

Título: Experiencia de educación interdisciplinaria para afrontar crisis socioambiental en la Cuenca del Atoyac, México

Autores, filiación y correo electrónico:

Ma. del Rocío López Vargas, Departamento de Matemática Educativa, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
rociolopezvbiol@gmail.com

Armando Solares Rojas, Departamento de Matemática Educativa, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
asolares@cinvestav.mx

Ana Ilse Benavides Lahnstein, Instituto Angela Marmont, London Natural History Museum, benavides.lahnstein@gmail.com

Palabras clave:

Introducción:

La situación socioambiental en México y en América del Sur requiere la construcción de formas de acercar la educación a las preocupaciones y necesidades de las comunidades marginadas, compartiendo conocimientos entre educadores, científicos, maestros, líderes comunitarios y formuladores de políticas. En el departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV, surge un proyecto creado específicamente para cubrir este fin: la Red “Comunidad, Ciencia y Educación” (Red CCE), que es una iniciativa creada para co-construir estrategias educativas para comunidades de México y de América del Sur que padecen problemas complejos relacionados con crisis socioambientales, en particular de acceso y contaminación del agua, incorporando una perspectiva que permite reconocer la relación de estas problemáticas con otros desafíos globales, como la pobreza, la marginación y el acceso a la salud. Estas estrategias son construidas de manera dialógica con y para las comunidades afectadas, a partir de sus preocupaciones y necesidades.

Conformamos a la Red CCE un equipo interdisciplinario de investigadores, activistas comunitarios y maestros de diversas organizaciones, escuelas, universidades y centros de investigación, con el objetivo de proponer respuestas educativas relevantes a las condiciones locales y específicas de las comunidades y escuelas. Nuestro trabajo se enmarca en el desafío estratégico de la educación y es un proyecto financiado por el Consejo de Investigación en Ingeniería y Ciencias Físicas (EPSRC, por sus siglas en inglés) del Instituto de Investigación

e Innovación del Reino Unido (UKRI) a través del Fondo de Investigación sobre los Desafíos Mundiales (GCRF).

Nuestra Red CCE está comenzando a trabajar con problemas particulares en comunidades identificadas y crecerá de manera modular, incorporando otros grupos y otros desafíos, compartiendo la diversidad de enfoques necesarios para acercar la educación a los problemas vividos. La Red CCE actuará como un repositorio de habilidades y conocimientos que se mantendrá enfocado en las preocupaciones de la comunidad, aprendiendo con y a través de los académicos y no académicos que tienen experiencia y conexiones en las comunidades involucradas.

Inicialmente nos concentraremos en dos áreas: comunidades rurales del estado de Tlaxcala y comunidades urbanas de la Ciudad de México. Los miembros de la Red CCE han trabajado con comunidades rurales del estado de Tlaxcala desde 2005, participando en investigaciones socioecológicas destinadas a determinar los efectos adversos de la exposición a contaminación ambiental sobre la salud de menores de edad y las personas adultas que viven en la Cuenca del Alto Balsas, en las cercanías del río Atoyac, el tercer río más contaminado de México (Arellano-Aguilar et al, 2015; López-Vargas et al, 2018; 2020). El equipo también tiene vínculos con comunidades en el área de Xochimilco en la Ciudad de México, donde los habitantes enfrentan graves problemas ambientales y de agua.

