las guardianas, así como de docentes y becarios de la Unioeste (vinculados al proyecto de extensión de Plantas Medicinales y NAPI-Alimento y territorio) y nosotras mismas del PPGDR/UTFPR (figura 2).

Figura 2

Cartografía social: huerta comunitario Amarbem/Cimmad



Nota: La figura es una representación de la huerta comunitaria diseñado por los sujetos, 2024.

Conforme a la Figura 2, podemos observar la disposición de parterres, plantas medicinales, árboles frutales, así como espacios para la producción colectiva. Es en este contexto que el grupo trabaja y busca mantener el conocimiento socioterritorial. Esta organización muestra las territorialidades de los sujetos en el lugar a partir del cultivo de hortalizas en invernaderos y zonas comunes, así como de plantas medicinales repartidas por todo el espacio de la huerta, con un foco central en las mandalas.

Con este ejercicio podemos entender la organización popular y la reactivación del sentimiento de pertenencia y cuidado del bien común (agua, suelo, plantas, personas), al mismo tiempo que lo percibimos como un movimiento de resistencia al consumismo y a la degradación ambiental, teniendo en cuenta que toda la producción es consumida por las familias de los sujetos y donada a la institución (Cimmad), o bien sea a la comunidad.

Así, coincidimos con Svampa (2019), en la importancia de las experiencias populares, como formas de resistencia a favor del bien común, la preservación de la

vida y la naturaleza, a través de la solidaridad, singularidades de lugares y formas de vida contrarias a la lógica del capital. La mayoría de estas experiencias se sitúan en las fronteras vinculadas al mantenimiento y cuidado de la vida.

La lectura del territorio como lugar de vida permea estas experiencias, conteniendo relaciones sociales, culturales, ambientales y de poder en la convivencia espaciotemporal, así como singularidades, territorialidades cotidianas y multiescalaridades (Saquet, 2017). Por tanto, el territorio es central para la comprensión de la realidad y la coproducción de saberes y la reproducción de la identidad cultural, configurada por representaciones sociales, culturales y colectivas (Nates-Cruz, 2009), que dinamiza las redes de circulación, las tecnologías y la comunicación. Por eso entendemos que el territorio está vivo, compuesto de territorialidades, de múltiples relaciones entre los sujetos y con la naturaleza, sus singularidades y su vida cotidiana.

Esta lectura del territorio comprende la multiescalaridad en el sentido de ubicarse en lo local, regional, nacional e internacional, involucrando diferentes instituciones y movimientos sociales (Nates-Cruz, 2009). De acuerdo con Saquet (2017), también es multidimensional, porque involucra la dimensión de la experiencia, las relaciones de poder, las acciones colectivas, la pertenencia y los vínculos con el lugar. En este contexto, la coproducción de conocimiento, como intentamos discutir, tiene lugar en territorios, entendidos como lugares de vida, situados/ubicados ontológica y epistemológicamente, que contienen dinámicas y complejidades singulares de sujetos e interrelaciones con la naturaleza (Cichoski y Rubin-Oliveira, 2022).

En este movimiento entendemos que el diálogo de saberes puede contribuir a la coproducción de conocimientos situados en la relación universidad/territorio, con un enfoque central en los sujetos. El diálogo de saberes es una posibilidad de convivencia entre diferentes formas de culturas, modos de vida en el espacio y el tiempo, respetando la diversidad (Castro-Gomes, 2015). Lo que requiere de sentipensar el territorio en el que se vive (Fals Borda, 1984), uniendo mente y corazón –razón y emoción–, entendiendo que los sujetos sienten lo que piensan, y piensan lo que sienten, territorializándose diariamente, haciendo del territorio un lugar de vida, solidaridad, cooperación, respeto y resistencia.

De esta manera, nuestra experiencia, tanto con el grupo como con las guardianas de las plantas medicinales en la huerta comunitaria Amarbem/Cimmad, ha contribuido

al tejido de saberes socioterritoriales a través de la investigación-acción-participativa, permitiendo la coproducción de conocimientos en el lugar, a partir de territorialidades cotidianas que se materializan en el pensar-hacer-saber de la huerta comunitaria. Para Fals Borda (1978), este movimiento refuerza la importancia de los procesos de investigación que están al servicio de las comunidades y las personas, en un ejercicio de sentipensar sobre lo que se hace al hacer ciencia con arraigo territorial.

Conclusiones

El objetivo aquí fue reflexionar sobre la producción y coproducción de conocimientos desde la perspectiva del territorio como lugar de vida, principalmente, desde las categorías de sujetos y saberes en la relación universidad/territorio. El camino recorrido permite concluir que en la relación universidad/territorio pueden ocurrir múltiples e importantes procesos de investigación con arraigo territorial a través de la investigación-acción-participativa, contribuyendo a la transformación del paradigma hegemónico y a favor de la ciencia popular. Lo que significa que este es un camino posible para la coproducción de conocimiento junto con los movimientos sociales.

Por otro lado, también enfrentamos e identificamos límites y desafíos propios de cada experiencia, en el sentido de que están vinculados al lugar y a las dinámicas propias de cada territorio. Así, cuando buscamos ingresar a territorios estando en la universidad, necesitamos resignificar nuestro rol de investigador/a, construyendo relaciones sujeto-sujeto, practicando la inserción social y la investigación participativa para ejercer –en la práctica– nuestra responsabilidad social y política, compromiso con las clases populares, partiendo de la universidad como uno de los lugares que históricamente construyeron y consolidaron el proyecto moderno/colonial, pero que también es un lugar privilegiado para posibilitar nuevas tensiones, puede ser un lugar de propuestas y perspectivas que apunten a una universidad pluriversa.

Además, aprendimos que esta experiencia de investigación-acción-reflexión, puede contribuir a movimientos que posicionen a favor de una universidad más cercana a las personas que habitan los barrios periféricos, que se ubican en las fronteras (ontológicas y epistemológicas), estando así, al servicio de las demandas sociales, contribuyendo y fortaleciendo los movimientos sociales, la autonomía y la autoorganización popular. De

esta manera, podemos pensar en una institución que promueve el aprendizaje reflexivo, crítico, creativo y contextualizado, que puede potencializar la resonancia de las voces de los sujetos con quienes se trabaja, configurando "otras" formas de coproducción de conocimiento.

Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones, creemos que son importantes en el contexto del debate sostenido los siguientes puntos: i- la universidad necesita adoptar como política la coproducción de ciencias; ii - la promoción de espacios de difusión de la investigación participativa, principalmente en los que la investigación-acción-participativa se desarrolla de forma tímida; iii- la valorización a partir de políticas públicas de las investigaciones realizadas en este movimiento de acción-reflexión, para fortalecer proyectos de coproducción en espacios periféricos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES).

Referencias

Castro-Gómez; Santiago (2015). Descolonizar la universidad. La hibridus del punto cero y el diálogo de saberes. In: PALERMO, Zulma et al (comp.). Des/decolonizar la universidad. 1ª Ed. Cuidad Autónoma de Buenos Áires: Del Signo (El desprendimento), p. 69-84.

Cataño, Gonzalo (2008). Orlando Fals Borda sociólogo del compromisso, *Revista de economia institucional*, Colômbia, vol.10, n.19, p. 79-98.

Cichoski, Pamela (2021). A interdiciplinaridade na pesquisa e na ação participativa: contribuições de Orlando Fals Borda. Rio de Janeiro: Consequência, p.121.

Cichoski, Pamela e Rubin-Oliviera, Marlize (2022). Universidade, território e participação social. Revista Campo-Território, Uberlândia, v. 17, n. 45, p. 24–

53. DOI: 10.14393/RCT174502. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/66003 . Acesso em: 18 dez. 2023.

Fals Borda, Orlando (1979). As revoluções inacabadas na América Latina (1809-1968). São Paulo: global editora, pp.92.

Fals Borda, Orlando (2006 [1981]). Aspectos teóricos da pesquisa participante: considerações sobre o significado e o papel da ciência na participação popular. In: BRANDÃO, Carlos (Org). Pesquisa Participante. São Paulo: Brasiliense, p. 42-62.

Fals Borda, Orlando (1984). História Doble de la Costa. Bogotá: Carlos Valencia Editores.

Fals Borda, Orlando (2008 [1999]). Orígenes universales y retos actuales de la IAP (Investigación Acción Participativa). Peripecias, N 110, p.1-14. https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/7928 3

Freire, Paulo (2006 [1981]). Criando métodos de pesquisa alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In: BRANDÃO, Carlos (Org). Pesquisa Participante. São Paulo: Brasiliense, p. 34-40.

Lander, Edgardo (2005). Ciências sociais: saberes coloniais e eurocêntricos. In: LANDER, Edgardo. A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas. (org). Colección Sur, CLACSO, Ciudad Autônoma de Buenos Aires, Argentina, p. 8-23.

Mansilla Quiñones, Pablo (2018). Geografías del no ser: La zona roja del conflicto mapuche como negación de las ontologías territoriales. In: Núñez, Andrés, Aliste,

Enrique e Molina, Raúl (Comp). (Las) Otras Geografías en Chile: Perspectivas sociales y enfoques críticos. Chile, p. 277- 294.

Mignolo, Walter (2015). El fin de la universidad tal como la conocemos: foros mundiales hacia futuros comunales y horizontes descoloniales de vida. In: PALERMO, Zulma et al (comp.). Des/decolonizar la universidad. 1ª Ed. Cuidad Autónoma de Buenos Áires: Del Signo (El desprendimento), p. 85-102.

Mignolo, Walter (2017). Desafios decoloniais hoje. Epistemologias do sul, Foz do Iguaçu/PR, N. 1, p. 12-32.

Mota Neto, João (2016). Por uma pedagogia decolonial na América Latina: reflexões em torno do pensamento de Paulo Freire e Orlando Fals Borda. Curitiba: CRV.

Nates-Crus, Beatriz (2009). Desterritorialización, centro-periferia, lugar/no-lugar reflexiones desde la antropología del territorio. In: ALMEIDA, Maria G. e NATES CRUZ, B (org). Território e Cultura: Inclusão e exclusão nas dinâmicas socioespaciais. Goiânia: Universidade Federal de Goias/ FUNAPE; Manizales: Universidade de Caldas, p. 26-41.

Quijano, Aníbal (2000). Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: LANDER, Edgardo (coord.). La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales, perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: Clacso.

Raynaut, Claude (2011). Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos. In: PHILIPPI Jr. A e SILVA NETO, A. Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação. Barueri-SP, Manole, p. 69-105.

Rubin-Oliviera, M e Dal Pai Franco, M. E (2015). Produção de conhecimento interdisciplinar: contextos e pretextos em programas de Pós-Graduação. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 12, n. 27, p. 15-35.

Rubin-Oliveira, M., Wielewicki, H. D. G., & Pezarico, G. (2019). Internacionalização da Educação Superior: Lugar, Sujeito e Pesquisa como categorias substantivas de análise. Educação. UFSM, Santa Maria, 44.

Saquet, Marcos (2017). Consciência de classe e de lugar, práxis e desenvolvimento territorial. Rio de Janeiro: Editora Consequência.

Svampa, Maristella (2019). Las fronteras del neoestractivismo en América Latina: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias. Universida de Guadalajara. São Paulo: Elefante.

Toro Perez, Catalina (2020). Prólogo. Eco-feminismo(s), Geo-hidrografías, Producción y Lucha por los comunes. Alternativas (para re-existir) al Desarrollo (desde Abya/ Yala) en un mundo en crisis. In: Roca-Servat, Denisse e Perdomo-Sánchez, Jenni (Comps.). La Lucha por Los comunes y Las alternativas al desarrollo frente al extractivismo miradas desde la ecología(s) política(s) latinoamericanas. Buenos Aires: CLACSO, p. 15-25.

BIOCULTURA Y TRASDISCIPLINA: BASES PARA UN GIRO EPISTÉMICO

Benjamín Ortiz Espejel

El punto de partida es la crisis de la modernidad, y esta crisis desde mi punto de vista plantea cuatro facetas, cuatro caras. La primera es la crisis ecológica que estamos viviendo, escasez de agua, contaminación, erosión de suelos, la segunda crisis es la social, que es una crisis de la marginación social, y del desgarramiento del tejido social. Pero existen otras dos crisis a las que tenemos que poner mucha atención y que son: la crisis epistemológica, es decir la crisis en relación a la generación de conocimientos, cómo se produce el conocimiento, ahí hay un punto crítico que pocas veces se menciona y que es un tema relevante para institutos de investigación, para colegios académicos, para centros de pensamiento. Tenemos que revisar nuestros fundamentos justamente epistemológicos para no estar cayendo, sin darnos cuenta y reproduciendo precisamente los mecanismos que han dado origen y siguen mantienen procesos de deterioro ecológico y social. Y tenemos una cuarta crisis, también muy importante, y se refiere a todo esto asociado a la crisis de la ética, que también es una crisis que está presente en nuestro tiempo. Una crisis donde hay una reconversión, una reconfiguración de valores donde lo económico y lo hedónico en una maquinaria de hiperconsumo, se anteponen a la vida y a la cohesión comunitaria, estos valores que la gente tiene hacia su tierra, este amor, esta convivencia que es fundamental para significar y dar sentido a nuestra presencia en esta tierra. Por ello es que estos valores no se deben ignorar y por el contrario fortalecer sus lazos a la luz de esta crisis ambiental, de esta crisis de la modernidad.

Por eso planteo que lo afectivo, lo epistémico, no debe de desligarse de toda esta crisis ecológica y esta crisis social, van unidas, van planteándose como un gran sistema complejo de contexto y de integración. Visibilizar esta perspectiva crítica de planteamientos resulta indispensable ya que, si no los hacemos así, estaremos contribuyendo a incrementar la crisis de la modernidad.

Derivado de la situación anterior, debemos preguntarnos cómo podemos solucionar esta crisis, la crisis epistemológica. Aquí debemos recordar los valiosos aportes de Enrique Leff que ha planteado desde hace ya algunos años (Leff, 2000). Estos importantes planteamientos de reflexión de ética y de epistemología ambiental desde la complejidad y de forma especial, en sus últimos planteamientos de reflexión desde la filosofía de Heidegger contrastándolos con el pensamiento ambiental contemporáneo.

Son fundamentales también por supuesto los trabajos de Funtowicz y Ravetz (Funtowicz y Ravetz, 2000) de la ciencia pos normal, que siguen siendo significativos, más aún, con este concepto la ciudadanía adquiere un papel activo en el diseño de políticas públicas. Si a estos fermentos éticos y epistemológicos se les suman los aportes del Dr. Rolando García con el enfoque y planteamientos de los sistemas complejos y su relación con la interdisciplina (García, 2006) pues nos encontramos con un crisol de alternativas para esta crisis epistemológica.

Son abonos teóricos, abonos de experiencias prácticas que nos están dando luz y esperanza para poder remontar esta crisis epistemológica. No puedo dejar de mencionar que en este momento existen cientos y tal vez miles de experiencias sociales colectivas que día a día están trabajando para enfrentar y remontar esta crisis hacia sociedades sustentables.

En este contexto, una reflexión de corte epistemológico, implica profundizar en la construcción de epistemologías desde la perspectiva de la biocultura, es decir desde la co-investigación participativa de los saberes locales desde sus habitantes, de sus territorios y no solamente una indagación de corte positivista, que por desgracia aún abundan. Esta perspectiva biocultural implica también una investigación sobre la defensa y las estrategias de defensa que hacen estos pueblos, campesinos originarios y pueblos originarios de sus territorios, vale la pena mencionar que el 52% de la superficie total de México es una superficie social, es decir de los huertos de traspatio, las milpas.

Estos manejos agroecológicos ocupan más del 50% de la superficie agraria de nuestro país, lo cual no es nada desdeñable.

En un segundo punto me parece muy importante poder visibilizar los mapas de las regiones de alternativas civilizatorias y de las propuestas que desde las regiones y los territorios culturales en México se vienen construyendo.

Vamos a hacer un pequeño acercamiento a este planteamiento, a esta visibilización de las mapas trabajando la propuesta de una regionalización a nivel nacional todavía muy incipiente por supuesto pero hacia allá estamos apuntando y cerraremos así a groso modo con una reflexión sobre este concepto de la transdisciplina como un ejercicio no academicista sino un ejercicio que sirva para avanzar en una agenda de justicia epistémica, es decir, un trabajo de incidencia para la defensa, la reconfiguración, la re funcionalización de los territorios.

Quisiera traer aquí los fructíferos trabajos de Piaget y García sobre la epistemología genética y la ciencia contemporánea como una plataforma de orientación a los que estén interesados en esta reflexión epistemológica para saltar esta crisis de que el mundo solo se interpreta desde una perspectiva científica (Piaget y García, 1982).

Efectivamente, hoy día se abre paso lentamente entre muchos frentes de trabajos críticos desde los antropólogos, los psicólogos, los urbanistas un conceso que poco a poco se va sedimentando y que consiste en la idea de que no hay una sola lógica que explique el mundo, sino hay multiplicidad de lógicas diferentes, se podría decir de una miríada de lógicas de las significaciones, es decir no hay un solo mundo sino que el mundo se significa, se resignifica y en ese sentido se apropia de alguna forma desde las diferentes formas sociales de ver y de entender el mundo. Esto está cada vez más claro cuando nos acercamos al mundo de las "otredades", de las de los pueblos originarios, de los pueblos que viven en los barrios y que esto está cada vez más, por fortuna, manifestándose poco a poco en los diseños de políticas públicas (Ortiz Espejel, 2019).

Entonces ahora nos enfrentamos a un mundo de diversidades de lógicas, las lógicas difusas, las lógicas biunívocas, las lógicas de las otredades, etcétera, y en esta idea, la idea del conocimiento, es una idea que debe ser revisada de forma crítica, ya no desde la filosofía clásica, desde la gnoseología, esta que sería la gran teoría del conocimiento durante siglos, pero que después de un largo periodo de tiempo, empieza poco a poco a surgir un nuevo planteamiento desde el conocimiento científico con bases empíricas

y esto es un avance importante, sin embargo tenemos que reconocer que durante buena parte de los inicios de la modernidad el conocimiento científico se usó para las conquistas, para generar colonias sobre pueblos de otras regiones del planeta.

En ese entonces, el conocimiento estuvo ligado al poder. Hay que entender que el conocimiento que derivó en lo que se conoce hoy como ciencia positivista se asoció a muchos procesos dominantes de imposición cultural en muchos lugares del mundo, digamos como caso ejemplar México, pues con la destrucción de los códices, el asesinato de los sabios sacerdotes que estaban aquí en Cholula o que estaban en Chichén Itzá, se escenificó una masacre de conocimientos no solamente un etnocidio sino también un epistemicidio como diría el Dr. Boaventura de Souza Santos (De Souza, 2010).

Y en esta lógica se fue implantando la idea de que solo el conocimiento científico es el único conocimiento válido y verdadero y con esto se llevó a cabo la destrucción de muchísimos acervos culturales consolidando la idea del poder asociado al conocimiento científico y la dominación cultural y económica.

Sin embargo, afortunadamente, siempre surgen resquebrajadas, fisuras, grietas al interior de este edificio del conocimiento científico y surge así en la segunda mitad del siglo XX la gran obra del Dr. Jean Piaget en donde critica fuertemente al empirismo y al positivismo lógico y por supuesto ya no se diga a todas las corrientes idealistas aprioristas que estaban ligados más a conocimientos de carácter religioso o de filosofía metafísica especulativa.

Es a partir de lo que se conoce como el constructivismo genético estructural que el doctor Piaget va posibilitando un nuevo marco teórico muy novedoso acaso avanzado para su tiempo, porque es a partir de la segunda mitad del siglo XX y primeras décadas del siglo XXI que poco a poco se va consolidando este enfoque y es lo que conocemos ahora como el enfoque de investigación constructivista y que junto con el doctor Rolando García se comienza a implementa su aplicación metodológica a través de la teoría de sistemas complejos, lo que poco a poco nos da las bases para una naciente investigación transdisciplinaria para compatibilizar justamente diferentes lógicas de conocimientos.

Con las obras de Piaget y de García se va logrando posicionar este enfoque epistemológico, serio y bien fundamentado sobre bases teóricas constructivistas y fundamentos empíricos que plantean una promisoria teoría del siglo XXI de evolución del conocimiento no como la sumatoria de información tan en boga en estos tiempos, sino

como un proceso de revoluciones internas de carácter cognoscitivo, digamos en términos piagetianos, son mecanismos de asimilación y de acomodación de la información de diferente forma a partir de condiciones sociales críticas que se van apareciendo frente a lo que es el sujeto.

Entonces nos estamos acercando hacia comprender las bases de la lógica de las significaciones, donde evidentemente se nos presenta un amplísimo campo de investigación por realizar sobre estos procesos de construcción del conocimiento, de construcción de lógicas de significación que abrevan desde los pueblos y de las culturas que están presentes en México y en el mundo. Se trata de un fenómeno mundial y que hay diferentes vías para abordar este universo de investigación; en lo personal he tenido la fortuna de colaborar con la maestra Bodil Andrade Frich, quien fundó una herramienta teórica conceptual desde la semiótica y que nosotros hemos denominado como la semiótica ambiental.

Como la semiótica es una rama de la lingüística que estudia los procesos de significación en el seno de la vida social que está ligada a la escuela de Ferdinand de Saussure, pero también con aportes muy importantes de teóricos como Algirdas Juliem Greimas y Yuri Lotman.

En este sentido vale la pena mencionar que la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a través de su grupo de trabajo de estudios de la significación publicó un número especial sobre la semiótica ambiental, coordinado por la Mtra. Bodil Andrade Frich, se trata de una edición especial, un volumen completo prácticamente un libro, sobre semiótica ambiental, ahí se resumen más de 20 años de investigación que realizamos en diferentes lugares de México, pero junto con estos aportes hay compañeros desde Francia, desde Brasil, desde Colombia, que están abonando a este campo emergente de la semiótica ambiental (Andrade, 2018).

Todas estas circunstancias epistemológicas se dan a su vez y tal vez gracias a (esto no lo podemos olvidar), un mundo de intensas transiciones y transformaciones, yo diría que la palabra clave de esta época es la transición. Estamos viviendo un momento de intensa transición energética, bifurcación demográfica, rediseño de políticas, intensificación del accionar ciudadano tanto urbano como rural y todo ello en el marco de una crisis climática. Por ello, resulta indispensable fortalecer estos referentes de

esperanza civilizatoria y no caer en una desesperanza que nos lleve a la inmovilidad y al cinismo.

Es muy importante plantear una renovación del pensamiento de la acción colectiva y que entre otros autores estoy pensando en la gran obra de Ernst Bloch. El Principio Esperanza; un concepto de esperanza que va mucho más allá de una esperanza simplista y ramplona sino de una esperanza que está ya enraizada con los muy importantes signos de cambio de época, que se están presentando ya el día de hoy.

Estos signos de cambio esperanzador los podemos ver en el mapa de justicia ambiental mundial, donde se muestran los sitios en donde hoy día existen procesos de iniciativas ciudadanas en defensa de sus territorios y de propuestas de manejo sustentable, este atlas de la justicia ambiental se desarrolla desde Barcelona gracias al Dr. Joan Martínez Allier y su grupo de colaboradores, esto es alentador ya que nos permite conocer que no solamente en Tlaxcala y Puebla hay procesos importantes y valiosos a nivel de huertos familiares que están vivos, que están vigentes y que lejos de ser un folklorismo antropológico y un proceso marginal para el impacto de la economía nacional son, al contrario un ejemplo vivo de lo que es posible construir como alternativas a la lógica capitalista. En este punto debo mencionar el trabajo que realizamos Víctor M. Toledo y un servidor que nos dedicamos a sistematizar experiencias de organizaciones sociales hacia la sustentabilidad y que están publicadas en el libro *México Regiones que caminan hacia la sustentabilidad*. Una geopolítica de las resistencias bioculturales. Lo que se muestra en este libro es un ejemplo vivo de un proceso nacional pero también reflejo de uno macro que está sucediendo en el mundo. Es impresionante conocer el nivel de la movilización ciudadana de defensa de sus territorios, y vale mencionar que son también movimientos propositivos que cada vez más están avanzando, que son de protesta hacia la propuesta como diría también nuestro buen colega y amigo el Dr. David Barkin.

Hablo y profundizo un poco a partir de la obra mencionada, que realizamos conjuntamente Víctor Manuel Toledo y un servidor (Toledo y Ortiz Espejel, 2014). Nosotros nos dedicamos a teorizar y sistematizar, a partir de una teoría crítica y que con nuestros apuntes de trabajo de campo, del contacto con nuestros alumnos, del contacto con colegas en nuestras redes, a sistematizar las experiencias de resistencias bioculturales que hay en México, este trabajo nos llevó más de 10 años poderlo escribir y que se cristaliza en este libro México regiones que caminan hacia la sustentabilidad

una geopolítica de las resistencias bioculturales, en donde, se puede afirmar que en México hoy por hoy están vigentes más de 2000 experiencias comunitarias trabajando en costas, en mares, en zonas semiáridas, en zonas urbanas, trabajando en proyectos de sustentabilidad, por supuesto todos llenos de problemas, llenos de retos, llenos de dificultades y son los que han logrado sobrevivir; por supuesto los proyectos que se intentan no todos son exitosos, es decir de estos 2000 yo creo que estos representan un 5% de los que han intentado avanzar y no han podido por las diferentes circunstancias de represión, de marginación, de falta de apoyo.

Aquí debo mencionar que en México existe una cartografía paradójica, pues por un lado se trata de zonas de la esperanza, pero también son al mismo tiempo zonas de infiernos ambientales. Una mirada crítica de esta visibilización, que por supuesto no es un mapa que agote todas las experiencias, implica un posicionamiento ético. Una manera diferente de hacer investigación. Se trata simplemente de un mapa que construimos junto con las organizaciones sociales que están defendiendo sus territorios frente a los corredores industriales que contaminan de una manera impresionante el agua, el suelo, el aire, esta terrible la situación que viven más de 30 millones de mexicanas y de mexicanos es producto de un proceso de industrialización desenfrenado, y que frente al cual ahora, se organiza la sociedad civil en este momento. En aquel momento que acompañamos a estas organizaciones en lo que se llamó el Toxitour, que fue un movimiento entre 2019 y 2020 se logró registrar todas las microcuencas que sufren intensos procesos de deterioro y de contaminación grave de sus territorios (Barreda, 2020), sin embargo, aquí viene un poco la paradoja de que a pesar de esa cara de la moneda terrible contaminante, a pesar de eso, las organizaciones sociales resisten y promueven proyectos de sustentabilidad. Proyectos registrados tan solo en la franja del eje transversal Neovolcánico, proyectos agrícolas forestales, de ahorro, cajas artesanales, café sustentable, miel, pesca, ecoturismo, educaciones forestales y proyectos orgánicos.

Un enfoque a detalle a la región de la Sierra Norte de Puebla nos permite vislumbrar una alta concentración de este tipo de proyectos de resistencia, donde lo importante es que esta es una cartografía de regiones de la esperanza, es una etnocartografía de futuros posibles.

Si a nivel nacional podemos plantear que hay más de 2000 experiencias vigentes, éstas se pueden a su vez regionalizar, con lo que tendríamos entre 15 a 16 regiones

de experiencias emblemáticas que están documentadas, que siguen vigentes y están representando focos de alteridad civilizatoria con otra lógica de significaciones y que desde la base de la biocultura están trabajando poco a poco junto con científicos, junto con técnicos en un proceso de diálogo transdisciplinario.

Aventurando algunas conclusiones muy generales, tal vez todavía muy provisionales, podríamos hablar de que se presentan tres diversidades en todas estas experiencias y organizaciones y que a contracorriente de los especialistas y centros de pensamiento dominantes que piensan que con las tecnologías de punta o el ajuste en los mercados capitalistas vamos a salir adelante, de ninguna manera pienso que ahí salgan las soluciones, ahí no están las soluciones, pienso que las soluciones están en tres grandes diversidades: la diversidad ecológica por supuesto, la diversidad cultural y la diversidad en la organización ciudadana.

Estas son en mi opinión las tres grandes diversidades que van a estar formando una triada de naturaleza cultura sociedad para que de ahí justamente estén gestándose, surgiendo las alternativas de las sociedades sustentables del futuro, estoy hablando en un horizonte más allá del 2050 por supuesto.

Como les decía no se trata de un discurso fácil, simplón, no se trata de una bonita idea, sino que se trata de experiencias vigentes vivas y como muestra de esto les comparto que en el número especial de la Jornada del Campo 189 nos tocó coordinar un número sobre experiencias de proyectos bioculturales vigentes en México; entonces pudimos convocar y conocer el trabajo brillante de muchas y muchos investigadores jóvenes que están sumándose a esta perspectiva de trabajo en favor no de una ciencia dominante sino en favor de una ciencia comprometida pos normal, crítica con la sociedad y que por supuesto implica retos metodológicos, métodos de revisión del marco epistémico, y esto por supuesto los científicos convencionales ni se lo plantean y creo que ni se lo imaginan.

Entonces en el tema de la biocultura les recomiendo ese número especial de junio de 2023 (Cruz Arenas y Ortiz Espejel, 2023), ahí hay más de 20 experiencias recientes y además desde el norte, centro y sur de la República Mexicana, entonces, hay elementos sólidos para alimentar la esperanza.

Estamos a contracorriente por los megaproyectos y por todas estas lógicas de imposición de arriba hacia abajo. Pero hay otros tres rasgos de todas estas organizaciones que quisiéramos destacar: a) los procesos de democracia participativa, es decir, la toma

de decisiones que realiza la comunidad en diálogo con científicos comprometidos ambiental y socialmente y sí, sí hay científicos comprometidos, eso es muy importante, b) el impulso las prácticas ecológicamente adecuadas, esto es pues recordando las ideas del doctor Enrique Leff de las vocaciones eco productivas de los territorios, esto es un concepto muy importante que habría que retomar. Y por supuesto también los elementos que nos aportó y nos sigue aportado el Dr. Víctor M. Toledo sobre el uso múltiple del ecosistema, la agroecología desde hace ya muchos años. A ello habría que sumar el papel de las economías solidarias que son muy importante para el impulso de las cooperativas, y de las asociaciones diversas, aquí debemos reconocer que los apoyos directos a los productores, a las amas de casa, a los comités educativos son importantes, pero también hay que mirar hacia las formas organizativas digamos que de una manera real y justa están enraizadas en los territorios.

Entonces el conocimiento no es algo que nos caiga por obra y gracia sino que es un fruto de la lucha social o sea el conocimiento como diría Nietzsche surge del choque de espadas, del trenzarse en lucha y es a partir de estas experiencias de proyectos alternativos que están luchando en los territorios con actores pertenecientes a diferentes culturas a comunidades campesinas y a muchos sectores populares; también en las ciudades y ahí están las obras de Sergio Zermeño y de Víctor M. Toledo y aquí hay que apuntar entonces que estamos hablando de procesos nada idílicos ni nada parecido a miel sobre hojuelas sino que se trata de adentrarse en un mundo de luchas sociales, de experiencias comunitarias de carácter sustentable pero que están luchando en un México turbulento y en un México todavía desgarrado por la violencia.

Es importante mencionar también el gran trabajo y esfuerzo que ha realizado nuestro buen amigo el Dr. Arturo Argueta y la Doctora Coral Rojas sobre articulación de saberes y políticas públicas en ciencia tecnología e Innovación, ahora ya añadiríamos humanidades. Es muy importante difundir que todo este cúmulo de experiencias no se están quedando en eso, en experiencias anecdóticas, sino que están logrando subir a un nivel de reflexión y de ámbito de carácter legislativo y de orientación de políticas públicas cada vez más fuerte, cada vez más importante, esto se puede ver plenamente documentado en la reciente Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible. Les recomiendo mucho que la consulten porque ahí se plantean justamente ya de manera explícita conceptos como agro ecosistemas, conceptos como biocultura, conceptos

como la defensa de los territorios y de la Alimentación que está basada adecuadamente en lo que se consume local y de manera tradicional en los territorios.

Entonces, es realmente una ley de Avanzada; se la recomiendo mucho y es el ejemplo de estas propuestas que el Doctor Argueta planteaba ya hace algunos años en sus obras sobre saberes populares y políticas públicas.

México requiere cada vez más para afrontar los muchos retos, de una sociedad civil cada vez más participativa con sus sabidurías y conocimiento en procesos creativos, muchos de ellos silenciosos, inéditos, pero que tienen que ser fortalecidos desde la academia, sin duda son verdaderos crisoles de conocimiento en espacios y en territorios concretos.

Y entonces ¿hacia dónde vamos?, vamos hacia la hibridación de conocimientos, es decir hacia una inédita gestión del conocimiento, del conocimiento científico, pero un conocimiento científico que respeta los saberes y los conocimientos tradicionales y esto nos da un potencial enorme para enfrentar a las alternativas de carácter individualistas consumistas que nos plantean las lógicas del capital.

Resulta fundamental revalorar los saberes, las artes, las sabidurías de las comunidades locales cargadas todas de un alto valor simbólico ambiental que se enfrentan a los megaproyectos. En este sentido, un ejemplo que visité recientemente es la cooperativa Tosepan Titataniske que es una de las más emblemáticas de las 2000 experiencias que existen en el país, incluso acaso la más significativa.

Con más de 40 años de trabajo es hoy día una asociación de 10 diferentes cooperativas que trabajan de manera coordinada y asociativa en una sinergia muy importante que nos da el ejemplo para poderlo reproducir en muchas otras regiones de México. Entonces la experiencia de esta cooperativa que trabaja en forma matricial nos habla de un proceso de gran trabajo comunitario participativo y en donde hay también compañeras y compañeros agrónomos, sociólogos, economistas, trabajando en esta hibridación de conocimientos en procesos transdisciplinarios.

En este momento, se imponen algunas preguntas, digamos ¿cómo reinterpretar todas estas formas de conocimiento comunitarias en un entorno de sociedad red? ¿cómo entrar y salir de estas formas de conocimiento (un meta observador) en este mundo contemporáneo? ¿cómo rediseñar formas de intercambio justo y equitativo sin perder el sentido de vida y la convivencia pacífica?, todas estas preguntas son retos teóricos y

epistémicos y para ello es muy pertinente la idea de los procesos de gobernanza. Entiendo aquí gobernanza como estos procesos qué desde las bases de las organizaciones locales van teniendo mayor incidencia en las políticas públicas. No me refiero a la gobernanza entendida como esas formas de contrapeso y agencias de contrapeso al gobierno ejecutivo Federal. Eso no es la gobernanza, pero así se entendió en algún momento por agencias internacionales y mundiales.

Entiendo a la gobernanza como estos procesos de base organizativos que están trabajando día a día en los territorios tomando decisiones para definir, construir un camino para definir procesos, circuitos cortos de alimentación y todo esto tiene que ser acompañado de las universidades y los colegios y de las instituciones que con responsabilidad y conciencia ecológica y social pues son capaces de establecer puentes de diálogo intercultural.

En este sentido un valiosísimo ejemplo, y con ello regreso al caso de la Tosepan, es el códice nahual Macehual, que no es ni más ni menos que un plan de futuro comunitario y que vamos a ponerlo así, de política pública local para la región de Cuetzalan que se ha planteado para los próximos 40 años.

La cooperativa Tosepan con ello tiene un plan muy claro de procesos de gobernanza, de defensa de los ríos, de cuidado de la tierra y del agua, etcétera, no entro aquí en detalles pues sin duda se requieren aún muchas investigaciones de acompañamiento, pero pueden ustedes, el que quiera consultar el códice, lo puede bajar de la red, son dos tomos. Se encuentran en la página de la Red de Patrimonio Biocultural de México (patrimoniocultural.com) y de ahí pueden bajar gratuitamente el códice masehual que son dos tomos.

Este códice contemporáneo se elaboró de manera dialógica, de manera digamos desde un diálogo de saberes. Este planteamiento importantísimo de difusión cultural político que ofrece el códice Masehual fue acompañado por nuestros buenos colegas y amigos el Dr. Luis Enrique Fernández Lomelí y por el buen amigo el Dr. Ecarkt Boege (Boege, Fernández y Colectivo Unión de Coopetativas Tosepan, 2021).

En este proceso educativo quiero centrar el importantísimo papel de las universidades y de los centros de investigación, que antes que nada, tenemos que entender como ya les comentaba al principio, una mirada autocrítica de nuestras propias bases educativas y epistemológicas y desde donde tendríamos que plantearnos entonces

un concepto de sustentabilidad revisada constantemente a la luz de estas experiencias comunitarias es decir la sustentabilidad no debe ser un cartabón, ni una definición academicista sino un concepto que se está construyendo día a día en los territorios.

La educación y la sustentabilidad comunitaria son dos pilares muy importantes, los educadores ambientales tienen que estar acompañando a los procesos comunitarios, debemos ya dejar la discusión añeja de si la educación ambiental es para la sostenibilidad o que, si es para la sustentabilidad, la educación tiene que estar acompañando los procesos de proyectos sustentables concretos, esto es muy importante por qué las comunidades, las organizaciones así lo demandan.

Existe una necesidad grande de poder vincular universidades e institutos y centros de investigación para que asesoren a las organizaciones en procesos de comunicación, de educación, de producción, de administración, de mercadeo, y a consideraciones futuras aún inéditas.

Queda para futuras investigaciones el análisis y profundización detallado de estos fenómenos, tanto en su dimensión y bases epistemológicas y políticas como en términos psicosociales afectivos y del sentimiento ecológico social.

Y por supuesto estoy convencido de que esta crisis que estamos atravesando se va a poder remontar, pero como lo he dicho, esto no será obra del Espíritu Santo sino de una obra de lucha social y de reflexión teórica, de compromiso político y que esto se está ya gestando, ya se está ya en camino, hay una transición agroecológica, ya hay una toma de conciencia cada vez más fuerte ciudadana para una gestión pública del agua, de la salud.

Eso va caminando, pero por supuesto tenemos que ser también serios y tenemos que decir que esto no se va a hacer de la noche a la mañana o sea, tendremos que atravesar tiempos muy difíciles en el futuro y como planteé en algún momento, lo estoy viendo para un horizonte hacia el 2050 al 2100.

Y tenemos buena esperanza para decirlo, estar visualizando una renovación civilizacional, no es nada fácil, esta idea de soñar despiertos, de estar construyendo ya el día de hoy el futuro deseado, para el día de mañana, entonces sí, yo estoy plenamente consciente de que no estamos en una sociedad adormilada, apática, creo que los jóvenes están construyendo cada vez más, un papel protagónico, vale mencionar que recientemente la cooperativa Tosepan renovó sus cuadros directivos de sus de sus 10 cooperativas y cuál es la sorpresa, son jóvenes de 25 26 y 27 años que ya formados

en las universidades interculturales, formados en las universidades regionales ya con posgrados están tomando la dirección de estas cooperativas, con alta responsabilidad pero que sin perder el desarraigo y el respeto de las sabidurías locales van siendo el hilvanado epistémico que poco a poco va uniendo los conocimientos formados en sus universidades. Yo tengo mucha esperanza sin duda, pero no es que esto se arregle en este sexenio, yo lo estoy viendo del 2050 al 2100. Ya no voy a llegar, pero, si vemos las escalas temporales de nuestro planeta y de nuestra sociedad, se trata de un pestañear, es un pequeño pestañeo y tendremos esta esperanza de una nueva civilización.

Una última reflexión, la incorporación del concepto de humanidades dentro de la nueva secretaría y dentro de la ley general de humanidades ciencia tecnología e Innovación es muy importante porque las humanidades no es un tema más que se sume a la ciencia la innovación y a la tecnología, es un tema más faro orientador, es decir las humanidades son lo que orientan sobre los demás, son las que dan las preguntas, son las que dan el sentido, es el marco epistémico a partir del cual se desarrolla o se debería de desarrollar el tipo de investigación científica, las innovaciones tecnológicas para que no nos encontremos con sorpresas como la Inteligencia Artificial que surgió de pronto como un proceso desbocado de investigación científica y tecnológica. Y que ahora tenemos el problema de cómo regularlo y de cómo convivir con este tipo de herramientas. Bueno ya no digamos la energía nuclear que nos estalló en un par de bombas en Hiroshima y en Nagasaki entonces por eso las humanidades no es un tema más que se sume a la agenda, es el tema orientador, es la correa de transmisión del sentido de hacer investigación científica, la innovación tecnológica y las ciencias o sea eso es muy importante.

Finalmente ¿en este contexto biocultural cómo se responde al reto de la Inteligencia Artificial? El proceso de enseñanza aprendizaje debe ser siempre abierto. A la Inteligencia artificial, no hay que pedirle respuestas hay que saberle pedir preguntas, eso es muy importante, porque no tenemos que tomar la Inteligencia artificial como una caja negra que me da la respuesta de todo, para nada, tenemos que tener tanto la sabiduría como la inteligencia para plantear estas preguntas de fondo epistémico.

Referencias

Andrade, B. (Coord.) (2018). Semiótica ambiental. Revista Tópico del seminario No. 39. Benemérito Universidad Autónoma de Puebla. https://topicosdelseminario.buap.mx/index.php/topsem/issue/view/53

Barreda, A. (2020). Toxitour México. Un registro geográfico de la devastación socioambiental. Comunicación, Centro Fray Julián de Garcés. México. https://www.centrofrayjuliangarces.org.mx/2020/04/14/toxitour-mexico-un-registro-geografico-de-la-devastacion-socioambiental/

Boege Eckart (coord), Luis Enrique Fernández L. (coord) y Colectivos de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske (2021). Códice Masewal: Plan de vida, soñando los próximos cuarenta años Tikochitah tisentekitiskeh oye powal xiwuit. Cuetzalan, Puebla: Unión de Cooperativas Tosepan Titainske, Fundación. https://www.aacademica.org/eckart.boege/4

Cruz Arenas, R y B. Ortiz Espejel. (2023). Biocultura y Territorios vivos. Suplemento de La Jornada 189. México. https://www.jornada.com.mx/2023/06/17/delcampo/index.html

De Souza Santos, B. (2010). Descolonizar el saber, reinventar el poder. Ed. Trilce. Uruguay. https://www.boaventuradesousasantos.pt/media/Descolonizar%20el%20saber_final%20-%20C%C3%B3pia.pdf

Funtowicz, S y J. Ravetz (2000). La ciencia posnormal. Ciencia con gente. ICARIA.

García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Ed. Gedisa. España. https://logicacritica.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/10/sistemas-complejos-rolando-garcc3ada.pdf

Leff, E. (Coord.) (2000) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Ed. Siglo XXI. México. https://sigloxxieditores.com.mx/libro/los-problemas-del-conocimiento-y-la-perspectiva-ambiental-del-desarrollo/

Ortiz Espejel, B. (2019). Sistemas complejos, territorio, gobernanza. Rev. Elementos 113. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000003984.pdf

Piaget, J y R. García. (1982). Psicogénesis e historia de la ciencia. Ed. Siglo XXI. México. https://repositorio.esocite.la/630/1/Piaget-Garcia2008-PsicogenesisHistoriaCiencia.pdf

Toledo, V.M. y B. Ortiz Espejel. (2014) México. Regiones que camina hacia la sustentabilidad. Hacia una geopolítica de las resistencias bioculturales. Universidad Iberoamericana Puebla y Red de Patrimonio Biocultural México CONACYT. https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Regiones-que-caminan-hacia-la-sustentabilidad.pdf

LA IMPORTANCIA DEL PRINCIPIO DE PREOCUPACIÓN EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS NANOMATERIALES

Ruth Robles
Guillermo Foladori

Este texto es parte del proyecto de investigación Ciencia Frontera no. 304320, financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) de México.

Introducción

Uno de los problemas ambientales y de la salud más graves a los que se enfrenta la humanidad es la producción y la emisión de sustancias químicas ilimitadamente. La preocupación se centra en que se están empleando sustancias cuyo comportamiento toxicológico es desconocido, tal es el caso de los nanomateriales.

El presente capítulo discute en un primer momento los fundamentos de los dos instrumentos de política pública utilizados a nivel mundial para gestionar las sustancias químicas en general, el análisis de riesgo (AR) y el principio de precaución (PP). Como se verá, en cierta medida estas políticas resultan controversiales, aunque muchas legislaciones proponen que pueden coexistir tal es el caso de la legislación de la Unión

Europea. Sin embargo, el PP se puede catalogar como una nueva forma de gestionar los riesgos. Posteriormente, en un segundo tiempo, se analiza la importancia de la aplicación del PP para la gestión de los nanomateriales.

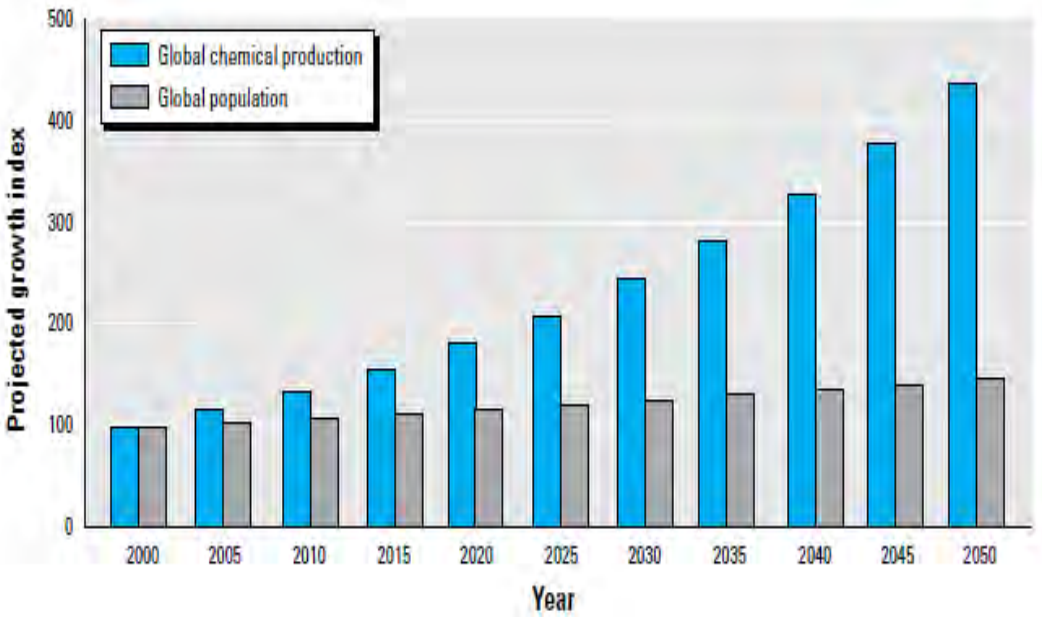
Como preámbulo se menciona que, a pesar de que existe un aumento de los riesgos en todas las actividades de la sociedad moderna, no existen planteamientos para cambiar la manera como opera el sistema productivo, por el contrario, este se enaltece a un estatus donde los riesgos son aprovechados para generar más recursos económicos (Beck, 1998, p. 29). La producción de sustancias químicas forma parte de estos riesgos. La gráfica 1 muestra como esta actividad tienen una tendencia al alza. Si se considera como base el año 2000, resulta que, en el año 2030, la producción de sustancias químicas aumentará más de un doscientos por ciento. Los nanomateriales forman parte de esta gran producción; partículas y compuestos con alguna dimensión externa entre 1 y 100 nm (nanómetros) que ingresan constantemente al mercado en grandes volúmenes.[1] En general, es difícil conocer la producción mundial de estos materiales porque solo algunos países tienen un sistema de reporte (OECD, 2022a, p. 19).

[1] Según la Comisión Europea por «nanomaterial» se entiende un material natural, accidental o fabricado, constituido por partículas sólidas que están presentes individualmente o como partículas constituyentes identificables en agregados o aglomerados, y en el que el 50 % o más de estas partículas en la granulometría numérica cumple al menos una de las condiciones siguientes:

a) una o más dimensiones externas de la partícula se hallan en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 nm y 100 nm;
b) la partícula tiene forma alargada, como la de una varilla, una fibra o un tubo, y dos de sus dimensiones externas son inferiores a 1 nm, mientras que la otra dimensión es superior a 100 nm;
c) la partícula tiene forma de placa, y una de sus dimensiones externas es inferior a 1 nm, mientras que las otras dimensiones son superiores a 100 nm.

Gráfica 1

Índice de producción mundial de sustancias químicas versus índice de crecimiento poblacional



Fuente: gráfica tomada de Wilson & Schwarzman (2009, p. 1203).

Las consecuencias de la emisión ilimitada de sustancias químicas tóxicas al ambiente (incluyendo a los nanomateriales) son muchas. Existen muchos ejemplos de lo dañino que puede ser este suceso. Un ejemplo es la disminución de los insectos a tasas tan aceleradas, que se cree que es posible que el 40 % de estas especies se extinga durante las próximas décadas; siendo una de las principales causas el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes sintéticos (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

La regulación de las sustancias químicas en el mundo data de varias décadas atrás, y se tienen muchos acontecimientos alrededor de esta, sin embargo, se puede identificar que desde los años noventa, la Comisión Europea (EC por sus siglas en inglés) se ha convertido en la expresión más avanzada en la gestión de químicos en el mundo (Geiser, 2015). En gran medida este liderazgo se debe a que ocupa el segundo lugar en la producción de sustancias químicas en el mundo (Cefic, 2023, pp. 3-4). La legislación base de todo su sistema es el reglamento REACH, el cual es de gran trascendencia porque los datos que se generan bajo esta regulación son utilizados en otras regulaciones como la de medio ambiente (CEC, 2008, p. 5). Este reglamento regula la fabricación, la

introducción al mercado y el uso de diferentes químicos incluyendo a los nanomateriales. El informe *El medio ambiente europeo, estado y perspectivas 2020* menciona que en el mercado europeo existen aproximadamente 100,000 sustancias químicas conocidas, de los cuales solo 500 están ampliamente descritas en cuanto a peligros y exposiciones, es decir, menos del 1 % del total. Para la mayoría, aproximadamente el 70 %, se desconoce prácticamente sus riesgos (EEA, 2019, p. 239). Una situación preocupante, que indica que la ignorancia o el hecho de no conocer las características toxicológicas y ecotoxicologías de una sustancia química puede ser a veces intencional; una empresa puede preferir no investigar u ocultar el daño potencial que su producto puede causar, porque esta condición le permite seguir posicionándose en el mercado.[2]

Los principales instrumentos de gestión del riesgo

Los peligros en el mundo tienen una tendencia al alza; aunque estos no han sido abordados desde una política que realmente prevenga el riesgo (Beck, 1998, p. 54). Desde la última década del siglo XX se identifican dos instrumentos de política pública que gestionan las sustancias químicas: el análisis de riesgo (AR) y el principio de precaución (PP); ambos fueron consolidados en la última década del siglo XX. Aunque, indudablemente, en la práctica el AR tiene un mayor respaldo político que el PP. Posiblemente esto se deba a que, en la cultura política corriente, la ciencia es hegemónica, solo se validan los riesgos bio físicos y en gran medida se ignoran las percepciones de los ciudadanos y sus posibles explicaciones (Eizagirre, 2011, p. 311).

Ambos instrumentos de política han sido ampliamente estudiados. En muchos países, el modo como opera el AR es que permite la producción, el uso y la emisión de sustancias químicas, siempre y cuando estas emisiones no excedan los límites establecidos en las regulaciones pertinentes (Thornton, 2000, p. 138). El AR se desarrolla a través de una metodología que tiene como objetivo determinar un concepto agregado de riesgo

[2] Recientemente la Agencia Europea de Químicos público un informe sobre las áreas clave de desafío regulatorio, proporcionando información detallada de las áreas que necesitan más investigación científica en pro de alentar a los investigadores a participar, dentro de las cuales destacan: la necesidad de comprender aún más los modos de acción toxicológicos para gestionar mejor los riesgos, el desarrollo de nuevos métodos de enfoque (NAM) y su validación, alejarse de las pruebas con animales, y el desarrollo de pruebas analíticas para diversas sustancias químicas entre ellas los nanomateriales (ECHA, 2024).

que resume la existencia de peligros y sus probabilidades de ocurrencia (Stirling, 2007, p. 309).

Esta metodología tiene su origen en los años setenta, sobre la base de algunas propuestas desarrolladas por instituciones como el Comité Científico de Problemas del Ambiente (SCOPE por sus siglas en inglés) perteneciente al UNEP y el Instituto Internacional para Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA por sus siglas en inglés). En este periodo, también, los análisis costo beneficio y riesgo beneficio ocuparon un lugar central en las discusiones sobre el riesgo (Boudia & Jas, 2014, p. 100), hasta el punto que, en estos días, el AR para decidir si una sustancia es segura o no, toma o puede tomar como base estos análisis.

Lo polémico de todo esto, es que se habla de la existencia de costos y beneficios de tipo económico, cuando la emisión de sustancias químicas al ambiente de manera ilimitada está causando la pérdida de millones de seres vivos; un fenómeno donde no tiene cabida la estimación de costos. En general, en el paradigma del AR, los problemas ambientales son planteados en términos técnicos y sus soluciones (normalmente resolubles) son propuestas por un grupo de científicos de diferentes disciplinas; una forma de gestión que ha resultado beneficiosa para quienes desarrollan las políticas y para los negocios empresariales (Eizagirre, 2011, p. 310).

En el caso del PP, su definición más conocida es aquella establecida en el principio 15 de la Declaración de Rio sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992).[3] Una definición que también se puede considerar polémica al exigir precaución frente a la incerteza de la ciencia, porque indicaría que si hay certeza entonces el PP no es necesario, es decir, solo debe ser aplicado cuando no sea factible determinar el riesgo en sí mismo; una situación que puede delegar o auto marginar este principio. El PP reconoce que la ciencia puede ser limitada; considera que "el mundo no es un campo de acciones dadas y estructuras determinadas, sino que [es] un espectro de muchos campos, algunos de los cuales no resultan cognoscibles" (Eizagirre, 2011, pp. 319-320). Empero, la mayoría de los países no han aceptado este principio dentro de sus regulaciones.

[3] Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (UN, 1992).

En este mismo contexto, existen innumerables críticas a estos dos instrumentos. Por un lado, quienes están a favor del AR sostienen que su base es la "ciencia sólida" y no los juicios personales, religiosos, políticos, o no científicos (McLean & Patterson, 2012, p. 27). Aunque, esto no es del todo cierto como se menciona a continuación.

El AR evalúa la información científica sobre las propiedades peligrosas de los agentes ambientales, la relación dosis-respuesta y el grado de exposición de los seres humanos o los receptores ambientales a esos agentes (EPA, 2007, p. 29). Para esto, la metodología que sigue el AR se alimenta con datos fisicoquímicos y toxicológicos provenientes en gran medida de estudios de laboratorio o de otra índole, como es el caso de relaciones estructura – actividad que determinan la peligrosidad de las sustancias químicas. Una metodología que también puede ser ejecutada a través de modelos de cómputo. Su objetivo es demostrar que las sustancias químicas que ingresan al mercado son seguras. Sin embargo, el AR, generalmente para dar un resultado debe delimitar escenarios que muchas veces nada tienen que ver con la realidad. Asumiendo con ello incertidumbres ante la inexistencia de datos que pueden derivar en diferentes formas de interpretar los resultados o ignorar la existencia de ciertas situaciones, esto, debilita el AR y deja que sea totalmente racional, riguroso y robusto (Stirling, 2007, p. 312).

Por otro lado, se dice que el PP es un principio que no tiene directrices que indiquen cuando hay que utilizarlo o cuando no, también se dice que no es científico porque no es cuantitativo, ni posee una metodología para su implementación. Sin embargo, algunas regulaciones, aunque no lo expliciten ya lo consideran como es el caso de las manifestaciones de impacto ambiental en sus capítulos de medidas de mitigación y prevención.

El PP al igual que el AR son instrumentos regulatorios válidos porque son reconocidos en normas internacionales y, al final, deben dar resultados. Ambos enfrentan el riesgo, pero más allá de esto, el PP rechaza la neutralidad tecnológica y pone en contexto el desarrollo de los riesgos. El PP para demostrar su validez regulatoria reconoce que los riesgos son un producto histórico, una imagen manifiesta de las acciones humanas y de sus negligencias, pero sobre todo reconoce que son la expresión del gran desarrollo de las fuerzas productivas (Beck, 1998, p. 237), como es el caso de las nuevas tecnologías en manos de las empresas con grandes intereses económicos.

Así pues, la validez regulatoria del PP es alcanzada en el ámbito social cuando un riesgo es reconocido socialmente. Si bien el entendimiento de un riesgo requiere de una explicación científica, a final de cuentas son los grupos sociales más vulnerables quienes más los experimentan y en definitiva manifiestan su existencia. [4] Se dice que un riesgo es reconocido cuando se identifican las instancias y los actores que participan en su desarrollo con todos sus intereses parciales y sus dependencias y, además, éstos son puestos en un nexo directo (basado en el modelo de causa y efecto) con los daños y las amenazas que en un momento inicial parecían ser independientes de ellos (Beck, 1998, p. 33). Para luego, gestionar dicho riesgo en un nivel donde la lógica económica de costos beneficios y las políticas de tipo redistributivo no tienen cabida (Aguilar Fernández & Jordan, 2003, p. 69).

En esto, el PP trasciende al AR pues reconoce el contexto en que se desarrolla un riesgo y las relaciones implícitas de los diversos autores mientras que, el AR solo se limita a aspectos técnicos. En este sentido, el AR puede ser segado para determinados intereses, a pesar de la objetivación que lo cobija. Muy a menudo se impulsan políticas ambientales y de salud que dicen tener sustento en el AR, más, sin embargo, los actores de dichas políticas basan sus decisiones en los intereses políticos y económicos más que en el conocimiento científico (McLean & Patterson, 2012, p. 27).

La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés) publicó dos libros para dar a conocer las lecciones que se han aprendido de la aplicación del PP. [5] Una cuestión interesante es que en muchos de los casos presentados ya se consideran las relaciones implícitas entre la emisión de contaminantes, los efectos en el ambiente y las nuevas tecnologías, y los intereses económicos y paradigmáticos presentes (EEA, 2013b, p. 7).

[4] A menudo, lo que perjudica a la salud y destruye la naturaleza no lo puede conocer la propia sensación, los propios ojos, e incluso allí donde aparentemente está a la luz del día la construcción social le hace necesitar para su constatación «objetiva» del juicio del experto. Muchos de los nuevos riesgos (contaminaciones nucleares o químicas, sustancias nocivas en los alimentos, enfermedades civilizatorias) se sustraen por completo a la percepción humana inmediata. Al centro pasan cada vez más los peligros que a menudo para los afectados no son visibles ni perceptibles, peligros que en ciertos casos no se activan durante la vida de los afectados, sino en la de sus descendientes; se trata en todo caso de peligros que precisan de los «órganos perceptivos» de la ciencia (teorías, experimentos, instrumentos de medición) para hacerse «visibles», interpretables, como peligros (Beck, 1998, p. 33).

[5] El primero de ellos, se publicó en el año 2001, y se titula: *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1986–2000*. El segundo libro se publicó en el año 2013, y lleva por nombre: *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation.*

La importancia del principio de precaución en las políticas públicas de evaluación del riesgo de los nanomateriales

El siglo XXI comenzó con información preocupante, como el hecho de que algunas sustancias químicas pueden presentar nuevas propiedades cuando son manipulados en tamaño nanométrico o sea milmillonésima partes de un metro (The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004). Se habla de partículas y compuestos que poseen por lo menos una o más dimensiones externas entre 1 y 100 nm (EC, 2022). En general, los nanomateriales presentan características fisicoquímicas variables, lo que ha dificultado que los reguladores establezcan una definición regulatoria definitiva (Lai et al., 2018, p. 3060). Aún no se tienen todos los conocimientos para determinar qué características fisicoquímicas de los nanomateriales se asocian con determinados peligros (OECD, 2022b, p. 67).

La principal preocupación sobre la producción y el uso de los nanomateriales radica en que algunas autoridades han manifestado que algunos de estos materiales pueden ser nocivos a la salud y al ambiente.

Los nanomateriales son uno de los elementos principales en los procesos de innovación y desarrollo de diversos países, día a día ingresan grandes cantidades y diferentes tipos de nanomateriales en el mercado por lo que resulta casi imposible gestionar los riegos de estos materiales. Algunas instituciones como la OECD ya han manifestado esta preocupación; el desarrollo de la nanotecnología está superando los marcos regulatorios (OECD, 2020, p. 8). En general, las regulaciones de los productos que contienen nanomateriales son escasas, incluso en los países que más producen este tipo de materiales, como Estados Unidos y China (Lai et al., 2018, p. 3060).

La EC ha lidereado la gestión de estos materiales en el mundo, en sus comunicados ha desarrollado dos definiciones, las cuales han sido formuladas para normar estos materiales más que para definirlos científicamente. La regulación de los nanomateriales se ha ido edificando sobre los marcos normativos de las sustancias convencionales, a pesar de que se ha insistido en que su comportamiento es diferente a las sustancias convencionales. En este sentido, su regulación ha resultado un tema muy controversial. Poca información científica sobre estos materiales ha sido posible llevarla al ámbito

regulatorio (Teunenbroek et al., 2017, p. 3).[6] En general, las potencias económicas y políticas hegemónicas aceptan a la AR como un paradigma en la regulación de los nanomateriales. Aunque en muchos países ni siquiera se sigue este paradigma o de manera muy limitada.

Para dimensionar un poco más la naturaleza de los nanomateriales se retoma un artículo publicado por Reimhult donde este autor como muchos otros han mencionado que las leyes físicas y químicas intrínsecas al comportamiento de las nanopartículas son diferentes a las de los materiales más grandes, por lo que él insiste en que habría que definir qué se entiende por riesgo a nanoescala (2017, p. 289). En este punto, surge una pregunta en qué medida la metodología de AR puede ser utilizada para regular a los nanomateriales, siendo que las leyes físicas y químicas inherentes a estos materiales son diferentes a las de las sustancias convencionales. Una metodología que evalúa el nivel de toxicidad y exposición de un determinado material; parámetros que por la naturaleza de los nanomateriales no permanecen invariables en el tiempo (Reimhult, 2017, p. 283). Un aspecto que trasciende el paradigma del AR que delimita escenarios para proporcionar resultados donde se supone que las sustancias no se transforman en el tiempo ni tampoco interaccionan con otras.

En el cuadro 1, se dimensiona de una manera general la naturaleza de los nanomateriales.

[6] La ciencia empleada para regular, debe desarrollar técnicas de medición, herramientas metodológicas y protocolos de toma de decisiones para la normalización, autorización o control de bienes tecnológicos. Además de que este tipo de ciencia debe generar conocimientos para la acción administrativa, política o judicial, pero a la vez debe retroalimentar a la ciencia misma para que continue desarrollando conocimientos específicos en esta área (Gaudillière, 2014, p. 72).

Cuadro 1

Características generales de los nanomateriales

Conceptualización del riesgo	Las leyes físicas y químicas intrínsecas al comportamiento de las nanopartículas son diferentes a las de los materiales más grandes
Especies de mayor riesgo	Nanopartículas coloidales libremente dispersas en el aire o el agua
Especies de menor riesgo	Las nanopartículas fijadas en nanomateriales sólidos
Toxicidad	Generada por el rápido movimiento de las nanopartículas y su capacidad potencial para penetrar el tejido biológico y combinarse con otras estructuras vivas, su gran superficie y la interacción con sus campos electromagnéticos
Espacios de mayor riesgo	Espacios de producción y reciclaje

Fuente: elaboración propia con información de Reimhult (2017).

Entonces, el hecho de que la toxicidad y la exposición de los nanomateriales no permanezcan invariables en el tiempo puede dar como resultado que la caracterización de estos materiales solicitada en las regulaciones no sea suficiente para determinar sus riesgos. En realidad, la relación causa efecto es mucho más compleja. La metodología de AR está sobrepasada por realidades que no puede abordar, reconocer y comunicar (EEA, 2013a, p. 40).

Este aspecto puede denotar que se está gestando una nueva necesidad mundial, la adopción de una nueva forma de conceptualizar y regular los riesgos y, por lo tanto, una nueva forma de llevar los nuevos conocimientos científicos al plano regulatorio. Es en este punto que el PP no debe considerarse como un instrumento regulatorio que puede sustituir al AR en caso de incertidumbre e ignorancia, sino más bien como un principio que propone sus propias reglas, normas, procedimientos e indicadores en relación a la gestión de riesgos (Eizagirre, 2011, p. 320).

Empero, los procesos de diseño de los nanomateriales siguen estando bajo el paradigma del análisis de riesgo. La OCDE y la Comisión Europea están promoviendo estrategias para el desarrollo de nanomateriales seguros como el Safe By Design (SbB) sobre instrumentos como el AR (OECD, 2020, p. 26). [7] Estas estrategias que simplifican

[7] Ver la publicación *Moving Towards a Safe(r) Innovation Approach (SIA) for More Sustainable Nanomaterials and Nano-enabled Products* (OECD, 2020).

la realidad pueden conducir a tener falsos positivos (EEA, 2013a, p. 40). Existe una gran necesidad de tener información científica sobre los nanomateriales (ECHA, 2024, p. 8). Las políticas públicas actuales están permitiendo la caracterización de grupos de nanoformas de un determinado nanomaterial (ECHA, 2020, p. 14) para ahorrar tiempo y recursos; el punto es que si se sigue esto al pie de la letra se pueden perder detalles en cuestiones de nanoseguridad. [8]

Las limitaciones de la ciencia en el conocimiento de los nanomateriales son muchas. El problema surge cuando las sustancias químicas en general y los nanomateriales en particular son liberados cada vez más al ambiente y sus consecuencias ignoradas. Un ejemplo contundente es el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes; productos que pueden ser patentados por lo que, la naturaleza de los nanomateriales que los componen no es clara, lo que significa que los riesgos son más difíciles de gestionar, pero no por ello deben ignorarse (Lead et al., 2018, p. 2054). Existe la necesidad de cambiar la forma cómo se está gestionando el desarrollo de nuevas tecnologías. El hecho de que las decisiones clave sobre las rutas de innovación sean tomadas por un número limitado de personas con intereses de diversa índole como los económicos, ha traído consigo muchos problemas (EEA, 2013a, p. 38).

Los casos de estudio de riesgo de la EEA muestran que la velocidad y la escala del desarrollo de las nuevas innovaciones pueden impedir que se actúe a tiempo en caso de presentarse una situación de riesgo; el conocimiento de la causalidad científica puede estar disponible cuando el daño a las personas y al ambiente ya se haya extendido (EEA, 2013a, p. 39). Estos elementos muestran que el PP no debe ser visto como una medida preventiva en situaciones de incertidumbre e ignorancia para evitar accidentes; no es un instrumento que condiciona a no actuar mientras se genera más conocimiento, es una alternativa al AR en las regulaciones, un principio que plantea una nueva forma de gestionar los conocimientos científicos (Eizagirre, 2011, p. 317).

[8] Un nanomaterial puede tener diferentes formas o mejor dicho nanoformas, dependiendo de la distribución de su tamaño, forma, tratamiento superficial y funcionalización y superficie específica, en ese sentido, las nanoformas de una misma sustancia pueden tener diferentes perfiles de peligro (ECHA, 2019, p. 6).

Conclusiones

La expansión de los riesgos en la sociedad plantea una nueva manera de gestionarlos, en su mayoría provienen del desarrollo de nuevas tecnologías como es el caso de los nanomateriales; elementos esenciales en los procesos de innovación y desarrollo. Se identifican básicamente dos instrumentos de política pública que guían la regulación de los nanomateriales: el AR y el PP; ambos fueron consolidados en la última década del siglo XX.

En la práctica el AR tiene mayor respaldo político que el PP. Empero es una metodología muy criticada por diversas razones, como el hecho de que los riesgos pueden ser gestionados bajo la lógica de los análisis costo beneficio y riesgo beneficio. Una situación polémica si se considera que la emisión ilimitada de sustancias químicas al ambiente está causando la perdida de millones de seres vivos. Además, el AR para dar un resultado generalmente delimita escenarios que muchas veces nada tienen que ver con la realidad donde se asumen incertidumbres ante la falta de datos.

En este sentido, el PP también ha sido un instrumento ampliamente criticado por la falta de directrices que guíen su utilización. El PP enfrenta el riesgo, al igual que el AR, pero más allá de esto es un principio que rechaza la neutralidad tecnológica y pone en contexto el desarrollo de los riesgos. El PP alcanza su validez regulatoria en el ámbito social cuando un riesgo es reconocido socialmente, es decir, cuando se identifican los diversos actores que participan en su desarrollo y regulación y sus relaciones implícitas, para luego gestionar dicho riesgo fuera de la lógica económica.

La evaluación de los riesgos de los nanomateriales a través del paradigma del AR ha resultado ser un tema muy controversial. Muchos autores han manifestado que las leyes físicas y químicas intrínsecas al comportamiento de las nanopartículas son diferentes a las de los materiales más grandes. La toxicidad y la exposición a estos materiales no permanecen invariables en el tiempo. Un aspecto que trascienden el AR y las políticas regulatorias. Esta situación denota que se está gestando una nueva necesidad mundial, la adopción de una nueva forma de conceptualizar y regular los riesgos y, por lo tanto, una nueva forma de llevar los nuevos conocimientos científicos al plano regulatorio donde el PP como instrumento regulatorio puede ser una alternativa al AR.

Existe una gran necesidad de tener información toxicológica y eco toxicológica sobre los nanomateriales; las limitaciones de la ciencia son inminentes en este campo. La cuestión es que la escala del desarrollo de las nuevas innovaciones puede conducir a que se presenten riesgos y no se tenga el tiempo suficiente de identificar su causalidad científica, lo que puede traducirse en accidentes. Estos elementos muestran la importancia de aplicar el PP en la regulación de los nanomateriales, no como una alternativa al AR sino como un principio con sus propias particularidades que plantea una nueva forma de llevar el conocimiento científico al plano social y ambiental.

Referencias

Aguilar Fernández, S., & Jordan, A. J. (2003). Principio de precaución, políticas públicas y riesgo. *Política y sociedad*, *40*(3), 61-80.

Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Paidós.

Boudia, S., & Jas, N. (Eds.). (2014). Introduction. The Greatness and Misery of Science in a Toxic World. En *Powerless science? Science and politics in a toxic world* (pp. 1-26). Berghahn Books.

CEC, (Commission of European Communities). (2008). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee. Regulatory Aspects of Nanomaterials*. European Commission. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0366:FIN:en:PDF

Cefic. (2023). *The european chemical industry a vital part of europe´s future. Facts and figures 2023*. https://cefic.org/app/uploads/2023/12/2023_Facts_and_Figures_The_Leaflet.pdf

EC, (European Commission). (2022). *Commission Recommendation of 10 June 2022 on the definition of nanomaterial*. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H0614(01)

ECHA, (Agency and European Chemicals). (2019). *Appendix for nanoforms aplicable to the guidance on QSARs and Grouping of Chemicals – Guidance on information requirements and chemical safety assessment* (2 ed.). European Chemicals Agency. https://data.europa.eu/doi/10.2823/273911

ECHA, (Agency and European Chemicals). (2020). *The use of alternatives to testing on animals for the REACH Regulation*. European Chemicals Agency. https://doi.org/doi/10.2823/092305

ECHA, (Agency and European Chemicals). (2024). *Key Areas of Regulatory Challenge*. https://echa.europa.eu/documents/10162/17228/key_areas_regulatory_challenge_en.pdf/fbaa76cf-acd0-0c8a-5dd7-3195379946aa

EEA, (European Environment Agency). (2013a). *Late lessons from early warnings: Science, precaution, innovation. Summary* (1/2013; p. 45). https://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2

EEA, (European Environmental Agency). (2013b). *Late lessons from early warnings: Science, precaution, innovation. EEA Report No 1/2013*. EEA. https://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2

EEA, (European Environmental Agency). (2019). *The European environment—State and outlook 2020: Knowledge for transition to a sustainable Europe*. Publications Office of the European Union. https://www.eea.europa.eu/publications/soer-2020

Eizagirre, A. (2011). La precaución como principio de acción sostenible. *Isegoría*, *0*(44), 303-324. https://doi.org/10.3989/isegoria.2011.i44.732

EPA, (Environmental Protection Agency). (2007). *Nanotechnology White Paper* (p. 120). EPA. https://www.epa.gov/osa/nanotechnology-white-paper

Gaudillière, J.-P. (Ed.). (2014). DES, Cancer, and Endocrine Disruptors. Ways of Regulating, Chemical Risks, and Public Expertise in the United States. En *Powerless science? Science and politics in a toxic world* (Vol. 2, pp. 65-94). Berghahn Books.

Geiser, K. (2015). *Chemicals without Harm: Policies for a Sustainable World*. MIT Press. http://www.jstor.org/stable/j.ctt17kk7kr

Lai, R. W. S., Yeung, K. W. Y., Yung, M. M. N., Djurišić, A. B., Giesy, J. P., & Leung, K. M. Y. (2018). Regulation of engineered nanomaterials: Current challenges, insights and future directions. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(4), 3060-3077. https://doi.org/10.1007/s11356-017-9489-0

Lead, J. R., Batley, G. E., Alvarez, P. J. J., Croteau, M.-N., Handy, R. D., McLaughlin, M. J., Judy, J. D., & Schirmer, K. (2018). Nanomaterials in the environment:

Behavior, fate, bioavailability, and effects—An updated review. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *37*(8), 2029-2063. https://doi.org/10.1002/etc.4147

McLean, C., & Patterson, A. (2012). *The Precautionary Principle in International Relations: Constructing Foreign and Defense Policy in an Age of Uncertainty*. Edwin Mellen Press. http://0-search.ebscohost.com.millenium.itesm.mx/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=492834&lang=es&site=ehost-live.

OECD, (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2020). *Moving Towards a Safe(r) Innovation Approach (SIA) for More Sustainable Nanomaterials and Nano-enabled Products*. OECD Environment, Health and Safety Publications. https://one.oecd.org/document/env/jm/mono(2020)36/REV1/en/pdf

OECD, (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2022a). *Chemical Accidents Involving Nanomaterials: Potential Risks and Review of Prevention, Preparedness and Response Measures – Project Report* (34; Series on Chemical Accidents, p. 50). OECD Environment, Health and Safety Publications. https://www.oecd.org/en/publications/chemical-accidents-involving-nanomaterials-potential-risks-and-review-of-prevention-preparedness-and-response-measures-project-report_6395f7ce-en.html

OECD, (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2022b). *Important Issues on Risk Assessment of Manufactured Nanomaterials*. OECD Environment, Health and Safety Publications. https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2022)3/en/pdf

Reimhult, E. (2017). Nanoparticle Risks and Identification in a World Where Small Things Do Not Survive. *NanoEthics*, *11*, 1-8. https://doi.org/10.1007/s11569-017-0305-6

Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, *232*, 8-27. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020

Stirling, A. (2007). Risk, precaution and science: Towards a more constructive policy debate. *EMBO Reports*, *8*(4), 309-315. https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400953

Teunenbroek, T. V., Baker, J., & Dijkzeul, A. (2017). *Towards a more effective and efficient governance and regulation of nanomaterials. The Prosafe*

White Paper. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b4091891&appId=PPGMS

The Royal Society, & The Royal Academy of Engineering. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties*. Latimer Trend Ltd. https://royalsociety.org/news-resources/publications/2004/nanoscience-nanotechnologies/

Thornton, J. (2000). Beyond Risk: An Ecological Paradigm to Prevent Global Chemical Pollution. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, *6*(4), 318-330. https://doi.org/10.1179/oeh.2000.6.4.318

UN, (United Nations). (1992). *Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Desarrollo Sostenible. http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm

Wilson, M., & Schwarzman, M. (2009). Toward a New U.S. Chemicals Policy: Rebuilding the Foundation to Advance New Science, Green Chemistry, and Environmental Health. *Environmental health perspectives*, *117*, 1202-1209. https://doi.org/10.1289/ehp.0800404

ABORDAJE HOLÍSTICO DEL PROBLEMA DE LA DEGRADACIÓN DE LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC TLAXCALA-PUEBLA. LAS METATEORÍAS

Andrés María Ramírez

Introducción

Como lo señala Parry-Davies (2022), el mundo actual se enfrenta a una serie de crisis múltiples y en cascada. Para Bhaskar et al. (2016) estas crisis: ecológicas, económicas, políticas, morales y existenciales, por citar sólo algunas también pueden denominarse, en conjunto, como la *metacrisis,* y que dicen, es el reto más complejo y urgente del siglo XXI. Con referencia a la compleja problemática de la Cuenca del Alto Atoyac, Bustamante et al. (2024: 33) refieren que:

> existen sobre el terreno de la cuenca múltiples sociabilidades históricas que están proyectando sus efectos en el presente: las propias de los residuos de la época colonial, de la economía liberal de finales del siglo XIX, de la planeación estatal del siglo XX y de la industrialización exportadora neoliberal actual.

El objetivo de este trabajo es insistir en la necesidad de analizar algunos conceptos que tienen que ver con los problemas complejos y su abordaje holístico tomando como ejemplo la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac en Puebla-Tlaxcala, México. Al final se hace una propuesta de abordaje del problema desde la metateoría, que es la contribución de la investigación.

Los Conceptos

I) Educación (enfocada al mercado)

Como lo indican McMullen, et al. (2000), en el mundo interconectado o «conectado» del siglo XXI no basta con estudiar la educación superior sin tener en cuenta la totalidad del entorno global en el que debe funcionar el sistema de educación superior de un país. También, varios autores señalan el carácter mercantil de la educación, como son Maringe y Gibbs (2009) y Sergeev, mencionado por Polyankina (2019). Bok en (2003) ya señalaba que, durante los últimos veinticinco años, las universidades se habían vuelto mucho más activas en la venta de lo que saben y hacen a particulares y empresas.

Rivas (2020), resume está problemática: el sistema educativo ha fallado. No ha evolucionado para responder al advenimiento de la revolución digital; hemos preparado a millones de personas para afrontar los desafíos de ayer pero no a las demandas de mañana. Giroux (2004) lo expresa de esta manera: el propósito de las escuelas, aun sin proponérselo, es el de preparar a los alumnos para el mundo del trabajo. Udas y Stag (2019) señalan: la función de la universidad al servicio del Estado es la reproducción y legitimación de las funciones y comportamientos estatales; teorizada de este modo, la universidad se observa como un agente auxiliar interno del Estado que se subordina a los intereses de la clase dominante y no como un agente independiente capaz de responder de forma crítica y selectiva a la política estatal y a los incentivos industriales.

Para el entorno nacional, Morote y Yeager (2000) refieren que los cambios en la educación en México de 1980 al 2000: *reflejan los esfuerzos de los diferentes actores (gobierno, universidades y sector privado) por trabajar juntos para cerrar la brecha entre lo que la industria necesita y lo que recibe del sistema de educación superior* [achurado por el autor] (p.200).

II) Enfoques disciplinares de la educación

Educación disciplinar

Este es el enfoque más utilizado por las universidades, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, y se caracteriza por una fragmentación y reduccionismo del pensamiento, según refieren Morin & Kern (1999) citados por Bhaskar et al. (2016), que indican que el reduccionismo consiste en basarse en una única serie de factores para regular la totalidad de los problemas asociados a la crisis multiforme en la que nos encontramos; es menos una solución que el propio problema.

Al respecto, Morin (1998, p. 1) señala que: "*el modo de pensamiento o de conocimiento fragmentado, compartimentado, monodisciplinar y cuantificador nos lleva a una inteligencia ciega, en la medida en que la capacidad humana normal de relacionar conocimientos se sacrifica a la no menos normal de separar".*

Collado (2016) señala que la disciplinariedad representa la forma de pensar la realidad conforme a las exigencias del método científico moderno, donde el conocimiento es fragmentado y convertido en objeto; al respecto, Gibbons et al. (1994), como los cita Tress et al. (2005) reforzaron las declaraciones radicales de los años 70 al afirmar que los hallazgos y soluciones más importantes del futuro ya no serán producidos por las disciplinas académicas.

No obstante lo antes señalado, en este trabajo se está de acuerdo con Seïde (2005) y Jacobs (2013) quienes defienden este enfoque de disciplinas; este segundo autor señala que las disciplinas, organizadas en departamentos, son las unidades clave de organización social en la enseñanza superior, y que las publicaciones, las asociaciones profesionales y las carreras están determinadas por la estructura de las disciplinas; es decir, siguen siendo útiles y necesarias las disciplinas del conocimiento.

Interdisciplina

Las definiciones de la investigación interdisciplinaria se centran en la integración de los conocimientos y la metodología de dos o más disciplinas (Bligh, 2009). Según Evely et al. (2010), no toda la investigación sobre cuestiones medioambientales, por ejemplo,

tiene que ser interdisciplinar. Sin embargo, es probable que un enfoque de investigación interdisciplinar ayude a comprender la compleja dinámica de muchos problemas medioambientales clave en un contexto socio-ecológico.

Karatzogianni (2009) reflexiona que en una época en la que las fronteras disciplinarias han dejado de ser nítidas y en la que las interconexiones y los bucles de retroalimentación en muchos campos existen inevitablemente tanto en el plano teórico como en el metodológico, cabe preguntarse por qué el establishment académico insiste en mantener la exclusividad de ciertas disciplinas, mientras que otras abrazan un pensamiento más "renacentista" de la epistemología moderna.

Transdisciplina

Los enfoques transdisciplinarios son un conjunto de métodos cada vez más comunes para abordar problemas globales complejos que promueven el trabajo tanto horizontalmente entre las disciplinas tradicionales como verticalmente desde la célula hasta la sociedad para crear nuevos métodos, procesos y soluciones prácticas a los grandes retos; van más allá de los enfoques multi e interdisciplinarios para fomentar la síntesis entre disciplinas y se centran en traducir los resultados de la investigación en aplicaciones del mundo real (Keck et al., 2017).

Por su parte, Bot (2011) señala que una verdadera transdisciplinariedad pasa por las disciplinas; es un cruce de las mismas (y no un rechazo o un bypass) y es lo que está entre, más allá y a través de las disciplinas, por lo tanto, presupone disciplinas. En el mismo orden, Galvani (2011) afirma que la formación transdisciplinar debe ser en sí misma una práctica transdisciplinar, compleja y eco-formativa. Indica también, que al igual que la revolución paradigmática de la complejidad no puede reducirse a la adquisición de nuevos conceptos, sino que implica una transformación de los procesos de pensamiento.

III) Sistemas complejos

Kollman (2010) afirma que es necesaria una ciencia de los sistemas complejos, y se está empezando a construirla. Muchos sistemas complejos son jerárquicos, en el sentido de

que cada elemento del sistema es un subsistema de un sistema de orden menor, y el propio sistema es un subsistema de un "suprasistema" de orden mayor, Modvar y Gallopin (2005). Según Darbellay et al. (2008) las características de los sistemas complejos son:

1. Los sistemas complejos son sistemas abiertos.
2. Funcionan en condiciones que no son de equilibrio.
3. Los sistemas complejos constan de muchos componentes. Los propios componentes suelen ser simples (o pueden tratarse como tales).
4. La salida de los componentes es una función de sus entradas. Al menos algunas de estas funciones deben ser no lineales.
5. El estado del sistema viene determinado por los valores de las entradas y salidas.
6. Las interacciones se definen mediante relaciones reales de entrada-salida y son dinámicas (la fuerza de las interacciones cambia con el tiempo).
7. Por término medio, los componentes interactúan con muchos otros. A menudo hay múltiples rutas posibles entre los componentes, mediadas de diferentes maneras.
8. Algunas secuencias de interacción proporcionarán rutas de retroalimentación, ya sean largas o cortas.
9. Los sistemas complejos muestran un comportamiento que resulta de la interacción entre componentes y no de características inherentes a los propios componentes. Esto se denomina a veces emergencia.

IV) Problema Complejo

El mundo es un lugar cada vez más complejo; incluso las cambiantes estructuras sociales están alimentando la complejidad a medida que las jerarquías rígidas dan paso a formas de organización más fluidas que se describen mejor como redes. La creciente complejidad de los problemas exige centrarse en el proceso de darles sentido, lo que se denomina «estructuración de problemas» (Coulthart, 2017).

Hay problemas sencillos y problemas complejos. Y la técnica para analizar los datos de un problema simple y de un problema complejo es diferente y cuando tratas un problema complejo como si fuera sencillo, es probable que quedes atrapado en un bucle en el que cada solución crea otro problema (Lane, 2020).

Al definirse un problema complejo como un conflicto entre una realidad compleja y lo deseado, asume las características de complejidad de la realidad de la que surge, esto es, el problema está determinado por la interacción de múltiples factores, estudiados en campos disciplinarios diferentes; el problema no puede resolverse, suponiendo que la solución de los problemas parciales que lo componen traerá por agregación la solución del problema global (Lara, 2017).

V) Integración de equipos de investigación inter y transdisciplinaria

La forma en que los distintos miembros del equipo entienden y ponen en práctica el concepto y el proceso de traslación del conocimiento (es decir, el proceso interactivo e iterativo de creación, intercambio y uso del conocimiento para mejorar los resultados, y que implica a múltiples partes interesadas del sistema) puede producir barreras a la creación de conocimiento y a las actividades de intercambio de conocimiento realizadas dentro del equipo. Dichas barreras pueden tener efectos posteriores sobre la asimilación y el impacto de los conocimientos producidos (Archibald et al., 2018).

Varias son las causas del porqué es un problema integrar equipos inter y transdisciplinarios. Stamataki (2009) señala que la interpretación de las distintas terminologías está influida por los valores personales y profesionales, la experiencia, los conocimientos y las habilidades; otras palabras y frases de uso común, como empoderamiento, colaboración, pueden ser interpretadas de forma diferente por los distintos miembros del equipo, además, los profesionales que intentan colaborar en un entorno complejo suelen entrar en conflicto con otros miembros del equipo que comparten valores y paradigmas diferentes.

Como indica Kollman (2010), es hora de reorganizar los intereses académicos dentro de la universidad; los programas educativos deben superar explícitamente el enfoque disciplinar del aprendizaje y centrarse en los ámbitos de conocimiento que trascienden los campos académicos tradicionales, esto es, el enfoque transdisciplinar de la enseñanza y la investigación.

VI) Necesidad de una Metateoría

Como lo documenta María (2021), el problema de la degradación de la Cuenca de Alto Atoyac se ha abordado con un enfoque disciplinar y a lo más, de manera multidisciplinaria, desde al menos tres décadas atrás. Cada disciplina, aun trabajando como equipo, sigue manteniendo sus teorías, métodos y paradigmas, sin integrarlas con las demás disciplinas. En este contexto es cuando puede ser útil el concepto de metateoría.

Al respecto, es prudente lo señalado por Witherington (2018), que indica que cuando se hace referencia a la metateoría general en la ciencia se examina la división entre un paradigma de investigación cartesiano-mecanicista y un paradigma de investigación relacional-procesual; el primero corresponde a los enfoques disciplinario y multidisciplinario y el segundo a los de inter y transdisciplinariedad.

Por su parte Halvorson (2019) dice que el objetivo de la metateoría es teorizar sobre las teorías; es la herramienta a usar para estudiar otras teorías y las relaciones entre ellas. Baer (2019) se refiere a la metateoría como Grandes Teorías Unificadas y la señala como una teoría que puede explicarlo todo (o al menos muchas cosas), que profundiza nuestra comprensión de las fuerzas más fundamentales; y concluye: es natural que se prefiera una teoría así a un amasijo de teorías que sólo pueden explicar fenómenos más discretos y aislados.

Por otro lado, Overton (2013) señala que, más concretamente, una metateoría es un conjunto coherente de reglas, principios o una narrativa que describe y prescribe lo que es aceptable e inaceptable, significativo y carente de significado… de cualquier dominio científico. Así pues, las teorías están anidadas dentro de metateorías.

La dificultad para que las disciplinas se integren en un trabajo interdisciplinario se le puede encontrar desde las propias universidades. Max-Neef (2005) señala que profesores y discípulos desarrollan y potencian lealtades disciplinarias hasta el punto de sentir con frecuencia que la suya es la más importante de toda la Universidad.

Con el fin de lograr una integración inter y transdisciplinar, como sugieren Bhaskar et al. (2018), es necesario establecer un punto de vista metateórico común, para que los investigadores de disciplinas diferentes estén “en la misma página”, por así decirlo. Para ello hace falta una metateoría. No es el propósito de esta investigación ahondar en el concepto de metateoría, para lo que se sugiere leer a Bhaskar et al. (2016) para una

mejor comprensión del término y su importancia en el estudio de problemas complejos, como lo es la Degradación de la Cuenca del Alto Atoyac.

II. La degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala, como problema complejo- la Metateoría

María (2021) analizó 20 publicaciones científicas sobre la problemática de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala, que contuvieron ***palabras clave***, para *intentar relacionar las más frecuentes con el problema de investigación y su definición*. Usando sus resultados, se observa que más de 50% de las publicaciones se pueden asignar a la Dimensión Ambiental, 15% a la Política, 15% a la Social, y 5% a la Científica. En la Figura 1 se muestran las Dimensiones de estudio definidas por María (2021).

Figura 1

Dimensiones de los problemas a resolver en la Cuenca del Alto Atoyac



Fuente: María (2021)

Anterior a esa investigación de María (2021) y María et al. (2021), en la internet se localizó el trabajo de Cattan et al. (2012) que trata sobre la regeneración de la Cuenca del Río Atoyac, Puebla, que tiene también contenido al estado de Tlaxcala. Esta es la primera investigación encontrada que identifica al problema de la Cuenca del Alto Atoyac como un problema complejo (wicked problem) y posiblemente por lo difícil que es localizarlo en la nube, ninguna de las publicaciones reportadas por María (2021) la mencionan. En la Figura 2 se muestran las dimensiones de estudio que definen Cattan et al. (2012) en el área de interés.

Figura 2

Problemas a resolver en las dimensiones de cuatro poderes



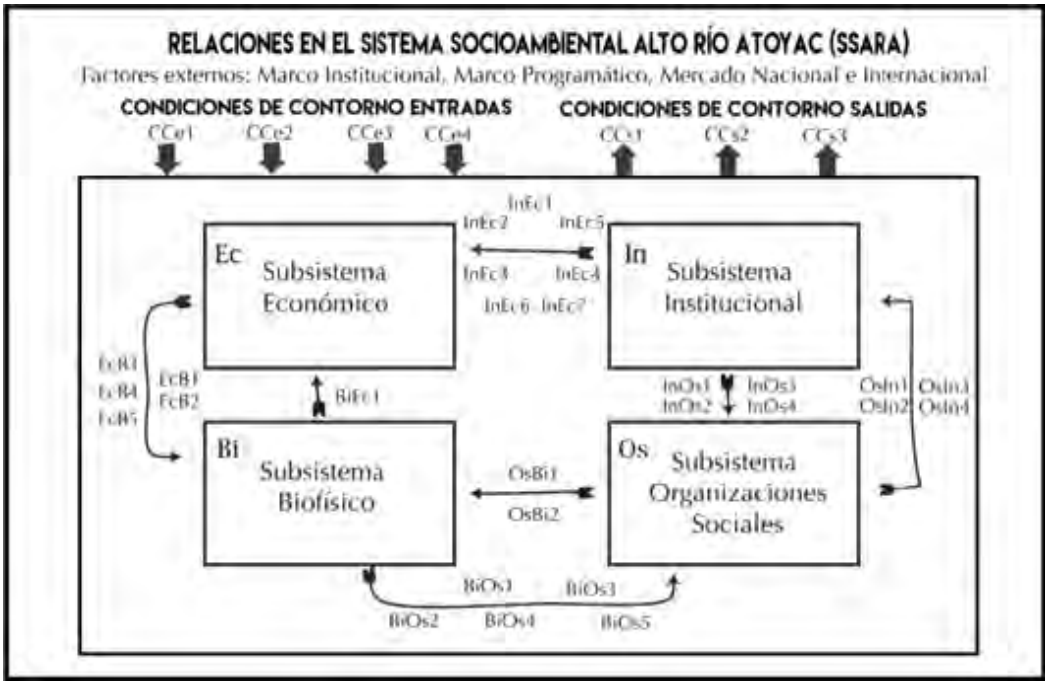
Fuente: Cattan et al. (2012).

Un trabajo posterior al de Cattan et al. (2012) es el de Mejía et al. (2017), que estudia el problema desde la complejidad, según Rolando García: *Diagnóstico para la formulación*

del plan rector para el saneamiento del río Atoyac, Municipio de Puebla. Como el nombre lo indica se centra en el municipio de Puebla. No obstante, igual que el trabajo de Cattan et al. (2012), contiene los elementos epistémicos para el abordaje holístico considerando en su totalidad la Restauración de la Cuenca del Alto Atoyac, Puebla-Tlaxcala. En la Figura 3 se muestra el Subsistema Social, definido por Mejía et al. (2017), para el municipio de Puebla. Se puede observar los subsistemas definidos: *económico, institucional, biofísico, y organizaciones sociales.* En lo fundamental, se puede ver que las dimensiones de estudio coinciden en las tres investigaciones (lo económico, lo político, lo ambiental y lo social).

Figura 3

Relaciones en el sistema socioambiental Alto Río Atoyac



Fuente: Mejía et al. (2017).

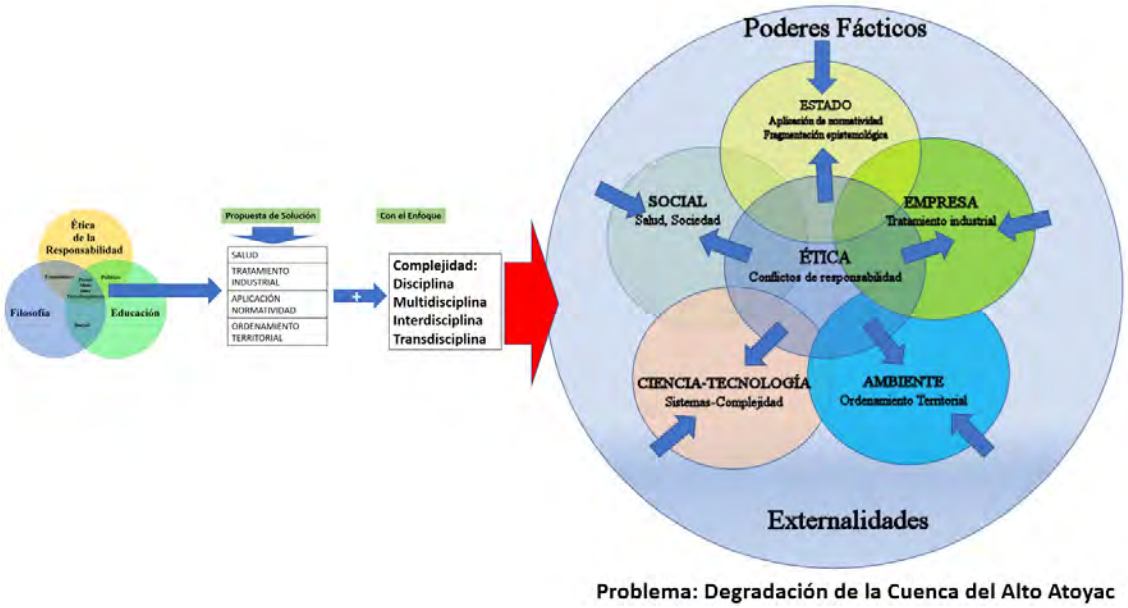
Considerando lo antes mencionado y como señala Moore (2018), las respuestas eficaces a problemas sociales y medioambientales complejos, como el cambio climático, la pobreza y la violencia [y la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala], requieren, pues, de enfoques holísticos y aportaciones de diversas disciplinas, partes interesadas en

resolver el problema así como todos los actores que participan de la problemática, como son los dueños del capital y de las empresas contaminantes, entre otros.

Considerando la integración de actores y disciplinas, María (2024), reportó el modelo holístico para abordar el problema de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac (Figura 4). Los conceptos comprendidos son:

Figura 4

Conceptos a considerar en el modelo



Fuente: María (2024)

Filosofía

En la Figura 4, se muestra como punto de partida para el abordaje del problema complejo a la filosofía, la ética de la responsabilidad y la educación. Primeramente, como señala Bishop (2024), en una época dominada por la fugacidad de la atención y la sobreabundancia de información, nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de cultivar el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas. Sin embargo, en esa prisa por buscar soluciones inmediatas, a menudo se descuida la herramienta indispensable que ha guiado el pensamiento humano durante siglos: la filosofía. Como

señalan Heylighen et al. (2006), el paradigma de la complejidad aún debe ser plenamente asimilado por la filosofía.

Para el abordaje de la complejidad, como señalan Gabbay et al. (2011), son deseables las contribuciones de filósofos informados científicamente, así como científicos informados filosóficamente. Además, ante el dilema de las multicrisis derivadas del Antropoceno, como señalan Smith y Wilson (2024), si se quiere hacer frente a los retos de la extinción por el Antropoceno, no se puede operar con una anti-ecología basada en un dogma crítico absolutista ni con una anti-ecología basada en las exigencias del especialismo operativo.

Al respecto, Earnshaw Rae (2019), citado por Jiménez y Triana-Moreno (2024) considera que el abordaje de los problemas de investigación emergente [como los de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac] implican cruzar las fronteras disciplinarias para producir nuevos conocimientos fomentando la colaboración entre investigadores de disciplinas diversas. En el mismo sentido, Jiménez y Triana-Moreno (2024) se preguntan:

> ¿cuál es el papel de la filosofía en la interdisciplinariedad? La filosofía actúa como fuente y puente de diálogo, evalúa y examina las categorías analíticas y ofrece métodos que fomentan la participación de voces diversas en la investigación. En la filosofía recae la responsabilidad de potenciar estos intercambios de teorías, métodos, perspectivas y en foques para dar cuenta del mundo en el que vivimos. A su vez, esta mirada sobre la interdisciplinariedad como alternativa novedosa de investigación ha de verse reflejada en un tipo particular de investigador en filosofía (p. 123).

Ética de la Responsabilidad

Aun cuando las dimensiones del problema a estudiar coinciden razonablemente en Cattan et al. (2012), Mejía et al. (2017) y María et al. (2021), en ningún caso se reparó en la necesidad de abordar el problema en estudio desde el punto de vista de la ética. Sánchez (1995), en la *Introducción* de la obra El Principio de Responsabilidad, ensayo de una ética para la civilización tecnológica, de Hans Jonas, señala:

> … con la aparición de la ciencia moderna y la técnica que de ella se deriva, ahora el hombre constituye de hecho una amenaza para la continuación de la vida en la Tierra. No sólo puede acabar con su existencia, sino que también puede alterar la esencia del hombre y desfigurarla mediante diversas manipulaciones. Todo esto representa una mutación tal en el campo de la acción humana que ninguna ética anterior se encuentra a la altura de los desafíos del presente. Por ello es necesaria una nueva ética: una ética orientada al futuro, que puede ser llamada, con toda propiedad, «ética de la responsabilidad» (p. 8).

Es oportuno mencionar el trabajo de Mellado- Ayala et al. (2024), en el que sí se muestra una forma de operacionalizar la ética como parte de la Responsabilidad social en la Cuenca del Río Atoyac; refieren cómo los ejidatarios del municipio de Santa Rita Tlahuapan cuentan con reglamentos y códigos de ética que les permite asumir su responsabilidad con la Cuenca.

Educación

Como menciona Reyes (2020), a partir de los 90 en México, con las políticas neoliberales dictadas, entre otros, por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, los planes y programas educativos privilegiaron los modelos de calidad y eficiencia, llevando los procesos de enseñanza y aprendizaje hacia el paradigma de la *utility* (Max-Neef, dixit*)*, ponderando los conocimientos que podían traducirse en utilidad práctica.

De acuerdo con el PND (2019), citado por Fuentes (2021), durante el neoliberalismo los ciclos básico, medio y medio superior, fueron vistos como oportunidades de negocio para venderle al gobierno insumos educativos inservibles y a precios inflados (p.142); esa estrategia, señala el autor, se tradujo en la degradación de la calidad de la enseñanza. Ello se reafirma con lo reportado por Noriega (2010), que afirma que:

> las transformaciones educativas han sido orientadas de acuerdo con las concepciones neoliberales del modelo económico hegemónico que se impusieron con la globalización. De hecho, en este modelo, la prioridad sería educar para la productividad, dejando de lado educar para la ciudadanía y la participación en la definición de las decisiones que afectan la vida pública, así como educar para el debate de las propias

> políticas públicas y para desarrollar el potencial de los seres humanos, de los ciudadanos (p 161-162).

De acuerdo con lo anterior, se requiere de un sistema o modelo educativo que fomente la colaboración e integración de las distintas disciplinas que pueden intervenir para abordar los problemas complejos característicos de este siglo XXI, atendiendo a una ética de la responsabilidad de los distintos actores como son los políticos, empresariales, de la sociedad civil y de la del conocimiento.

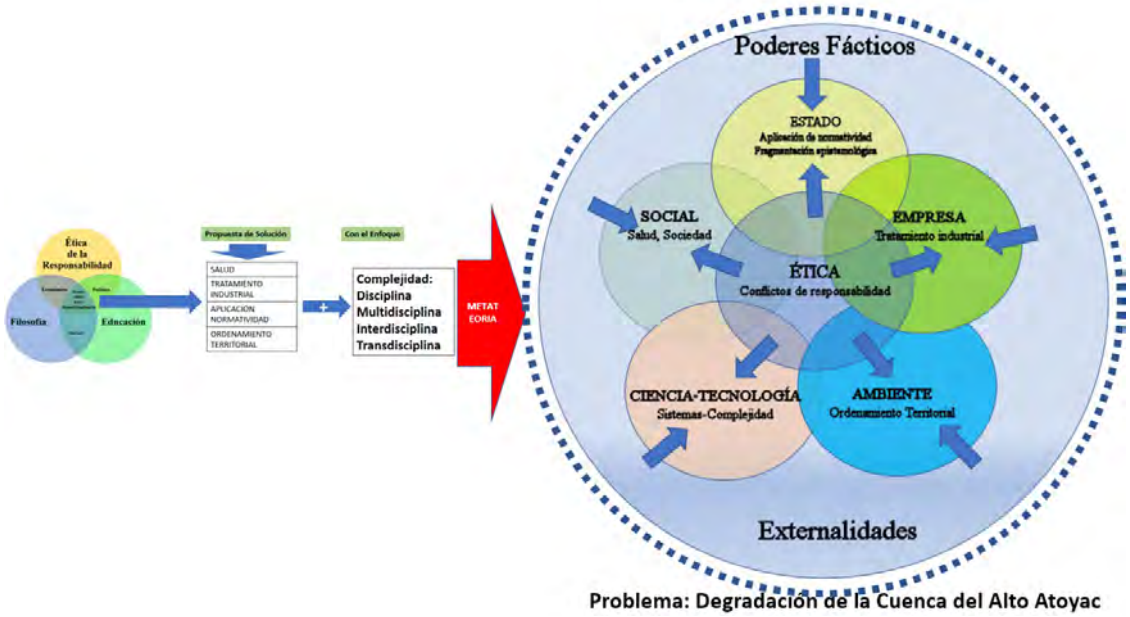
La Metateoría

De los conceptos anotados antes, posiblemente el de metateoría sea el menos conocido. Sánchez (1991[1]), indicaba que integrar un equipo interdisciplinario para hacer complementarias las aportaciones de los integrantes del equipo de investigación, resultaba ser uno de los principales problemas, al abordar un problema complejo.
Considerando la necesidad de una metateoría, que por una parte puede explicar la dificultad de integrar equipos inter y transdiciplinarios y que, por otra, puede integrar las teorías de las diferentes disciplinas que participan en el estudio del problema, en una metateoría general, se decidió incluir el concepto en el modelo de abordaje de un problema complejo como el de la Cuenca del Alto Atoyac, como se muestra en la siguiente Figura 5:

[1] Sánchez, R. O. (1991). Los equipos interdisciplinarios de sector. Hacia un modelo de intervención. Papeles del Psicólogo. https://www.papelesdelpsicologo.es/resumen?pii=512

Figura 5

La Metateoría, concepto necesario en el modelo propuesto



Fuente: a partir de María (2024).

Conclusiones

Además de que el abordaje de la problemática multidimensional de contaminación de la Cuenca del Alto Atoyac debe hacerse desde el paradigma de la complejidad, considerando como base a la filosofía, la ética ambiental y el principio de responsabilidad de los actores internos y externos involucrados en el problema (María, 2024), se considera de utilidad incorporar el concepto de metateoría para ayudar a la integración de equipos inter y transdisciplinarios, por una parte, y además, ayudar a la integración de las distintas teorías que participan en el estudio del problema de la degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala, mediante la incorporación y operacionalización del concepto de *Metateoría*.

Referencias

Archibald, M. M., Lawless, M., Harvey, G., & Kitson, A. L. (2018). Transdisciplinary research for impact_protocol for a realist evaluation of the relationship between

transdisciplinary research collaboration and knowledge translation. BMJ Open, 8 (4), 1-7, doi:10.1136/bmjopen-2018-021775

Baer, J. (2012). Domain Specificity and the Limits of Creativity Theory. The Journal of Creative Behavior, 46(1), 16–29. doi:10.1002/jocb.002

Bhaskar, R., Danermark, B., & Price, L. (2018). Overview of the contemporary literature. In Bhaskar, R., Danermark, B., & Price, L. INTERDISCIPLINARITY AND WELLBEING A Critical Realist General Theory of Interdisciplinarity. ROUTLEDGE

Bhaskar, R., Esbjörn-Hargens, S., Hedlund, N., & Hartwig, M. (Eds.). (2016). Metatheory for twenty-first century. Critical realism and integral theory in dialogue. Routledge Taylor & Francis Group.

Bishop, L. (2024). The role of philosophy in critical thinking and problem-solving. Planksip; https://www.planksip.org/the-role-of-philosophy-in-critical-thinking-and-problem-solving/

Bligh, B. (2009). Drawing strands together: Cross-disciplinary dialogue around computer-based assessment. In. Karanika-Murray, M., & Wiesemes, R. (Edists.). Exploring avenues to interdisciplinary research: from cross- to multi- to interdisciplinarity. Nottingham University Press

Bok, D. (2003). Preface. In Universities in the marketplace. The commercialization of higher education. Princeton University Press

Bot L. (14 de marzo, 2011). Eclatement disciplinaire et paradigmes éducatifs: Les Grandes Ecoles face au « paradoxe positiviste »[Groupe des Ecoles de Management] 2ème journée du groupe GEM : « Approches transversales et synergies interdisciplinaires », Paris.

Bustamante-López, C., González-Cruz, E. G., y Pérez-Muñoz, S. A. (2024). La cuenca del Alto Atoyac: bosquejo histórico de un medio socioambiental. De los albores de su sociedad agrícola hasta su industrialización. *Revista de Estudios Regionales Nueva Época*, 2 (3) 18-35.

Collado, R. J. (2016). Coevolución en la gran historia. Una introducción transdisciplinar y biomimética a los objetivos de desarrollo sostenible [Tesis Doctorado, Universidad de Salamanca] Archivo Digital. https://ciret-transdisciplinarity.org/biblio/biblio_pdf/Javier_Colladol.pdf

Coulthart, S. (2017). What's the problem? Frameworks and methods from policy analysis for analyzing complex problems. Intelligence and National Security. 32 (5) 636-648, DOI: 10.1080/02684527.2017.1310983

Darbellay, F., Cockell, M., Billotte, J., & Waldvogel, F. (Eds.) (2008). A vision of transdisciplinarity, Laying foundations for a world knowledge dialogue. PPFL Press

Evely, A. C., Fazey, I., Lambin, X., Lambert, E., Allen, S., & Pinard, M. (2010). Defining and evaluating the impact of cross-disciplinary conservation research. Environmental Conservation, 37(04), 442–450.

Fuentes, N. F. (2021). Educación, producción subjetiva y neoliberalismo. Reflexiones y articulaciones teóricas en el giro político mexicano, En Treviño, R. E. (Coord.) (2021). La educación y el conocimiento bajo el espectro del neoliberalismo en América Latina. Universidad Veracruzana, México

Galvani, P. (2011), Quelle formation pour les formateurs transdisciplinaires? Éléments pour une méthodologie réflexive et dialogique. Universidade Católica de Brasilia. Downloaded from https://ciret-transdisciplinarity.org/ARTICLES/Galvani_fichiers/Galvani.pdf

Gabbay, D., Thagard, P., & Woods, J. (2011). General preface. In Hooker, C. A. (Editor). Philosophy of Complex Systems. Handbook of the Philosophy of Science, Vol. 10. Elsevier

Giroux, H. A. (2004). Teoría y resistencia en educación. Una pedagogía para la oposición. Siglo XXI Editores

Halvorson, H. (2019). Invitation to Metatheory. In: The Logic in Philosophy of Science. Cambridge University Press.

Heylighen, F., Cilliers, P., and Gershenson. (2006). Philosophy and complexy. In Bogg, J. and R. Geyer (eds.) Complexity, Science and Society. Radcliffe Publishing, Oxford. 2007.

Jacobs. J. A. (2013). In Defense of Disciplines Interdisciplinarity and Specialization in the Research University, The University of Chicago Press

Karatzogianni, A. (2009) Confronting Internal and External Problems of Inter-Displinarity. Selected works of Athania aratzogianni. University of Leicester. Downloaded from https://works.bepress.com/athina_karatzogianni/9/download/

Keck, A. S. Sloane, S., Liechty, J. M., Fiese, B. H., & Donovan, S. M. (2017). Productivity, impact, and collaboration differences between transdisciplinary and traditionally trained doctoral students: A comparison of publication patterns. PLoS ONE 12 (12): 1-12, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189391

Kollman, T. (2010). Survey and Framework for Transdisciplinary Research Activities, [Thesis Doctor of Philosophy]. Texas Tech University

Lane, R. (2020). Logic & Analytical thinking. Independently Published.

Lara, R. F. d. J. (2017). Fundamentos para el diagnóstico e intervención en sistemas complejos. Editorial Académica Española.

María, R. A. (2021). La contaminación del río Atoyac como un problema perverso (wicked problem). En Ávila, C. O., Hernández, R. M. de L., & Lozano, M. A. (Coords.) Rio Atoyac, hacia una gestión integral de una problemática multifactorial.

María, R. A., Ávila, O. C. A., Luna, G. R., Hernández-Rodríguez, M. L., Lozano, M. S. A., Baquero, H.F., & Gutiérrez, O.W. (2021). Una visión holística de la problemática del Río Atoyac en la frontera Puebla-Tlaxcala. En María, R.A., Ramírez, V.B., & Zagoya, M.J. (Editores). Ideas y Experiencias Sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad en el México Neoliberal. El Colegio de Tlaxcala A.C.

María, R. A. (2024). Abordaje holístico del problema de contaminación de la Cuenca del Alto Atoyac. Una aproximación al modelo. En María, R. A., Higueras, Z. E., & Ramírez, V. B. (Coords). *Medio Ambiente y Sustentabilidad: la dimensión epistémica del diálogo de saber*es. El Colegio de Tlaxcala A.C. https://revistacoltlax.mx/omp/index.php/repositoriocoltlax/catalog/book/85

Maringe, F., & Gibbs, P. (2009). Preface. In Marketing higher education theory and practice. McGraw Hill, Open University Press

Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity, Commentary. Ecological Economics, 53 (1) 5-6

Mellado-Ayala, P. y Rosano-Reyes, E. (2024). Un enfoque de Responsabilidad Social para la cuenca del Alto Atoyac. *Revista de Estudios Regionales Nueva Época*, 2 (3) 108-123

McMullen, M. S., Mauch, J. E., & Donnorummo (Eds.) (2000). The emerging markets and higher education. Development and sustainability. RoutledgeFalmer

Mejía, P. de L., A., Ortiz, E. B. y Sánchez, C. L. F. (2017). Diagnóstico para la formulación del plan rector para el saneamiento del río Atoyac, Municipio de Puebla. Anexo 2 del Plan Rector para el saneamiento del río Atoyac, Municipio de Puebla.

Modvar, C. & Gallopin, G. C. (13 to 15 October 2004). Sustainable development, epistemological challenges to science and technology. [Serie seminarios y conferencias] Report of the workshop "Sustainable development: epistemological challenges to science and technology" Naciones Unidas-CEPAL-Santiago, Chile (2005).

Moore, M. (2018). Transdisciplinarity in Research: Perspectives of Early Career Faculty. Res Soc Work Pract. 28(3): 254–264.

Morin, E. (1998, november 07). Réforme de pensée, transdisciplinarité, réforme de l'Université. ciret-transdisciplinarity.org. https://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b12c1.php

Morote, E.S. & Yeager, J.L. (2000). Higher education. The social, political, and economic driver of Mexico's future. In_Matthe McMullen - The Emerging Markets and Higher Education_ Development and Sustainability (Routledgefalmer Studies in Higher Education) (2000)

Noriega, Ch., M. (2010). Sistema educativo mexicano y organismos internacionales. En Arnaut, A., & Giorguli, S. (Coords.) Educación. Los grandes problemas de México. El Colegio de México

Overton, W. F. (2013). Relationism and Relational Developmental Systems. A paradigm for developmental science in the post-Cartesian era. In: Lerner, R. M., & Benson, J. B. (Edits). Advances in Child Development and Behavior. Embodiment and Epigenesis: Theoretical and Methodological Issues in Understanding the Role of Biology within the Relational Developmental System. Part A: Philosophical, Theoretical, and Biological Dimensions. ELSEVIER.

Parry-Davies, L. (2022) How to build global resilience in a multi-crisis world, OECD-Development Matters. https://oecd-development-matters.org/2022/12/07/how-to-build-global-resilience-in-a-multi-crisis-world-devat60-dialogues/

Polyankina, S. Iu. (2019). Механизмы интеграции и дифференциации в высшей школе: сотрудничество vs. Конкуренция [Mecanismos de integración

y diferenciación en la educación superior: cooperación vs. Competencia]. Professional education in the modern world, 9 (1), 2397–2405

Reyes, G. L. (2020). Crisis y reconfiguración de identidades en el profesorado de educación básica en México. En Olivo, P. M.A., Alaniz, H. C., & Reyes G. L. (Coords.) Reforma educativa neoliberal en México. Perspectivas críticas Rivas, P. (2020). Aprender a desaprender. Transformando la educación superior. LID Editorial

Sánchez, R. O. (1991). Los equipos interdisciplinarios de sector. Hacia un modelo de intervención. Papeles del Psicólogo. https://www.papelesdelpsicologo.es/resumen?pii=512

Seïde, S. M. (2005, october 20). Éducation chrétienne et transdisciplinarité Pour une culture de communion, ciret-transdisciplinarity.org. https://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b18c4.php

Smith, J. A., and Wilson, A. (2024). Reforming the philosophy of the Enlightenment. Chance as a second-order phenomenon and post-humanism_In_Radical Ecology in the Face of the Anthropocene Extinction. Routledge Advances in Sociology

Stamataki, Z. (2009). Cross-disciplinary practice. Applications to health care. In Karanika-Murray, M., & Wiesemes, R. (Editors.). Exploring avenues to interdisciplinary research: from cross- to multi- to interdisciplinarity. Nottingham University Press

Tress, G., Tress, B., & Fry, G. (2005). Clarifying Integrative Research Concepts in Landscape Ecology. Landscape Ecology, 20 (4), 479–493. doi:10.1007/s10980-004-3290-4

Udas, K. & Stag, A. (2019). The university as ideological state apparatus: Educating to defend the corporate status quo? The International Education Journal: Comparative Perspectives, 18 (1), 66-79

Witherington, D. C., Overton, W. F., Lickliter, R., Marshall, P. J., & Narvaez, D. (2018). Metatheory and the primacy of conceptual analysis in development science. Human Development, 61(3), 181–198. https://doi.org/10.1159/000490160

DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE LA DEGRADACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN CULTIVOS DE BANANO EN URABÁ, COLOMBIA: UN ENFOQUE TRANSDISCIPLINARIO

Carlos Enrique Castro Méndez
Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby

Introducción

El propósito de la investigación es la aplicación de un enfoque integral a partir de visiones parcializadas obtenidas desde varias disciplinas del conocimiento, para aportar a la identificación de la degradación de la fertilidad de los suelos causada por el uso agrícola intensivo en tierras aluviales que fueron drenadas para el establecimiento de cultivos de banano en la zona bananera de Urabá antioqueño. Se identifica como problema de investigación la ausencia de un control de la degradación de la fertilidad natural del suelo y esto ha ocasionado la disminución del rendimiento del cultivo de banano localizado en la región del Urabá antioqueño en Colombia. No hay claridad si la degradación de la fertilidad es identificada en el deterioro químico, físico o se debe al manejo de la producción agrícola.

De acuerdo con lo anterior no es suficiente con analizar las necesidades de nutrientes de un cultivo sin consultar las variables locales representadas en la disponibilidad y la relación de nutrientes que se requieren para el óptimo desarrollo de las plantas, sin conocer el almacenamiento de los nutrientes, sin identificar las propiedades físicas que coadyuvan a que estas cantidades de nutrientes estén realmente disponibles en esa

proporción y al alcance de las raíces de los cultivos. Es importante también analizar las aguas utilizadas en el riego, revisar el paquete de fertilización que se aplica en la actualidad y verificar los efectos locales que manifiestan el déficit de nutrientes y el desbalance de los mismos en cada sitio. Para el desarrollo de la presente investigación con enfoque transdisciplinario es imprescindible identificar los factores que generan la degradación de la fertilidad de los suelos. La pregunta a resolver es ¿Cómo realizar un diagnóstico integral de la degradación de la fertilidad del suelo en cultivos de banano en el Urabá antioqueño con la aplicación de un enfoque transdisciplinar? respaldada por la hipótesis el análisis integral de la fertilidad del suelo puede considerarse con variables como la composición química del suelo, sus características físicas, la cantidad y calidad del agua, y otros factores relacionados con la producción agrícola.

Para el proceso metodológico se propone la caracterización de factores que inciden en la degradación de la fertilidad de los suelos agrupados así:

El primer factor surge de la identificación del uso de la tierra y estudio del programa de nutrición que se encuentran en desarrollo, analizados con el fin de conocer la causa de las anomalías que se manifiestan localmente en la disminución de los rendimientos del cultivo (Herrera et al., 2021). Usualmente, el establecimiento de los cultivos se hace con base en un paquete de requerimientos de nutrientes que son planificados en relación con la variedad del cultivo y con los rendimientos que se esperan del mismo.

El segundo factor se relaciona con la cantidad y la calidad del agua. A manera de ejemplo, Castro y Figueroa (1990), encontraron que los requerimientos de agua para papa varían de acuerdo con la variedad de esta y su etapa fenomenológica. Además, el cultivo no aumenta su rendimiento en la medida que se adiciona mayor cantidad de agua; en ese sentido, la parda pastusa alcanza sus máximos rendimientos (32,1 ton/ha) con láminas acumuladas de agua de 373,3 mm/cosecha, la variedad Chitagá (38,04 ton/ha) con 419,52 mm, la variedad Monserrate (38,5 ton/ha) con 421,3 mm y la variedad Puracé (48,2 ton/ha) con 391,6 mm. Cuando las variedades de papa superan esa cantidad óptima de agua, la producción empieza a disminuir. La calidad del agua con la que se ha cosechado, indica un efecto acumulado en el tiempo y explica los procesos de salinización de tierras agrícolas ocurridos varios años después de regados. En este caso, la degradación de la fertilidad se debe a la disminución del agua en el suelo o a la

acumulación de sales en el mismo, razón por la cual es importante considerar la cantidad y la calidad del agua.

El tercer factor utilizado en el análisis de la degradación de la fertilidad del suelo está basado en la distribución espacial del intercambio iónico establecido por los empresarios agrícolas los cuales fijan sus programas de fertilización a través de muestras de suelos, análisis de la composición química obtenida a partir de unidades cartográficas que fueron definidas según la escala del levantamiento de suelos, lo que permite una aproximación a la realidad dependiente de la cantidad de observaciones realizadas en terreno. Muchas de las decisiones de fertilización a nivel agroindustrial se toman según el paquete recomendado para el tipo de semillas y no tomando como referencia los contenidos de nutrientes que se encuentren disponibles en el suelo, esto causa excesos y desbalances de nutrientes que producen la degradación de la fertilidad del suelo.

El cuarto factor comprende las propiedades físicas del suelo en el que se estudia principalmente la retención de humedad y el transporte de nutrientes por ese medio; variables como la compactación evalúan varias características físicas integradas como textura, consistencia, porosidad, conductividad hidráulica e infiltración de aguas que intervienen en la nutrición de los cultivos de banano.

El indicador que permite evaluar la degradación de la fertilidad de los suelos es el diagnóstico visual de las hojas y de los frutos, importantes en la supervisión de la calidad de los productos agrícolas que se requiere en cumplimiento de las normas internacionales de exportación de cultivos. Desde el 2007, GLOBALGAP (Buenas Prácticas Agrícolas Europeas) es la norma internacional encargada de expedir la correspondiente certificación.

Analizar la degradación de la fertilidad de las tierras desde la transdisciplinariedad es agregar información sobre el problema, visto desde varias disciplinas del conocimiento; por tal razón, se recurre a una visión integrada y complementaria.

Transdisciplinariedad

La transdisciplinariedad se presenta como una alternativa y a la vez como una crítica a la toma de decisiones unilaterales basadas en el enfoque económico y con el objetivo único de la ganancia rápida que produce efectos sociales y ambientales negativos.

El desequilibrio territorial está acompañado de decisiones tomadas con base en disciplinas individualizadas, por tanto, la transdisciplinariedad promueve las decisiones desde la integración de múltiples áreas del conocimiento (Calvo, 2019). El desafío actual se centra en la visión global que permite entender el todo como la suma de las partes, para lo cual se requiere de un enfoque integrador, que abarque diferentes formas de analizar un problema con el fin de evitar la degradación de las tierras, conocida en economía como los intangibles (Pengue, 2017).

Comprender las problemáticas a partir de la transdisciplinariedad es un desafío complejo ya que va más allá de las fronteras disciplinares específicas, además de romper con los paradigmas de una ciencia creada en una sola visión, ya sea cuantitativa o cualitativa.

El análisis de la transdisciplinariedad realizado a partir de niveles de conocimiento, incluye el componente socio-ambiental; cada nivel aporta información para comprender otras instancias que se encuentran en el contexto global, caso de la variabilidad climática o el aumento de los procesos de desertificación, totalmente separados de decisiones de tipo local o regional (Calvo, 2019).

El planteamiento propuesto en esta investigación va más allá de la lógica del *tercio incluido,* original de Aristóteles y retomado en el enfoque de la transdisciplinariedad, en el que el aporte de un tercer estudio de la realidad, ayuda en la resolución de la dicotomía de dos disciplinas bien consolidadas como son la física y la química de los suelos. En este caso, el tercero incluido puede encontrarse en diferentes realidades, tales como la calidad de agua que se utiliza para los procesos productivos, en el uso y el manejo de programas de nutrición aplicada a los suelos o el más cercano a los resultados productivos que es el análisis visual de las deficiencias o excesos de nutrientes en los suelos.

Con la transdisciplinariedad, es posible construir una estructura abierta al conocimiento, y a través de ella generar teoría crítica mediante la integración de conocimientos calificados como especiales y definitivos que se convierten en transitorios y que pasan a través del tamiz de diferentes temporalidades en las que se incluyen las decisiones, las prácticas diarias y los efectos nutricionales en los cultivos.

El principal desafío para realizar un análisis integral de la fertilidad de los suelos radica en superar los conocimientos individualizados de los enfoques físico y químico y generar una interacción con otras visiones localizadas fomentando encuentros que

permitan la toma de decisiones concertadas alejadas de las visiones economicistas del mundo que han ocasionado problemas socioambientales y han generado impactos sociales que no son visualizados. La transdisciplinariedad se presenta como un método necesario para abordar problemas complejos como la degradación de las tierras, el cambio climático o el crecimiento de las áreas desertificadas que son tratadas como fenómenos naturales y no como prácticas socioeconómicas que tienen efectos en el paisaje.

Para comprender la transdisciplinariedad, es importante trascender el conocimiento adquirido a través de la razón lógica y lineal para integrar conocimientos adquiridos desde variados enfoques y temporalidades, así como la necesidad de superar el conocimiento simple propuesto por la especialización (Calvo, 2019).

Se aplica, además un enfoque holístico y sistémico que permite enriquecer el conocimiento a través del análisis multiescalar que puede ir de lo local a lo global, es por ello que la transdisciplinariedad permite comprender los problemas de la degradación de las tierras desde un paso previo, que es el conocimiento de las causas.

Desarrollo

La fertilidad del suelo desde una perspectiva química implica una exploración detallada de diversos aspectos, siendo fundamental el análisis de la presencia y disponibilidad de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Se destacan los macronutrientes Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), al igual que los micronutrientes zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn).

La cantidad y proporción de estos elementos determinan la composición química del suelo, influenciando directamente su capacidad para sustentar cultivos. Es necesario considerar que la relación entre estos nutrientes puede impactar en la reacción del suelo, es decir, su pH que varía entre ácido y alcalino. Esta variación afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas, generando desequilibrios que comprometen el desarrollo óptimo de las plantas.

Es importante resaltar que un exceso o deficiencia de ciertos nutrientes puede alterar significativamente la fertilidad del suelo (Gutiérrez & Castañeda. 2009). Por ejemplo, un exceso de sales solubles puede obstaculizar el crecimiento de los cultivos al afectar la osmolaridad y la absorción de agua por las raíces, mientras que una deficiencia

de nutrientes limita el desarrollo adecuado de las plantas y reduce su rendimiento (Navarro y Navarro, 2013).

Por lo tanto, el estudio minucioso de la fertilidad del suelo desde una perspectiva química es esencial para comprender y gestionar eficazmente los recursos agrícolas, con la garantía de la sostenibilidad y productividad a largo plazo en los sistemas de cultivo.

En el estudio de la fertilidad del suelo, es importante considerar sus propiedades físicas, las cuales desempeñan un papel determinante en su capacidad para sustentar el crecimiento saludable de las plantas. Entre estas propiedades, la textura del suelo emerge como un factor primordial, caracterizada por la proporción relativa de partículas de arena, limo y arcilla. Esta composición textural influye en múltiples aspectos, como la retención de agua y nutrientes, la aireación del suelo y la capacidad que tienen las tierras para ser mecanizadas.

La compactación es un proceso de alteración de propiedades físicas como la consistencia y la densidad aparente del suelo, derivada principalmente de actividades de mecanización agrícola en condiciones inadecuadas de humedad del suelo. La compactación proviene de la reducción de la porosidad del suelo y, por ende, de la aireación disponible para las raíces de las plantas. Esta reducción puede afectar negativamente la actividad biológica del suelo y la disponibilidad de oxígeno para las raíces, comprometiendo así el crecimiento de los cultivos.

La compactación del suelo puede evaluarse de manera precisa mediante el uso de herramientas como el penetrógrafo, para identificar las capas del suelo que presentan resistencia a la penetración radicular. Este análisis proporciona información invaluable sobre el estado físico del suelo y orienta las decisiones de manejo agrícola con el fin de mitigar los efectos adversos de la compactación y promover la salud y productividad del suelo a largo plazo (Figura 1).

Figura 1

Penetrógrafo utilizado para medir el grado de compactación en cultivos de banano.



Fotografía, Carlos Castro, 2005.

La deforestación y la preparación de suelos en terrenos inclinados, junto con la aplicación indiscriminada de herbicidas y el uso intensivo de las tierras, conllevan a un efecto preocupante: la erosión del suelo. Este fenómeno representa un deterioro significativo

de la fertilidad natural del suelo, manifestado por la pérdida de materia orgánica y la disminución en los contenidos de arcillas que desempeñan un papel primordial en el intercambio iónico y en el tránsito de nutrientes desde el suelo hacia las plantas.

La deforestación y la preparación de suelos en pendientes pronunciadas exponen el suelo a la acción erosiva del agua y del viento, lo que resulta en la pérdida irreversible de su capa más fértil y rica en materia orgánica. Esta pérdida de materia orgánica es especialmente preocupante, ya que ésta constituye una fuente vital de nutrientes para las plantas y contribuye a mejorar la estructura y la capacidad de retención de agua en el suelo.

Por otro lado, el uso indiscriminado de herbicidas y la intensificación de las prácticas agrícolas pueden afectar negativamente la biota del suelo, comprometiendo su capacidad para mantener y reciclar los nutrientes de manera efectiva. La desaparición de organismos del suelo y la reducción de la actividad microbiana pueden llevar a una disminución en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Ríos, 2021).

Además, la erosión del suelo conlleva a la pérdida de partículas de arcilla, las cuales son esenciales para el intercambio iónico entre el suelo y las raíces de las plantas. Estas arcillas actúan como reservorios de nutrientes, facilitando su absorción por las plantas. La pérdida de este componente esencial puede ocasionar una disminución drástica en la capacidad del suelo para sostener cultivos saludables y productivos.

Es así como la erosión del suelo, resultado de la deforestación, la preparación de suelos en terrenos inclinados y el uso excesivo de agroquímicos, representa una amenaza significativa para la fertilidad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El análisis de Walter Pengue (2021) proporciona una contribución significativa al discurso científico sobre la degradación del suelo, particularmente al resaltar la presencia de factores intangibles que han sido previamente subestimados, tal es el caso del vaciamiento de nutrientes en el suelo causado por las prácticas de monocultivos. Estos elementos, que no son fácilmente observables ni perceptibles, solo se vuelven conscientes cuando sus efectos se manifiestan. Pengue señala específicamente la adopción en la Pampa argentina de un modelo agroexportador, caracterizado por su dependencia en los recursos del suelo, el agua y el material genético, y su aplicación de un conjunto de tecnologías que incluyen herbicidas, semillas mejoradas y prácticas de manejo innovadoras. Este enfoque tecnológico, que ahora abarca más del 50% de las

áreas agrícolas en Argentina, ilustra un cambio significativo en las prácticas agrícolas que puede tener implicaciones sustanciales en términos de degradación ambiental y sostenibilidad a largo plazo.

La expansión de la frontera agrícola en los países de América Latina se caracteriza por una dinámica que involucra la incorporación de otros biomas, como el Chaco y la Selva, en las áreas de cultivo. Este fenómeno ha sido descrito por Pengue (2017) como "pampeanización", ya que implica la expansión de las Pampas en términos de su extensión geográfica, a expensas de la desaparición de los ecosistemas del Chaco. Este proceso refleja una transformación significativa en la distribución y el uso de la tierra, con implicaciones importantes tanto en términos ambientales como socioeconómicos. La expansión de la agricultura en estas regiones conlleva desafíos y repercusiones que requieren un análisis integral y una gestión cuidadosa para garantizar la sostenibilidad a largo plazo y la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La degradación de la fertilidad natural de los suelos, se presenta en esta investigación como un concepto novedoso y una idea de la forma en la que algunos avances en el deterioro de las tierras y pérdidas de la productividad, son causados por el uso continuo y descontrolado de las tierras en agricultura, lo cual genera unos efectos, unos intangibles y otros efectos visibles cuando el daño ambiental ya es muy avanzado. La erosión y la salinización hoy en día se monitorean a través de los protocolos de degradación de tierras que tienen cada uno de esos países de América Latina; lo novedoso está en la perspectiva socio ambiental y en el reconocimiento de una amenaza real a los recursos naturales de estos países. Las políticas globales están orientadas a la cuantificación de la degradación y no a la prevención basada en casos sucedidos en países que tienen avanzado su proceso de globalización de tierras.

Localización del área de estudio

La región de Urabá en Colombia, conocida por su producción de banano, enfrenta desafíos significativos relacionados con la degradación de la tierra y la pérdida de fertilidad del suelo. La intensificación de la agricultura y las prácticas no sostenibles han llevado a la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad y la disminución de la productividad agrícola.

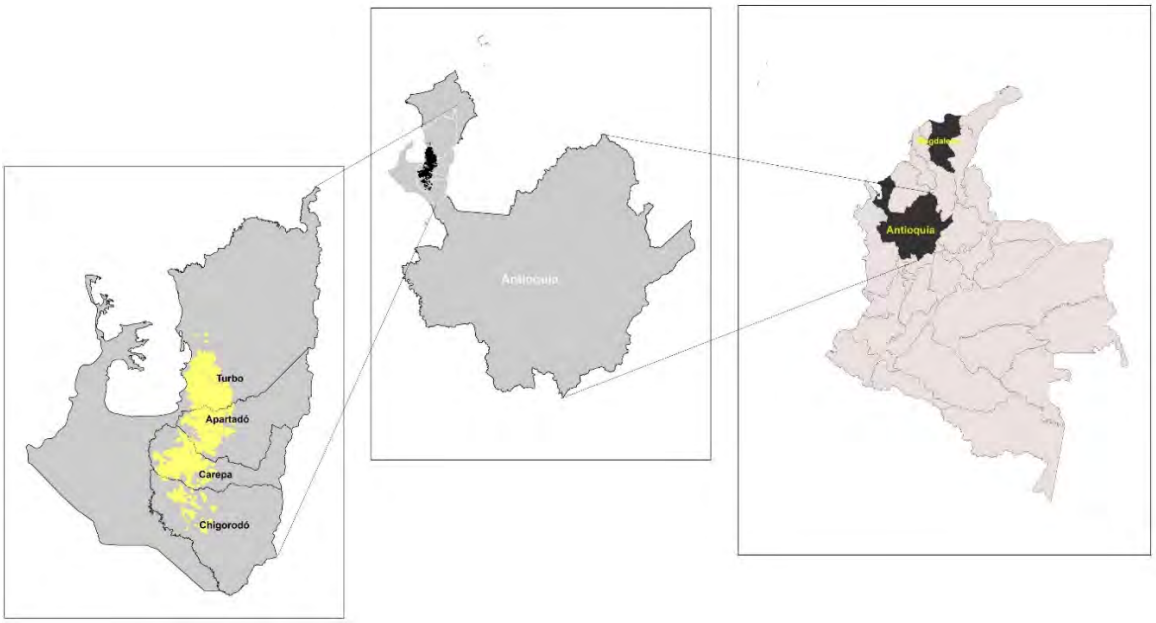
La zona de estudio corresponde a tierras de mayor extensión sembradas con cultivos de banano tipo exportación con destino al mercado europeo, para el caso colombiano los cultivos de banano se encuentran localizados en los departamentos de Magdalena y Antioquia. Ambos enclaves agroindustriales están estratégicamente localizados en conexión con el Mar Caribe.

La zona bananera de Urabá por su extensión es considerada como el centro de esta investigación se encuentra en las coordenadas 76°41´52,929" LO y 8°3´55,825" LN en el extremo norte, en el municipio de Turbo, y las coordenadas que indican el extremo sur son 76°40´38,544" LO y 7°36´27,913" LN hace parte del municipio en Chigorodó (véase Figura 2).

La principal característica climática es una temperatura media anual que varía entre 27,4°C y 27,5°C, dado que forma parte de la zona morfoclimática del Caribe Occidental con un gradiente de temperatura de 0.56°C por cada 100 metros de ascenso hacia la vertiente montañosa (Agualimpia y Castro, 2018). El clima predominante es cálido y húmedo en Turbo y cálido muy húmedo en Chigorodó, las precipitaciones promedio multianual oscilan espacialmente entre 2282 y 3529 mm/año.

Figura 2

Localización de los cultivos de banano en la región de Urabá



Fuente: Castro, 2024

Metodología

El levantamiento de suelos de la región de Urabá se desarrolló entre 1998 y 2007 en cuatro campañas de campo, para cubrir los requerimientos de información solicitada por las compañías bananeras, tres de estas campañas se realizaron a escala detallada 1:10.000 y luego se reconocieron suelos a escala semidetallada 1:25.000 en fincas de compañías bananeras más pequeñas, durante ese proceso se actualizó el procedimiento para definir la capacidad de fertilidad de Buol (IGAC, 1999; 2005), dado que la tabla de fertilidad que se aplicaba en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2018), mostraba a estas tierras como de alta y muy alta fertilidad natural. Durante el inicio de la investigación se aplicó la técnica de análisis documental.

Dicha información se recopiló en bases de datos y se actualizaron las referencias teóricas profundizando en los conceptos, el procedimiento, el cual se detalló en el libro diagnóstico de la fertilidad de suelos (Castro, 2024).

El conocimiento con mayor contenido teórico de la fertilidad natural de las tierras se centró en la química y la física de los suelos, los cuales representaban la dicotomía

tan discutida por expertos de suelos, para este caso especial las dos disciplinas fueron complementarias en su aplicación.

Durante el análisis físico del suelo se utilizaron como variables a la profundidad efectiva, los grupos texturales y la porosidad el suelo, con este conjunto de datos y las medidas de infiltración y conductividad hidráulica integradas al conjunto de datos químicos obtenidos de las tierras sembradas con cultivo de banano en el Urabá antioqueño, se constituyó la información básica de enfoque cuantitativo que mediante la aplicación de métodos interpretativos (Rojas, 2009) basados en tablas de elementos químicos como el Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio y elementos menores Boro, Zinc, Cobre, Hierro y Molibdeno se obtuvo la información del estado actual de la fertilidad luego de cuarenta años de uso continuado con cultivos de banano (Castro, 2024).

La interpretación de los datos de laboratorio de suelos se realizó a través del análisis de niveles críticos de elementos obtenidos experimentalmente por varios expertos en el cultivo de banano (Castro 2024), así como análisis del índice de humedad y el grado de compactación de los suelos (IGAC, 1999; 2005). La finalidad de estos procedimientos fue la de identificar los factores que afectaron la degradación de la fertilidad de las tierras en el Urabá antioqueño en Colombia.

En la segunda parte se aplicaron métodos cualitativos e históricos basados en documentación obtenida de investigaciones realizadas en América Latina (Pengue, 2016; EMBRAPA, 2015; INTA, 2017), obtención de información específica a través de técnicas y herramientas entre las que se incluyeron la entrevista a expertos, consulta a investigadores, revisión de resultados de investigación, análisis documental de manuales técnicos, cuyo producto tenía el fin de comprender a mayor profundidad las interacciones entre los diferentes elementos del sistema agrícola y su impacto en la fertilidad del suelo.

Como paso final, se aplicaron métodos holísticos (Hurtado, 2000) y análisis del discurso (Íñiguez, 2011), que tuvo como propósito la obtención de información integrada de datos cualitativos y cuantitativos para generar teoría crítica sobre el uso de la tierra y la conservación de la fertilidad del suelo en áreas de cultivo de banano en América Latina.

El enfoque de expertos en fertilidad permitió conocer el estado actual desde el conocimiento de la ciencia, esta información no fue suficiente por lo que se requirió

de la consulta de expertos empíricos inmersos en los procesos de producción agrícola quienes también ofrecieron su punto de vista y participaron en las posibles soluciones.

Las dos disciplinas que ofrecieron las pautas más consistentes en la caracterización de la fertilidad natural en la zona de Urabá en Antioquia fueron la química y la física de suelos, las cuales para esta investigación tienen el carácter complementario, otros elementos desequilibrantes de la fertilidad estuvieron representados por la variabilidad espacial de la calidad de aguas que se aplicaban para el riego y el programa de fertilización que se seguía en ese periodo 1999 y 2005 en estas plantaciones de banano (Castro, 2024).

Figura 3

Diagrama para indicar el diagnóstico integral de la fertilidad de los suelos desde el enfoque de expertos



Fuente: Castro, 2024

En la figura 3 se muestra como eje central para la realización del diagnóstico de la fertilidad los enfoques disciplinares de la química y la física y el grado de interacción positiva o negativa ocasionado por las políticas de los gobiernos de América Latina representada en los programas de nutrición; en algunos casos los cultivos se proponen como paquetes tecnológicos que incluyen semillas, fertilizantes, herbicidas, fungicidas

y otros aditamentos (Pengue, 2021), las aguas de riego o las aguas freáticas que ayudan en la disolución de fertilizantes, en relación directa con las propiedades físicas del suelo la infiltración, la conductividad hidráulica y la sortividad confrontada con la profundidad del nivel freático y la funcionalidad de los drenajes donde se encuentran los cultivos en estas planicies aluviales.

El análisis visual se aplicó tomando en cuenta la experiencia del técnico de campo cuyo acompañamiento sirvió en la identificación de las deficiencias de elementos mayores como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio o magnesio. Sus apreciaciones fueron tomadas como referencia durante el contraste químico reflejado en el muestreo de suelos, junto con las limitaciones físicas de los terrenos.

Se observó que este ecosistema agrícola tiene un desequilibrante casi imperceptible en donde la acción del propietario de la plantación de banano impone o modifica el programa de fertilización y de esta acción se produjo localmente el balance o desbalance de nutrientes del suelo que en términos generales produjo la degradación de la fertilidad natural de estas tierras.

Es así como las entrevistas a técnicos, expertos y campesinos, permitieron advertir sobre cuáles son los inconvenientes que llevan estas tierras a la degradación de la fertilidad de los suelos (Kvale, 2008).

La idea que sobresalió de este diagnóstico de la fertilidad de los suelos siguió el planteamiento teórico de investigadores argentinos del grupo GEPAMA (2008) que acumulaban en sus tierras la experiencia sobre cómo se presentaba la degradación de la fertilidad natural de las tierras que se tornaba imperceptible y solo era visible cuando aparecían los horizontes o las capas subsuperficiales del suelo.

Advertir sobre el deterioro es una forma de aplicar una geografía para la vida. El hecho de que sobre las mejores tierras de Colombia se realice un uso adecuado mediante una agricultura intensiva, no exime que los protocolos de degradación deban aplicarse en el sentido de observar los efectos socioambientales, aun en sitios que están utilizados según su vocación de uso.

Enfoque transdisciplinar

Cuando se estudia la disposición de las tierras agrícolas en Colombia y la identificación de áreas ambientales (MADR - 2018), se evidencia una alta posibilidad de que la degradación de las tierras se intensifique; en gran parte el problema se evidencia en los países de América Latina que han expandido su frontera agrícola y han causado los procesos de sabanización (o pampeanización) para la conformación de enclaves agroindustriales, dado que involucra la deforestación del borde de la sabana (chaco o selva impenetrable) y a la vez valida los procesos de sobreutilización de la tierra como sucede en el piedemonte caqueteño en el caso colombiano, dado que se amplía la frontera agrícola sobre áreas con cultivos establecidos en tierras que no tenían esa vocación de uso (Castro, 2023).

Es fundamental integrar un contexto socioambiental al considerar la reorganización de los usos agrícolas en Colombia, con el fin de mitigar los posibles impactos en los ecosistemas terrestres debido al cambio de uso del suelo. En esta línea, el enfoque propuesto por Basarab Nicolescu (2018) se destaca como el tercero en consideración. Este modelo aborda el uso de la tierra desde dos perspectivas completamente distintas: la productiva y la ambiental, sin embargo, no incorpora la influencia del ser humano y tampoco las actividades que se realizan en el entorno natural.

Existen tres niveles de realidad que requieren comprensión. En primer lugar, está el nivel de la producción agrícola, que a nivel global se ha asignado a las tierras llanas derivadas de aluviones, las cuales generalmente poseen una fertilidad natural elevada. En segundo lugar, encontramos el aspecto ambiental, que proporciona servicios ambientales que complementan la actividad productiva, como la polinización, la liberación de nutrientes, la provisión de agua y otros servicios ambientales aún no identificados.

La expansión de la frontera agropecuaria sobre los espacios ambientales interrumpe los flujos energéticos, lo que gradualmente conduce al deterioro y la degradación de las tierras. Además, los impactos de los usos intensivos minan la resistencia y la capacidad de recuperación de estas tierras frente al cambio de uso.

Las tierras agrícolas están siendo sometidas a usos que entran en conflicto entre sí, lo que subraya la necesidad de incorporar un tercer contexto que facilite la conciliación de intereses.

Según Basarab (2018), el "tercero incluido" representa el espacio donde se reconcilian las contradicciones entre los contextos productivo y ambiental. Este concepto implica la renuncia a las verdades absolutas que caracterizan a cada uno de estos contextos, ya que el tercer incluido opera en un nivel de realidad distinto. En este sentido, su objetivo principal es la conservación de los espacios de vida locales, el respeto por la biodiversidad agrícola - ambiental y, en última instancia, la preservación de la vida en el planeta.

Tras el Renacimiento, se produjo una separación filosófica entre el sujeto y el objeto, facilitada por la introducción de métodos que permitieron tomar distancia. Sin embargo, este distanciamiento condujo a una nueva unión a través del concepto del "tercero incluido".

El análisis del objeto se llevó a cabo desde la perspectiva de especialistas en diversos campos, lo que subraya la importancia de integrar estos conocimientos para obtener un diagnóstico completo del problema. En este contexto, el "tercero oculto", según Basarab, no se limita ni al objeto ni al sujeto, y desafía la dicotomía establecida entre ambos. Lo denomina así porque es oculto al entendimiento, al pensamiento analítico.

Basarab (2018) señala que la transdisciplinariedad implica la identificación de un elemento intermedio entre el sujeto (los especialistas) y el objeto (la fertilidad del suelo), uno que no depende exclusivamente de ninguno de los dos y según Maldonado (2020) corresponde a la vida misma. En consecuencia, es necesario replantear la idea de que las tierras derivadas de aluviones corresponden a tierras aptas para los procesos productivos de agricultura intensiva como se plantean desde las políticas globales.

El enfoque transdisciplinario que se propone para el análisis integral de la fertilidad de las tierras cultivadas con banano en el Urabá antioqueño en Colombia, integra las disciplinas del reconocimiento de suelos (agrología), la clasificación basada en la génesis del suelo (taxonomía de suelos), las ciencias auxiliares de la química y la física de suelos, los programas de fertilización adaptados para la región del caribe y las prácticas de manejo; trasciende sus límites cartográficos para crear un nuevo marco de referencia o un nuevo nivel de conocimiento con la adición del contexto político social y económico, especialmente, la identificación de los actores presentes en el territorio. La técnica aplicada involucra la cooperación entre académicos y no académicos, para abordar el problema de la degradación de las tierras debido a usos agrícolas intensivos.

Se plantea la necesidad de incorporar diversos saberes de la geografía física representada en la cartografía de suelos y la inclusión de nuevas perspectivas teóricas para generar soluciones innovadoras y holísticas. De acuerdo con Gibbons et al. (2010), la transdisciplinariedad representa un cambio paradigmático en la producción de conocimiento, ya que va más allá de la interdisciplinariedad al involucrar el estudio de los actores territoriales durante el proceso de investigación. Además, la transdisciplinariedad se caracteriza por la creación de espacios colaborativos, en donde el conocimiento se construye de manera conjunta y en contexto, lo que permite una comprensión más amplia y profunda de los problemas abordados (Jantsch, 1972). Por su parte, Nicolescu (2002) enfatiza que este enfoque requiere de una visión integradora que reconozca la interacción entre diferentes niveles de realidad, lo que permite una comprensión más rica y completa de la complejidad de los fenómenos sociales y naturales a través de interpretaciones no convencionales. Un enfoque diferente rompe los esquemas preestablecidos, al mostrar una realidad social diferente a la que ofrece el desarrollo económico no controlado.

En la ciencia moderna, cuyos cimientos fueron establecidos por Galileo Galilei, se busca eliminar al sujeto y trabajar con un conocimiento objetivo y neutral. Sin embargo, esto resulta desafiante debido a la diversidad de escalas de información. En este contexto, el "tercero oculto" emerge como una herramienta importante para comprender una amplia gama de fenómenos, desde perspectivas históricas y sociales hasta cuestiones como el cambio climático, la desertificación y la degradación de las tierras.

Para la gestión del conocimiento transdisciplinar se siguen los planteamientos de Buser and Schneider (2021), a través de la integración de los conocimientos de sistemas, objetivos y transformación que en términos generales se presenta en la Tabla 3.

En cuanto al **conocimiento de sistemas,** se tiene como situación problemática a la identificación del deterioro creciente de tierras en América Latina cada vez más difícil de manejar, debido a que poco se hace para prevenir los daños socio ambientales ocasionados por el establecimiento de cultivos intensivos. Para este caso se realiza un seguimiento a las tierras colombianas que contenían abundante cantidad de agua, tierras conformadas por aportes aluviales y consideradas como tierras de fertilidad natural muy alta debido a que fueron conformadas con abundantes aportes de sedimentos ricos en nutrientes.

Siendo una problemática poco estudiada en Colombia, se desconocen los factores que inciden en la degradación de las tierras debido a la pérdida de fertilidad natural. Usualmente la degradación de las tierras se analiza a partir de variables visuales como la erosión y la salinización, sin embargo, hay un deterioro casi imperceptible ocasionado por el desbalance de nutrientes o por el deterioro de las condiciones que impiden el flujo efectivo de nutrientes destinado a los cultivos.

Se identifica la ausencia de una teoría crítica sólida que aborde de manera integral los desafíos relacionados con el uso de la tierra y la conservación de la fertilidad del suelo en las áreas de cultivo de banano en América Latina, lo que conlleva a prácticas insostenibles que contribuyen a la degradación ambiental y socioeconómica en la región.

Tabla 3

Aspectos y diferencias entre los tres tipos de conocimientos

Aspecto	Conocimiento de Sistemas	Conocimiento Objetivo	Conocimiento de Transformación
Definición	Se refiere al entendimiento holístico del sistema actual o la situación problemática.	Se relaciona con el conocimiento sobre el futuro deseado y los valores que indican una dirección a seguir.	Trata de cómo pasar de la situación actual a la deseada, incluyendo estrategias concretas y pasos a seguir.
Enfoque	Analítico y descriptivo.	Basado en la deliberación de diferentes actores sociales y valores.	Se enfoca en la implementación práctica de acciones para lograr el cambio deseado.
Características	Se centra en comprender la complejidad del sistema socio ecológico relevante. Incluye aspectos como la degradación de tierras, gestión del suelo, productividad, interrelaciones, etc.	Se basa en valores y normas, buscando una dirección hacia un futuro deseado. Involucra la participación de diversas partes interesadas.	Incluye el desarrollo de estrategias específicas y pasos concretos para llevar a cabo la transformación hacia el futuro deseado.

Ejemplo	En el contexto de la degradación de la fertilidad implica comprender la interacción entre factores como la química, la física, el agua utilizada en riego, el análisis visual de deficiencias y el programa de nutrición del suelo.	Para abordar la degradación de la fertilidad del suelo, implica desarrollar una visión participativa del futuro deseado y crear escenarios con la colaboración de una amplia gama de partes interesadas.	En el mismo contexto, implica establecer una plataforma de colaboración entre comunas con diferentes recursos hídricos para coordinar la distribución justa del agua y la implementación de medidas concretas de uso y manejo del suelo.

Fuente: con base en datos de Buser and Schneider (2021).

El conocimiento objetivo se dirige a un desarrollo territorial equilibrado que permita la conservación de las tierras más productivas de Colombia y preservar la biodiversidad de las tierras aluviales. Los procesos de paz y la promulgación de una globalización consensuada con las comunidades locales.

Es fundamental ampliar y profundizar en las ideas propuestas para promover un desarrollo territorial equilibrado en Colombia, que permita la conservación de las tierras más productivas y la preservación de la biodiversidad en las tierras aluviales.

En primer lugar, es importante realizar un análisis detallado de las características geográficas, ecológicas y socioeconómicas de las áreas en cuestión. Esto implicaría llevar a cabo estudios de mapeo y evaluación de los recursos naturales, así como también de las actividades humanas presentes en la región. Este enfoque científico permitiría identificar las áreas de mayor importancia en términos de productividad agrícola, biodiversidad y servicios ecosistémicos, así como también aquellas que están más expuestas a la degradación ambiental.

Una vez identificadas estas áreas clave, se podrían desarrollar estrategias específicas de manejo del territorio que busquen conciliar los intereses de conservación con las necesidades de desarrollo económico y social de las comunidades locales. Esto podría implicar la implementación de zonas de conservación prioritaria, donde se restrinja o regule el uso de la tierra para proteger los ecosistemas frágiles y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Además, sería importante promover prácticas agrícolas y forestales sostenibles que minimicen el impacto ambiental y maximicen la productividad de la tierra. Esto podría incluir la adopción de técnicas de agricultura regenerativa, la promoción de sistemas agroforestales y la restauración de ecosistemas degradados. Asimismo, se deberían implementar políticas de incentivos económicos y capacitación técnica para que los agricultores y comunidades locales puedan adoptar estas prácticas de manera efectiva.

En cuanto al **conocimiento de transformación** se aplica la investigación con enfoque transdisciplinar centrado en el abordaje de problemas complejos que trascienden los límites de una sola disciplina y requieren la colaboración de diferentes áreas del conocimiento. Esta propuesta busca no solo comprender la situación actual, sino también idear y ejecutar acciones concretas para alcanzar un estado deseado.

En el ejemplo de la degradación de las tierras, la investigación transdisciplinar podría implicar la colaboración de expertos en diversas áreas, como la ingeniería, la ciencia ambiental, la economía, la sociología y la política, entre otras. Estos expertos trabajarían juntos para identificar soluciones innovadoras y viables para abordar el problema del deterioro ambiental causado por los usos agrícolas intensivos.

Una parte fundamental de este proceso sería la generación de conocimiento sobre transformación. Esto implica desarrollar estrategias específicas y pasos concretos que permitan pasar de la situación actual, caracterizada por la pérdida de la fertilidad natural de las tierras, a una situación deseada en la que el uso agrícola se realice de forma socio económica más equitativa y menos dañina para el medio ambiente.

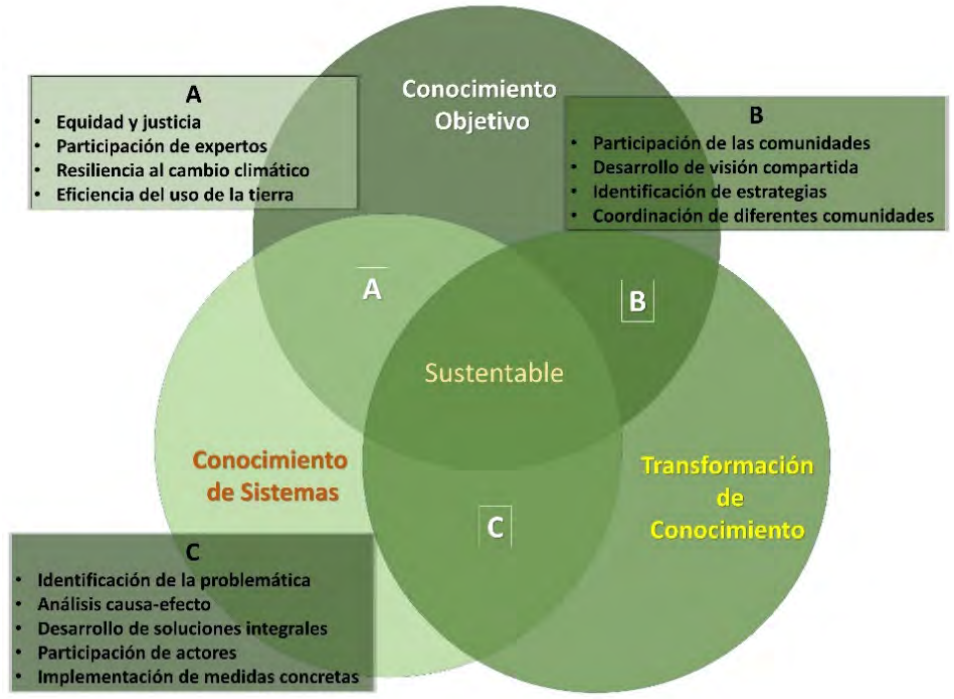
En tal caso, es posible implementar una plataforma de colaboración entre expertos con diferentes niveles de conocimiento sobre la fertilidad natural, donde se coordinen esfuerzos para proponer prácticas de manejo sostenible del suelo. Esta plataforma podría facilitar el intercambio de información, recursos y tecnologías entre comunidades del conocimiento, promoviendo así una gestión más eficiente y equitativa del uso agrícola del suelo.

Además, la investigación con enfoque transdisciplinar también implica la identificación y el desarrollo de medidas concretas para reponer los nutrientes extraídos por los cultivos, adaptadas a las necesidades y características específicas de cada condición del suelo. Estas medidas podrían incluir la implementación de tecnologías más eficientes, la promoción de prácticas de conservación y recuperación de suelos

y la educación ambiental en la que se conozca sobre la importancia de aplicar un uso responsable de este recurso (Figura 4).

Figura 4

Integración de los tres conocimientos y los temas tratados para lograr la sustentabilidad



Fuente: Ampliado a partir de Buser and Schneider (2021).

Identificados los tipos de conocimientos se identificaron los actores asociados al cultivo de banano, estos son los productores agrícolas, los paisas, los chilapos, los negros y los indígenas y mestizos. Dentro del proceso agrícola cada uno de ellos tienen un rol en la producción que se pueden identificar como una división social del trabajo así:

Los productores agrícolas son propietarios de las tierras o en algunos casos arrendadores de predios, le siguen los paisas que son oriundos del departamento de Antioquia, son representantes de los empresarios, ingenieros agrónomos, trabajadores sociales, técnicos, coordinadores campo y de empaque y auxiliares. Le siguen los chilapos, llamados así en la región a los llegados del departamento de Córdoba, usualmente son costeños contratados como desmachadores, para las prácticas de

fertilización y garrucheros que jalan 25 racimos de plátano, le siguen los negros que provienen en su mayoría del departamento de Chocó, sus labores más comunes son la de limpiar los canales, preparación del suelo con hércules, además hacen parte de los supernumerarios que hacen labores culturales como el embolse, cambio semanal de cintas de identificación del tiempo de cosecha, amarradores, guanteleteros, y manejo de malezas, finalmente los indígenas y mestizos, tienen fincas cultivadas con plátano y las mujeres trabajan con artesanías, especialmente con molas, que consiste en figuras tejidas en telas de diferentes colores.

En cuanto a los trabajos realizados con expertos entre los que se incluyeron, agrólogos, ingenieros forestales, ingenieros agrónomos, biólogos, químicos y técnicos en física de suelos, el detalle de los planteamientos teóricos, metodológicos y los resultados, se encuentran en Castro (2024), donde se recogen las cuatro campañas de campo realizadas entre 1998 y 2007 en el Urabá antioqueño y que fueron analizadas para la presente investigación. La información utilizada fue construida desde campo por uno de los autores del presente informe, los análisis se realizaron en el Laboratorio Nacional de Suelos, que es una dependencia de la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La investigación consistía en integrar e interpretar el producto bajo un enfoque distinto al que fue aplicado en ese entonces.

En el enfoque químico trabajado con expertos en fertilidad de suelos, se tenían estudios de los años ochenta que mostraban estas tierras con un potencial de fertilidad muy alto, para el cual hubo la necesidad de generar una nueva metodología que fuera más eficiente en identificar desbalances de nutrientes y para iniciar se establecieron los índices críticos para los elementos mayores, secundarios, microelementos, de reacción y de intercambio de nutrientes.

Como base en ese referente y de acuerdo con el análisis de niveles críticos, se concluyó que el 44,7% de los suelos clasificados en las clases A y B, presentaron buenas condiciones para el manejo de la fertilidad. En estos casos, generalmente solo se requiere la aplicación adicional de un elemento en cantidades mayores y en algunos casos se debe adicionar un nutriente que no estaba programado en la práctica de manejo actual.

Se presentó algún desbalance en el 45.1% de los suelos de la zona bananera en donde hay necesidades moderadas de fertilizantes. En este caso se requería de un máximo de tres nutrientes mayores, secundarios o macroelementos que debían ser adicionados

a los planes de manejo en desarrollo en estas fincas. Estas necesidades fueron causadas por la ausencia en la aplicación de ciertos nutrientes o las cantidades aplicadas no eran suficientes para satisfacer la demanda del suelo y del cultivo.

Finalmente, el 10,2% restante de los suelos requerían de un análisis más profundo. Ha llegado a tal el grado de degradación de la fertilidad en estas tierras, que su producción hoy en día es muy baja y el gasto en abonos muy alto e ineficiente. En estos casos, era necesario examinar el fraccionamiento en la aplicación de fertilizantes, evaluar la viabilidad económica y revisar los rendimientos actuales y proyectados del cultivo. De acuerdo con lo anterior, son tierras que debían ser liberadas a la recuperación, para que no se convirtieran en focos de crecimiento de la erosión y la desertificación.

El análisis visual aplicado por los técnicos se dividió en varias escalas. La escala de sitio permitió a los técnicos la aplicación de mayor cantidad de fertilizantes de manera puntual y en algunas partes del lote; la otra escala fue relacionada con la morfología de las raíces y se descubrió que en tierras con problemas de nivel freático alto en formas de terrero cubetas de desborde y decantación, el cultivo se embalconaba y sus raíces se salían del suelo, por lo que los técnicos de campo tomaron como medida la realización de canaletas superficiales.

Otro análisis visual de escala más grande se estudió con los técnicos de las bananeras y se estableció que la incidencia de enfermedades como la zigatoca negra y las aplicaciones de insecticidas aumentaban regionalmente a medida que se alejaba de la costa; así se encontró que la estructura vegetal del cultivo de banano era más susceptible con el incremento de las lluvias de norte a sur, siendo las áreas sembradas en el municipio de Chigorodó las tierras con mayor incidencia a la *Zigatoca negra*. La decisión que se dio en ese entonces fue la de extraer esas áreas sembradas de banano y cambiarlas al del cultivo de palma africana.

Las áreas de producción de banano que cuentan con las características climáticas más propicias desde la sanidad vegetal, están localizadas en el municipio de Apartadó, en otro caso el decrecimiento de las lluvias y la mayor incidencia de los vientos se presenta en el municipio de Turbo (García et al., s.f).

En el enfoque basado en la física de suelos, se encontró que la totalidad de las tierras sembradas con banano en el Urabá antioqueño procedían de depósitos aluviales con diferente origen y composición que era necesario analizar.

En el Urabá antioqueño y durante las cuatro campañas de campo realizadas (IGAC, 1998, 1999, 2005 y 2007) se delimitaron un total de 9 subclases, que corresponden a las combinaciones de tipos de grupos texturales superficiales (0-25 cm) y subsuperficiales (25-50 cm). C es arcilloso (Clay) L es franca o media (Loam) y S es arenoso (Sand). Los porcentajes aproximados de estas subclases se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4

Tipos y subtipos Buol

Tipo	Subtipo	Subclase	%
Arcilloso	Arcilloso	C	35,0
Arcilloso	Franco	C/L	24,5
Franco	Franco	L	21,0
Franco	Arenoso	L/S	8,3
Franco	Arcilloso	L/C	7,2
Arenoso	Arenoso	S	1,2
Arenoso	Arcilloso	S/C	0,1
Arenoso	Franco	S/L	1,2
Arcilloso	Arenoso	C/S	1,5
			100,0

Fuente: IGAC (1998 – 2007).

La presencia de los suelos arcillosos en el 59% del territorio de la región del Urabá antioqueño, revela una dinámica fluvial que se caracterizó por extensas planicies aluviales con sedimentación tranquila y alejada del río. Este fenómeno también indica que estas áreas funcionaron como una extensa cuenca en donde se acumularon grandes depósitos de nutrientes, los cuales en la actualidad son aprovechados para la producción de banano tipo exportación. Asimismo, se evidenció la necesidad de adaptar estas tierras mediante la implementación de sistemas de drenaje, conocidos popularmente como "espinas de pescado", consistente en una red de canales primarios, secundarios y terciarios y a veces la necesidad de canales superficiales para evacuar el exceso de agua superficial (Castro, 2013). Este sistema de drenaje de tierras desempeñó una función muy importante en la regulación de los niveles freáticos, permitiendo así una adecuada oxigenación y desarrollo de las raíces del cultivo de banano.

Para obtener información sobre la humedad actual de las tierras y la compactación ocasionada por la combinación entre grupos texturales y consistencia en húmedo del suelo, se realizaron pruebas con el penetrógrafo en 103 perfiles de suelos que representan todas las unidades cartográficas de suelos de la zona bananera de Urabá, registrados a la escala detallada de 1:10.000, información que se encuentra en manos de las compañías bananeras.

Las tierras analizadas desde la compactación y el índice de humedad muestran que el 50,5% de ellas, no tienen restricciones hasta una profundidad de 90 cm y de allí a los 100 cm empiezan a compactarse los suelos por déficit de humedad combinada con un incremento en la cantidad de arcilla en el suelo. En consecuencia, la resistencia del suelo a la penetrabilidad de raíces es baja a moderadamente alta.

En 33% de las tierras sembradas en banano en el Urabá antioqueño las raíces de los cultivos del banano encuentran resistencia alta a partir de los 25 cm de profundidad del suelo, debido a la reducción de la porosidad total y al aumento de la densidad aparente de capas generalmente arcillosas en algunas fincas y en otros casos hay profusas capas de gravillas que limitan la profundización de las raíces del cultivo.

A este porcentaje se suma el 8% de los suelos que tienen suelos compactados a una profundidad entre 25 y 50 cm en las capas del suelo; en muchos de estos casos se presentan sedimentaciones alternadas de capas compactadas y sueltas.

Finalmente, el 8% de los suelos presentan capas compactadas entre 50 y 90 cm de profundidad, un anclaje radicular mínimo para que los cultivos de banano produzcan, aunque no los mejores rendimientos estos pueden ser suficientes, cuando los contenidos en el suelo son altos.

Los índices de compactación del suelo muestran la interpretación de variables que fueron analizadas en los levantamientos de suelos realizados por IGAC, 1998, 1999, 2005 y 2007 en la zona bananera (Figura 5).

En cuanto al análisis de aguas freáticas se realizaron muestreos en 103 puntos, los resultados mostraron que el 84,7% de las aguas se califican como moderadamente salinas. En relación con el pH de estas muestras se encontró una variación de valores entre 5,7 a 7,9; el 13,7% de las muestras tienen baja salinidad y solo el 1,9% contiene aguas altamente salinas procedentes de cuñas salinas que se extienden desde el borde

del golfo de Urabá, aproximadamente un kilómetro dentro de las fincas sembradas con banano (IGAC, 1998 y 2005).

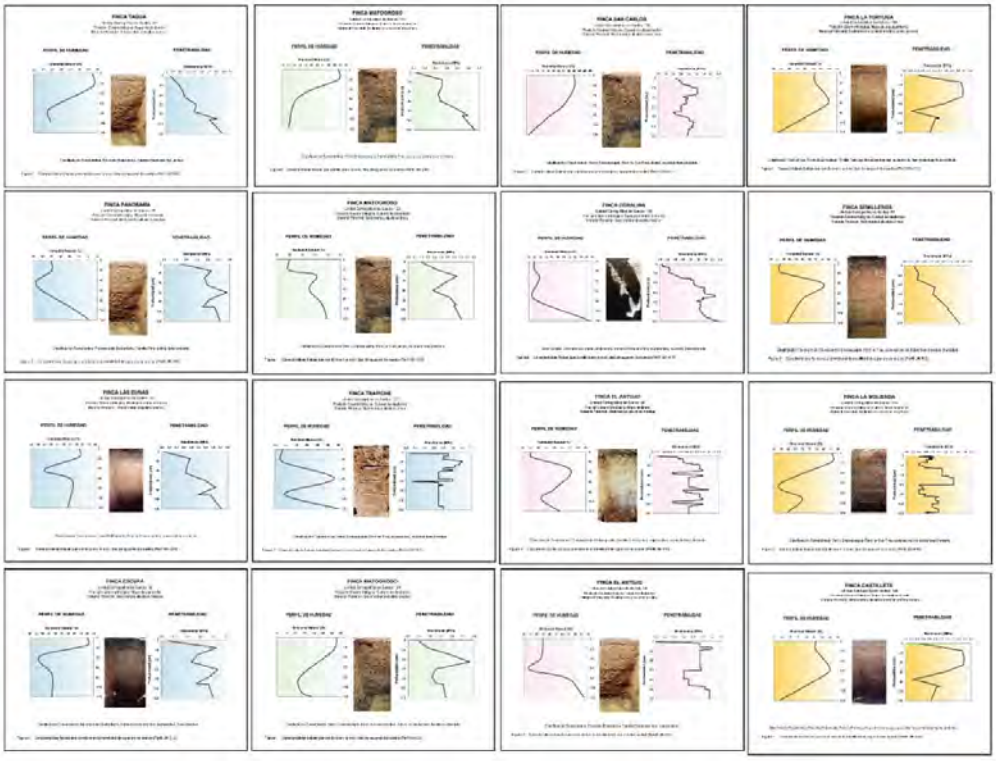
Las muestras de aguas salinas se caracterizan por los bajos contenidos de sodio; cuando suben los niveles freáticos por la acción de las lluvias pueden causar la disminución en la producción, y en ese caso se requiere la aplicación de prácticas especiales para el control de la salinidad, además es necesaria la profundización de canales principales en suelos que están afectados por un drenaje muy pobre.

De acuerdo con la mirada integral de los expertos en las disciplinas de la química, la física, la identificación visual de deficiencias y las aguas freáticas, así como el aporte de los actores de la región que están inmersos en el proceso productivo y en general con el conocimiento de sistemas, se pudo identificar la problemática actual de la degradación de la fertilidad natural de las tierras.

El 45% de las tierras tienen necesidades moderadas de fertilizante, lo que indica una extracción continua y un desbalance en concentración de elementos nutritivos, de acuerdo con los datos obtenidos en el periodo 1998 y 2007, hay un 10,2% del área con procesos erosivos y una degradación muy alta de la fertilidad, sea porque su aptitud no era adecuada para el uso intensivo del banano o la resiliencia de estas tierras ante el uso agrícola intensivo era muy bajo.

Figura 5

Registro de resistencia a la penetración de raíces de acuerdo con los índices de humedad



La fertilidad natural se ha visto reducida por el resecamiento de las tierras que es evidenciada con la medida de la resistencia del suelo a la penetración de las raíces del cultivo; se encontró que el 41% de estas tierras contienen capas compactadas sea por el cambio de humedad, por la acción combinada de humedad y altos contenidos de arcilla, lo que produjo una reducción en la profundidad efectiva que afectó directamente la disponibilidad de nutrientes.

Tras cinco décadas de cultivos de banano en la región de Urabá, con un pasado violento, se observó un panorama preocupante en cuanto a la degradación de la fertilidad del suelo. Entre las posibilidades identificadas se destacan:

Abatimiento del nivel freático: La extracción excesiva de agua para el riego de los cultivos de banano ha provocado un descenso en el nivel del agua subsuperficial que se midió en la red freatimétrica de las fincas bananeras, lo que afectó la disponibilidad de agua para las plantas y desequilibró el ecosistema hidrológico local.

Compactación del suelo en algunos lotes: El intenso tráfico de personal de campo y el pisoteo continuo durante las labores de cultivo, en condiciones inadecuadas de humedad, generaron una compactación superficial del suelo, reduciendo la porosidad, dificultando el intercambio gaseoso y la penetración de las raíces.

Desbalance de nutrientes: El manejo intensivo de fertilizantes y la falta de rotación de cultivos causó desequilibrios en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, lo que afectó negativamente la salud y productividad de los cultivos.

Exceso de magnesio: El uso prolongado de ciertos fertilizantes en la zona bananera de Urabá contribuyó al aumento de los niveles de magnesio en el suelo, lo que interfirió la absorción de otros nutrientes por parte de las plantas y afectó su crecimiento.

Procesos de acidificación: La acidificación del suelo causado por la liberación de ácidos orgánicos y la lixiviación de nutrientes, como un resultado de las prácticas agrícolas inadecuadas, lo que afectó la disponibilidad de nutrientes esenciales para el cultivo de banano.

En un contexto social, es importante considerar que estas tierras han sido testigos de procesos de desarraigo y desplazamiento de comunidades locales, lo que evidencia la división del trabajo y la estructura de poder en la región. En muchos casos, los antiguos propietarios fueron expulsados para dar paso a grandes empresas bananeras (García et al., s.f), mientras que las comunidades locales, en su mayoría afrodescendientes, se vieron relegadas a trabajos agrícolas de menor estatus y remuneración.

Este análisis reveló la interconexión entre los aspectos ecológicos y sociales en la degradación de la fertilidad del suelo en Urabá, se destacó la necesidad de abordar no solo los problemas ambientales, sino también las injusticias sociales subyacentes que perpetúan dicha degradación.

Aspectos sociales

Según Larrotta y Flórez-Méndez (2021), el cultivo de banano tipo exportación que se desarrolla en el Urabá antioqueño genera alrededor de 25.000 empleos directos y entre 65.000 y 100.000 empleos indirectos, con base en dicha información, se realiza el análisis social a partir de la experiencia vivida en los trabajos de campo durante los levantamientos de suelos realizados en un tiempo posterior a los hechos de violencia

acaecidos en la región, adicionalmente se consultó la documentación histórica o a través de resultados de investigación, además se realizaron consultas directas a los actores de la región.

En cuanto al análisis cultural fue fácil identificar que estos comportamientos sociales agenciaron desde los años sesenta es un esfuerzo compartido entre empresarios y autoridades gubernamentales a partir del cultivo de banano; dos elementos culturales impuestos a las comunidades ancestrales del Golfo de Urabá, donde vivían los Urabáes y Cunas representan las familias de los Ebéjicos, Ituangos, Peques, Nores, Guacas, Aburráes y Sinifanaes que mostraron la verdadera diversidad cultural (Gobernación de Antioquia, s.f). Las festividades establecidas por las autoridades son: la fiesta del banano, el reinado nacional del banano, el garruchómetro, desfile de comparsas, conciertos de feria, jornadas deportivas y la feria agroindustrial alrededor del banano.

La función de las mujeres chilapas, paisas o negras en la región de Urabá, se presenta con una cohesión social muy fuerte en relación con el trabajo de empacadoras que desarrollan especialmente estas mujeres (Gómez, 2004), aunque en trabajos duros de campo se pudo encontrar a las mujeres negras más fuertes haciendo el trabajo de descompactar los suelos alrededor de sus raíces mediante el trincho o instrumento denominado en la región como hércules como se constató en campo.

Las mujeres son contratadas luego que los hombres ocupen los sitios de trabajo de mayor jerarquía, las labores de mando son designadas a los paisas y en ese sentido, hay un regionalismo que es palpable. Las mujeres son contratadas en la modalidad de "jornada especial" que solo funciona el día del embarque, los salarios son menores y divididos de acuerdo con el rol y el papel que tienen en la cosecha, en ese caso, a la mujer se le atribuye la destreza de escoger las mejores frutas, es decir de la calidad, así como el empaque el cual lo realiza con mayor delicadeza.

En ese sentido Gómez (2004) indica que el 71,7% de las mujeres son cabeza de hogar, sean a causa de la violencia o como resultado del abandono de su pareja que es muy frecuente, tienen pocas oportunidades de estudio, solo el 45,5% estudió el bachillerato, el 36,4% hizo algún curso de computación, el 9,1% cursó la primaria, el 6% hizo algún pregrado y el 2,9% se dedicó a la mercadotecnia. En resumen, la mujer es segregada y es sometida a repartos de labores sin equidad, para acceder a un puesto de empaque también es asediada sexualmente por el coordinador (Gómez, 2004).

De acuerdo con González (2017) en la región bananera de Urabá en general hay precariedad laboral, la cual tiene unos tipos de contrataciones específicas pactadas de manera convencional a través de los sindicatos y las cooperativas.

Complementa Hernández y Vivas (2020), que los factores que explican la precariedad laboral, se fundamentan en las extensas jornadas laborales que dejan poco espacio al fortalecimiento de los vínculos familiares, había un clima laboral muy tenso que se identificó en los coordinadores que tienen la misión de la producción o el empaque de los productos de la tierra. Los cargos más altos son discriminatorios de aquellos que se realizan en las labores de campo, se castigan las desobediencias con tareas humillantes, se practica la persecución laboral, hay deficiencias en el servicio de salud en el trabajo, las enfermedades profesionales no son reconocidas, esto genera bajos niveles de satisfacción laboral, los entrevistados aseguran que su salario no permite un ahorro o no hay posibilidad de obtener vivienda propia, siendo el barrio obrero un espacio en donde se aglomeraron los desplazados de la violencia de los noventa y que para el año 2000 superaba los cien mil habitantes, que sobreviven en condiciones de absoluta pobreza.

Desde el punto de vista social, el cultivo genera desigualdad, se da la prioridad a ciertos actores de la región y los pobladores llegados en los ochenta fueron desalojados a la fuerza por los grupos paramilitares (García et al., s.f).

Morin (1982) propuso una perspectiva innovadora que desafía la separación provocada por la hiperespecialidad y el desarrollo de conocimiento unidireccional que se produce en las ciencias naturales y en las sociales. En su visión, todas las disciplinas científicas, incluyendo las físicas y biológicas, deberían ser consideradas como parte de un entramado social en el que se puedan relacionar las causas y los efectos. Morin argumenta que lo humano y lo social están arraigados en lo biofísico, y que cada ciencia contiene una parte significativa que escapa al ámbito puramente científico, manifestando así la interdependencia entre lo científico y aquello que no es considerado así.

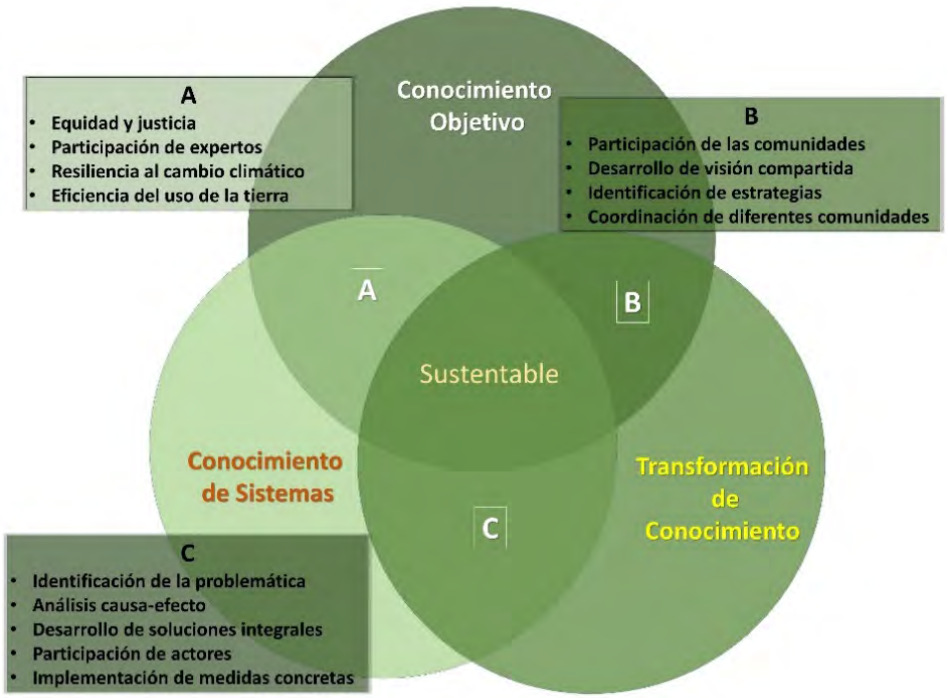
Identificados los tres conocimientos del problema, estructurados a partir de análisis físicos, químicos y los aspectos sociales (Figura 6), se analizaron otras escalas conceptuales que se mencionan a continuación:

De acuerdo con Buser and Schneider (2021), se desarrollaron los dos siguientes niveles de conocimiento integrado en el aspecto global: ¿qué es ese conocimiento de

sistemas? (**Ciencia**) ¿con cuáles valores sociales cuenta la región? (**Política**) y ¿dentro de qué agencia se llevan a cabo las acciones que repercuten en la degradación de la fertilidad de los suelos? (**Práctica**). En el siguiente nivel asociado a los compromisos mundiales ¿cuál es la ciencia, la política y la práctica que ocurre en la región? (Figura 6).

Figura 6

Integración de los conocimientos sobre la degradación de la fertilidad de los suelos



Contexto Histórico, político y social

Hay que entender que el cultivo de banano se considera un uso hegemónico, pues es dirigido desde afuera para el beneficio alimentario de una población distante y es un compromiso de política exterior. Este cultivo es originario de Papúa, Nueva Guinea, se extendió a través de la India y el Mundo Islámico pasando por las costas de África. Durante el siglo XV los comerciantes portugueses comenzaron a establecer plantaciones en América Latina, además, esta fruta fue la base de la alimentación de los esclavos por su alto valor calórico (Aispazcomun, 2018).

Entre 1889 y 1970 la compañía Fruit Company era conocida por su influencia en los gobiernos de Centroamérica, por su capacidad para ejercer la explotación de la mano de obra campesina y por la obtención de altos beneficios con la utilización intensiva de estas tierras; la invención de cómo conservar la cadena de frío, llevó a esta compañía a la producción masiva de banano en diferentes países de América Latina y con destino a los países desarrollados (Historia Incomprendida, 2022).

El cultivo del banano sigue el modelo fordista, cada trabajador realiza una labor en un sistema conocido como división social del trabajo. La plantación comienza con la elección de un sitio localizado en tierras bajas, ricas en sedimentos con aportes esporádicos de nutrientes por desbordamientos o inundaciones, esta condición exige un sistema de drenaje que se repite en la región, en un patrón de espina de pescado con canales dispuestos a diferentes profundidades y un canal central amplio con la posibilidad de que en ellos se pueda extraer las aguas con motobombas que funcionan cuando la red freatimétrica se encuentre en un nivel de alerta. El predio requiere el levantamiento de líneas de cables dispuestos a lado y lado de los lotes, por dichas líneas de acero se transportan en las garruchas los racimos cosechados y los materiales para la fertilización.

La preparación del suelo para la siembra requiere la tala y la sustitución de las coberturas naturales en los tres estratos, la siembra se realiza en patrón de tres bolillos o en calles con distancias de 2,5 metros entre plantas, esta distancia favorece la entrada de luz solar y facilita las labores culturales.

El cultivo tiene una duración de 49 semanas y en ese tiempo se realizan al menos trece tipos de tareas que van desde la importante labor del desmachador, que define hacia donde se dirige el cultivo y la escogencia de la plántula que producirá la próxima cosecha, su labor busca mantener la distancia establecida entre plantas, pasa por la tarea de mantenimiento de canales hasta la labor del empacador final y la conformación del pale o grupo de cajas que conforman un pedido internacional.

Durante ese proceso no se vislumbró una condición de justicia social dado que los actores no contaban con oportunidades y derechos humanos, sus tareas no tenían relación directa con la cuestión legal o judicial y suceden dentro del ambiente laboral, por tal razón solo son visibles con la realización de encuestas y estudios sociales (Gómez, 2004; González, 2017). Las tareas se distribuyen dentro de las prácticas laborales asignándole

a cada uno de los actores una tarea de acuerdo con su cercanía a la región, sin tener en cuenta su cultura, su diversidad, sus necesidades o sus intereses.

El mayor impedimento de una justica social es la desigualdad, por lo tanto, es necesario el diseño de estrategias de diversidad, inclusión y pertenencia de valor social y productivo. La equidad se logra con un trato igualitario para todos, se cumple con justicia cuando el trato de actores va de acuerdo con cada una de las circunstancias de los actores.

La oportunidad de ser el empresario agrícola está determinada por la cantidad de dinero con la que cuenta el actor, dado que cuando hay diferencias en el acceso a un bien para cada uno de los actores se presenta una desigualdad, máxime si los usos requieren de una alta inversión de dinero en adecuación de terrenos, que no todos los actores tienen a su alcance.

Todo esto se desarrolla bajo unas políticas de producción que comienzan con la delimitación de la frontera agraria, lo que para algunos es la oportunidad de solicitar créditos y de recibir oferta por sus tierras, para otros es la apertura a empresarios de agricultura procedentes de otras parte del mundo, este primer paso avalado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Territorial, fue validado recientemente (MADR-UPRA, 2018) para estas tierras en las que se produce banano de exportación desde hace más de 50 años.

En estas tierras sembradas con banano se aduce el cumplimiento del uso eficiente del suelo el cual es entendido como un concepto integrado y multidimensional de un territorio productivo, esto significa que en estos espacios se cumplen las funciones económicas y ecológicas de la propiedad al desarrollarse en las mismas la mejor opción del uso del suelo (UPRA, 2016), el cual debe ser políticamente correcto, económicamente viable, socialmente aceptado y ambientalmente posible (IGAC–MADS, 2007); usualmente las dos últimas dimensiones no se cumplen o no son verificadas.

Políticas del uso eficiente del suelo y adecuación de tierras de la Unidad de Panificación Rural Agropecuaria - UPRA están íntimamente ligadas con la demanda del mercado global, dado que se promueve el ordenamiento productivo como vehículo para implementar el movimiento de capitales, a través de la planificación de lo que se va a producir, de la localización del sitio en donde se va a producir, y con los lineamientos técnicos de cómo se va a producir. Dichas políticas en el caso de los cultivos de banano

del Urabá antioqueño, lo único que hacen es certificar que las tierras se encuentran en un uso eficiente y productivo.

Colombia ha implementado diversas políticas públicas que influyen en la agricultura intensiva, enfocadas en el desarrollo rural, la productividad agropecuaria y la sostenibilidad ambiental. Estas políticas buscan equilibrar el crecimiento económico con la protección de los recursos naturales y la inclusión social, ellas son el Desarrollo Rural y Uso de la Tierra la cual aborda la distribución y uso de la tierra, el acceso a recursos productivos y la integración de pequeños productores en el desarrollo agrícola. Complementariamente, se aplican las políticas de Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria establecidas mediante la Resolución 464 de 2017, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural adoptó lineamientos estratégicos para fortalecer la agricultura campesina, familiar y comunitaria. El objetivo es planificar y gestionar la acción integral del Estado, orientando a las instituciones hacia el fortalecimiento de las capacidades sociales, económicas y políticas de las familias y comunidades rurales.

Otras políticas públicas del Ministerio de Agricultura son la Gestión Integral de Riesgos Agropecuarios, promulgadas para proteger la producción agrícola y garantizar la seguridad alimentaria y la Política de Riego y Drenaje implementada a través de planes nacionales de riego y drenaje para incrementar la productividad agropecuaria y promover el desarrollo rural integral (MADR,2020). Estas políticas facilitan el acceso al agua y mejoran la infraestructura necesaria para la agricultura intensiva.

A partir de un análisis integral del territorio en el que se incluyó el estado de conservación de los recursos naturales de la región de Urabá antioqueño, fue necesario interpretar las prácticas de uso y manejo para dar a conocer la situación ambiental, sociocultural y económica de cada uno de los actores, y de esta manera comprender los elementos de la relación familia-predio-comunidad que deben ser fortalecidos para reducir su vulnerabilidad e incrementar la resiliencia ante los efectos del cambio climático.

Para este caso se denomina resiliencia a la capacidad de un socio-ecosistema de hacer frente a un evento peligroso o perturbador (Holling, 1973), esto implica responder a una reorganización de tal forma que pueda preservarse su función, identidad y estructura esencial, para que se fortalezca la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. Las tierras en su mayoría fueron drenadas y esta acción lleva a que en

épocas secas la tierra alcance altos índices de compactación y en tiempos de lluvias suban los niveles freáticos y en algunas fincas localizada en los planos de inundación de los ríos, se inunden en periodos largos (Castro, 2013).

Varias de las interpretaciones de la resiliencia al cambio de uso fueron analizadas por contraste con la degradación de las tierras (Lal, 1997; Castro, 2023), con el cambio climático y la desertificación UNCCD (2014) y con políticas basadas en la biodiversidad (Olivier et al., 2015), en ninguna de estas políticas se ha establecido el vínculo de la degradación de la fertilidad con el impacto que ejercen los monocultivos en las sabanas naturales o en las tierras agrícolas.

El enfoque transdisciplinario adoptado en esta investigación reconoció la naturaleza multiescalar de la información y la integración de diversas disciplinas. Se seleccionaron elementos del modelo de Buser y Schneider (2021) para sustentar el análisis, priorizando la participación de expertos en física y química como base de la evaluación integral de la fertilidad del suelo, se adicionó la participación del técnico que argumentó la deficiencia de nutrientes mediante el análisis visual de las hojas. Además, se incorporaron conocimientos derivados de las relaciones históricas complementadas con documentos, decretos y leyes que permitieron comprender la eficiencia del uso de la tierra, un aspecto que mostró el patrón global de los cultivos de banano y la cultura creada alrededor del mismo. El tema de resiliencia al cambio climático no fue tratado en esta investigación, pues está orientado en las políticas internacionales descritas en las prácticas de manejo del cultivo bajo la norma GlobalGAP.

Continuando con el modelo transformación del conocimiento, durante la investigación hubo poca participación de las comunidades, las decisiones fueron exclusivas del orden político, marcado por unos cultivos de banano establecidos durante más de 50 años, los cuales no permitieron obtener una visión compartida y tampoco hay coordinación entre las diferentes comunidades, los actores paisas dominan el territorio y son ellos los que establecen las estrategias, además no se generan espacios de equidad o de justicia, que es visualizada en la distribución del trabajo en las plantaciones bananeras como se analizó antes.

A través del conocimiento de sistemas se visualizó la problemática de la degradación de la fertilidad de las tierras en el nivel más alto, no hubo participación de los actores

en la búsqueda de soluciones integrales y en muchos casos no se tuvo conciencia de la pérdida de los recursos naturales del Urabá antioqueño en Colombia.

Conclusiones

Desde una perspectiva química, la fertilidad natural de los suelos, tradicionalmente considerada alta debido a su riqueza mineral y capacidad de suministro de nutrientes, ha sufrido un deterioro significativo tras cinco décadas de explotación agrícola intensiva. Este deterioro se atribuye a programas de fertilización recurrentes y desbalanceados que alteraron la relación entre cationes básicos, especialmente incrementando el magnesio (Mg) a niveles que superaron al calcio (Ca). Además, la pérdida progresiva de materia orgánica y la acidificación de los horizontes subsuperficiales, inducida por residuos de cosecha, provocaron un descenso en el pH del suelo en profundidad. Estas condiciones limitaron la disponibilidad de micronutrientes esenciales como el boro (B) y el azufre (S), comprometiendo la sostenibilidad de la productividad agrícola y subrayando la necesidad de enfoques de manejo que restauren el equilibrio químico y biológico de los suelos.

El drenaje excesivo provocó un descenso crítico de los niveles freáticos, inutilizando la red freatimétrica hacia 2005. Este resecamiento intensificó la compactación del suelo, especialmente en horizontes subsuperficiales con alto contenido de arcilla, aumentando su densidad y reduciendo la fertilidad hasta en un 40%. Simultáneamente, la pérdida de cobertura vegetal en zonas altas exacerbó los períodos de inundación, un fenómeno evidente durante trabajos de campo, reflejando un severo desequilibrio hidrológico y edáfico.

La degradación de la fertilidad de los suelos en las zonas bananeras ha sido el resultado de una interacción compleja de factores sociales, políticos y ambientales. Según profesionales del sector, los rendimientos han disminuido y la incidencia de plagas ha aumentado, obligando a expandir los cultivos hacia áreas más húmedas. Este deterioro comenzó con políticas nacionales que, en contextos de conflicto armado, promovieron un uso intensivo del suelo tras el desarraigo de pobladores durante la colonización paisa.

El establecimiento de monocultivos en suelos de planos inundables, con altos niveles freáticos, particularmente en las vegas de los ríos Apartadó, Carepa y Turbo, marcó un punto de inflexión ambiental. A pesar de la creación del Ministerio del Medio

Ambiente en 1992 y de las Corporaciones Autónomas Regionales, estos impactos no han sido mitigados adecuadamente, lo que evidenció fallas en la gestión territorial y ambiental. El modelo extractivo de monocultivo incrementó la vulnerabilidad del suelo, reduciendo su capacidad de soporte y aumentando los riesgos ambientales asociados.

La degradación de la fertilidad del suelo en zonas de cultivos intensivos se atribuyó a la implementación de políticas orientadas al uso eficiente del suelo, que fomentaron un manejo intensivo sin evaluar los impactos ambientales ni establecer estrategias de manejo diferencial. Entre los principales factores identificados están la construcción de redes de drenaje en suelos arenosos, lo que alteró significativamente la biodiversidad, y el uso de paquetes uniformes de fertilización, que ignoraron la variabilidad edáfica y la heterogeneidad en la disponibilidad de nutrientes.

Además, estas prácticas desconocieron la multiculturalidad de la región, homogeneizando la fuerza laboral bajo una cultura impuesta por las plantaciones bananeras, lo que desestimó el conocimiento tradicional y local. Este enfoque centralizado y uniforme ha generado un deterioro acumulativo en los sistemas agrícolas, afectando tanto la sostenibilidad de los suelos como el tejido social y cultural de las comunidades involucradas.

En Chigorodó, el clima cálido y muy húmedo, junto con el exceso de humedad asociado a eventos climáticos extremos como el Fenómeno de La Niña, favoreció la intensificación de enfermedades como el fusarium y la sigatoka negra. Estos factores, sumados a la imprevisibilidad climática en Apartadó, se convertieron en limitantes clave para la sostenibilidad del cultivo. La pérdida de resistencia en la variedad clon subraya la necesidad de diversificar los cultivos y adoptar una estrategia de manejo integral que considere tanto las condiciones locales como los riesgos asociados al cambio climático y a las plagas emergentes.

El manejo inadecuado de los programas de fertilización y el uso intensivo de residuos de cosecha generó un desbalance de nutrientes en los cultivos de banano, afectando la productividad y la calidad del fruto. La aplicación excesiva de sulfato y magnesio provocó variaciones en las relaciones entre nutrientes esenciales, mientras que la acidificación de los horizontes subsuperficiales dificultó la disponibilidad de micronutrientes clave como el boro (B), contribuyendo a la producción de frutos de baja calidad.

La falta de interés en la sostenibilidad ambiental condujo a una extracción selectiva de nutrientes, que amenaza con agotar las reservas naturales del suelo si no se implementan programas de fertilización adecuados y monitoreo regular. Este enfoque extractivo degradó significativamente la fertilidad del suelo, impactando negativamente a los microorganismos responsables de la liberación y disponibilidad de nutrientes, fundamentales para el éxito de los cultivos. Sin una intervención integral, el sistema agrícola se encamina hacia una pérdida de funcionalidad edáfica y sostenibilidad productiva.

El análisis del discurso permitió examinar el impacto de las políticas internacionales orientadas al desarrollo económico en América Latina, especialmente en relación con el lenguaje y las dinámicas sociopolíticas que moldearon dichas acciones. El concepto de "desarrollo" emergió como una ideología aplicada a las comunidades de la región, cuyos efectos fueron analizados en Urabá desde una perspectiva multidisciplinaria, evidenciando profundas transformaciones socioeconómicas.

En el caso de la producción bananera, se identificó la construcción de una cultura específica alrededor de esta actividad económica. Este fenómeno se refleja en la fragmentación del trabajo en tareas especializadas para la siembra y cosecha, generando nuevos espacios laborales y patrones sociales. Estas dinámicas han permeado la vida cotidiana de las comunidades, consolidándose en prácticas culturales como festividades que celebran y simbolizan la producción del banano. Este entrelazamiento entre economía, cultura y política subraya el papel de las actividades productivas en la configuración de identidades y estructuras sociales locales.

El análisis del discurso permitió la interpretación de una construcción de identidades sociales en el Urabá antioqueño, donde la interacción entre diversos actores paisas, chilapos, negros, ancestrales y mestizos y los productores agrícolas como actores dominantes generó nuevos significados y contextos históricos. Estas identidades emergieron y se articularon en torno a la producción, reflejando la interacción entre factores históricos, económicos, sociales y políticos.

Desde el enfoque transdisciplinar, el análisis del discurso se presentó como una herramienta clave para comprender los fenómenos complejos que afectan tanto a las dinámicas sociales como a la degradación de la fertilidad del suelo en la región. Este enfoque permitió identificar, a través de la memoria colectiva, las huellas de las

interacciones sociales y culturales que influyeron en la construcción y preservación de las identidades individuales y colectivas, revelando cómo estas dinámicas afectan tanto la sostenibilidad del territorio como el tejido social de las comunidades.

En el marco de una sociedad multiétnica y pluricultural, como lo reconoce la Constitución colombiana, las relaciones complejas entre memoria colectiva y discursos políticos han sido fundamentales para justificar el uso intensivo de tierras en el país. Estas relaciones reflejaron dinámicas históricas y culturales diversas, cuya comprensión fue clave para abordar los desafíos sociales y ambientales asociados.

Siguiendo los postulados de Ferdinand de Saussure, la lengua castellana en Colombia no es homogénea, sino que se diversifica en formas de habla propias de regiones con evoluciones culturales distintas, como la zona del Caribe (chilapos), la región antioqueña (paisas) y el Pacífico (chocoanos), además de las comunidades ancestrales y mestizas. Estas particularidades lingüísticas reflejaron y sostuvieron identidades regionales y colectivas que interactuaron en un contexto de tensiones políticas y económicas, subrayando la necesidad de enfoques integrales que busquen el reconocimiento de estas diversidades en la gestión de los territorios y sus recursos.

La investigación concluye que la modernidad, en su búsqueda de productividad y eficiencia, ha provocado una doble degradación en la región del Urabá antioqueño: la pérdida de fertilidad de los suelos y la erosión de su biodiversidad cultural. Este proceso ha homogenizado el paisaje y las relaciones sociales, imponiendo una cultura de producción que ignora la rica diversidad multicultural que históricamente caracterizó a esta región como un espacio de encuentro entre comunidades ancestrales y nuevas poblaciones.

La transformación de estas tierras, orientada por dinámicas económicas globales y prácticas agrícolas intensivas, no solo deterioró los ecosistemas, sino también el tejido social y cultural. Esta dualidad de degradaciones reflejó los desafíos de la modernidad en territorios que, al priorizar la productividad, desatienden la sostenibilidad ambiental y cultural, subrayando la necesidad urgente de enfoques integrales que reconozcan y preserven tanto la riqueza natural como la diversidad humana de la región.

Recomendaciones

Reconocer que en el presente hay un deterioro de la fertilidad de los suelos causado por el uso intensivo de la tierra con cultivos de banano, es tomar conciencia de los riesgos ambientales que amenazan la biodiversidad y la preservación de la vida, es optar por la búsqueda de novedosas alternativas de solución aplicadas al contexto local, es proponer la revisión y modificación de las prácticas de manejo y la creación de instrumentos jurídicos que apoyen la conservación de la naturaleza, así como la necesidad de dar inicio a los procesos de monitoreo y control de la degradación de la fertilidad de los suelos, dando respuesta a la premisa "sin suelo no hay vida".

Extendemos nuestro agradecimiento al convenio Instituto de Innovación Ciencia y Tecnología – INUDI Perú y la Universidad Hipócrates en México, por el apoyo académico en la estructuración de este informe durante la estancia posdoctoral realizada en la cohorte del año 2024. Carlos Enrique Castro Méndez y Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby.

Referencias

Alexandre de Pomposo. (11 de diciembre de 2018). Entrevista exclusiva: Dr. Alexandre de Pomposo (MMREM) a Basarab Nicolescu (CIRET). Multidiversidad Mundo Real Edgar Morin. https://www.youtube.com/watch?v=5GyAoes4_Iw&t=7s

Asso Aispazcomun. (20 de enero de 2018). La historia del banano. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=gYnT1BT3CYs

Buser, T and Schneider, F (11 de febrero de 2021). Three types of knowledge. Reuters. https://i2insights.org/2021/02/11/three-types-of-knowledge/

Calvo, M. D. C (2019). Pensamiento complejo y transdisciplina. Sophia, colección de Filosofía de la Educación, 26(1), pp. 307-326.

Castro Méndez, C. E. (2 de marzo de 2013). Edafología en paisaje fluvial. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=ZObEw1rci4Q&t=1349s

_____(2023) Degradación de tierras y usos agrícolas intensivos en sector Tillavá – Los Kioscos en la Sabana estacional de Puerto Gaitán, Meta, Colombia. Tesis doctoral. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Bogotá. 250 p.

_____(2024). El diagnóstico de la fertilidad de los suelos desde la visión agrológica. 420 p.

Castro, C.E y Figueroa, E (1990). Simulación agua-Producción para el manejo óptimo del agua en cuatro variedades de papa. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Echeverri, A; Pérez, F; Rojas, P.A; Urrutia, N (2017). Propuesta metodológica para la valoración y zonificación de la amenaza de salinización de suelos en distritos de riego de zonas semiáridas. Caso de estudio de caso: distrito de riego RUT, Valle del Cauca, Colombia. Revista de ingenierías: Universidad de Medellín. vol. 15, No. 29 pp. 13-26 ISSN 1692-3324 - julio-diciembre de 2016/208 p. Medellín, Colombia. https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/3533/Revista_Ingenierias_UdeM_286.pdf?sequence=2&isAllowed=y

EMBRAPA (2015). Solos Frágeis. Caracteizacao, manejo e sustentabilidade. Selma Simoes de Castro, Luis Carlos Hernani editores técnicos. Embrapa. Brazilia. 366 p.

García, I; Sánchez, R; Magaña, M.I (s.f). Las tierras robadas por los bananeros en Colombia. Eldiario.es. https://latierraesclava.eldiario.es/banano/

GEPAMA Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (2008) El saqueo y apropiación de la naturaleza. Conflictos ecológico distributivos en la Argentina del Bicentenario. Fundación H. Böll, GEPAMA y Federación Agraria Argentina. Lugar Editorial. Buenos Aires. ISBN - 978-950-892-305-9, 341 pp.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (2010). The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies. Sage. DOI: https://doi.org/10.4135/9781446221853

Gobernación de Antioquia (s.f). Culturas indígenas de Antioquia. https://www.antioquiatic.edu.co/noticias-general/item/226-culturas-indigenas-de-antioquia

Gómez, C. E (2004). Derechos y reveses de las trabajadoras de la agroindustria del banano. Ensayos laborales 10. Ediciones Escuela Nacional Sindical. Medellín, Colombia. 274 p. https://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ens/20121204122343/Ens10Deryrev.pdf

González, V., (2017). El diálogo social como estrategia para frenar la expansión de trabajos precarios en Colombia. Trabajo de grado para optar el título maestría en derecho en la Facultad de derecho y ciencias políticas. Universidad de Antioquia.

Gutiérrez. H. J.C. & S. D. Castañeda. 2009. Metodología para el manejo y uso del suelo por sitio especifico en el cultivo de banano. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Asociación de bananeros de Colombia y Universidad del Magdalena. 78 p.

Hernández, G y Vivas, V (2020). Identificación de Factores Explicativos del Fenómeno de la Precariedad laboral en la Agroindustria Bananera de la Región de Urabá, Durante el Año 2018 a Partir del Tipo de Contratación Jornada Especial. Trabajo de grado para optar el título Sociólogo. En la Universidad de Antioquia.

Herrera, J.A; Ramírez, L.F; Guzmán, R y Gordon, H (2021). Evaluación de la fertilidad del suelo y de nutrición de los cultivos. Editorial científica RUTH. Habana, Cuba. 459 p.

Historia Incomprendida. (28 de abril de 2022). Cómo 1 compañía de EEUU hundió a Centroamérica en la pobreza. https://www.youtube.com/watch?v=SoI4OE0-9ew

Holling, C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245.

Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística, tercera edición. Sypal. Caracas. 613 p.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Estudio Detallado de Suelos de Fincas Bananeras Localizadas en el Urabá Antioqueño proyecto MOFER (Modelo de fertilidad). (64 fincas con una extensión de 4614 ha.) UNIBAN. Escala 1:10.000. Apartado, 1999.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Estudio Detallado de Suelos de Fincas Bananeras Localizadas en el Urabá Antioqueño. (91 fincas con una extensión de 7929 ha.) UNIBAN. Escala 1:10.000. Apartado, 2005.

_____Estudio Detallado de Suelos de 35 Fincas Bananeras localizadas en el Urabá Antioqueño. (extensión de 3.115 ha.) Fincas adscritas a PROBAN. Escala 1:10.000. Bogotá, 2006.

_____Levantamiento Semidetallado de Suelos en Áreas Potencialmente Agrícolas Subregión de Urabá. Departamento de Antioquia. Escala 1:25.000. 199.000 hectáreas. Medellín. 2007.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi; MADS – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2007). Definición de usos alternativos y sostenibles para la ocupación de las tierras a nivel nacional (Colombia). Bogotá.

INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2017). Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina. Juan Gaitán, María Fabiana Navarro, Leonardo Tenti Vuegen, María José Pizarro, Patricia y Carfagno, Santiago Rigo. – Buenos Aires: Ediciones INTA. 72 p.

Iñiguez, L. (2011). Análisis del discurso. Manual para las ciencias sociales. Editorial OUC. Barcelona.

Jantsch, E. (1972). Technological forecasting in perspective. OECD. http://en.laprospective.fr/dyn/anglais/memoire/prevtechen.pdf

Kiskeya Live. (28 de marzo de 2022). ¿Desaparecerán las bananas? El fin de las Repúblicas Bananeras (Guerras Bananeras Parte III). Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=yquq47kVTMI&t=893s

Kvale S. (2008). Las entrevistas en investigación cualitativa. Colección Cualitativa. Dirección Uwe Flick. Morata. 196 p.

Lal, R. (1997). Degradation and resilience of soils. School of Natural Resources, The Ohio State University, 2021 Coffe Road, Columbus OH 43210-1085, USA. 997 – 1010 pp.

Larrotta, L; Flórez-Méndez, j. La Fiesta del Banano en el Urabá colombiano: cultura y tradición. Revista RIVAR Vol. 8, No. 23. mayo 2021. DOI https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4795 · ISSN 0719-4994.

MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Regional (2020) Plan Nacional de Riego y Drenaje para la Economía Campesina, Familiar y Comunitaria. https://portalparalapaz.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Archivo-Digital-13-Plan-Nacional-de-Riego.pdf

MADR; UPRA - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Unidad de Planificación Regional Agropecuaria. Identificación General de la Frontera Agrícola en Colombia. Escala 1:100.000. versión 1.0. Bogotá. 61 p. 2018. https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.pdf.

Maldonado, C. (20 septiembre de 2020). ¿Cómo investigar en complejidad? Carlos Maldonado Cátedra Nal. de Arte y Ciencia Festival Suratómica. https://www.youtube.com/watch?v=2lEUGZGtZ6U&t=3733s

Morin, E (1982) Introducción al pensamiento complejo. Gedisa editorial. Ciencias cognitivas.

Navarro, G; Navarro, S (2013). Química agrícola. Química del suelo y los nutrientes esenciales para las plantas. Mundi-prensa. España. 508 p.

Nicolescu, B. (2002). Manifesto of transdisciplinarity. State University of New York Press.

Oliver, T; Heard, Isaac, N; Roy, D; Procter, D; Eigenbrod. F; Freckleton, R; Hector, A; Orme, D; Petche, O; Proença, V; Raffaelli, D; Suttle. B; Mace, G; López, B; Woodcock, B and Bullock, J. (2015) Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions. Trends in Ecology & Evolution, November. 30 (11) 673 – 684.

Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero (pp. 43–71). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0003_3.

Pengue, W. (2017). El vaciamiento de las Pampas. La exportación de nutrientes y el final del granero del mundo. Andrea F. Rodríguez (Revisora). Buenos Aires y Santiago. 191 p.

_____(2021, 10 de diciembre). Metabolismo rural flujo de nutrientes e intangibles en la agricultura ¿Vamos hacia el vaciamiento de Las Pampas? Segundo Encuentro Internacional de Expertos en suelos. Datos, información conocimiento y escala, Organizado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el

Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Universidad de Sao Paulo. Bogotá, Colombia.

Resolución 464 de 2017, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Lineamientos estratégicos de política pública para la agricultura campesina y comunitaria y se dictan otras disposiciones. https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000464%20de%202017.pdf

Ríos, R (2021, 18 de junio). Determinación y efecto del uso del suelo en la actividad de microorganismos edáficos. Productividad ambiente y sociedad, Organizado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Universidad de Sao Paulo. Bogotá, Colombia. https://www.youtube.com/watch?v=kZncOYeF5sw&t=8565s

Rojas, R. (2009). El proceso de investigación científica. Editorial Trillas. México. 151 p.

Sayago, S (2014). El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales. Cinta moebio no. 49 Santiago. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2014000100001

UNCCD - Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación. (2014). Adaptación y resiliencia basada en la tierra. Impulsadas por la naturaleza. Segunda versión. Bonn- Alemania. 17 p.http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Land_Based_Adaptation_SPA%20Sall_web.pdf.

UPRA - Unidad de Planificación Regional Agropecuaria. (16 de agosto de 2016). A-Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras. https://www.youtube.com/watch?v=hOTTP1hhC0M

Van Dijk, T. (2003). La multidisciplinariedad del análisis crítico del discurso: un alegato a favor de la diversidad. En Métodos de análisis crítico del discurso. Barcelona: Gedisa.

Van Dijk, T. (2004). Discurso y dominación. Grandes conferencias en la facultad de ciencias humanas. N. 4 Universidad Nacional de Colombia.

Wodak, R y Meyer, M (2003). Métodos de análisis crítico del discurso; traducción de Tomás Fernández Aúz y Beatriz Eguibar. Gedisa. Barcelona. 286 p.

TENSIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TURISMO SUSTENTABLE. LA EXPERIENCIA DEL GEOPARQUE MUNDIAL MIXTECA ALTA

Silvia Nuria Jurado Celis

Introducción

"El principio de sustentabilidad emerge en el contexto de la globalización como la marca de un límite y un signo que orienta el proceso civilizatorio de la humanidad" (Leff, 2004:17), con base en la definición anterior, es posible vislumbrar que este concepto, acuñado en el contexto de diversas cumbres internacionales, puede ser un punto de partida para un ajuste de rumbo en el proceso civilizatorio, un rumbo que implique visibilizar las dimensiones ecológica, económica y social de las actividades humanas.

Así, una de las actividades económicas que ha estado creciendo de manera importante es el turismo, el cual se desenvuelve en diversas modalidades, siendo una de ellas el turismo sustentable. Así, las llamadas "experiencias" de las y los turistas, basadas en conocer formas de vida diferentes a la suya, constituyen hoy una de las opciones económicas para diversos espacios, entre los que pueden contarse a los pueblos originarios.

No obstante, el constante ingreso de visitantes, propio de la actividad turística implica un riesgo alto, al intervenir en todo momento en el modo de vida y en los elementos de arraigo cultural de las sociedades rurales como pueden ser sus festividades, rituales etc.

Existe también, el denominado turismo de base comunitaria (TBC), que ha sido definido como un enfoque que promueve la participación activa y el control de las comunidades locales en la planificación, ejecución y gestión de las actividades turísticas.

Esto implica que uno de los puntos nodales para el TBC es la gestión del territorio a partir de la toma de decisiones desde las estructuras colectivas propias de las comunidades locales. En ese sentido, el punto más importante para este tipo de turismo no radica en la experiencia del visitante, sino en la gestión territorial para implementarlas.

En este escenario, el objetivo del presente trabajo es analizar, con base en la experiencia del proyecto turístico en el Geoparque Mundial Mixteca Alta (GMMA)[1], las implicaciones y tensiones que se generan en los espacios rurales a raíz de la incorporación de un proyecto turístico, así como, con base en las características del TBC, cuáles pueden ser las posibilidades de construir un turismo sustentable en dichos espacios.

Por lo que se hará en primer lugar una breve caracterización del TBC, para posteriormente analizar los referentes teóricos de la sustentabilidad, así como una de las condiciones propias de los pueblos originarios que es la autonomía, presente además en el caso de referencia. Con ello se pretende dar cuenta de las tensiones que se generan en los espacios locales rurales con miras al desarrollo de un turismo sustentable.

Cabe recalcar que lo analizado es parte de una investigación conducida en la Escuela Superior de Turismo desde septiembre de 2023, la cual está financiada por la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional y que aún no ha sido concluida, de tal forma que lo presentado en este artículo constituyen algunos avances de la misma.

Desarrollo

El Turismo de Base Comunitaria

Sin duda el turismo se encuentra presente en los espacios rurales y comunitarios, ante condiciones de reconversión productiva en donde las actividades agropecuarias

[1] Para efectos del presente texto se le nombrará Geoparque o Geoparque Mixteca Alta para referirnos al Geoparque Mundial Mixteca Alta.

ya no son el sostén económico principal; ante este hecho, las actividades turísticas se presentan como una opción viable para la conservación de la naturaleza, generar ingresos económicos y para desarrollar mecanismos organizativos que permitan la apropiación de los espacios mediante una actividad que se plantea de inicio como símbolo inequívoco de la modernidad, ese turismo masivo que avasalla los lugares en donde se hace presente, pero que, actualmente pudiera desarrollarse bajo lógicas locales específicas.

Una de esas modalidades es el TBC, que según Ruiz-Ballesteros y Hernández-Ramírez (2010), es un modelo de turismo que busca generar beneficios directos para las comunidades locales, respetando al mismo tiempo su cultura y el entorno natural. Así, este enfoque puede ser considerado sustentable, en el sentido de que considera las dimensiones económica, ecológica y social, añadiendo además como factor ineludible, el respeto a las prácticas comunitarias de lo que puede ser considerado como "comunidad receptora".

Por otro lado, Suansri (2003) define el TBC como un proceso participativo en el cual las comunidades locales son los actores principales en la toma de decisiones relacionadas con el turismo, asegurando que los beneficios económicos permanezcan dentro de la comunidad. Este modelo contrasta significativamente con el turismo convencional o de masas, que constantemente es gestionado por agentes externos que maximizan sus beneficios a expensas de los recursos locales, culturales y ambientales.

Con base en lo anterior, el TBC difiere de otras formas de turismo en varios aspectos fundamentales: Por ejemplo, mientras que el turismo de masas se centra en la maximización del número de turistas y el beneficio económico inmediato, el TBC pone el foco en la sustentabilidad y en el bienestar de las comunidades locales.

Así, mientras que el turismo de masas tiende a sobreexplotar los recursos, lo que a menudo resulta en la degradación ambiental y la pérdida de la autenticidad cultural de los destinos, el TBC busca minimizar estos impactos, en aras de un modelo en el que sean las mismas comunidades, dueñas de su territorio, quienes tengan el control de la toma de decisiones.

Por otra parte, desde una perspectiva económica, el turismo convencional tiende a crear economías de enclave, donde los beneficios financieros rara vez se reinvierten en las comunidades locales. En cambio, el TBC tiene como objetivo distribuir equitativamente

los ingresos dentro de la comunidad, favoreciendo el desarrollo local y la autosuficiencia (Kieffer, 2019).

De acuerdo con Leff (2010), cualquier modelo de sustentabilidad debe involucrar la participación directa de las comunidades locales, ya que estas son las que mejor comprenden las dinámicas ecológicas y sociales de sus territorios. En este sentido, el TBC es fundamental para revalorizar los conocimientos tradicionales y construir formas de desarrollo situadas, adaptadas a los diversos contextos locales.

Bajo esa tesitura el TBC representa una ruptura con los modelos dominantes de turismo basados en el crecimiento económico sin límites. Como indican Leff (2010) y Kieffer (2019), el TBC se alinea con la ecología política, un enfoque teórico que aboga por la reestructuración de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, colocando a las comunidades en el centro del proceso de desarrollo.

El TBC no solo propone un cambio en la distribución de los beneficios económicos, sino que también redefine el concepto de desarrollo en términos más inclusivos y sobre todo, sustentables.

Si bien, el TBC puede confundirse con actividades turísticas como el ecoturismo o el turismo de naturaleza, la diferencia particular radica en el nivel de participación comunitaria. Mientras que el ecoturismo, en tanto conjunto de actividades que tienen como objetivo principal el contacto con la naturaleza, también busca la conservación ambiental, a menudo sigue siendo gestionado por actores externos, lo que limita la capacidad de las comunidades locales para beneficiarse de sus propios recursos.

El TBC, por el contrario, asegura que las comunidades sean las protagonistas del proceso, lo que refuerza la equidad social y la sustentabilidad.

Así, al estar gestionado por las comunidades locales, el TBC garantiza que los ingresos generados por las actividades turísticas se reinviertan en la mejora de las infraestructuras comunitarias y en la conservación de los recursos naturales.

Esto contrasta con el turismo de masas, que generalmente beneficia a grandes empresas o agentes externos, dejando pocas ganancias para la población local (Kieffer, 2019). Además, el TBC fomenta una mayor responsabilidad ambiental entre los turistas, que se ven inmersos en una experiencia más auténtica y respetuosa con las culturas locales.

La implementación exitosa del TBC depende de la capacidad de las comunidades para gestionar de manera efectiva las operaciones turísticas y para mantener un equilibrio entre el desarrollo económico y social con la protección del entorno.

El turismo de base comunitaria representa una alternativa viable frente al turismo convencional. No solo promueve la sustentabilidad ambiental, sino que también fortalece la cohesión social y fomenta la equidad económica.

El TBC se alinea con los principios de la ecología política y la justicia social, proporcionando un marco alternativo para el desarrollo turístico que se centra en la participación local y la conservación a largo plazo.

Retomando algunas características de la Nueva Ruralidad Comunitaria que plantean Rosas y Fuente (2013), como el acceso a la tierra de las comunidades rurales, pero implementando al mismo tiempo "estrategias para la generación de excedentes económicos sobre una organización basada en la asociación comunitaria", sin duda existe en este momento la incorporación de actividades económicas en espacios rurales, las cuales tienen como objetivo principal la acumulación en el sentido del mercado capitalista clásico, pero que se desarrollan en territorios con características sociales autónomas, lo que parecería una contradicción pero que se está presentando en la experiencia del TBC, es por ello el interés de analizar dicho proceso a partir de la experiencia de los municipios del GMMA, en donde el proceso de conformación y consolidación del proyecto de turismo rural sustentable se está forjando bajo los términos de la autonomía de los pueblos mixtecos, teniendo frente a sí la posibilidad de construir un turismo que pueda ejercerse en una lógica diferente a la del mercado imperante.

Así, además del TBC, el sustento teórico del presente análisis está basado en tres pilares: La sustentabilidad, el turismo rural y la autonomía, abordados en su conjunto desde la perspectiva crítica.

En el caso de la sustentabilidad, se retoma la preocupación de Enrique Leff, en el sentido que pensar desde este concepto tiene que estar vinculado al sustento de la vida, en ese sentido, autores como Calvente (2007), mencionan que es un concepto que "hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras".

Con base en lo anterior, el abordaje que se lleva a cabo en torno a la sustentabilidad se encuentra relacionado con esta perspectiva, de tal forma que los proyectos turísticos que se encuentran en construcción, a partir del caso del Geoparque Mundial Mixteca Alta, procuran en todo momento abordar dicha actividad con el enfoque sustentable presentado.

En el caso del turismo rural, el principal referente teórico es la definición de Kieffer (2018), quien lo concibe como aquel:

> …turismo de pequeño formato, establecido en zonas rurales, y en donde la población local, a través de sus estructuras organizativas colectivas, ejerce un papel significativo en su control y gestión, ofreciendo actividades respetuosas con el medio natural, cultural y social, y con los valores de una comunidad, que permite disfrutar de un positivo intercambio de experiencias entre residentes y visitantes. (Kieffer, 2018)

Así, esta definición de turismo rural mantiene vinculada la actividad económica con la gestión territorial, lo que permite indudablemente concebir la idea de la actividad turística desde la perspectiva de los actores sociales, específicamente desde su visión como sujetos cognoscentes.

Finalmente, el otro pilar teórico del presente análisis es la noción de autonomía, "entendida como forma de manifestación interna de la autodeterminación, se puede dar a su vez en distintos grados, esto es, con mayor o menor amplitud de autogobierno, así como en el marco de diferentes estrategias" (Aparicio, 2009, pp. 15-16).

En el caso que ocupa el análisis, el Geoparque Mixteca Alta está conformado por nueve municipios regidos en su totalidad por Sistemas Normativos Indígenas, pertenecientes a la cultura mixteca en el estado de Oaxaca.

Las tres condiciones (Autonomía, sustentabilidad y TBC) se conjuntan en el Geoparque, lo cual permite llevar a cabo un análisis del proyecto turístico, no solo de manera multidimensional, sino además interdisciplinar, en donde la actividad turística sea planteada desde una perspectiva diferente, en una modalidad no invasiva, pero sobre todo, generada por los propios actores sociales, quienes son las y los dueños del territorio.

Metodología

La metodología propuesta es la Investigación Acción Participativa, enfocada en el concepto de Investigación Acción de Lewin, considerado como un "enfoque metodológico que se centra en el encuentro y contacto directo con las personas, para lograr un cambio en una determinada situación" (Coromoto, 2017).

Dicho concepto, reconfigurado más adelante por Fals Borda, refiere no solo a la participación de las y los actores sociales en el proceso de investigación, sino también a la transformación social, conceptualizada con el término praxis.

En ese sentido, las actividades de capacitación que se proponen en el GMMA se enfocan en la construcción conjunta de la planificación turística del territorio, de tal forma que las y los actores sociales no solamente participen, sino que tomen las decisiones informadas para la gestión territorial turística que les compete.

Con ello, el énfasis del proceso está centrado en los saberes de quienes habitan el GMMA y las decisiones que ellos y ellas gestionen.

Derivado de lo anterior el proceso incluye el intercambio de información, la capacitación formal, trabajo colaborativo y la toma de decisiones en conjunto, priorizando en todo momento el interés comunitario.

En estos términos metodológicos, la intervención por parte del equipo de investigación se ha desarrollado a través de actividades como la participación en asambleas del Geoparque en los municipios que lo conforman, el fortalecimiento de capacidades en temas como las diversas modalidades del turismo, análisis de costos, posibilidades para la conformación de cooperativas, elaboración de inventarios turísticos entre otras.

Todo esto con la aprobación del Comité del Geoparque (órgano autónomo donde participan las autoridades agrarias de los municipios que conforman el Geoparque).

Aunado a lo anterior, se han realizado diversas entrevistas semiestructuradas, así como observación simple y observación participante.

Primeros hallazgos

El Geoparque Mundial Mixteca Alta (GMMA), se encuentra conformado por nueve municipios regidos por Sistemas Normativos Indígenas que son: San Andrés Sinaxtla, San Bartolo Soyaltepec, San Juan Teposcolula, San Pedro Topiltepec, Santa María Chachoapam, Santo Domingo Yanhuitlán, Santo Domingo Tonaltepec, Santiago Tillo y San Juan Yucuita, todos pertenecientes a la cultura mixteca.

Obtienen la denominación como Geoparque Mundial por la UNESCO en 2017, hecho que les abre una oportunidad importante para gestionar actividades turísticas; no obstante lo anterior, el camino no ha sido sencillo, puesto que la toma de decisiones ha permanecido adecuada a las prácticas comunitarias que se relaciona con la dinámica colectiva.

Esto permite, por una parte, que se mantenga esa base comunitaria que distingue al TBC, pero también implica que algunos procesos se mantengan en términos de largo aliento.

Durante el trabajo de campo se han identificado diversas prácticas que abarcan las tres dimensiones de la sustentabilidad: la ecológica, la económica y la social. En lo que respecta a las prácticas de índole ecológica se consideran:

- Separación de residuos.
- Programa Basura Cero.
- Cálculo del número de visitantes que pueden recibir con respeto de la capacidad de carga del lugar.
- Declaración de áreas como reserva ecológica en algunos municipios.
- Estabulación del ganado caprino para evitar daños en las áreas naturales.

Todas estas actividades se han desarrollado en conjunto con instituciones académicas como el Instituto de Geografía de la UNAM, bajo una dinámica de trabajo colectivo en donde participan en todo momento las autoridades agrarias y municipales.

Por otra parte, en términos de la dimensión social, se consideran las prácticas relacionadas con el ejercicio de la autonomía como las siguientes:

- Conformación del Comité del Geoparque, el cuál es un órgano de toma de decisiones conformado por autoridades de los municipios que conforman GMMA,

de tal manera que las autoridades agrarias estén involucradas en el funcionamiento y la toma de decisiones del Geoparque, especialmente en lo referente al proyecto turístico.

- Conformación de los Comités Locales del Geoparque. Los cuáles tienen la misión de ser el enlace entre las decisiones del Comité del Geoparque y los municipios.
- Asambleas del Comité del Geoparque, en donde se tratan asuntos específicos del Geoparque en general y sobre todo del proyecto turístico en particular.
- A través de los espacios de participación han determinado cuáles son los sitios de interés turístico y las estrategias para consolidar esta actividad.

Dichas estructuras han permitido diversos avances en términos del desarrollo del proyecto turístico, por ejemplo, se han logrado acuerdos para establecer la dinámica de asistencias de los visitantes, de tal forma que la mayor parte de los municipios puedan ser beneficiados, así se han definido las siguientes actividades turísticas:

- Senderismo
- Observación de aves
- Servicio de alimentos
- Campamento
- Alojamiento en cabañas
- Rutas geoturísticas
- Talleres de alfarería
- Educción ambiental

Así, en el momento que hay solicitudes para visitas en el GMMA, es el Comité del Geoparque, en conjunto con el personal de enlace que acuerda la dinámica y las actividades que realizarán los turistas. Con ello, la gestión para el arribo de visitantes se coordina desde la estructura social autónoma que es el Comité del Geoparque, la cual tiene su origen en las autoridades agrarias y que funciona además por medio de un sistema de rotación de cargos, a través de sus propios lineamientos, consolidando así, la gestión del territorio y del proyecto turístico por medio de estas estructuras.

Con base en lo anterior es posible analizar que las prácticas ecológicas y sociales se encuentran directamente relacionadas con el TBC y con la definición de turismo rural

que establece Kieffer, específicamente en lo que respecta a la toma de decisiones en colectivo y a partir de prácticas culturales propias de los pueblos originarios.

Estas prácticas culturales son coherentes con el concepto de capital social de Pierre Bourdieu (1986), puesto que, en términos de este autor el capital social se refiere a los recursos y ventajas que una persona o grupo pueden obtener a través de su red de relaciones sociales, estas redes no solo proporcionan apoyo emocional o ayuda material, sino que son también una fuente de reconocimiento social.

Así, el capital social está compuesto por conexiones sociales que pueden movilizarse para obtener acceso a recursos o ventajas. Estas conexiones se basan en relaciones de confianza y reciprocidad, lo que permite a las personas intercambiar capital en diversas formas, ya sea económico, cultural o simbólico.

En ese sentido los pueblos originarios mantienen la toma de decisiones de manera autónoma como un aspecto de su capital social, ya que les ha permitido, a través de los espacios como los diferentes comités tanto locales como regionales, mantener el control de su territorio e incluso frenar proyectos de agentes externos que han querido aprovechar el potencial turístico de la región en un modelo más cercano al turismo masivo.

De tal forma que los hallazgos apuntan directamente a analizar las posibilidades que se abren para el GMMA en términos del desarrollo de la actividad turística, lo que permite abrir el debate acerca de si es posible pensar un turismo diferente, es decir, no invasivo, respetuoso en términos ecológicos y culturales, pero, sobre todo, apropiado por la comunidad dueña del territorio.

Por otra parte, es el aspecto económico en donde se hallaron algunos desafíos importantes para el proyecto turístico del GMMA, puesto que a pesar de que algunos municipios se encuentran ya operando algunas de las instalaciones que tienen para dar los servicios de hospedaje y alimentación, así como las diversas actividades que se ofertan, no está presente la noción de la "ganancia" o el excedente económico.

Si bien se reconoce que cada vez acude un mayor número de visitantes, también existe la claridad respecto al hecho de que las ganancias económicas parecen ir "lentas". No obstante, este hecho existe la convicción de continuar el proyecto, puesto que representa sin duda una alternativa económica importante, que se encuentra aún en etapa de consolidación.

Conclusiones

Los pueblos originarios mantienen hasta la fecha prácticas culturales de gestión del territorio, las cuales se vinculan directamente con la toma de decisiones en colectivo, por una parte, y la responsabilidad compartida por otro.

Bajo esa tesitura, la conformación del proyecto de TBC en el GMMA, se encuentra altamente relacionado con estos procesos, en ese sentido la toma de decisiones en colectivo se consolida por medio de prácticas de autonomía, como la dinámica de autogobierno, que, en el caso de los municipios del Geoparque, mantiene una estrecha relación con el manejo de la tierra, uno de los recursos principales para todos los pueblos originarios, en donde la base es el mantenimiento de una vida digna.

En ese sentido, el proyecto turístico del Geoparque Mixteca Alta se está forjando desde un punto de vista distinto al turismo tradicional, que se ha caracterizado por ser vertical y por mantener una visión productivista de los recursos naturales.

Por el contrario, en el territorio del geoparque las prácticas sustentables y de autonomía se han consolidado debido al capital social y cultural de las comunidades, que tienen como punto de partida principal las prácticas autonómicas propias de los pueblos originarios.

Este mismo capital social y cultural ha sido factor para frenar proyectos turísticos externos, por lo que es posible deducir que existe el contexto para construir un proyecto de turismo rural con el enfoque presentado por Kieffer, en el que la gestión territorial es un elemento fundamental para la construcción de los proyectos turísticos.

Así, a contracorriente, las prácticas de autonomía de los municipios del Geoparque, permiten concretar un concepto de sustentabilidad que permita el mantenimiento de una vida digna, una práctica así tiene sus propios riesgos y sobre todo, sus propios tiempos, pero al mismo se tiene la posibilidad, por una parte, de concebir un turismo no depredador y respetuoso de los pueblos originarios, y por otro lado, analizar los vínculos existentes entre la condición de autonomía y la sustentabilidad, ya no desde el punto de vista teórico, sino desde la práctica misma de los sujetos sociales.

A pesar de ello, se reconoce que un tema que presenta tensiones es la generación de excedentes económicos y la redistribución de estos, en ese sentido existen desafíos importantes aún para los municipios del Geoparque.

Si bien, con base en la definición de Rosas y Fuente (2013), respecto a la Nueva Ruralidad Comunitaria, en el sentido de que los municipios del Geoparque buscan esta generación de excedentes basada en la organización comunitaria, existe una tensión constante, puesto que, por una parte, las estructuras organizativas permiten la gestión territorial autónoma y por lo tanto, la reproducción social de modos de vida específicos, pero también, presentan retos en términos de la inserción del proyecto turístico en los circuitos de mercado capitalistas, es decir, son formas de organización social no capitalistas que deben desenvolverse en un esquema de mercado turístico donde prevalece la oferta y la demanda.

Así, el turismo parece estarse incorporando a la pluriactividad de los espacios rurales, en franca tensión entre lo que, de manera tradicional se considera un negocio altamente rentable y la dinámica social autónoma de estos espacios.

No obstante, lo anterior, también existe la posibilidad de que estas experiencias estén planteando caminos diferentes para el turismo, en términos de constituir una actividad no avasallante y no depredadora, que pudiese ser administrada desde la práctica autonómica propia de estos pueblos.

Así, el análisis de estas tensiones permite abrir posibilidades para replantear la actividad turística en términos de su apropiación en los diversos territorios, lo cuál no está exento de contradicciones internas, la experiencia del GMMA muestra que las tensiones existen, pero que sosteniéndose en las estructuras sociales existentes propias de estos pueblos, es factible pensar el turismo desde otras ópticas, puesto que, el proyecto de turismo se ha ido consolidando, quizás no de manera rápida pero si con una base de acuerdos colectivos sumamente consolidada, lo cual permite que los territorios no sean avasallados por las exigencias del mercado convencional.

Con ello se plantean posibles vías para un turismo sustentable que efectivamente conserve la vida (como en las prácticas ecológicas analizadas), que sea socialmente responsable (a través de las estructuras comunitarias existentes) y económicamente viable (aspecto que se encuentra en construcción), es decir, considerar, de manera situada, las tres dimensiones de la sustentabilidad.

Recomendaciones

Con base en lo analizado hasta el momento, es posible deducir no solamente las posibilidades que se abren para los municipios del Geoparque en términos de la actividad turística, sino que posiblemente se esté gestando un proceso de redefinición de la actividad turística.

Lo anterior debido a que se relaciona al turismo con modelos de alto alcance económico, como los llamados resorts, los grandes complejos turísticos localizados en Cancún, Los Cabos, Huatulco, Oaxaca de Juárez etc., los cuáles contrastan con la experiencia que se ofrece desde el GMMA, el cual se concentra en ese turismo de pequeño formato que se adapta a la toma de decisiones en colectivo como práctica autonómica.

Así, posiblemente una de las recomendaciones importantes es rescatar y documentar experiencias de esta naturaleza, no solamente en términos de los que se pudieran considerar como éxitos, sino para analizar el pensamiento y la idea de turismo que se tiene desde estos espacios, desde estos territorios que para las y los visitantes constituye la otredad.

En ese sentido es posible pensar que la actividad turística mas que un oxímoron (aquel concepto que refiere a dos términos totalmente contrarios que están un uno solo), el turismo puede tener diferentes acepciones, que no solamente llevan a pensar en términos económicos, sino también en cohesión social y organización colectiva.

El análisis desde la experiencia del GMMA plantea entonces diversas cuestiones, por una parte, que es un proyecto que puede demostrar que el turismo puede ser planteado e implementado desde las autonomías, no solamente desde la iniciativa privada, pero que además, es posible pensar en un turismo que no sea invasivo o destructor del medio ambiente, sino responsable ambiental y políticamente.

Lo anterior implica retos importantes, especialmente en el ámbito económico, si bien los aspectos sociales y ecológicos van avanzando, es necesario que, en aras de la sustentabilidad y del beneficio colectivo, se puedan definir caminos que permitan un crecimiento económico recíproco y solidario.

Y es en ese sentido en el que los municipios que conforman el GMMA están trabajando actualmente, pero sin duda aportan experiencia que permite re-pensar la

actividad turística desde las bases y con sentido humanista, mas que el de eficiencia económica.

Referencias

Aparicio, M. (2009). *La libre determinación y la autonomía de los pueblos indígenas: El caso de México*. En: Boletín mexicano de derecho comparado, 42, 13-38. Extraído de http://www.scielo.org.mx/pdf/bmdc/v42n124/v42n124a1.pdf

Bourdieu, P. (1986). *The forms of capital*. In J. Richardson (Ed.), "Handbook of theory and research for the sociology of education"n (pp. 241-258). Greenwood.

Calvente A. (2007). *El concepto moderno de sustentabilidad*. UAIS sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana, 1(1), 1-7. uais-sds-100-002 - sustentabilidad. pdf

Cohen, E. (2019). *Commoditization and the Authenticity of Tourist Art*. En: Annals of Tourism Research, 15(3), 371-386.

Coromoto, Y (2017). *Investigación Acción Participativa y Educación ambiental*. En Revista Scientific. Vol 3 No 7, pp 290-308. DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.15.289-308

Delgado G., Imaz M. y Beristain A, (2015). *La sustentabilidad en el siglo XXI*. En Revista Interdisciplina 3 No 7, pp 9-21. URL La_sustentabilidad_en_el_siglo_xxi_Interdisciplina_v3n7.pdf

Kieffer, M. (2019). *Community-based tourism: A tool for sustainable development and local empowerment*. Journal of Sustainable Tourism, 27(6), 819-836.

Leff, E. (2010). *La ecología política en América Latina: Un campo en construcción*. Siglo XXI Editores.

ONU Turismo (2024). ONU Turismo | Agencia de las Naciones Unidas especializada en Turismo (unwto.org)

Rosas M, Fuentes M (2013). *La nueva ruralidad comunitaria y las actividades no-proletarias generadoras de excedentes* en: Padilla T. "El campesinado y su persistencia en la actualidad mexicana". Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, pp 428-468

Ruiz-Ballesteros, E., & Hernández-Ramírez, M. (2010). *Social-ecological resilience and community-based tourism: An approach from Agua Blanca, Ecuador*. *Tourism Management*, 31(3), pp 611-619.

Suansri, P. (2003). *Community Based Tourism Handbook*. Responsible Ecological Social Tours Project.

CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO URBANO Y LA DENSIFICACIÓN POBLACIONAL. CASO DE ESTUDIO CAPITALES DE COLOMBIA

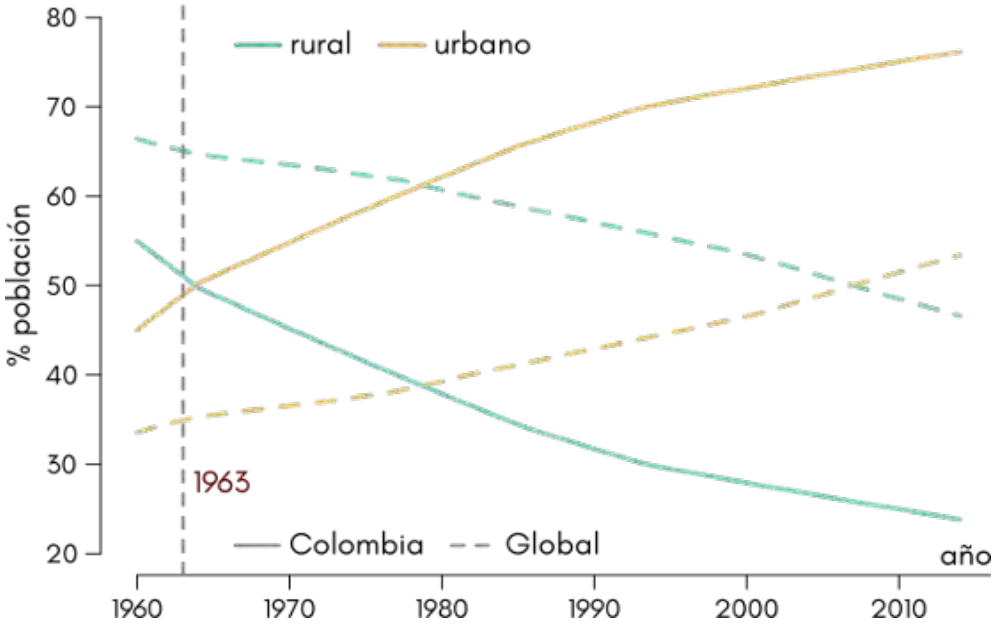
Juan C. Torres
Elizabeth Chaparro-Cañola
José Andrés Posada-Marín

Introducción

El crecimiento urbano es el proceso mediante el cual se consolida nuevo suelo urbano alrededor de las ciudades y se modifican las características físicas del suelo (Vlahov y Galea, 2002; Elmqvist et al., 2021; Kuddus et al., 2020). Además, el crecimiento urbano está directamente relacionado con los cambios demográficos que han impulsado el cambio climático global (McManamay et al., 2024). Actualmente, cerca de la mitad de la población mundial (54%) vive en ciudades y este número podría aumentar considerablemente durante las próximas décadas (68% de la población proyectada al 2050), lo que ha llevado a la expansión acelerada de la mancha urbana de las ciudades (UNDESSA, 2019; Kuddus et al., 2020). Estas cifras globales son más aceleradas en países en vía de desarrollo, por ejemplo, en Colombia la población urbana aumentó del 45% en 1960 al 75% en 2015 (World Bank, s.f.; Figura 1).

Figura 1

Evolución temporal de las poblaciones urbanas y rurales en el mundo y Colombia



Adaptado de World Bank, s.f.

Dado que el planeta es finito, la población no puede crecer sin un límite establecido (Meadows et al., 2013). En 1972 un grupo de científicos del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), bajo la dirección de Donella Meadows, Dennis Meadows, Jørgen Randers y William W. Behrens III, publicaron un informe titulado los "Límites del Crecimiento" (en inglés, The Limits to Growth). Este documento fue encargado por el Club de Roma, una organización que reúne a expertos en diversas disciplinas para abordar los problemas globales. El estudio utilizó un modelo computacional para simular el crecimiento de la población, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de recursos naturales en el planeta. El informe concluyó que, si las tendencias de crecimiento continuaban sin cambios, la humanidad alcanzaría los límites de crecimiento en algún momento del siglo XXI, lo que podría resultar en un colapso económico y ecológico. El concepto de "límites del crecimiento" se refiere a la idea de que el crecimiento económico y poblacional infinito no es posible en un planeta con recursos finitos. Según el informe, para evitar el colapso, sería necesario cambiar las políticas y prácticas globales hacia un desarrollo más sostenible y equilibrado, respetando los límites impuestos por la naturaleza. El informe ha sido objeto de debate

y críticas, pero también ha tenido una influencia significativa en el pensamiento sobre sostenibilidad y desarrollo a nivel global.

Estos límites del crecimiento se relacionan con el concepto de capacidad de soporte, definido como el límite máximo de población que un área específica (densidad poblacional) puede sostener de manera indefinida sin degradar sus recursos naturales (Wu y Hu, 2020). Esta capacidad está intrínsecamente vinculada al concepto de sostenibilidad, que busca un equilibrio entre el uso de recursos y la preservación del entorno para las generaciones futuras (Wang, 2022). La densidad poblacional juega un papel crucial en esta relación, ya que una alta densidad puede llevar a una sobreexplotación de los recursos disponibles, superando la capacidad de soporte y comprometiendo la sostenibilidad (Bennett y Robinson, 2000). Por lo tanto, mantener un balance adecuado entre la densidad poblacional y la capacidad de soporte es esencial para garantizar un desarrollo sostenible. Por lo tanto, el crecimiento urbano acelerado podría provocar desequilibrios en la capacidad de carga de las ciudades, amenazando su sostenibilidad, lo que no es saludable para el medio ambiente, provocando degradación ambiental y problemas como: contaminación del aire y de los recursos hídricos (Luo et al., 2020; Xin et al., 2020; Zeng et al., 2023).

Las altas densidades se asocian a ciudades compactas, mientras que las densidades bajas se relacionan a ciudades dispersas. La conceptualización de la ciudad compacta se basa en la consideración de eficiencia energética y menos contaminante, ya que sus habitantes pueden vivir más cerca de los lugares de servicios y de trabajo, lo que les permite caminar, andar en bicicleta o utilizar el transporte público, a diferencia de la ciudad dispersa (Neuman, 2005). Sin embargo, estas condiciones pueden ser contraproducentes para las formas sociales de habitar la ciudad. Por ejemplo, gran parte de la contaminación proviene de las actividades industriales y no del resto de las actividades urbanas (Long et al, 2021). En Estados Unidos, los edificios representan un mayor consumo energético (Agencia de Información Energética, 2002), y los tiempos de movilidad aumentan significativamente cuando las ciudades carecen de una infraestructura de transporte público óptima (Ceder, 2021). La ciudad dispersa es sinónimo de expansión urbana, un problema reconocido desde hace mucho tiempo (Fulton et al., 2002). Su atractivo radica en factores como la cercanía a zonas verdes o los precios del suelo más económicos en comparación con los centros de desarrollo

dentro de la ciudad (Yin y Chen, 2006). Además, el transporte en estas ciudades se basa principalmente en el uso de vehículos particulares (Neuman, 2005). Sin embargo, su estigmatización proviene del control que los planificadores territoriales desean ejercer sobre el desarrollo de las actividades sociales, sin considerar las verdaderas necesidades humanas (Yiftachel, 2000). Por ejemplo, la cercanía a zonas naturales es necesaria para reducir el estrés emocional; si una ciudad compacta carece de este aspecto, puede generar problemas para sus habitantes (Mouratidis, 2019), además la falta de análisis en cuanto a la disponibilidad de vivienda para personas de bajos recursos, por su elevado precio en ciudades compactas (García y Riera, 2003). En estos casos, la elección de la ciudad se basa en factores como la connotación histórica, el tipo de suelos, la topografía y las limitaciones ambientales.

Estas discusiones en torno al debate de la ciudad dispersa versus la ciudad compacta, se exacerban en el contexto de las ciudades en vía de desarrollo y desconocen la capacidad de soporte de los territorios. A principios de este siglo, el crecimiento urbano se centró casi exclusivamente en los países en desarrollo (Farrell, 2017). En este contexto, los países en vía de desarrollo están menos preparados para adoptar estas perspectivas. Por ejemplo, aquellas ciudades que adopten una perspectiva de ciudad compacta, pueden generar problemas de contaminación del aire, dado que las tecnologías de sus motores y la calidad de sus combustibles pueden llevar a superar la depuración natural de contaminantes en el aire. Por otro lado, una ciudad en vía de desarrollo que adopte una perspectiva de ciudad dispersa, podría generar problemas en el acceso a servicios si no cuenta con la infraestructura de transporte público adecuada. El crecimiento urbano es un desafío importante para la sostenibilidad en las ciudades de los países en desarrollo, debido a las crecientes presiones sobre los recursos limitados y los peligros potenciales para el medio ambiente (Chaturvedi y de Vries, 2021). Adicionalmente, un factor que puede amenazar la sostenibilidad de estas ciudades es el sesgo en la información en torno al crecimiento urbano, dado que la investigación se ha centrado en las ciudades más grandes del mundo (Gao y O'Neill, 2021), lo que demarca la necesidad de estudios que evalúen el crecimiento urbano en los países en desarrollo donde la disponibilidad de datos es una limitación importante (Chettry, 2023). En este estudio, nosotros caracterizamos el crecimiento urbano y la densidad poblacional de las principales ciudades capitales de Colombia durante 1992-2020. Además, se analizaron las tendencias en el crecimiento

y la densificación urbana. Finalmente, basados en nuestros resultados y la presencia de problemáticas en estas ciudades discutimos en torno al debate de ciudad dispersa versus compacta y la sostenibilidad de estas ciudades. Aunque este es un estudio descriptivo, nosotros exploramos las problemáticas de las ciudades analizadas con el fin de indagar en la relación entre nuestros resultados y dichas problemáticas.

Desarrollo

En este trabajo se usarán los datos abiertos y proporcionados por la Iniciativa de Cambio Climático de la Agencia Espacial Europea (CCI-ESA, por sus siglas en inglés) (p.ej. Liu et al., 2018). Esta base de datos consiste de 29 mapas anuales de uso/cobertura de la Tierra que cubren el período 1992-2020 y tienen una resolución espacial de 300 metros. Este producto fue elaborado a partir de MERIS (Espectrómetro de Imágenes de Resolución Media) que estima la cobertura de la Tierra mediante la reflectancia de la radiación solar dada desde la superficie terrestre (Baudin et al., 1994). El suelo es clasificado según las categorías propuestas en la Tabla 1. A partir de esta fuente, se caracterizan áreas, tasas y tendencias históricas de los cambios en las extensiones urbanas de 29 de las principales ciudades de Colombia. La información de población urbana fue obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Tabla 1

Correspondencia entre las categorías usadas por CCI-ESA y las categorías usadas para la detección del cambio en la cobertura terrestre según el IPCC

Cobertura CCI-ESA	Traducción	Clases sugeridas por el IPCC
Cropland rainfed	Cultivos de secano	Cultivos
Cropland rainfed- Herbaceous cover	Cultivos de secano-herbáceos	
Cropland rainfed - Tree or shrub cover	Cultivos de secano de bosques-arbustos	
Cropland irrigated or post-flooding	Cultivos irrigados o post-inundación	
Mosaic cropland (>50%) / natural vegetation (tree/shrub/herbaceous cover)	Mosaico de cultivos y vegetación natural	
Mosaic natural vegetation (tree/shrub/herbaceous cover) (>50%) / cropland	Mosaico de vegetación natural y cultivos	
Tree cover broadleaved evergreen closed to open (>15%)	Bosques perenne y latifoliar cerrado a abierto	Bosques
Tree cover broadleaved deciduous closed to open (>15%)	Bosques caducifolio y latifoliar cerrado a abierto	
Tree cover broadleaved deciduous closed (>40%)	Bosques caducifolio y latifoliar cerrado	
Tree cover broadleaved deciduous open (15-40%)	Bosques caducifolio y latifoliar abierto	
Tree cover needleleaved evergreen closed to open (>15%)	Bosques de coníferas perennes cerrado a abierto	
Tree cover needleleaved evergreen closed (>40%)	Bosques de coníferas perennes cerrado	
Tree cover needleleaved evergreen open (15-40%)	Bosques de coníferas perennes abierto	
Tree cover needleleaved deciduous closed to open (>15%)	Bosques de coníferas caducifolio cerrado a abierto	
Tree cover needleleaved deciduous closed (>40%)	Bosques de coníferas caducifolio cerrado	
Tree cover needleleaved deciduous open (15-40%)	Bosques de coníferas caducifolio abierto	
Tree cover mixed leaf type (broadleaved and needleleaved)	Bosques mezclados	
Mosaic tree and shrub (>50%) / herbaceous cover	Mosaico de bosques y arbustos, y vegetación herbácea	
Tree cover flooded fresh or brakish water	Cobertura de bosques inundados por agua dulce o salobre	
Tree cover flooded saline water	Cobertura de bosques inundados por agua salada	

Cobertura CCI-ESA	Traducción	Clases sugeridas por el IPCC
Shrubland	Matorrales o arbustos	Arbustos
Shrubland evergreen	Matorrales o arbustos perennes	
Shrubland deciduous	Matorrales o arbustos caducifolios	
Water bodies	Cuerpos de agua	Agua
Permanent snow and ice	Nieve o hielo permanente	Hielo
Shrub or herbaceous cover flooded fresh/saline/brakish water	Cobertura de arbustos, herbáceas, inundados por agua	Humedales
Mosaic herbaceous cover (>50%) / tree and shrub	Mosaico de vegetación herbácea y bosques-arbustos	Pastizales
Grassland	Pastizales	
Bare areas	Áreas desnudas	Suelos desnudos
Consolidated bare areas	Áreas desnudas consolidadas	
Unconsolidated bare areas	Áreas desnudas no consolidadas	
Urban areas	Áreas urbanas	Urbano
Lichens and mosses	Líquenes y musgos	Vegetación esparcida
Sparse vegetation (tree/shrub/ herbaceous cover)	Vegetación esparcida	
Sparse tree	Bosques esparcidos	
Sparse shrub	Arbustos esparcidos	
Sparse herbaceous cover	Cobertura herbácea esparcida	

Resultados

Evolución histórica de la mancha urbana de las principales ciudades capitales de Colombia

En la Figura 2 se presenta la evolución temporal de la mancha urbana en las ciudades analizadas, estas muestran un comportamiento lineal con una tasa de crecimiento de 11 km^2/año que corresponde a un aumento del 35%. Las ciudades más grandes presentan las tasas más altas de crecimiento, con un promedio de 0.9 km^2/año (Fig. 2a y 2b). El aumento de la mancha urbana es proporcional al tamaño de las ciudades, pero el crecimiento relativo de las ciudades más grandes es más bajo en comparación a las más pequeñas. En las ciudades analizadas encontramos 14 que se encuentran creciendo

aceleradamente, 14 con un crecimiento constante y solo una con un crecimiento ralentizado (Tabla 2). Cartagena, Bogotá y Cúcuta presentan las mayores tasas absolutas de crecimiento, mientras que Leticia, Armenia y Guaviare ocupan los primeros lugares con las tasas relativas más altas.

Figura 2

Evolución temporal de la mancha urbana en las ciudades analizadas

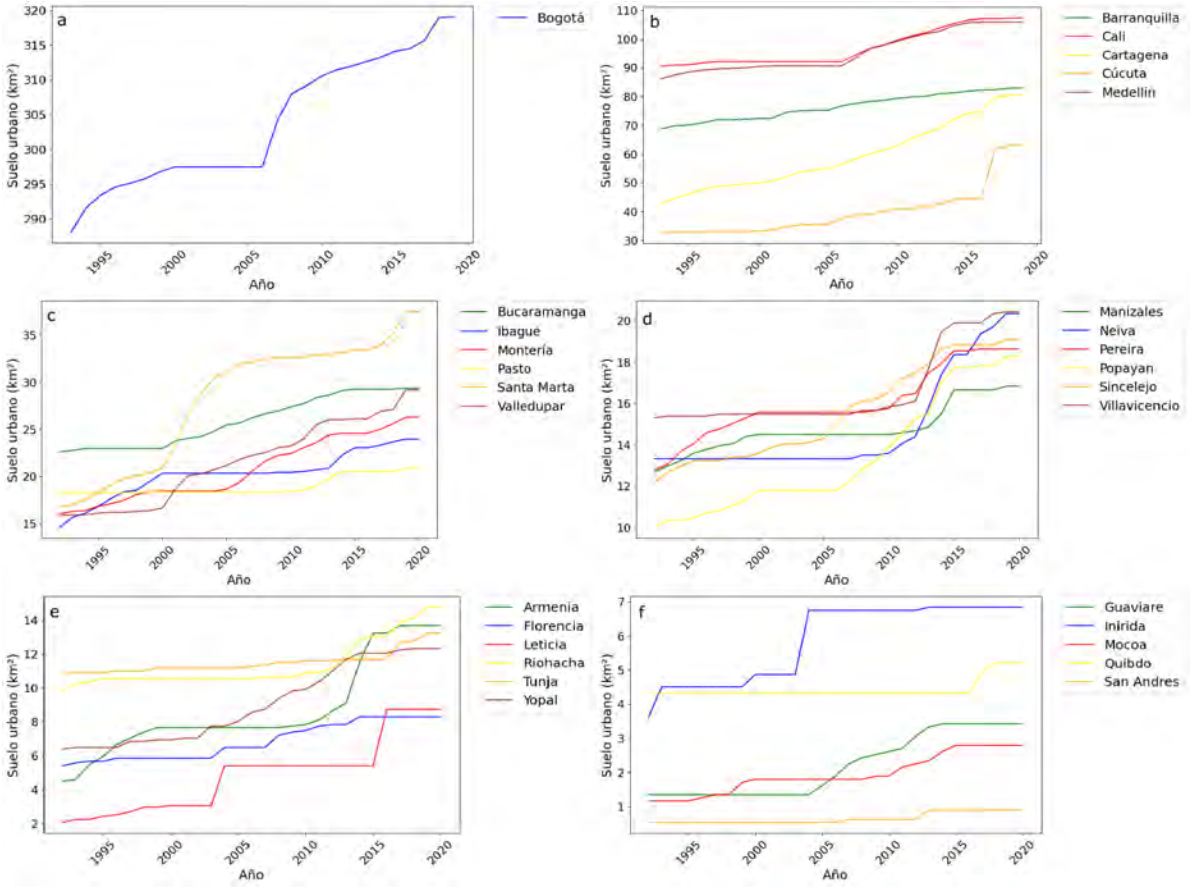


Tabla 2

Resumen del crecimiento de la mancha urbana en las ciudades analizadas. Las ciudades están separadas por paneles, dado que el tamaño de algunas puede empañar el comportamiento de otras

Ciudad	Tipo Crecimiento	Tasa crecimiento absoluta (km^2/año)	Tasa crecimiento relativa (%)	Cambio en la densidad	Densidad promedio (Hab/ha)
Cartagena	Constante	1,38	90	Reduce	127,3
Bogotá	Acelerado	1,34	13	Aumenta	214,9
Cúcuta	Acelerado	1,13	96	Reduce	145,7
Santa Marta	Constante	0,74	124	Reduce	134,2
Medellín	Constante	0,72	23	Aumenta	209,8
Cali	Acelerado	0,62	19	Aumenta	207,6
Barranquilla	Constante	0,59	24	Aumenta	141,3
Valledupar	Constante	0,48	84	Aumenta	148,5
Montería	Constante	0,37	64	Reduce	160,3
Ibagué	Ralentizado	0,33	64	Reduce	218,0
Armenia	Acelerado	0,33	204	Reduce	332,5
Popayán	Acelerado	0,30	83	Reduce	175,7
Neiva	Acelerado	0,25	53	Reduce	197,6
Sincelejo	Constante	0,25	57	Reduce	139,4
Bucaramanga	Constante	0,24	30	Aumenta	184,8
Leticia	Acelerado	0,24	322	Reduce	65,4
Yopal	Constante	0,21	93	Aumenta	118,6
Pereira	Constante	0,21	46	Reduce	219,5
Villavicencio	Acelerado	0,18	34	Aumenta	220,6
Riohacha	Acelerado	0,18	50	Reduce	97,9
Manizales	Acelerado	0,15	33	Reduce	253,3
Inírida	Constante	0,12	90	Aumenta	22,6
Florencia	Constante	0,10	53	Reduce	196,1
Pasto	Acelerado	0,09	14	Aumenta	152,5
Tunja	Acelerado	0,09	23	Aumenta	114,8
Guaviare	Constante	0,07	153	Reduce	157,4
Mocoa	Constante	0,06	138	Aumenta	139,1
Quibdó	Acelerado	0,03	21	Aumenta	189,7
San Andrés	Acelerado	0,01	67	Reduce	631,8

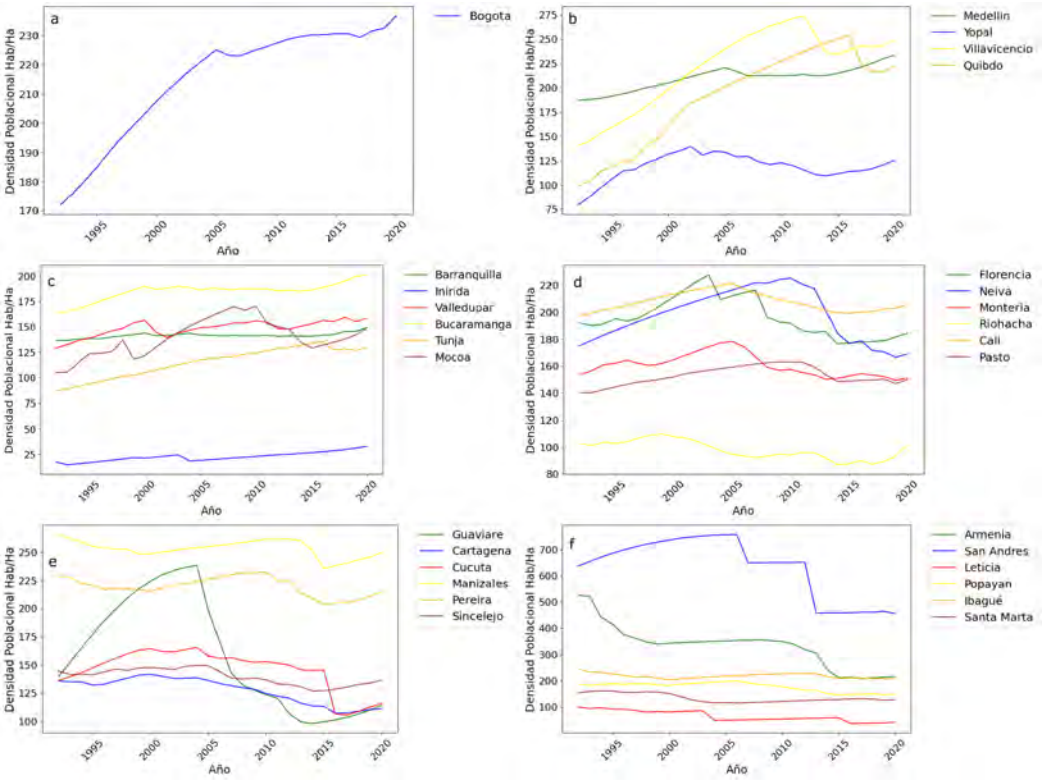
Datos obtenidos a partir del procesamiento de CCI-ESA.

Evolución histórica de la densidad poblacional de las principales ciudades capitales de Colombia

En la Figura 3 se presenta la evolución temporal de la densidad poblacional urbana en las ciudades analizadas. A diferencia del crecimiento urbano, la densidad poblacional tiene un comportamiento temporal más diferenciado entre las ciudades. Por ejemplo, Bogotá presenta un período de densificación acelerado durante 1992 y 2004, que se desacelera a partir de ahí hasta el 2020 (Fig. 3a). Por el contrario, Armenia (Fig. 3F) presenta un comportamiento de reducción de su densidad durante todo el período de análisis. Esto refleja dinámicas de crecimiento distintas en las ciudades. Encontramos dos grupos de ciudades, en el primero, las ciudades han aumentado su densidad poblacional, tendiendo a ser ciudades compactas, mientras que en el segundo, las ciudades reducen su densidad poblacional, tendiendo a ser ciudades dispersas (Tabla 2). La ciudad insular de Sana Andrés, es la de mayor densidad poblacional (632 Hab/Ha), seguida por Manizales (253 Hab/Ha) y Villavicencio (221 Hab/Ha).

Figura 3

Evolución temporal de la densidad poblacional en las ciudades analizadas. Las ciudades están separadas por paneles, dado que la magnitud de la densidad de algunas de estas puede empañar el comportamiento de otras



Datos obtenidos a partir del procesamiento de CCI-ESA y del DANE.

Problemáticas en torno a la sostenibilidad de algunas ciudades analizadas

En las ciudades analizadas existe evidencia de que la sostenibilidad de una ciudad no depende de su grado de compactación o dispersión, sino de su capacidad de soporte. Por ejemplo, Bogotá y Medellín se encuentran entre los seis primeros lugares de las ciudades más densas de Colombia, y presentan características de ciudades compactas. Estas dos ciudades tienen problemas asociados a inundaciones que generan daños a la infraestructura y pérdidas humanas. Esta problemática está relacionada con la pérdida de la función de regulación hidrológica debida al reemplazo de coberturas del suelo cruciales en esta función (p.ej. humedales y bosques) por suelo urbano. Además, el cambio climático ha generado lluvias más intensas, que combinadas con

la impermeabilización del suelo, llevan a la superación de la capacidad hidráulica de las estructuras de conducción del agua dispuestas en las ciudades, aspecto clave en la capacidad de soporte de un territorio. En estas ciudades, una estrategia para solucionar dicha problemática podría estar orientada a la implementación de infraestructura verde-azul que ayude a mitigar los impactos de las inundaciones.

Estas dos ciudades tienen problemas de calidad del aire, asociados al tipo de combustibles y la tecnología usada en los motores del parque automotor, la industria y la capacidad limitada de depuración de contaminantes en la atmósfera debida a sus características meteorológicas y topográficas. Estos factores son críticos en la capacidad de soporte de estas ciudades. Algunas iniciativas orientadas a mejorar este problema pueden estar orientadas a la mejora de combustibles y la tecnología de los motores, a aumentar la capacidad del transporte público limpio y a profundizar en el entendimientos de los factores meteorológicos y topográficos que limitan la capacidad de depuración de contaminantes atmosféricos.

Otro ejemplo es la ciudad insular de San Andrés, esta es la más densa de Colombia y en el 2020 sufrió los efectos negativos del huracán Iota. Este fue un evento históricamente poco común, y esta ciudad no estaba preparada y adaptada para enfrentar las consecuencias de estos fenómenos. Además, los impactos generados sobre la infraestructura aún siguen siendo atendidos, mostrando la baja resiliencia de esta ciudad. Ambos factores, adaptación y resiliencia son cruciales en la capacidad de soporte de un territorio, y las iniciativas para solucionar esta problemática deben estar orientadas a mejorarlos. Además, se debe profundizar en el entendimiento del efecto que puede tener el cambio climático sobre la ocurrencia de huracanes que puedan afectar esta ciudad.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión de las tendencias de crecimiento urbano y densificación poblacional en las principales ciudades capitales de Colombia durante el período 1992-2020. Se evidencia que las dinámicas de crecimiento y densificación no siguen un patrón uniforme, sino que dependen de las características particulares de cada ciudad. Si bien algunas ciudades han experimentado un aumento en

su densidad poblacional, acercándose al modelo de ciudad compacta, otras han mostrado una tendencia hacia la dispersión, lo que implica una reducción en la densidad.

Este análisis también revela que la sostenibilidad urbana no está únicamente vinculada a la forma física de la ciudad (compacta o dispersa), sino a su capacidad de soporte, un concepto que abarca aspectos ambientales, sociales y económicos. Ciudades como Bogotá y Medellín, con altos niveles de densificación y compactación, enfrentan serios problemas relacionados con la calidad del aire y las inundaciones, lo que sugiere que alcanzar una mayor densidad y compactación sin una infraestructura adecuada puede exacerbar las problemáticas ambientales. Por otro lado, San Andrés, la ciudad más densa de Colombia, se ha mostrado vulnerable ante eventos climáticos extremos como el huracán Iota, lo que expone la necesidad de mejorar su capacidad de adaptación y resiliencia.

En resumen, el crecimiento urbano acelerado y la densificación sin una adecuada planificación y gestión ambiental, económica y social, pueden comprometer seriamente la sostenibilidad de las ciudades en Colombia y otros países en desarrollo. Las soluciones deben estar orientadas hacia el fortalecimiento de la capacidad de soporte de las ciudades, más allá de simplemente optar por modelos urbanos compactos o dispersos.

Recomendaciones

A la luz de los resultados, es imperativo que las políticas urbanas en Colombia y en otros países en desarrollo se enfoquen en mejorar la capacidad de soporte de las ciudades. Esto implica la integración de infraestructuras verdes y azules que permitan mitigar los riesgos de inundación, como en el caso de Bogotá y Medellín. Asimismo, es crucial invertir en la mejora de combustibles y tecnologías de motores, así como en sistemas de transporte público más limpios, que puedan reducir las emisiones contaminantes, mejorando la calidad del aire en ciudades densas.

Para ciudades vulnerables a eventos climáticos extremos, como San Andrés, se deben implementar políticas de adaptación y resiliencia ante los efectos del cambio climático. Además, es necesario seguir investigando y profundizando en los impactos de las condiciones meteorológicas y la topografía en la depuración de contaminantes

atmosféricos y en la gestión de los recursos hídricos. Solo así será posible garantizar un desarrollo urbano sostenible, adaptado a las particularidades de cada territorio.

Finalmente, se recomienda que los esfuerzos de planificación y desarrollo urbano consideren de manera integral no solo la expansión o densificación de las ciudades, sino también la capacidad de los sistemas naturales, infraestructurales y sociales para sostener estos cambios. Las políticas públicas deben basarse en datos y análisis precisos que aborden la capacidad de soporte de los territorios, con el fin de asegurar que el crecimiento urbano no comprometa la sostenibilidad a largo plazo.

Referencias

Baudin, G., Bessudo, R., & Bezy, J. L. (1994). Medium-resolution imaging spectrometer (MERIS). *Proceedings-spie the International Society for Optical Engineering* (115-115).

Bennett, E. L., y Robinson, J. G. (2000). Carrying capacity limits to sustainable hunting in tropical forests. *Hunting for sustainability in tropical forests*, 13-30.

Ceder, A. (2021). Urban mobility and public transport: future perspectives and review. *International Journal of Urban Sciences*, *25*(4), 455-479.

Chaturvedi, V., & de Vries, W. T. (2021). Machine learning algorithms for urban land use planning: A review. *Urban Science*, 5(3), 68.

Chettry, V. (2023). A critical review of urban sprawl studies. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 7(2), 28.

Elmqvist, T., Andersson, E., McPhearson, T., Bai, X., Bettencourt, L., Brondizio, E., ... y Van Der Leeuw, S. (2021). Urbanization in and for the Anthropocene. *Npj Urban Sustainability*, 1(1), 6.

Farrell, K. (2017). The rapid urban growth triad: a new conceptual framework for examining the urban transition in developing countries. *Sustainability*, 9(8), 1407.

Gao, J., & O'Neill, B. (2021). Different spatiotemporal patterns in global human population and built-up land. *Earth's Future*, 9(8), e2020EF001920.

Garcia, D., & Riera, P. (2003). Expansion versus density in Barcelona: A valuation exercise. *Urban studies*, 40(10), 1925-1936.

Kuddus, M. A., Tynan, E., y McBryde, E. (2020). Urbanization: a problem for the rich and the poor?. *Public health reviews*, 41, 1-4.

Liu, X., Yu, L., Si, Y., Zhang, C., Lu, H., Yu, C., & Gong, P. (2018). Identifying patterns and hotspots of global land cover transitions using the ESA CCI Land Cover dataset. *Remote Sensing Letters*, 9(10), 972-981.

Long, Z., Huang, Y., Zhang, W., Shi, Z., Yu, D., Chen, Y., ... y Wang, R. (2021). Effect of different industrial activities on soil heavy metal pollution, ecological risk, and health risk. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193, 1-12.

Luo, W., Ren, Y., Shen, L., Zhu, M., Jiang, Y., Meng, C., y Zhang, P. (2020). An evolution perspective on the urban land carrying capacity in the urbanization era of China. *Science of the Total Environment*, 744, 140827.

McManamay, R. A., Vernon, C. R., Chen, M., Thompson, I., Khan, Z., Wu, X., y Hu, F. (2020). Analysis of ecological carrying capacity using a fuzzy comprehensive evaluation method. *Ecological indicators*, 113, 106243.

Meadows, D. H., Randers, J., y Meadows, D. L. (2013). The limits to growth (1972). *In The future of nature* (pp. 101-116). Yale University Press.

Mouratidis, K. (2019). Compact city, urban sprawl, and subjective well-being. *Cities*, *92*, 261-272.

UNDESA. World Population Prospects 2019: Highlights; *UNDESA: New York*, NY, USA, 2019.

Vlahov, D., y Galea, S. (2002). Urbanization, urbanicity, and health. *Journal of Urban Health*, 79, S1-S12.

Wang, X. (2022). Managing land carrying capacity: Key to achieving sustainable production systems for food security. *Land*, 11(4), 484.

World Bank. (s. f.). Population total. The World Bank. https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL

Wu, X., y Hu, F. (2020). Analysis of ecological carrying capacity using a fuzzy comprehensive evaluation method. *Ecological indicators*, 113, 106243.

Xin, S., Li, W., Jin, H., y Li, Q. (2020). Dynamic assessment of water resources carrying capacity in Heze using fuzzy sets methods. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 790, No. 1, p. 012087). IOP Publishing.

Yiftachel, O. (2000). Social control, urban planning and ethno-class relations: Mizrahi Jews in Israel's 'development towns'. *International journal of urban and regional research*, *24*(2), 418-438.

Zeng, J., Cui, Y., Du, X., Wei, Y., Zhang, L., Li, Y., y Lin, P. (2023). The spatial and temporal evolution of water resources ecological footprint and ecological carrying capacity in the Shiyang river basin, China. *Environment, Resource and Ecology Journal*, 7(3), 65-73.

APLICACIÓN DE LA ZEOLITA MORDENITA PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA PURIFICACIÓN DE AIRE EN ESPACIOS CERRADOS

Flor Teresa Ramos Guzmán
María de los Ángeles Velasco Hernández
Miguel Ángel Hernández Espinosa

Introducción

La contaminación del aire en espacios cerrados se refiere a la presencia de acumulación de contaminantes y partículas nocivas en el aire [1].

Es un problema importante que afecta la calidad del aire que se respira en los hogares, oficinas, escuelas, etc., afectando la salud humana. En particular, en el tema de la pandemia causa por el virus del COVID-19.

De acuerdo con lo anterior, se estima que a nivel mundial 4.3 millones de muertes fueron ocasionadas por la contaminación del aire en interiores en el 2012 [2], a causa que las personas al interior de sus hogares utilizaban estufas de carbón, leña y biomasa, ocasionando enfermedades no transmisibles, como accidentes cerebrovasculares, cardiopatía isquémica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón, las cuales a largo plazo dan como resultado consecuencias hacia la salud de las personas [3], todas estas muertes por ese tipo de enfermedades se deben a que la mayoría de las personas desconocen de estas mismas y de la cantidad de actividades que pueden alterar la calidad del aire que se respira.

Los contaminantes del aire en interiores son originados en el exterior, pero la mayoría de estos contaminantes se producen dentro de los espacios cerrados, algunos de estos contaminantes son [1]: humo de segunda mano (humo del tabaquismo), moho y humedad, COV´s (compuestos orgánicos volátiles) y material particulado. La contaminación del aire en interiores se relaciona con el síndrome del edificio enfermo, que es el nombre que se da al conjunto de síntomas diversos que presentan, predominantemente, los individuos en estos edificios y que no van en general acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, diagnosticándose, a menudo, por exclusión [4], por estas razones es importante buscar soluciones para la mejora de la calidad del aire en espacios cerrados y poder reducir el riesgo de contagio del virus del COVID-19.

Una alternativa que aborda esta problemática es el uso de las zeolitas naturales; son minerales aluminosilicatos microporosos con la capacidad de hidratarse y deshidratarse de modo reversible [5].

Dentro de los usos en la industria las zeolitas naturales son utilizadas en el secado de gases y líquidos, los procesos de adsorción son utilizados ampliamente en la industria con el objetivo de purificar los efluentes para el mejoramiento de las materias primas, otro de los usos de estas zeolitas es en los sistemas de purificación de gases, en la actualidad hay varios tipos de sistemas de purificación de gases que implican la adsorción debido a que estos adsorbentes pueden capturar impurezas y la purificación de algunos componentes. Entre la gran variedad de adsorbentes los más selectivos para los compuestos polares e insaturados son las zeolitas naturales, las zeolitas con alto contenido de sílice son altamente resistentes a los ácidos y térmicamente estables, permitiendo la purificación de gases a altas temperaturas [6]

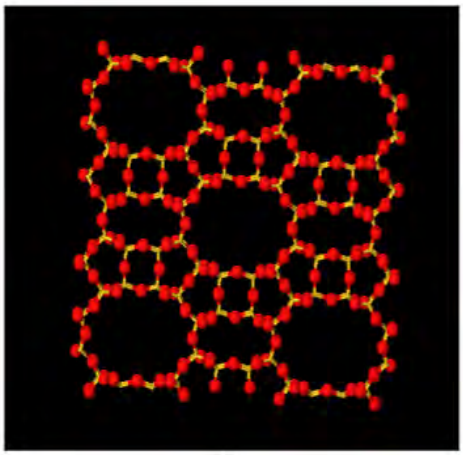
Se ha investigado la capacidad de las zeolitas naturales para adsorber gases como N_2, NO_2 y CO_2. Estudios demuestran que epistilbita de Jalisco, México, después de aplicarle un tratamiento ácido presentó una capacidad de adsorción significativa para estos tipos de gases [7], también se han estudiado la nanoporosidad y entalpia isostérica de adsorción del CH_4, H_2, y CO_2 en chabasita lo que proporciona información importante sobre la capacidad de adsorción [8]. Otro estudio muestra la comparación de la capacidad de adsorción de CO_2 en la zeolita clinoptilolita natural tratada químicamente [9], estos estudios demuestran potencial de las zeolitas naturales para la adsorción de gases y su aplicación en la mejora de la calidad del aire en espacios cerrados. Cabe destacar

que es de suma importancia tener en cuenta que la eficacia de las zeolitas depende de varios factores, como la composición de esta, los tratamientos que se le aplican y las condiciones específicas del entorno.

La mordenita natural es utilizada en la adsorción de gases, es una variedad de zeolita que se encuentra en depósitos geológicos y es ampliamente utilizada en aplicaciones industriales y científicas debido a sus propiedades. Su estructura cristalina consiste en una red de tetraedros de silicio y aluminio unidos por oxígeno que forman dos canales: uno de 12 miembros con un acceso libre de 0.65 x 0.7 nm, y otro de 8 miembros con una ventana de entrada de 0.26 x 0.57 nm [10]. (Figura 1)

Figura 1

Estructura cristalina de la Mordenita



La cromatografía es una técnica muy utilizada hoy en día, de acuerdo con la unión internacional de química pura y aplicada (IUPAC) la define como un método físico de separación en que los componentes a separar se distribuyen en dos fases, una fase estacionaria y una fase móvil. Es utilizada en la industria para el control de calidad y para la identificación y cuantificación de compuestos en una mezcla. El equipo para utilizar es un cromatógrafo de gases [11]. En el presente estudio, la Cromatografía de Gases Inversa (CGI), se utilizó para obtener datos experimentales mediante los cuales se obtendrán isotermas de adsorción en la zeolita mordenita modificada con HCl y $AgNO_3$. El objetivo de este trabajo consiste en diseñar un filtro a base de zeolita mordenita para mejorar la calidad del aire en interiores.

Materiales y métodos

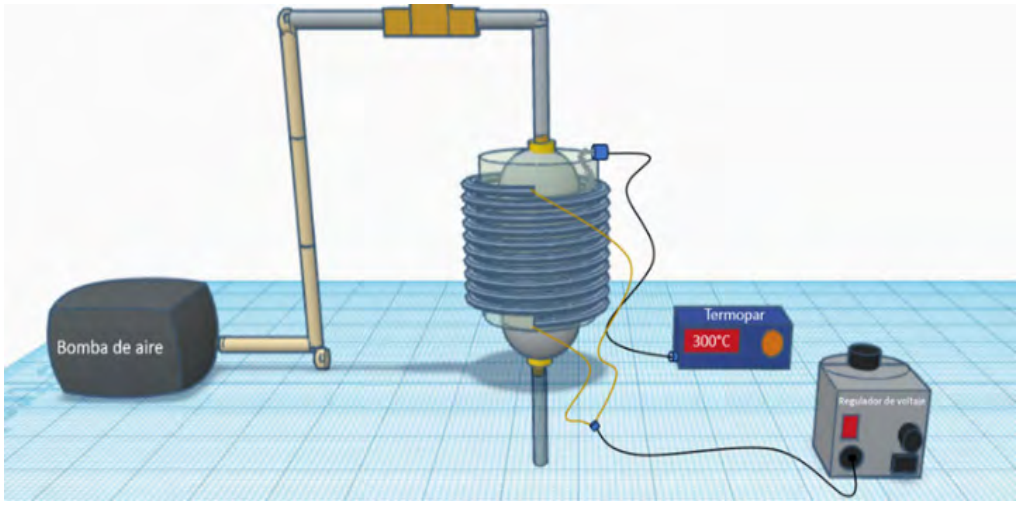
Reactivos y materiales: HCl al 37.5% de pureza y $AgNO_3$ con una pureza de 98%. Los gases de He, N_2 y O_2 con alta pureza para los estudios de adsorción en la zeolita mordenita.

Diseño del filtro

Columna de filtro de aluminio con una capacidad de 1231.504 cm^3, con dimensiones: altura: 32 cm y diámetro: 7 cm. Horno de activación, el cual consiste en un tubo de vidrio con una altura de 37.5 cm y diámetro de 10 cm el cual se forró con una capa de asbesto y se le puso una resistencia que alcanzara una temperatura de 300°C. Bomba de aire con un flujo de 35 mL/min. Termopar para medir la temperatura del horno de activación. Regulador de voltaje que permite aumentar la temperatura hasta 300ºC para regular la temperatura.

Figura 2

Diseño del filtro de aire



Metodología del tratamiento de la mordenita

La zeolita mordenita utilizada en este trabajo proveniente de la Magdalena Apasco, Oaxaca, la cual se manejó en un tamaño de malla de 60 (250 micrones) y 80 (177 micrones), sometiéndose a un tratamiento térmico y químico con soluciones de HCl 0.035 N, $AgNO_3$ 0.03 N y una natural, las cuales fueron dominadas NMOR, HMOR y AgMOR.

Técnicas experimentales

La difracción de rayos X (XRD) es una herramienta analítica que nos permite determinar la geometría tridimensional de materiales cristalinos. Implica el uso de radiaciones electromagnéticas rayos X, para elaborar el espacio interatómico dentro de un cristal [12].

La microscopia electrónica de barrido (SEM) es una técnica que utiliza un haz de electrones en vez de un haz de luz, la cual forma una imagen de alta resolución de la muestra [13]. La composición química de la zeolita se determinó mediante la técnica de *espectroscopia de energía dispersiva EDS*.

La adsorción de nitrógeno a 77 K es una de las técnicas más utilizadas para la determinación del área y caracterización de las texturas porosas. Se determina la isoterma de adsorción de acuerdo con la clasificación de la IUPAC de las cuales se encuentran 6 tipos de isotermas de adsorción y desorción [14] [15].

La CGI puede proporcionar información sobre parámetros termodinámicos, energía superficial, cinética de reacción y parámetros texturales, como el área superficial y porosidad [16] [17].

Los datos obtenidos experimentales fueron ajustados a los métodos de adsorción de Henry y Langmuir (ecuación 1 y ecuación 2).

$$K_L = \frac{1}{b * am} \quad (1)$$

$$K_H = am * K_L \quad (2)$$

El coeficiente de separación de los gases de O_2 y N_2 se calculó de acuerdo con la ecuación (3):

$$\Delta a = N_2 - O_2 \quad (3)$$

Los factores de selectividad de las mezclas de gases del aire atmosférico se calcularon de acuerdo a las ecuaciones (4), (5) y (6):

$$\propto_0 = \frac{trN_2}{trO_2} \quad (4)$$

$$\propto_1 = \frac{2(trN_2 - trO_2)}{\frac{1}{2}(aN_2 - aO_2)} \quad (5)$$

$$\propto_2 = \frac{K_H N_2}{K_H O_2} = \frac{amK_L N_2}{amK_L O_2} \quad (6)$$

Resultados y discusiones

Funcionamiento del filtro de aire

En la figura 3 se muestra el filtro en funcionamiento, como primer paso la activación de la muestra, para después observar si la muestra utilizada lograba el objetivo de este trabajo, logrando que pasara aire del medio ambiente por el filtro e inyectarlo al cromatógrafo para ver la separación, obteniendo los cromatogramas de las muestras.

Figura 3

Funcionamiento del filtro



Cromatogramas de las muestras NMOR (figura 4), HMOR (figura 5) y AgMOR (figura 6), donde se observa la separación del aire del medio ambiente, en nitrógeno, oxígeno y argón.

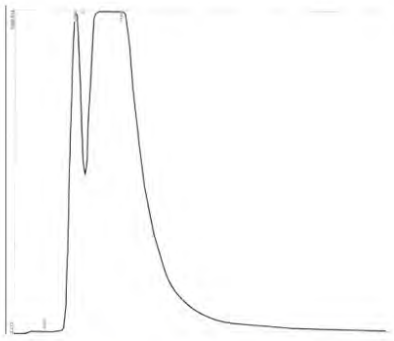


Figura 4. Cromatograma de NMOR (Aire del ambiente).

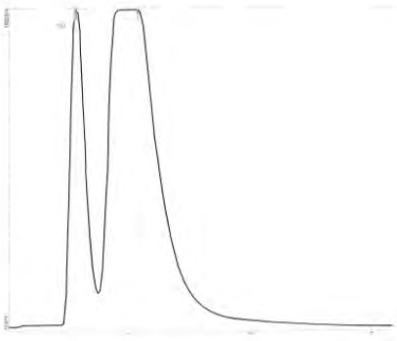


Figura 5. Cromatograma de HMOR (Aire del ambiente).

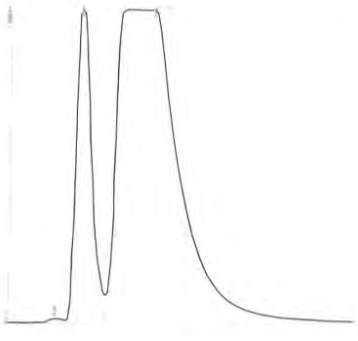


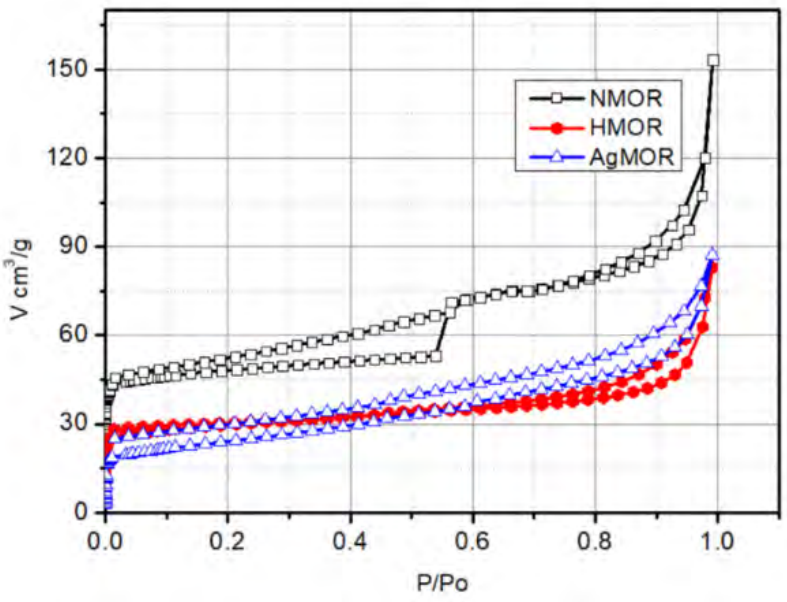
Figura 6. Cromatograma de AgMOR (Aire del ambiente).

Adsorción de N_2 a 77 k

En la figura 7 se muestran las isotermas de adsorción de N_2 de la zeolita Mordenita, la cual implica medir la cantidad de gas que es adsorbido en un material a diferentes presiones relativas y a una temperatura constante de 77 K.

Figura 7

Isoterma de adsorción de nitrógeno a 77 K de las muestras NMOR, HMOR y AgMOR



En la tabla (1) se muestran los resultados de los estudios texturales de las muestras analizadas.

Tabla 1

Parámetros de adsorción en la muestra de zeolita mordenita, adsorción de nitrógeno a 77 K

Zeolita	**V_{Σ} (cm^3/g)**	**W_{0t} (cm^3/g)**	**E_0 (kJ/mol)**	**A_{SL} (m^2/g)**	**K_L**	**A_{SB} (m^2/g)**	**C_B**
NMOR	0.00147	0.0967	0.1842	221.1	142.9	15.06	-80.70
HMOR	0.00146	0.0555	0.1565	134.9	235.1	93.64	-80.38
AgMOR	0.00146	0.0571	0.1156	116.3	85.01	81.25	-321

Nota: Volumen total (V_{Σ}), Volumen de microporo (W_{0T}), energía de adsorción (E_0), Área superficial de Langmuir (A_{SL}), Constante de Langmuir (K_L), Área superficial de Bet (A_{SB}) y Constante de Bet (C_B).

Los estudios de adsorción de N_2 a 77 K se muestran en la figura (7), la cual trata la apreciación de las formas de las isotermas N_2 con respecto a los tratamientos químicos con HCl y $AgNO_3$. Se puede observar isotermas de tipo I-II-IV con ciclos de histéresis

H3 teniendo como referencia la clasificación de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) [18] teniendo en cuenta que estos tipos de isoterma son características de las zeolitas naturales.

Con respectos a los resultados del área superficial de Langmuir se establece un orden de NMOR > HMOR > AgMOR, mientras que en los valores de volumen suman se establece lo siguiente NMOR > AgMOR > HMOR, cabe mencionar que las propiedades texturales de la zeolita Mordenita están bien explicadas con las ecuaciones de Langmuir.

Debido a los tratamientos químicos que se aplicó a la zeolita, pudieron abrir los poros los cuales quedaron con un tamaño similar a los diámetros de moléculas de adsorbato, dándoles la capacidad de que al adsorberse estas moléculas ya no podrán ser liberadas sino retenidas en la zeolita.

Adsorción de oxígeno y nitrógeno

Basándose en la cromatografía de gases inversa se pudieron estimar isotermas de adsorción fundamentándose en las curvas de elución del adsorbato en la zeolita Mordenita.

En la figura 8, se observan isotermas de adsorción de oxígeno y nitrógeno en una región de 30 mL/min en las muestras NMOR, HMOR Y AgMOR, se puede observar que la adsorción de oxígeno y nitrógeno en la muestra AgMOR, tiene mejor capacidad de separación.

Figura 8

Adsorción de oxígeno y nitrógeno a 30 mL/min en las muestras NMOR, HMOR y AgMOR

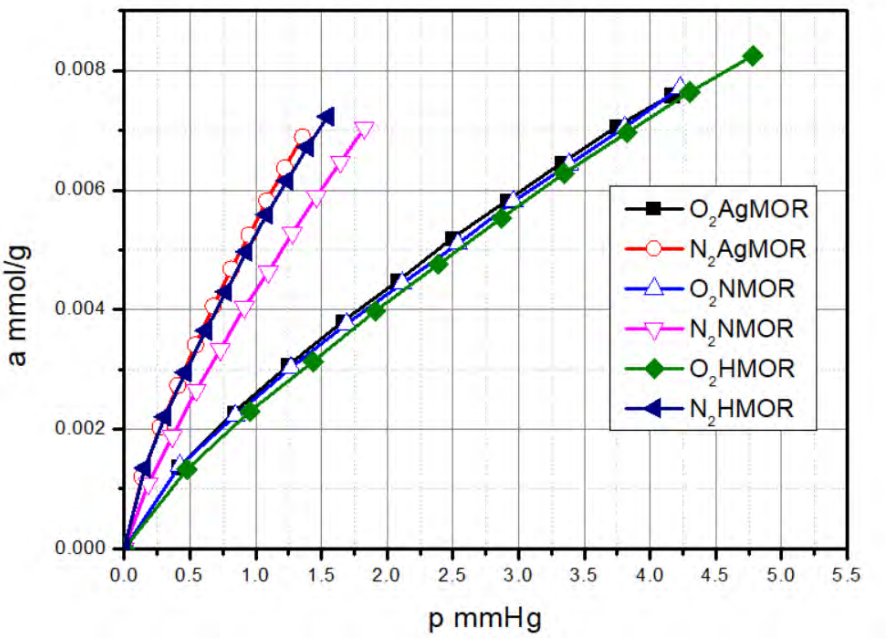


Tabla 2

Valores de las constantes de Henry (K_H, mmol g^{-1} x mmHg-1) y Langmuir (am, mmol g^{-1}) en NMOR, HMOR y AgMOR

		am	**K_L**	**R**	**K_H**
Oxígeno	NMOR	0.011	0.310	0.986	0.00360
Oxígeno	AgMOR	0.012	0.300	0.991	0.00363
Oxígeno	HMOR	0.015	0.195	0.994	0.00298
Nitrógeno	NMOR	0.013	0.457	0.995	0.00635
Nitrógeno	AgMOR	0.011	0.875	0.993	0.010
Nitrógeno	HMOR	0.011	0.876	0.989	0.00964

Nota: Constante de adsorción de Langmuir (am), Constante de Langmuir (K_L), Coeficiente de correlación (R) y Constante de Henry (K_H).

De acuerdo con la capacidad de adsorción en monocapas en las muestras se establece un orden en O_2: HMOR > AgMOR > NMOR y en N_2: NMOR > AgMOR > HMOR. Como se observa, los valores más altos para O_2 fueron en la muestra HMOR; en esa misma muestra, para nitrógeno fue la más baja.

Se calcularon los coeficientes de separación (Δa), los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3

Valores de coeficiente de separación

Muestra	Δa
NMOR	0.0022
HMOR	0.0033
AgMOR	0.0034

Nota: Se consideró una presión de 1.25 mmHg.

De acuerdo con los valores de (Δa) la muestra con mejor comportamiento es la de AgMOR, ya que tiene un valor de 0.0034, siendo la muestra con mayor capacidad de separación de los gases contaminantes en el aire.

El factor de selectividad (α_0) de la mezcla de gases en el aire atmosférico se analizó en condiciones de flujos de 15 a 40 mL/min en las muestras de NMOR, HMOR y AgMOR.

Se pudo analizar la relación del comportamiento de los tiempos de retención (α_1) de los picos cromatográficos en función de los tratamientos que se sometió la Mordenita.

En la siguiente tabla 4 se observan los valores de los coeficientes de selectividad del gas de N_2 y O_2 en la zeolita Mordenita.

Tabla 4

Valores de coeficiente de selectividad del gas de N_2 y O_2.

Flujos de gas portador mL/min		α_0	α_1	α_2	
NMOR	15	0.703	7.65		
	20	0.592	10.438		
	25	0.546	13.151		
	30	0.462	18.757	1.764	
	35	0.335	25.836		
	40	0.194	30.82		
HMOR	15	0.632	11.979		
	20	0.544	16.220		
	25	0.560	13.855		
	30	0.513	16.331	3.228	
	35	0.451	19.094		
	40	0.376	23.260		
AgMOR	15	0.720	8.227		
	20	0.634	11.753		
	25	0.567	14.562		
	30	0.505	17.346	2.765	
	35	0.492	18.503		
	40	0.449	20.669		

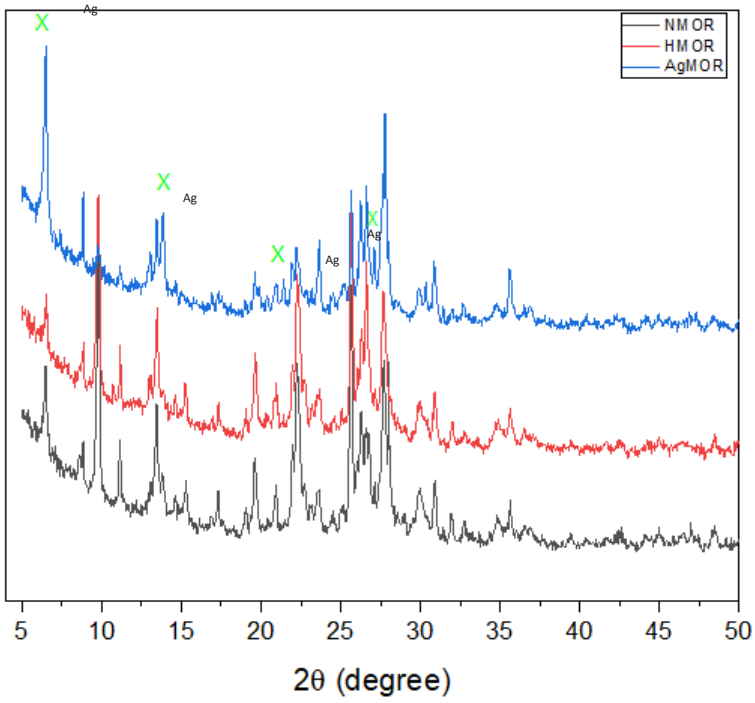
Difracción de rayos x

Se observa en la figura 9 los resultados de la difracción de rayos X en las muestras de NMOR, HMOR y AgMOR, en las cuales se obtiene presencia de Na-Mordenita (04-017-1315), Na-Clinoptilolita (01-086-4509) y contenidos mínimos de cuarzo (00-0050490).

También se puede observar la presencia de cúmulos de plata en la muestra AgMOR en las zonas 2θ = 6.5°, 14.8°, 22.3°, 28° y 32°, las cuales fueron evaluadas por la ecuación de Debye-Sherrer's estimándose un tamaño de cristal promedio del orden de 49.99 nm que se atribuye a la formación de clusters de Ag, los cuales se forman en el área externa de esta zeolita.

Figura 9

Difracción de Rayos X

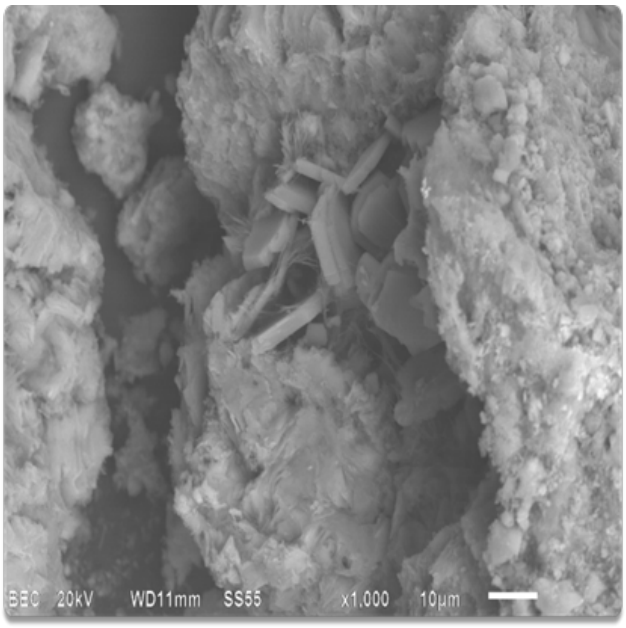


Microscopia electrónica de barrido

En la figura 25 se muestra la imagen SEM de la zeolita Mordenita en la cual se muestran fibras muy finas, también se puede apreciar cuarzo y cristobalita.

Figura 10

Imagen SEM de la zeolita Mordenita



EDS

En la tabla 5 se observan los resultados de la composición química (EDS) de la zeolita Mordenita. Se observa un orden en función del tratamiento al que se sometió la muestra, NMOR: K> Na> Fe> Ca> Mg> Ti con una relación de silicio aluminio de 5.014, siendo el más alto, mientras que en HMOR: K> Fe> Ca> Na> Mg y para AgMOR: Fe> K> Ca> Mg> Na.

Se tiene como resultado que la zeolita mordenita es potásica, en la muestra de AgMOR se nota la presencia del catión de Ag en su composición química. Estos resultados fueron evaluados por energía dispersiva.

Tabla 5

Composición química de las muestras NMOR, HMOR y AgMOR, EDS (% en masa)

Zeo	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	Ag	Cl	Si/Al
NMOR	54.73	2.50	0.31	6.22	31.19	2.94	0.60	0.13	1.38			5.014
HMOR	55.05	0.51	0.27	6.48	32.47	2.86	0.81		1.55			5.010
AgMOR	52.88	0.21	0.29	5.89	28.29	2.04	0.52		2.13	8.17	0.08	4.803

Conclusiones

El prototipo demostró la capacidad de la separación del aire en nitrógeno y oxígeno, lo cual es esencial para la generación de un aire más limpio.

El prototipo tiene la posibilidad de poder retener el virus del COVID utilizando la muestra AgMOR, debido que el $AgNO_3$ tiene propiedades antisépticas, cauterizantes y antibacterianas.

El diseño del prototipo de filtro utilizando las muestras de zeolita Mordenita tratada con ácido y sales demostró resultados positivos para la mejora de la calidad del aire en interiores

Los tratamientos que se le aplicaron a la zeolita Mordenita aumentaron la capacidad de adsorción de los gases contaminantes en el aire. La cromatografía de gases inversa demostró la capacidad de adsorción de la zeolita Mordenita a temperatura ambiente. Además de porporcionar una metodología eficaz y datos cuantitativos sobre la capacidad de adsorción.

Referencias

¿Qué es la difracción de rayos X (XRD) y por qué es tan importante para la industria? (2020, octubre 20). Espectrometros. https://espectrometria.com.mx/que-es-la-difraccion-de-rayos-x-xrd-y-por-que-es-tan-importante-para-la-industria/

ALOthman, Z. (2012). A review: Fundamental aspects of silicate mesoporous materials. Materials, 5(12), 2874–2902. https://doi.org/10.3390/ma5122874

Berenguer Subils José (2019). NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo. Insst.es. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_289.pdf/7299d03d-aba7-4b06-8adb-5d5732fb5eb9

Bolívar, G. (2020, mayo 26). Isotermas de adsorción: concepto, tipos, ejemplos. Lifeder. https://www.lifeder.com/isotermas-de-adsorcion/

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2017). Contaminación del aire de interiores. https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/contaminacion-del-aire-de-interiores

Díaz, E., Ordónez, S., Vega, A., & Coca, J. (2004). Adsorption characterisation of different volatile organic compounds over alumina, zeolites and activated carbon using inverse gas chromatography. Journal of chromatography A, 1049(1-2), 139-146.

García Franco, R., Hernández, M. Á., Portillo Reyes, R., Petranovskii, V., Rubio, E., & Quiroz Estrada, K. F. (2018). ADSORCIÓN DE CO2, H2 Y CH4 EN ZEOLITAS NATURALES DE PORO ANGOSTO. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 34(4), 685-696. https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.04.10

Hernández, M. A., Portillo, R., Salgado, M. A., Rojas, F., Petranoskii, V., Pérez, G., & Salas, R. (2010). Comparación de la capacidad de adsorción de CO2 en clinoptilolitas naturales y tratadas químicamente. Superficies y vacío, 23, 67-72.

Hernández, M. A., Rojas, F., Lara, V. H., Portillo, R., Castelán, R., Pérez, G., & Salas, R. (2010). Estructura porosa y propiedades estructurales de mordenita y clinoptilolita. Superficies y vacío, 23, 51-56.

Hernandez-Espinosa, M. A., Quiroz-Estrada, K., Petranovskii, V., Rojas, F., Portillo, R., Salgado, M. A., ... & Felipe, C. (2018). Adsorption of N2, No2 and Co2 on epistilbite natural zeolite from Jalisco, Mexico after acid treatment. Minerals, 8(5), 196.

Martín, J. M. G. (2001). Síntesis, caracterización y aplicaciones catalíticas de zeolitas básicas (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

OMS. (2023). Contaminación del aire doméstico. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health

Penagos, J. I. C. (2013). Caracterización de materiales a través de medidas de microscopía electrónica de barrido (SEM). Elementos, 3(3), 133-146.

The Editors of Encyclopedia Britannica. (2024). zeolite. En Encyclopedia Britannica Espinosa, J. M. Á. H. (2022). El ABC de las zeolitas naturales en México. Publica por Gandhi.

Thommes, M., Kaneko, K., Neimark, A. V., Olivier, J. P., Rodriguez-Reinoso, F., Rouquerol, J., & Sing, K. S. W. (2015). Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, 87(9–10), 1051–1069. https://doi.org/10.1515/pac-2014-1117

Universitat de les Illes Balears. Cromatografía de gases. https://sct.uib.es/Instruments-i-equips-dels-Serveis-Cientificotecnics/Area-decromatografia/Cromatografia-de-gases.cid108074

US EPA, O. (2022). Acerca de los contaminantes del aire en interiores y sus fuentes. https://espanol.epa.gov/cai/acerca-de-los-contaminantes-del-aire-en-interiores-y-sus-fuentes

LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LA REGIÓN DE LOS *AXALAPASCOS*, PUEBLA Y ALGUNAS REFLEXIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Juan Ricardo Cruz Aviña

Introducción

El desarrollo sustentable es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del actual modelo económico, político y ambiental, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Los cambios ambientales han influido en los determinantes de todo el orbe, a saber: salud, aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y vivienda segura (Leff, 2004). Por tanto, el planeta enfrenta actualmente una crisis civilizatoria que impacta a múltiples escalas y niveles, manifestándose en la degradación de diversos sistemas naturales como el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad. En México, los cuerpos de agua epicontinentales (manantiales, ríos, lagos y lagunas) han sufrido un deterioro del 75% en su calidad ambiental, debido a factores como el cambio de uso de suelo, el estrés hídrico, el cambio climático y diferentes efectos provocados por las empresas trasnacionales extractivas, lo que ha generado diversos conflictos socioambientales (Alcocer et al., 2004; Alcocer et al., 2021; Environmental Justice Atlas, 2022; Cruz Aviña et al., 2024). Esta situación ocurre en varias partes, pero se ha intensificado actualmente por los efectos derivados del cambio climático en el centro de México, una región caracterizada por su alta densidad poblacional. Un ejemplo de estos problemas ambientales se encuentra en la Cuenca Oriental (Región de los *Axalapascos*), situada al

Este del estado de Puebla, colindante con los estados de Tlaxcala y Veracruz (Arredondo et al.,1992). En esta área se evidencian problemas graves de sobreexplotación hídrica, contaminación en suelo agua y aire, zoonosis diversas, cambio en el uso del suelo y pérdida de fauna nativa, todo dentro del área natural protegida Parque Estatal Lagos de Tepeyahualco y Guadalupe Victoria (PELTGV), (Cruz-Aviña et al., 2017; Environmental Justice Atlas, 2022). En la Región de los *Axalapascos*, destacan los lagos cráter: Aljojuca, Atexcac, Alchichica, La Preciosa, Quechulac y Tecuitlapa[1](Alcocer et al., 2019). Que aún albergan una importante biodiversidad. Sin embargo, el cambio climático y los conflictos socioambientales están amenazando la persistencia de estos lagos, su biodiversidad y su biocultura (Argueta-Villamar, 2022). Estos ecosistemas, únicos en el mundo, destacan por su singularidad debido a su origen volcánico. Cada *Axalapasco* es un hábitat aislado con condiciones extremas, caracterizadas por variaciones en alcalinidad y minerales, lo que ha permitido el desarrollo de una biodiversidad endémica. Entre las especies que albergan se encuentran ajolotes, ranas y reptiles, todos adaptados a este entorno particular. Además, tienen una importancia biocultural significativa, ya que poseen un valor simbólico para las comunidades locales. Sin embargo, su fragilidad es notable, ya que son altamente vulnerables a amenazas como la contaminación ambiental y el cambio climático. Actualmente, estos ecosistemas están siendo transformados en zonas de sacrificio ambiental para favorecer a grandes empresas transnacionales dedicadas a la producción de cerdos, aves, frutos rojos y al sector automotriz, lo que pone en riesgo su conservación y su valioso patrimonio natural y cultural. (Environmental Justice Atlas, 2022; *La Jornada de Oriente*, 2024; *Sin Embargo*, 2024).

En contraste, en la cosmovisión de los antiguos mexicanos, los animales eran considerados dioses o semidioses, hermanos, tótems, nahuales, espíritus del bosque y del agua. Esta visión, sin embargo, se ha perdido en la Región de los *Axalapascos* hasta el punto de que los niños en edad escolar de las localidades aledañas a los lagos (San Juan La Muralla, Chichicuahutla, San Luis Atexcac) desconocen los animales que habitan cerca de ellos, un fenómeno conocido como "ceguera de taller" (Cruz-Aviña et al., 2017;

[1] El lago cráter o *Axalapasco* de **Tecuitlapa**, situado en la comunidad de San Miguel Tecuitlapa, en el municipio de Aljojuca, se desecó en 2021, se perdieron aproximadamente 350, 000 m^3 de agua natural, afectándose su biodiversidad (peces, ajolotes, ranas, sapos, etc.) así como el clima de la localidad (Cruz-Aviña et al. 2024; https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/completamente-seca-luce-la-laguna-de-san-miguel-tecuitlapa-10271900.html).

Cruz-Aviña et al., 2024). Esta falta de reconocimiento del contexto natural y el concepto de territorio y pertenencia preocupa, ya que refleja una pérdida de "memoria cultural". La memoria cultural, tanto individual como colectiva, permite recordar eventos del pasado y conectar con el contexto natural antiguo. La alta diversidad biológica y cultural de México, que autores como Boege (2008) ha llamado "Biocultura", representa una fuente de recursos o insumos, para las comunidades rurales y/o indígenas (alimentos, combustibles, forrajes e implementos domésticos, medicina tradicional, entre otros), por lo que han sido ampliamente estudiados (Argueta-Villamar, 2022). Sin embargo, la "memoria biocultural", que integra lo biológico y lo cultural, está seriamente amenazada por los fenómenos de la modernidad, incluyendo el modelo económico neoliberal, los conflictos socioambientales y los cambios políticos, lo que se conoce como "erosión biocultural" (Toledo & Barrera-Bassols, 2008; Toledo, 2013).

Este capítulo tiene como propósito visibilizar la problemática ambiental en la Región de los *Axalapascos* y revalorar los conocimientos ancestrales, como las prácticas tradicionales de pesca, caza, manejo del agua y uso sostenible de recursos naturales, que, con el paso del tiempo, han tendido a diluirse. Además, se busca desentrañar la esencia, estructura y dinámica de la memoria biocultural asociada a las especies nativas de la Región de las *Axalapascos*, como el ajolote y los charales, así como a elementos clave como los lagos cráter y la zona arqueológica de Cantona. Este análisis pretende destacar las fortalezas ecosistémicas de estas especies y revelar su historia e importancia desde una perspectiva de sustentabilidad y conservación. También se buscará identificar las amenazas que enfrenta la ictiofauna (peces nativos) y la herpetofauna (anfibios y reptiles nativos), que son parte fundamental de la riqueza biológica e intangible de esta Región, de particular belleza escénica. Asimismo, se pretende visibilizar los conflictos socioambientales actuales y analizar cómo las malas prácticas han deteriorado tanto la calidad ambiental de la zona como la calidad de vida de los habitantes locales (Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

Desarrollo

¿Que son los Axalapascos?

Los *Axalapascos* son lagos cráter del tipo ***Maar***, conocidos localmente con el término náhuatl "*Axalapascos*", que significa "vasija de arena con agua revuelta". Estos lagos son ecosistemas endorreicos (sin salida al mar), tropicales y de altura, de más de 2000 m s.n.m. [metros sobre el nivel del mar].

Se caracterizan por ser monomícticos, es decir, presentan un único periodo anual de mezcla completa en su columna de agua. Los pescadores locales describen este fenómeno como una "enfermedad" de los lagos, durante la cual la superficie del agua adquiere un color verde esmeralda debido a la proliferación explosiva de algas verde-azules (cianofíceas). Este fenómeno reduce significativamente el oxígeno disuelto [O.D., mg/L] en el agua, provocando, en algunos casos, mortandades masivas de peces. Asimismo, el régimen hidrológico de los *Axalapascos* es negativo, lo que implica que la evaporación del agua excede la cantidad de precipitación recibida, confiriéndoles un carácter salobre (sódico). Además, algunos de estos lagos albergan estromatolitos,[2] estructuras formadas por antiguos consorcios bacterianos que representan importantes registros geológicos y biológicos.

Definición de la Región de los Axalapascos

En este estudio, la **Región de los *Axalapascos*** se define como un área localizada principalmente en los **Llanos de San Juan**, en el estado de Puebla, México. Esta Región se caracteriza por su paisaje volcánico único, conformado por depresiones naturales que funcionan como reservorios de agua. Estos cuerpos de agua no solo son esenciales para la recarga hídrica, sino que también albergan una rica biodiversidad, incluyendo

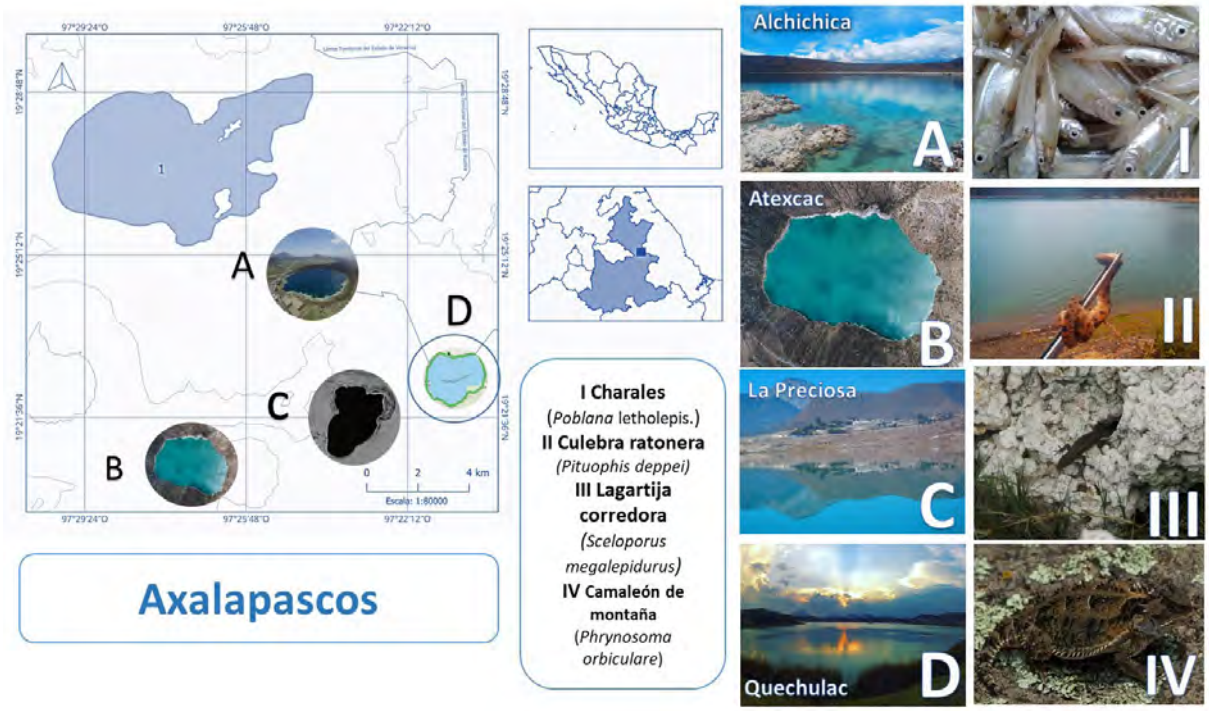
[2] Los **estromatolitos** (del griego *στρώμα stróma* = capa y *λίθο lítho* = piedra) son microbialitos, estructuras minerales bioconstruidas, finamente estratificadas de morfología laminar, originados por la producción, captura y fijación de partículas carbonatadas por parte de biopelículas de cianobacterias, Hace unos 3700 millones de años, los arrecifes de estromatolitos estaban ampliamente expandidos y produciendo oxígeno de forma masiva, causando la primera extinción en masa del planeta y provocando un cambio drástico en la atmósfera terrestre, que perdura hasta nuestros días, actualmente se encuentran muy pocos de estos fósiles vivientes a nivel mundial (Alcocer , 2019).

especies microendémicas de alto valor ecológico. La región se encuentra al sur del volcán Matlalcuayetl o La Malinche y abarca los municipios de **Guadalupe Victoria** y **Tepeyahualco**, extendiéndose a zonas de altiplanicies y cuencas endorreicas. Estas características geográficas hacen de los *Axalapascos* un componente fundamental del entorno natural. Desde una perspectiva cultural, los *Axalapascos* tienen un profundo significado para las comunidades locales. Durante siglos, han sido valorados como fuentes de agua para actividades agrícolas y ganaderas, así como espacios de convivencia y espiritualidad. En tiempos recientes, también han ganado relevancia como destinos turísticos, atrayendo visitantes interesados en el ecoturismo y la exploración de su singular paisaje volcánico (Martínez, 2003; McCarthy, 2012; Oseguera, 2013; Izurieta, 2021; Martínez y Rosas, 2021).

Su borde circundante, está formado por material eyectado del cráter mismo (mármol, obsidiana, ónix, tepojal, tobas, etc.), y en algunos se encuentra una vegetación generalmente constituida por relictos de bosque de pino-encino (*Pinus* spp., *Quercus* spp.), ciperáceas (*Cyperus alternifolius*), rosetófilas (*Agave* spp., *Dasylirion* spp.) y cactáceas (*Opuntia* spp., *Stenocereus* spp.), entre otras (Cruz-Aviña et al., 2017; Alcocer et al., 2021, Cruz-Aviña et al., 2024). En esta Región, se observa también una marcada escasez de agua superficial (ríos, manantiales atc.). Asimismo, la erosión del suelo y la sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos son responsables de los efectos más dañinos sobre el medio ambiente (García-Rodríguez, 1997; Alcocer et al., 2004, Cruz Aviña et al., 2024; Castañeda-Roldán et al., 2024). A pesar de que, desde 1954, se estableció una veda total para la extracción de agua subterránea en los estados de Puebla y Tlaxcala (Comisión Nacional del Agua, 2005). Cabe señalar que actualmente existen alrededor de 350 pozos de extracción de agua profunda en la región, la mayoría de ellos clandestinos (Can-Chulim et al., 2011). Los *Axalapascos* de este estudio, están distribuidos en dos municipios principalmente: Tepeyahualco y Guadalupe Victoria, en Puebla, México (Alcocer y Bernal-Brooks, 2010).

Figura 1

Ubicación de los lagos cráter o Axalapascos *en La Cuenca Oriental, en el Extremo este del estado de Puebla: A) Alchichica, B) Atexcac, C) La Preciosa, D) Quechulac, así como parte de su fauna I) Charal de la Preciosa o "Michtlahzolli"* Poblana letholepis, *especie endémica II) serpiente Alicante, "Cincoatl",* Pituophis deppei *especie nativa III) Lagartija corredora de viente blanco, "Cuetzpalin",* Sceloporus megalepidurus*, especie endémica IV) Camaleón de montaña o "Tapayatzin"* Prynosoma orbiculare *especie nativa*



Fuente: elaboración propia, 2024.

Biocultura en la Región de los Axalapascos

Del vasto acervo arqueológico del estado de Puebla sobresale Cantona, localizada al norte de la Región de los *Axalapascos*, entre los municipios de Tepeyahualco y Cuyoaco. A pesar de haber sido descubierta en 1855, Cantona fue abierta al público en 1992. Esta ciudad se edificó sobre un derrame basáltico del volcán Xalapasco. Los antiguos habitantes de Cantona, conocidos como chichimecas, extraían obsidiana del volcán Citlaltépetl, del volcán Pizarro y del Cofre de Perote para trabajarla en los talleres de

la ciudad (Alcocer et al., 2019). De los *Axalapascos* obtenían tule (*Schoenoplectus acutus, Eichhornia* sp.), ajolotes (*Ambystoma* spp.), charales (*Poblana* spp, *Poecilia* spp. *Pseudoxiphophorus* sp.), acociles (*Cambarellus* sp.) y tequesquite[3] [Cloruros (Cl^-), Carbonato de Calcio ($CaCO_3$) y Carbonato de Potasio (K_2CO_3)]. Los habitantes de Cantona formaron parte de un sistema simbiótico cultural y económico con otras regiones del centro de México, principalmente con los señoríos de Texcoco y Tenochtitlán, debido al comercio de obsidiana y los recursos lacustres de la zona (Cruz-Aviña et al., 2024). Sus actividades de caza y pesca en el entorno eran armoniosas, basadas en el equilibrio y respeto hacia la naturaleza y se conservaron como medio de subsistencia hasta el siglo pasado, cuando comenzó la paulatina desecación de estos *Axalapascos*, un proceso que inició en los años 1930-1940. Esta desecación coincidió con el cambio de estilo de vida de los habitantes de la Región hacia actividades ganaderas en lugar de las agrícolas tradicionales, a partir de 1921 con la primera introducción de ganado caprino de genética Murciana, traídas desde España en la zona de este estudio (Cruz-Aviña et al., 2017; Alcocer et al., 2004; Cruz-Aviña et al., 2024, Castañeda-Roldán et al., 2024). En contraste, la utilización de la flora nativa *Nolina* spp. (Soyate, palma) *Gaultheria* spp. (Axocopa. olivo), *Dasylirion* spp. (Tehuitzotl, Sotolillo, Cucharilla) *Tillandsia* spp. (Paixtle) de manera ceremonial está relacionada con las costumbres, la fiesta y conmemoración de algunas fechas en el calendario católico. Estas plantas se utilizan aún para hacer adornos de flores para la festividad de los patronos locales en San Juan de la Muralla, Guadalupe Victoria, San Luis Atexcac y Tepeyahualco en semana santa u otra festividad local, incluso para bendecir objetos como un automóvil, un autobús, un tractor, etc. Como parte del simbolismo mágico y religioso y que da un sentido de identidad y pertinencia a los habitantes de estas comunidades dentro de la Región de los *Axalapascos* (Cruz-Aviña et al., 2017; Alcocer et al., 2019; Cruz-Aviña et al., 2024).

[3] El **Tequesquite (salitre)** es una sal mineral natural usada como sazonador en México desde tiempos prehispánicos. Su nombre náhuatl, derivado de *tetl* (piedra) y *quixquitl* (brote), significa "piedra que brota por sí sola". Se obtiene por evaporación de aguas alcalinas y era recolectado en lagos como Texcoco para su comercio en lugares como Iztapalapa. En la gastronomía mexicana, realza el sabor de alimentos derivados del maíz, suaviza frijoles, verduras y carnes. En la Región de los *Axalapascos*, es común hallarlo en la Laguna del Carmen Tequexquitla, en la frontera entre Puebla y Tlaxcala.

Figura 2

*I) Mapa de Cantona y su ubicación en los municipios de Tepeyahualco y Cuyoaco, Puebla. II) Vista parcial de Cantona, destacando pirámides, canchas de juego de pelota y un sistema de terraceo para almacenamiento de agua. III) A) Vista aérea de la laguna del Carmen Tequesquitla (Puebla-Tlaxcala) y detalle del tequesquite, compuesto geoquímico usado en la cocina tradicional tras la desecación de la laguna. B) Vegetación nativa (*Nolina *spp.,* Gaultheria *spp.,* Dasylirion *spp.,* Tillandsia *spp.) en el lago cráter Atexcac. C) Proceso artesanal de flores hechas con Dasylirion spp. en San Luis Atexcac, Puebla*



Fuente: elaboración propia, 2024.

La Región de los Axalapascos ha sufrido transformaciones significativas en su paisaje lacustre en los últimos dos siglos (Cruz-Aviña et al., 2024). Sus bosques de pino, pino-encino, encino, matorrales y pastizales se han convertido en zonas de cultivo y sobrepastoreo por ganado caprino, causando erosión del suelo (Castañeda-Roldán et al., 2024). El desvío de efluentes naturales y la sobreexplotación del agua subterránea por empresas extractivas transnacionales han reducido drásticamente el nivel del agua de los lagos cráter de la Región. Del mismo modo, el desmonte sistemático del volcán de La Malinche (“Malitzin” o “Matlalcueye”) [4420 m s.n.m.] y el Cofre de

Perote ("Nauhcampatépetl")[4282 m s.n.m.] han afectado el nivel e intermitencia de las lagunas de El Carmen y El Salado, que forman parte de este complejo sistema limnológico, mismo que había subsistido hasta tiempos recientes, ya que la oquedad de la Cuenca en la Región genera un microclima tan especial, que el ecosistema generado permite la convivencia de una biodiversidad que, en teoría, no deberían compartir el mismo territorio (Cruz-Aviña et al., 2017; Alcocer et al., 2019). En el pasado, el sistema lacustre de la Región de los *Axalapascos* comprendía una combinación de 11 lagos cráter y lagunas intermitentes, abarcando aproximadamente 11,000 km². Actualmente, esta extensión se ha reducido a menos de la mitad en la Cuenca Oriental. Desde el siglo XIX, la Región ha enfrentado severos problemas de estrés hídrico.

En la actualidad, solo sobreviven cinco lagos cráter: Alchichica, Atexcac, La Preciosa, Quechulac y Aljojuca. De estos, el lago Alchichica, el más grande y profundo, ha experimentado una alarmante pérdida de agua (Alcocer et al., 2019; Cruz-Aviña et al., 2024). En los últimos 30 años, su nivel de la columna de agua ha disminuido alrededor de seis metros, y en el último siglo ha perdido más de 20 metros, dejando su profundidad actual en 64 metros (Alcocer, 2019; Cruz Aviña et al., 2024).

Diversidad Biológica de los Axalapascos

En el México antiguo, se consideraba que toda la naturaleza estaba animada, es decir, que hablaba y se comunicaba con las personas. Los antiguos mexicanos adoraban al sol, las estrellas, la luna, la tierra, el agua, muchos animales y plantas (Cruz-Aviña et al., 2024). Existe evidencia de una clasificación indígena de estos animales, basada en sus características externas y hábitos. Algunos se subclasificaban de acuerdo con su tamaño o sabor (Alcocer et al., 2019). La relación simbiótica entre los humanos y estos animales se manifiesta en la clasificación y uso de los recursos naturales, lo que refleja un profundo conocimiento biocultural de la Región (Cruz-Aviña et al., 2017). Estos elementos naturales tenían figuras divinas y eran representados en imágenes sagradas hechas de copal, barro, piedra, obsidiana, jade, tabaco, amaranto, maíz u otras semillas. La vegetación y los animales ocupaban un sitio importante en la simbología antigua, reflejando complejas tramas socioecológicas presentes en los paisajes limnológicos de los *Axalapascos* (Cruz-Aviña et al., 2024). En la vida de los habitantes de los *Axalapascos*,

la caza, pesca y recolección han sido actividades fundamentales (Cruz-Aviña et al., 2017; Alcocer et al., 2019). Se obtenían minerales como el azufre (S), utilizado en diversas actividades de la medicina tradicional, y el tequesquite, una mezcla natural de sales que contiene principalmente carbonato de sodio (Na_2CO_3), bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y cloruro de sodio (NaCl), empleado en la cocina tradicional. Además, se recolectaban plantas acuáticas, como el tule (*Schoenoplectus acutus*) utilizadas para la fabricación de redes, trampas y canastas destinadas a la caza y la pesca.

En cuanto a los alimentos, se aprovechaban productos de la milpa (*Zea mays)* criollo, flores de izotes (*Yucca* spp.), magueyes (*Agave* spp.) y sus quiotes (ricos en fructanos), tunas (*Opuntia* spp.), y pitayas (*Stenocereus* spp.), todos ellos con propiedades nutritivas, destacando compuestos como fibras dietéticas, antioxidantes y azúcares simples como glucosa y fructosa (Cruz-Aviña et al., 2017). Entre las plantas medicinales, el epazote de zorrillo (*Dysphania ambrosioides*) es conocido por su contenido de ascaridol, un compuesto con propiedades antiparasitarias. El paxtle o paixtle (*Pseudosmodingium perniciosum*) y el popotillo (*Muhlenbergia* spp.) se usaban como remedios locales. La cola de caballo (*Equisetum* spp.) contiene sílice y flavonoides, mientras que el romero (*Rosmarinus officinalis*) es rico en ácido rosmarínico y compuestos terpénicos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Cruz-Aviña et al., 2017). Para festividades religiosas, se utilizaban plantas como la cucharita o "tehuitzotl" (*Echeveria* spp.) y la flor de izote o "izotl" (*Yucca* spp.), mientras que el maguey (*Agave* spp.) era esencial en la producción de pulque, una bebida fermentada rica en etanol (C_2H_6O) y polisacáridos prebióticos como los fructooligosacáridos. Los recursos acuáticos recolectados incluían algas (ricas en clorofila y carotenoides), moluscos, fuentes de calcio en forma de carbonato de calcio, ($CaCO_3$), zooplancton, diversos tipos de larvas de insectos y sus huevecillos, acociles (*Cambarellus* spp.), charales (*Poblana letholepis*,), ajolotes (*Ambystoma* spp.), ranas (*Lithobates* spp.), sapos (*Spea* spp.), camaleones de montaña (*Phrynosoma*, sp.) lagartijas víboras (*Sceloporus* spp.), culebras de agua (*Thamnophis* spp.), víboras de diferentes especies (*Crotalus* spp.) , y aves acuáticas, **Ver Tabla I**.

Tabla 1

Usos de los Recursos y Diversidad Biológica en la Región de los Axalapascos*, Minerales, Plantas Acuáticas, Alimentos, Plantas Medicinales, Plantas para usos Festivo y Recursos Acuáticos*

Categoría	Recurso	Nombre Científico	Compuesto Químico Principal	Usos
Minerales	Azufre	*S*	Azufre (*S*)	Diversas aplicaciones tradicionales.
	Tequesquite	-	Carbonato de sodio (Na_2CO_3), bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), cloruro de sodio ($NaCl$)	Cocina tradicional.
Plantas Acuáticas	Tule	Schoenoplectus acutus	-	Fabricación de redes, trampas y canastas para caza y pesca.
Alimentos	Milpa	*Zea mays criollo*	-	Alimentación básica.
	Flores de izotes	*Yucca spp.*	-	Alimentación y festividades.
	Maguey y quiote	*Agave spp.*	Fructanos	mentación y producción de pulq
	Tunas	*Opuntia spp.*	Glucosa y fructosa	Alimentación.
	Pitayas	*Stenocereus spp.*	Glucosa y fructosa	Alimentación.
Plantas Medicinales	Epazote de zorrillo	*Dysphania ambrosioides*	Ascaridol	Propiedades antiparasitarias.
	Paxtle o paixtle	*Pseudosmodingium perniciosum*	-	Uso medicinal local.
	Popotillo	*Muhlenbergia spp.*	-	Uso medicinal local.
	Cola de caballo	*Equisetum spp.*	Sílice, flavonoides	Propiedades antioxidantes y diuréticas.
	Romero	*Rosmarinus officinalis*	ácido rosmarínico, compuestos terpénico	Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.
Plantas Festivas	Cucharita o tehuitzotl	*Echeveria spp.*	-	Decoración en festividades.
	Flor de izote	*Yucca spp.*	-	Festividades y alimentación.
Recursos Acuáticos	Algas	-	Clorofila, carotenoides	Alimentación y otros usos.
	Moluscos	-	Carbonato de calcio ($CaCO_3$)	Alimentación.
	Zooplancton	-	-	Alimentación y otros usos.
	Larvas e insectos	-	-	Alimentación.
	Acociles	*Cambarellus sp.*	-	Alimentación.
	Charales	*Poblana letholepis*, *Poblana alchichica*, *Poblana squamata*, *Pseudoxiphophorus sp.*	-	Alimentación.
	Ajolotes	*Ambystoma* spp.	-	Alimentación y otros usos.
	Ranas	*Lithobates* spp.	-	Alimentación.
	Sapos	*Incilius* spp.	-	Alimentación.
	Camaleón de montaña	*Phrynosoma orbiculare*		Mascota y otros usos.
	Lagartijas	*Sceloporus spp.*	-	Alimentación y otros usos.
	Culebras de agua	*Thamnophis spp.*	-	Alimentación y otros usos.
	Víboras diversas	-	-	Alimentación y otros usos.
	Aves acuáticas	-	-	Alimentación y otros usos.

Fuente: elaboración propia, 2024.

La biodiversidad de los *Axalapascos* es única, con especies endémicas (que solo se distribuyen en la Región, en el estado o en México), como la diatomea dorada (*Cyclotella alchichicana)*, el crustáceo isópodo (*Caecidotea williamsi*), el crustáceo copépodo (*Cletocamptus gomezi*), el copépodo diaptómido (*Leptodiaptomus garciai*), el ostrácodo limnoceterinido (*Limnocytherina axalapasco*), el insecto corixido (*Krizousacorixa tolteca*), los charales aterínidos (*Poblana alchichica*), (*Poblana letholephis*), (*Poblana squamata*), la rana de Chichicuautla (*Lithobates chichicuautla*), el ajolote neoténico de Alchichica(*Ambystoma taylori*), y el ajolote de La Preciosa (*Ambystoma velasci*). y algunas especies terrestres: el tlaconete negro *Pseudoeurycea melanomolga* (Lago Quechulac), la lagartija espinosa cursorial, *Sceloporus megalepidurus* (Lagos Atexcac, Alchichica, La Preciosa), la lagartija de Xalapa, *Sceloporus jalapae* (Cuenca Oriental), los ratones de campo: el ratón venado o ciervo, *Peromyscus bullatus* (Cuenca Oriental), el motocle o ardilla de tierra de Perote, *Xerospermophilus perotensis,* (Cuenca Oriental), la tuza de Perote, *Cratogeomys perotensis perotensis* (Cuenca Oriental), La comadreja de cola larga *Mustela frenata perotae* (Cuenca Oriental), La rata canguro *Dipodomys phillipsii perotensis* (Cuenca Oriental) *Reithrodontomys chrysopis perotensis* o ratón cosechero (Cuenca Oriental) y *Neotomodon alstoni perotensis* ratón de los volcánes (Cuenca Oriental). Además, se encuentran mamíferos importantes que figuran en las listas rojas de conservación, como el mapache (*Procyon lotor*) y el coyote (*Canis latrans*), (Arellano y Romero, 2005; Cruz-Aviña et al., 2017, Cruz-Aviña et al., 2021; Varela y Castillo, 2023).

Tabla 2

Biodiversidad Nativa en la Región de los Axalapascos*, Especies Acuáticas, Especies terrestres, Especies clave., y su categoría de riesgo conforme al NOM 059 SEMARNAT, 2010*

Categoría	Nombre Común	Nombre Científico	Distribución	Categoría de Riesgo	Comentarios
Especies Acuáticas	Diatomea dorada	*Cyclotella alchichicana*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Crustáceo isópodo	*Caecidotea williamsi*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Crustáceo copépodo	*Cletocamptus gomezi*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Copépodo diaptómido	*Leptodiaptomus garciai*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Ostrácodo limnoceterinido	*Limnocytherina axalapasco*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Insecto corixido	*Krizousacorixa tolteca*	Axalapascos	No evaluada	Especie endémica.
	Charal aterínido	*Poblana alchichica*	Axalapascos	En Peligro (P)	Especie endémica.
	Charal aterínido	*Poblana letholepis*	Axalapascos	En Peligro (P)	Especie endémica.
	Charal aterínido	*Poblana squamata*	Axalapascos	En Peligro (P)	Especie endémica.
	Rana de Chichicuautla	*Lithobates chichicuautla*	Axalapascos	Amenazada (A)	Especie endémica.
	Ajolote neoténico de Alchichica	*Ambystoma taylori*	Lago Alchichica	En Peligro Crítico (P)	Especie endémica y en riesgo.
	Ajolote de La Preciosa	*Ambystoma velasci*	Lago La Preciosa	Sujeta a Protección Especial (Pr)	Especie en riesgo.
Especies Terrestres	Tlaconete negro	*Pseudoeurycea melanomolga*	Lago Quechulac	Amenazada (A)	Especie endémica.
	Lagartija espinosa cursorial	*Sceloporus megalepidurus*	Lagos Atexcac, Alchichica, La Preciosa	No evaluada	Especie endémica.
	Lagartija de Xalapa	*Sceloporus jalapae*	Cuenca Oriental	No evaluada	Especie endémica.
	Ratón venado o ciervo	*Peromyscus bullatus*	Cuenca Oriental	No evaluada	Especie endémica.
	Ardilla de tierra de Perote	*Xerospermophilus perotensis*	Cuenca Oriental	Amenazada (A)	Especie endémica.
	Tuza de Perote	*Cratogeomys perotensis perotensis*	Cuenca Oriental	Amenazada (A)	Especie endémica.
	Comadreja de cola larga	*Mustela frenata perotae*	Cuenca Oriental	No evaluada	Especie endémica.
	Rata canguro	*Dipodomys phillipsii perotensis*	Cuenca Oriental	Amenazada (A)	Especie endémica.
	Ratón cosechero	*Reithrodontomys chrysopsis perotensis*	Cuenca Oriental	No evaluada	Especie endémica.
	Ratón de los volcanes	*Neotomodon alstoni perotensis*	Cuenca Oriental	No evaluada	Especie endémica.
Especies Clave	Mapache	*Procyon lotor*	Generalizada	No evaluada	Importante para la conservación.
	Coyote	*Canis latrans*	Generalizada	No evaluada	Importante para la conservación.

Fuente: elaboración propia, 2024.

Incluso la CONABIO (2012) tiene considerada a la Cuenca Oriental como región Hidrológica Prioritaria (RHP 71) y región Prioritaria Terrestre (RPT 122). En los últimos años a una pequeña parte de la región se tiene considerada bajo la figura de Parque Estatal lagos de Tepeyahualco y Guadalupe Victoria (Arellano y Romero, 2005; Cruz-Aviña et al., 2017; DOF, 2017). En la Región, el uso de elementos de origen animal y vegetal está profundamente integrado en una trama de rituales y símbolos. Estos se manifiestan tanto en la vida cotidiana como en eventos significativos de la actividad humana, tales como la siembra, los matrimonios, los nacimientos, las enfermedades y la muerte. En algunos casos es difícil identificar o establecer un límite definido entre el uso medicinal y el mágico-religioso (Cruz-Aviña et al., 2024). En ocasiones, los animales se combinan con plantas para tratamientos, o se emplean simultáneamente terapias tradicionales y modernas. Muchas de las prácticas que involucran el uso de animales son el resultado de un complejo sincretismo, donde convergen elementos prehispánicos y contemporáneos. En la Región, la pérdida de la memoria biocultural y la noción de territorio son los factores que más contribuyen a la desaparición del intercambio de conocimientos transgeneracionales y a la adopción de buenas prácticas relacionadas con la fauna silvestre como patrimonio cultural. (Albores, 1995; Cruz-Aviña et al., 2024).

Peces (Charales) de la Región de los Axalapascos

En 1945, Fernando De Buen, publicó una monografía sobre los Aterínidos (charales), erigiendo un nuevo género y especie basados en ejemplares de la Laguna de Alchichica. Años más tarde, al capturar algunos ejemplares referidos, descubrió charales similares en otros lagos cráter cercanos. Actualmente, se reconocen tres especies en la Región: *Poblana Alchichica* (Alchichica), *Poblana letholepis* (La Preciosa) y *Poblana squamata* (Quechulac). Estos charales son valorados por los habitantes aledaños a *Axalapascos* como alimento, especialmente durante la Cuaresma y Semana Santa, y se preparan fritos, en mole, mixiotes o tamales. La pesquería es artesanal y realizada principalmente por mujeres en Alchichica (pesca diurna) y por hombres en el resto de los lagos (pesca nocturna) (Alcocer et al., 2019; Cruz-Aviña et al., 2024). Estas especies están en peligro de extinción según la NOM-059 SEMARNAT-2010 (DOF, 2017) y en peligro crítico según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2008).

Herpetofauna de la Región de los Axalapascos

En los *Axalapascos*, los pobladores mantienen prácticas tradicionales que incluyen el consumo de anfibios y reptiles como alimento, en medicina tradicional o con fines espirituales. En esta Región habitan 32 especies de herpetozoos, entre ellas ocho especies de anfibios y 24 de reptiles escamosos (Cruz-Aviña et al., 2017; Cruz-Aviña et al., 2021). Los ajolotes neoténicos de los *Axalapascos* son considerados amuletos de buena suerte, y los lugareños los capturan, secan y preparan en polvo para atraer prosperidad en el trabajo y el amor. Las serpientes también forman parte de la dieta local, ya sea secas o como ingrediente en moles tradicionales. Asimismo, las ranas y sapos son valorados no solo como alimento, sino también como remedios en la medicina tradicional y como repelentes naturales contra plagas.

No obstante, la biodiversidad enfrenta diversas amenazas, entre ellas la urbanización, que incluye descargas de aguas negras; la deforestación; la sobreexplotación del agua por parte de empresas transnacionales de sectores como el automotriz, armamentista, cervecero, y agroindustrial (cerdos, aves, frutos rojos); la instalación de parques solares; la contaminación de cuerpos de agua; la aparición de enfermedades emergentes; la introducción de especies exóticas, y el cambio climático (Cruz Aviña et al., 2017, Cruz-Aviña y Castañeda-Roldán, 2021, Cruz Aviña et al., 2024).

Problemática Ambiental en la Región de los Axalapascos

El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son dos de los principales desafíos ambientales a nivel mundial. En la Región de los *Axalapascos*, la reducción de los niveles de agua en los lagos cráter, la alteración de los patrones climáticos y la pérdida de hábitats naturales han afectado significativamente a la fauna nativa. La conservación de las especies endémicas requiere medidas urgentes que incluyan la restauración de los ecosistemas acuáticos, la protección de los hábitats críticos y la implementación de programas de educación ambiental a largo plazo y manejo sostenible de la riqueza natural. En la Región, los efectos ambientales más notables incluyen el estrés hídrico, resultado de actividades humanas como la deforestación y el manejo inadecuado de recursos naturales. (Alcocer et al., 2004). La denudación del terreno tiene severos

efectos sobre el ciclo hidrológico, aumentando la velocidad de escurrimiento y disminuyendo la infiltración de agua (Alcocer et al., 2019). Esto provoca cambios en la recarga de los acuíferos y, por ende, en el clima (Can Chulim, 2011). La deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el sobrepastoreo y los incendios forestales han favorecido la erosión hídrica y eólica en la zona. El Cofre de Perote, el cerro Cuamila y el cerro de San Gabriel presentan erosión hídrica "muy alta", con pérdida de suelo superior a 200 ton/ha/año (Arellano y Romero, 2005). La zona central de la subcuenca presenta condiciones que predisponen a la salinidad: precipitaciones escasas, sustrato geológico basáltico, suelos salinos, prácticas agrícolas con riego salino y aguas subterráneas con alta concentración de sales cercanas a la superficie (Cruz-Aviña et al., 2017; Castañeda-Roldán et al., 2024). Estas condiciones han afectado el proceso de recarga y descarga natural del acuífero, reduciendo las aportaciones de la zona de Huamantla y disminuyendo las salidas naturales del acuífero, lo que ha convertido las lagunas El Carmen y El Salado en cuerpos de agua estacionales y ha hecho desaparecer prácticamente el Lago Tecuitlapa (Cruz-Aviña et al., 2024). La alta permeabilidad de los suelos y la gran extensión del acuífero Libres-Oriental, junto con una moderada tasa de abatimiento, han permitido que, en años con lluvias extraordinarias, el acuífero se recupere significativamente, concentrándose en las áreas lacustres (Castañeda-Roldán et al., 2024). Sin embargo, actualmente existe un desequilibrio en el balance hídrico, afectando el medio ambiente y las captaciones someras, también influenciadas por la deforestación en la Cuenca alta del volcán de La Malinche (Alcocer et al., 2019). El análisis de precipitación de los últimos 30 años en el acuífero Libres-Oriental muestra una tendencia a la baja, relacionada directamente con la desecación progresiva de los *Axalapascos* (Cruz Aviña et al., 2024). El acuífero Libres-Oriental, aunque presenta una importante reserva almacenada y un moderado ritmo de abatimiento, es altamente susceptible a los procesos de desertificación, acelerados por la deforestación, el cambio de uso de suelo y la desecación de los lagos (Cruz-Aviña et al., 2017). En la porción norte de la zona, las fallas y fracturas, junto con la Caldera de Los Humeros y otras estructuras, controlan el flujo de los sistemas hidrotermales profundos. A nivel del agua subterránea, la profundidad al nivel estático varía de menos de 2 m a poco más de 100 m, siendo somera en el área lacustre, como en el Lago Totolcingo. La disminución del nivel de los lagos cráter incrementa la salinidad, afectando las características químicas,

físicas y biológicas del agua (Duarte, 2023; Cruz Aviña et al., 2024). El incremento en la salinidad excede la capacidad de solubilidad de algunas sales, como el carbonato de calcio ($CaCO_3$) y magnesio ($MgCO_3$), alterando la composición iónica de la solución remanente. Este fenómeno pone en peligro la viabilidad de las poblaciones de especies endémicas como *Poblana alchichica*, *A. taylori* y *Caecidotea williamsi* en Alchichica, *P. letholepis* en La Preciosa, *P. squamata* en Quechulac y *Ambystoma velasci* en Atexcac, La Preciosa y Quechulac. (Cruz-Aviña et al., 2024). Por otro lado la disminución en la abundancia y diversidad de especies florísticas está relacionada con las presiones humanas sobre los bosques, como la tala selectiva de árboles, incendios intencionales para expandir zonas agropecuarias, la generación de leña, la extracción indiscriminada de plantas y el deterioro de la vegetación nativa por el ganado ovino y caprino (Cruz-Aviña et al., 2017; Cruz-Aviña y Castañeda-Roldán 2021). Esta problemática es especialmente grave en los bosques de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. de los cerros de Las Derrumbadas y el Sistema del volcán de Cofre de Perote. La vegetación es un componente determinante del hábitat de la fauna en la subcuenca Perote-Libres, parte del Eje Neovolcánico Transversal. De las 489 especies de plantas terrestres y acuáticas vasculares en la Región, 5 de ellas (1%) están en riesgo y/o son endémicas. De las 217 especies de vertebrados terrestres y acuáticos, 40 de ellas (18.4%) están en riesgo y/o son endémicas, sumando un total de 706 especies documentadas en el área de los *Axalapascos* (Cruz-Aviña et al 2017; Environmental Justice Atlas, 2022). La mayor parte de las especies en riesgo y/o endémicas (40) pertenecen a la fauna y dependen de hábitats con características muy específicas que actualmente están siendo perturbados por la explotación desordenada de los recursos acuáticos, edáficos y forestales. En particular, es importante resolver la problemática de la tenencia de la tierra para llevar a cabo una explotación racional y limitada del bosque, intensificando fuertemente las labores de reforestación con especies forestales nativas y restaurando las zonas erosionadas (Castañeda-Roldán et al., 2024). Las presiones sobre el acuífero subterráneo Oriental-Libres serán seguramente muy fuertes en los próximos años, ya que es considerado una zona de reserva para abastecer de agua tanto a la ciudad de Puebla como a la Ciudad de México. Esto podría traer consecuencias muy importantes, como la desecación de los lagos y la desertificación de la zona de estudio, con la consecuente pérdida de las especies nativas (Duarte, 2023).

Conclusiones

Se prevé que el cambio climático tendrá importantes efectos sobre la biodiversidad en la Cuenca Oriental y la Región de los *Axalapascos*, donde ecosistemas únicos podrían verse amenazados por alteraciones en el clima y los recursos hídricos con consecuencias directas sobre las poblaciones y comunidades que dependen de la agricultura, la pesca, el turismo y otras actividades económicas que requieren de la conservación de los recursos biológicos y ecosistémicos. A pesar de lo anterior, existe poca información sobre los efectos específicos que el cambio climático podría tener sobre la fauna y flora, sus poblaciones, comunidades biológicas, especies y los ecosistemas que las albergan.

Este estudio pone de manifiesto la complejidad de la problemática ambiental en la zona de los *Axalapascos*. Por un lado, sus características geomorfológicas la convierten en una Región extremadamente vulnerable a la desertificación, debido a la aridez provocada por el efecto ladera de la Sierra Madre Oriental y la alta permeabilidad de sus suelos, que favorecen la filtración del agua. Además, la pérdida de la memoria biocultural y la desconexión con el territorio han influido considerablemente en la erosión del conocimiento transgeneracional y en la adopción de prácticas de conservación sostenibles, esenciales para preservar la biodiversidad local como patrimonio cultural intangible. Los conflictos socioambientales han afectado gravemente la calidad de vida en la Región, mientras que la contaminación ambiental, en conjunto con el cambio climático, ha deteriorado aún más el entorno natural. Como consecuencia, el territorio ha experimentado transformaciones significativas y, en este contexto, han emergido nuevas enfermedades, como la influenza A/H_1N_1, al mismo tiempo que han resurgido otras previamente controladas, como la Brucelosis.

En contraste, la memoria biocultural y la noción de territorio son esenciales para la conservación de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas. En la Región de los *Axalapascos*, la relación simbiótica entre los habitantes y su entorno natural ha permitido la coexistencia y el uso sostenible de los recursos durante siglos. Sin embargo, la modernidad, el cambio climático y las prácticas insostenibles amenazan esta relación. La conservación de la biodiversidad y la memoria biocultural requiere un enfoque integrado que incluya la protección de los hábitats naturales, la restauración de los

ecosistemas y el reconocimiento de los conocimientos ancestrales de las comunidades locales.

Recomendaciones

Es necesario promover el uso sustentable de los recursos en la Región de los *Axalapascos* mediante la organización de cooperativas u organizaciones comunitarias que beneficien exclusivamente a los campesinos y eliminen el abuso de intermediarios. Además, sería adecuado sustituir el riego por aspersión por el riego por goteo en el valle, para evitar la evaporación del agua antes de llegar al suelo. La introducción de cortinas rompevientos (árboles, rosetófilas o magueyes en sistema "Metepantle") mejoraría el microclima y proporcionaría protección contra la erosión eólica, contribuyendo a disminuir el depósito de partículas en la llanura agrícola.

Es imperativo conservar el uso de suelo agrícola y el ambiente rural, ya que el aumento de tabiqueras y miniempresas de transformación de carrocerías ha deteriorado ambientalmente la orilla de la carretera en la Región de los *Axalapascos*. Por último, es crucial resaltar la necesidad e importancia de la educación ambiental no formal para la conservación de la biodiversidad, la bioculturalidad y la re-significación del sentido de pertenencia como noción de territorio. Estos programas deben planearse y realizarse localmente, basados en diagnósticos que identifiquen los principales problemas relacionados con la conservación, así como los económicos y sociales, de manera multidisciplinaria y con un enfoque de pedagogía crítica. De esta manera, en 10 o 20 años, la Región contará con personas conscientes de su realidad y de la importancia de su contexto natural, y de llegar a algún puesto para la toma de mejores decisiones en el contexto de Políticas Públicas y locales.

Referencias

Albores, B. (1995). *Tules y sirenas: el impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma*. El Colegio Mexiquense y Secretaría de Ecología, Gobierno del Estado de México.

Alcocer, J., Merino-Ibarra, M., Ramírez-Zierold, J. A., Oseguera, L. A., Cortés-Guzmán, D., Castillo-Sandoval, F. S., ... & Pérez-Ramírez, M. G. (2021). Lake Alchichica limnology: The uniqueness of a tropical maar lake. In *Limnology and Aquatic Birds: Proceedings of the Fourth Conference Working Group on Aquatic Birds of the Societas Internationalis Limnologiae (SIL)* (pp. 491-511). Springer Nature.

Alcocer, J. (Ed.). (2019). *Lago Alchichica: Una joya de biodiversidad*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Alcocer, J., & Bernal-Brooks, F. W. (2010). Limnology in Mexico. *Hydrobiologia*, 644, 1-54.

Alcocer, J., Escolero, O., & Marín, L. (2004). Problemática del agua de la Cuenca Oriental, estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. In B. Jiménez & L. Marín (Eds.), *El agua en México vista desde la academia* (pp. 77-95). Academia Mexicana de Ciencias.

Argueta-Villamar, A. (2022). Las relaciones sociedad-naturaleza desde las perspectivas de autores franceses. *Etnobiología*, 20(3), 104.

Arredondo-Figueroa, J. A., & Nava, A. F. (1992). Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica*, 2(1-2), 1-10.

Arellano P. V. A., & Romero De A. C. D. (2005). *Diagnóstico ambiental de la subcuenca Perote-Libres, en los estados de Puebla y Veracruz, México* (Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México).

Atlas de Justicia Ambiental. (2022). Granjas Carroll. https://ejatlas.org/conflict/contaminacion-por-granjas-caroll-en-la-cuenca-libres-oriental-mexico

Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (1ª ed.). México.

Can Chulim, A., Ortega Escobar, H. M., García Calderón, N. E., Reyes-Ortigoza, A. L., González Hernández, V. A., & Flores Román, D. (2011). Origen y calidad

del agua subterránea en la Cuenca Oriental de México. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 189-200.

Caravana ToxiTourMéxico. (2020). *Informe de la Caravana a 6 zonas de sacrificio por devastación ambiental*. Ciudad de México.

Castañeda-Roldán, E. I., Cruz-Aviña, J. R., Tenorio-Arvide, M. G., Valera-Pérez, M. A., Villa-Mancera, A. E., Díaz-Larrea, J., & Cabrera, R. (2024). Aislamiento de Brucella melitensis en suelo agrícola, Puebla, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, *40*, 723-739.

Comisión Nacional del Agua (CNA). (2005). *Informe de Cuenca Libres Oriental*.

Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, (CENEVAL), (2010). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. Gobierno de México.

Cruz-Aviña, J. R., Ramos-Contreras, D., Ramírez-Bravo, O. E., Arias-Ortega, M. Á., & Ortiz-Espejel, B. (2024) Últimas pescadoras de charal en el Lago Alchichica, Puebla, México, *Ciencia Pesquera*. 32(núm. esp.): 151-161.

Cruz-Aviña, J. R., & Castañeda-Roldán, E. I. (2021). Contaminantes zoonóticos emergentes en cuerpos de agua naturales: El caso de *Brucella* spp., causas y efectos. *Publicación digital de la Red del Agua UNAM*, (17), 14.

Cruz-Aviña, J. R., Díaz-Larrea, J., Núñez-García, L. G., & Cabrera, R. (2021). Ambystoma velaci (Dugès, 1888) Amphibians is a new reservoir of Brucella sp.(?-Proteobacteria). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, *4*(3), 4804-4819.

Cruz-Aviña, J. R., Castañeda-Roldán, E. I., & Silva-Gómez, S. E. (2017). La problemática ambiental de la Región de los Axalapascos de Puebla: Erosión, pobreza, enfermedades, biodiversidad, etnocultura. In A. L. Rodríguez-Herrera, B. Olivier-Salome, & R. López-Velasco (Eds.), *El desarrollo sostenible* (pp. 129-150). Plaza y Valdés.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (1997). NOM-059-ECOL-1994. Norma Oficial Mexicana, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*.

Duarte, C. M. (2023). New ecological paradigms and the future of limnology. *Limnology and Oceanography Letters*, 8(2), 89-99.

García-Rodríguez, R. (1997). *Geología y tectónica de la Cuenca Oriental, Puebla, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2023). *Red List of Threatened Species*. https://www.iucnredlist.org/

Izurieta, D. (2021). El impacto del turismo en los Axalapascos de la Cuenca Oriental. *Revista Mexicana de Estudios Turísticos*, 11(1), 15-35.

La Jornada de Oriente. (2024, julio 24). *Granjas Carroll: Negocio, depredación y violencia*. La Jornada de Oriente. https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/granjas-carroll-negocio-depredacion-y-violencia/

Leff, Enrique, 2004. *Racionalidad Ambiental, la reapropiación social de la naturaleza*. Ed. S XXI, México.

Magaña, V. (2020). The importance of conservation efforts in the maars of Puebla. *Ecological Applications*, 30(2), e02056.

Martínez, J. (2003). La biodiversidad en los lagos cráter de Puebla. *Gaceta Ecológica*, 67, 29-34.

Martínez, L., & Blanco, M. (2010). *Los cuerpos de agua de origen volcánico en México: Un análisis geohidrológico*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez, S., & Rosas, C. (2021). El turismo sostenible en la Cuenca Oriental. *Turismo y Sociedad*, 28, 45-61.

McCarthy, J. (2012). Impacts of climate change on tropical freshwater ecosystems. *Nature Climate Change*, 2(3), 161-166.

Oseguera, L. A. (2013). Historia y geología de la Cuenca Oriental de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 30(3), 341-359.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, Recuperado de http://www.dof.gob.mx

SinEmbargo. (2024, julio 18). Campesinos han exigido por años cerrar Granjas Carroll. SinEmbargo. https://www.sinembargo.mx/18-07-2024/4527299

Suárez, J. (2006). *Los lagos maars del estado de Puebla: Un estudio geológico y ambiental*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica.

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 34(136), 41-71.

Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales 3(1):1-50. *Icaria* editorial

Varela, M. E., & Castillo, R. (2023). Conservación y manejo de los recursos hídricos en la Cuenca Oriental. *Gestión y Ambiente*, 26(1), 15-33.

CONCLUSIONES

Los trabajos de investigación planteados en este libro fueron variados, tanto por la participación de investigadores de diferentes regiones del continente, tocando temas de diferente amplitud y también diferentes niveles de experiencia, presentando trabajos de investigadores experimentados y reconocidos, así como algunos que apenas inician sus actividades de investigación. Eso nos demuestra también el gran potencial que tienen los jóvenes investigadores para realizar estudios de alta calidad.

De acuerdo con lo expuesto por los autores del libro, son muchos los pendientes y urgente su atención. Sobre el Medio Ambiente y la Sustentabilidad, sobresale los llamados a que la humanidad mande y demande de los dueños del capital, principales agentes gestores de la crisis socio y medio ambiental globalizada, y a los gobiernos de las naciones, una atención inmediata al control de las emisiones de los gases de efecto invernadero que están sobre calentando la temperatura del planeta. Pero a esa humanidad también le corresponde participar en los procesos democráticos para exigir políticas que detengan los ecocidios en curso, como es en el sur de México.

Así mismo, y tomando como ejemplo a la Degradación de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala, identificada como un infierno ambiental, se hace la reflexión de abordar los problemas complejos desde la teoría de sistemas y los enfoques inter y transdisciplinarios con la incorporación del concepto de metateoría, para facilitar la integración y colaboración entre las distintas teorías de las disciplinas que participan en esos enfoques.

Es también relevante el llamado a decolonizarnos del pensamiento europeo, y como parte de los países del Sur buscar las teorías que respondan y correspondan a

nuestras propias realidades. Este camino es largo y tortuoso. Se requiere investigación sobre propuestas y metodologías propias, así como el uso de alternativas existentes para realizar investigación considerando los problemas que se requiere atender en los países del sur.

Quizá uno de los principales aportes sea el brindar espacio a una nueva generación de investigadores, para que aprovechen esta ventana en los medios para mostrar sus avances o resultados finales de sus trabajos de tesis u otras investigaciones en que participan en su proceso de formación.

SEMBLANZA DE LOS PARTICIPANTES

Enrique Leff Zimmerman

Doctorado en Economía del Desarrollo Université Paris I-Sorbonne, París, Francia, 1975. Doctorado en Filosofía de la Ciencia, UNAM, México, 2017. Investigador Emérito del Instituto de Investigaciones Sociales y del Sistema Nacional de Investigadores de México. Profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Trabaja en los campos de la Filosofía y la Epistemología Ambiental; la Ecología Política y la Economía Ecológica; y la Educación y la Formación Ambiental. Premio Nacional a la Investigación Socio-Humanística, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2015. Doctor Honoris Causa por la Universidad Autónoma del Estado de México, México, 2016. Premio Universidad Nacional en el Área de Investigación en Ciencias Sociales, UNAM, México, 2016. Ha sido Coordinador de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, así como Coordinador de la Oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en México. Es miembro de diversos órganos académicos, consultivos y ciudadanos, así como miembro de los Consejos Editoriales y/o Científicos de muchas revistas. Ha sido invitado como profesor, conferencista y panelista en diversas universidades y en las principales convocatorias internacionales sobre temas de economía ecológica, ecología política y educación ambiental, en América Latina, Estados Unidos y Europa. Es autor de más de 35 libros y más de 250 capítulos en libros y artículos publicados en México, Alemania, Argentina, Bélgica, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, España, EUA, Francia, Inglaterra, Italia, Alemania, Holanda, Venezuela.

Marcos Aurelio Saquet

Doctor en Geografía por la Unesp – Presidente Prudente (São Paulo, Brasil) y PhD por el Politécnico y la Università di Torino - Italia. Es autor de diferentes libros, entre ellos "Enfoques y concepciones de territorio", 2019, Bogotá, Editorial Universidad Distrital F. J. de Calcas; "Conocimientos populares, praxis territorial y contrahegemonía", 2020, Ciudad de México, Editorial Itaca; "Por una geografía de territorialidades y temporalidades: una concepción multidimensional orientada hacia la cooperación y el desarrollo territorial", Universidad Nacional de La Plata, 2015. Es evaluador de distintos organismos financiadores, como CNPq, CAPES, FAPESP, CONACYT – México y CNR – Italia. Fue profesor visitante en diferentes universidades (clases presenciales o remotas) en Colombia, Argentina, Costa Rica, Italia, Uruguay y México. Investigador en los temas de desarrollo territorial, agroecología, campesinado, circuitos cortos y decolonialidad. Temas de investigación y orientación: alimentación y territorio: productos típicos y patrimonio; descolonización del conocimiento y contrahegemonía político-cultural; agroecología y redes cortas de comercialización; Territorio y territorialidad: condiciones de la praxis emancipadora

Úrsula Oswald Spring

Investigadora del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM en el área de equidad y género y el Laboratorio de Felicidad. Estudió medicina, psicología, filosofía, lenguas, computación, antropología y ecología en Madagascar, Paris, Zúrich y México. Cuenta con un doctorado en antropología social con especialidad en ecología de la Universidad de Zurich. Ganó la primera cátedra sobre Vulnerabilidad

Social en la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-EHS). Es miembro del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) Grupo 2, del World Social Science Report y revisora del PNUD Geo-7. Es revisora en el Reporte del PNUD del GEO-7 en el tema agua. Fue la primera coordinadora nacional de la Red Temática del Agua CONACYT y dirige proyectos relacionados con el cambio climático, vulnerabilidad socioambiental y bosque del agua en la megalópolis del centro del país, cuya escasez de agua pudiera afectar 52 millones de habitantes con perspectiva de género. Fue Secretaria de Desarrollo Ambiental (1994-1998) en el estado de Morelos y la primera Procuradora de Ecología (1992-1994) en México y ha sembrado más de 30 millones de

árboles. Ha sido Presidenta y Secretaria General de la Asociación Internacional de la Paz (IPRA) y Secretaria General del Consejo Latinoamericano de Investigación para la Paz (2002-2006). Ha publicado 70 libros, 419 artículos científicos y capítulos de libros. Ha recibido el Premio Sor Juana Inés de la Cruz; el Premio Internacional de la Cuarta Década de Desarrollo de las Naciones Unidas; él de la Mujer Académica de la UNAM y fue Women of the Year 2000. Ha colaborado durante las últimas tres décadas con movimientos campesinos, sociales, de mujeres y ecologistas.

Marlize Rubin-Oliveira y Pamela Cichoski

Profesora Asociada del Departamento de Ciencias Humanas de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná del Programa de Posgrado en Desarrollo Regional (PPGDR). Coordinadora del Grupo de Estudio Universitario (GEU/UTFPR). Participó en el Programa de Académicos Visitantes en el Departamento de Educación, Administración y Políticas Permanentes - Universidad de Georgia. Doctora en Educación por el Programa de Postgrado en Educación de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Participó en el Programa Visiting Scholar en el Centro de Estudios de Educación Superior de la Universidad de Arizona. Maestría en Educación por la Universidad Federal de Pelotas - RS. Fue Coordinadora del Programa de Posgrado en Desarrollo Regional (PPGDR/ UTFPR). Desde una perspectiva decolonial, los principales intereses de investigación se encuentran en el campo de la Educación Superior como lugar epistémico, centrándose en temas como: producción de conocimiento, interdisciplinariedad, internacionalización e interculturalidad.

Pamela Cichoski

Estudiante de Doctorado en Desarrollo Regional de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, con beca CAPES, con el tema de investigación: la coproducción de saberes en experiencias socioambientales y territoriales en las relaciones comunitarias. Es licenciada en Geografía por la Universidad Estatal del Oeste de Paraná y maestría en Desarrollo Rural Sostenible por la misma universidad. Los principales temas de interés son: territorio, Investigación-Acción-Participativa y cuestiones socioambientales.

Benjamín Ortiz Espejel

Agrónomo por la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, maestro en antropología social en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y doctorado en Ecología por el Instituto de Ecología A.C. Asociado del programa internacional Leadership for Environment and Development por El Colegio de México. Desde 1982 realiza investigación sobre el conocimiento, percepción y apropiación de los ecosistemas por parte de grupos sociales en México. Es autor de más de 120 artículos y capítulos de libros científicos y de divulgación y autor y/o coautor de 12 libros nacionales e internacionales sobre problemáticas de medio ambiente, educación superior, sustentabilidad, complejidad e interdisciplina. Su más reciente libro (2023) lo desarrolló junto con y en coordinación con académicos del Instituto de Ciencias de la BUAP sobre: "Diagnóstico sistémico ambiental de la Pandemia del COVID19 en el estado de Puebla" Así mismo es investigador colaborador de la BUAP desde el Instituto de Ciencias (ICUAP) y desde ahí ha impulsado su vinculación académica con la UNAM específicamente con el Programa de Investigación en Cambio Climático, lo que se ha expresado en la participación activa de la BUAP en los últimos 7 (2017 – 2023) congresos nacionales de investigación en cambio climático. Además, ha promovido recientemente la vinculación académica de la BUAP con el Instituto Nacional de Salud Pública en especial para fortalecer el programa de doctorado de la BUAP de investigación en Educación y Salud. Es miembro fundador de la Red de Patrimonio Biocultural de México con la cual mantiene el enlace académico mediante el nodo Puebla Centro ubicado en la BUAP. En el año de 2023, bajo su gestión se logró la donación al ICUAP del acervo cultural de fotografías: "Experiencias exitosas de biocultura en México". Su experiencia le valió ganar la distinción nacional del Premio al Mérito Ecológico otorgado por la SEMARNAT en su modalidad de educación formal. Desde 1987 ha ejercido la docencia de manera ininterrumpida en la Universidad Veracruzana, la Universidad Iberoamericana Puebla, la Universidad Estatal de Campinas, Brasil, la Universidad del Medio Ambiente, El Colegio de Puebla A.C. y el Instituto Rosario Castellanos. Entre 2017 y 2018 diseñó el Plan Rector del río Atoyac por el municipio de Puebla. Entre 2019 y 2020, participó en la SEMARNAT impulsando como coordinador de asesores el Acuerdo interinstitucional de Salud Ambiental, vigente hasta la fecha. Actualmente imparte cursos de posgrado en El Colegio de Puebla A.C., El Instituto Rosario Castellanos, La Universidad del Medio

Ambiente y El Instituto Nacional de Salud Pública. De junio de 2021 a junio de 2023 fue el Coordinador Nacional de la Red de Patrimonio Biocultural de México (REDBIOMEX). Es miembro activo ininterrumpido del Sistema Nacional de Investigadores desde 2000 a la fecha.

Ruth Robles

Doctora en estudios del desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas y doctoranda del Doctorado en Estudios Latinoamericanos de la Universidad Autónoma de México. Docente de la Universidad Autónoma de Zacatecas en las licenciaturas de Ciencias Ambientales, Ingeniería en Minas y Metalurgia, Ingeniería en Agronomía e Ingeniería en Computación, donde imparte las materias de Desarrollo sustentable, Legislación ambiental y en ciencias de la tierra, Análisis de riesgo ambiental, entre otras. Investiga temas relacionados con la problemática ambiental actual y su impacto en el desarrollo. Forma parte del proyecto de investigación de ciencia frontera Fordecyt-Pronaces no. 304320, enfocado en el estudio de las nanotecnologías en México.

Andrés María Ramírez

Licenciado en agronomía, con Especialidad en Fitotécnia, en la Universidad de Guadalajara con Maestría y Doctorado en Ciencias en Edafología (fertilidad de suelos) en El Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México. Por 28 años fue investigador agrícola en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y desde 2013 es profesor investigador de tiempo completo de El Colegio de Tlaxcala A.C.**,** donde aborda las líneas de investigación de agricultura tradicional (maíz, traspatio,); Medio Ambiente y Sustentabilidad; Ética y Bioética. Es integrante de las redes de Investigación: Integrante Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, de CONACYT; Integrante de la Red Nacional de Investigación en Servicios Ambientales Forestales y Cambio Climático; y miembro de la Red ITD ALLIANCE, Global Alliance for Inter- and Transdisciplinarity. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Carlos Enrique Castro Méndez y Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby

Doctor en Geografía con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Doctor en Ciencias de la Universidad de São Paulo (2023), Magíster en Geografía en el convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – UPTC- IGAC (2010), Especialista en Ordenamiento y Gestión integral de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás (2004) y Agrólogo de la Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano (1990). Investigador del Grupo Suelos y Ecología de la Subdirección de Agrología – IGAC, investigador en el grupo Geografía y Ordenamiento Territorial GEOT- UPTC e investigador en el grupo PROGASP – GAIA de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Reconocedor de suelos agrícolas y sus aplicaciones temáticas en capacidad de usos y conflicto de las tierras a diferentes escalas. Coautor de Usos Alternativos sostenibles del territorio, Zonificación ambiental de Cuencas hidrográficas, identificación de la subutilización de las tierras entre otros.

Doctora en Ciencias Técnicas en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) en la Habana – Cuba, Magíster en Ingeniería civil de la Universidad de los Andes - Bogotá e Ingeniera Civil de la Universidad de la Salle - Bogotá. Con experiencia profesional, principalmente en la realización de estudios hidráulicos para proyectos de abastecimiento de agua, distritos de riego, drenajes de carreteras, estructuras hidráulicas, canales, obras complementarias y proyectos de alcantarillados de aguas lluvias y residuales. Estudios de crecientes para el diseño de obras hidráulicas. Aspectos administrativos. Docente universitaria en las áreas relacionadas con los recursos hídricos como mecánica de fluidos, hidráulica de canales, hidráulica de tuberías, hidrología, sistemas de abastecimiento, sistemas de saneamiento, obras hidráulicas, operación y mantenimiento de redes entre otras. Directora de varios proyectos de investigación sobre recurso hídrico, algunos de ellos desarrollados para el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico C.I.D.C. de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ponente en varios eventos de carácter nacional e internacional.

Silvia Nuria Jurado Celis

Ingeniera agrícola con orientación en desarrollo rural por la Universidad Nacional Autónoma de México, especialista en trabajo social por la UNAM, y especialista en desarrollo rural por la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. Maestra y

Doctora en Desarrollo Rural por la UAM Xochimilco, realizó una estancia posdoctoral en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), unidad Pacífico sur. Ha trabajado desde 2002 con organizaciones de pequeños productores aglutinados en redes de comercio justo. Consultora independiente para la Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños Productores de Comercio Justo (CLAC) de 2019 a 2021, trabajando con jóvenes de las regiones México, Centroamérica y el Caribe. Su investigación ha versado en torno al comercio justo, la economía solidaria, la perspectiva de género en las organizaciones campesinas y la sustentabilidad. Actualmente se encuentra adscrita a la Escuela Superior de Turismo del Instituto Politécnico Nacional, es nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ha sido evaluadora para el SNI y ha dictaminado diversos artículos, libros. También ha formado parte del Comité Evaluador de la Cátedra Interinstitucional Arturo Warman. En términos de publicaciones cuenta con dos libros coordinados, diversos capítulos y artículos en revistas nacionales e internacionales. Actualmente sus líneas de investigación son Cambio y Desarrollo Social con énfasis en turismo rural, autonomías, sustentabilidad y economía solidaria. Desde el 2023 a la fecha dirige un proyecto de investigación sobre el turismo rural sustentable en el Geoparque Mundial Mixteca Alta, Oaxaca, trabajando en conjunto con el Instituto de Geografía de la UNAM, unidad territorial Oaxaca.

Juan Carlos Torres, Elizabeth Chaparro-Cañola y José Andrés Posada-Marín

Juan Carlos Torres Alape es Ingeniero Catastral y Geodesta, especialista en Gestión territorial y avalúos, y candidato a magíster en Ingeniería. Sus líneas de investigación se centran en la aplicación de la geoestadística al entendimiento de la distribución espacial de los procesos ambientales. Actualmente, es docente ocasional de la IU Digital de Antioquia en el programa de Tecnología en Gestión Catastral y Agrimensura. En esta institución hace parte del grupo de investigación INDDES (Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social).

Elizabeth Chaparro Cañola es Ingeniera Agropecuaria, especialista en sistemas de información geográfica, especialista en formulación y evaluación de proyectos y magíster en tecnologías de la información geográfica. Sus líneas de investigación se centran en la aplicación de los SIG en la gestión y planificación territorial. Actualmente, es docente ocasional de la IU Digital de Antioquia en los programas de Tecnología en

Gestión Catastral y Agrimensura, y en la especialización de Inocuidad de Alimentos. En esta institución hace parte del grupo de investigación INDDES (Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social).

José Andrés Posada-Marín

Ingeniero Ambiental, magíster y doctor en Ingeniería Ambiental con énfasis en modelación atmosférica y ecohidrología. Sus líneas de investigación son la ecología urbana, la hidrología, el cambio climático, la calidad del aire y la hidroclimatología, donde aplica la modelación ambiental como herramienta para la toma de decisiones. Su tesis doctoral buscó evidencia a partir de la modelación sobre el papel del bosque amazónico en la regulación hidroclimatología de Suramérica y sus implicaciones para la seguridad hídrica de la región. Se desempeñó como pasante de investigación en la Universidad de Estocolmo, donde contribuyó en la profundización del entendimiento del transporte humedad atmosférica a nivel glocal y del desarrollo de la hidrogeodesía. Actualmente, es docente ocasional de la IU Digital de Antioquia en los programas de Tecnología en Gestión Catastral y Agrimensura, y en las especializaciones de Analítica y Big Data, y Programación Aplicada. En esta institución hace parte del grupo de investigación INDDES (Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social).

Flor Teresa Ramos Guzmán, María de los Ángeles Velasco Hernández y Miguel Ángel Hernández Espinosa

Egresada de la licenciatura en ingeniería Ambiental de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, estudios de investigación en análisis de series de tiempo en estaciones meteorológicas para identificar el cambio climático, participación en el 4° concurso de proyectos de emprendimiento social sostenible y desarrollo de un tema de tesis enfocada en un tema de gran relevancia en el laboratorio de investigación de zeolitas de la BUAP.

Estudios de licenciatura en Ingeniería Química, Maestría en Ciencias Ambientales y Doctorado en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Ha trabajado en inventarios de emisiones del programa estatal ante el cambio climático, además ha realizado investigaciones y publicaciones en relación con la percepción de los productores ante el cambio climático, el impacto de eventos meteorológicos y los

daños que causan a la producción de los cultivos. Actualmente, trabaja en el Instituto de Ciencias de la BUAP con líneas de investigación sobre el cambio climático y aplicaciones de materiales porosos como las zeolitas.

Miguel Ángel Hernández Espinosa realizó estudios de licenciatura en química en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Más tarde realizó su maestría y doctorado en la UAM-Iztapalapa. Dentro de las distinciones tiene la medalla al Mérito Académico por las calificaciones obtenidas en los estudios de posgrado por la UAM-Iztapalapa. Actualmente es profesor con Perfil Deseable PROMEP e integrante del padrón del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I del CONACYT. Es representante del cuerpo académico de Investigación en zeolitas, BUAP-CA-95. Es creador de dos patentes y tiene aproximadamente 435 citas internacionales a sus trabajos. Su área científica de interés contempla la contaminación atmosférica utilizando nanomateriales como las zeolitas, MCM, SiO2, materiales híbridos con aplicaciones biomédicas, arcillas modificadas y moléculas bioactivas.

Juan Ricardo Cruz-Aviña

Profesor-Investigador de TC, (FMVZ-BUAP) desde enero de 2022. Hidrobiológo de profesión (UAM-I), Master y Dr. en Ciencias Ambientales (ICUAP-BUAP), en el área de Medio Ambiente y Salud Pública (Microbiología), especialista en la conservación de organismos acuáticos (Peces, Anfibios y Reptiles nativos). Jefe del Laboratorio de Medicina de la Conservación, Departamento de Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Presidente de la Academia de Acuacultura y Presidente del Área del Cuidado de los ecosistemas para la Biodiversidad. Miembro del Cuerpo Académico Producción Animal (BUAP-CAPA 11) y colaborador en los cuerpos académicos de Patogenicidad Bacteriana (BUAP-CA-309) y de Geoquímica, geomática y prospectiva ambiental (BUAP-CA-384), fue el responsable como Eslabón Académico del Sistema Producto Trucha-Puebla (2017-2020). Premio al Mérito Hídrico por (CONAGUA. 2018) Miembro del SNI (CONAHCYT), Padrón de Investigadores VIEP y perfil deseable PROMEP. Colaborador y arbitro de las revistas RICA (UNAM), HN (Alemania), Mixtec (UTIM), RLAC, MVZ Córdoba (Colombia), Nexo, Topofilia y RLH (UNAM). Otros temas de interés son el Desarrollo Sustentable y la Educación Ambiental para la Conservación

de la Biodiversidad Nativa en México, actualmente es responsable de la política de la Gestión Ambiental de la FMVZ ante la BUAP.

La edición de esta obra estuvo a cargo de Arturo Juárez Martínez,
Alejandro Ángel López Abriz y Rafael Cruz Sánchez.

Se terminó de subir a la red en junio de 2025.

Se empleó tipografía Times New Roman,
tamaño 9, 10, 11, 13, 18, 20 y 24.

Junio
2025


ISBN: 978-607-5926-15-5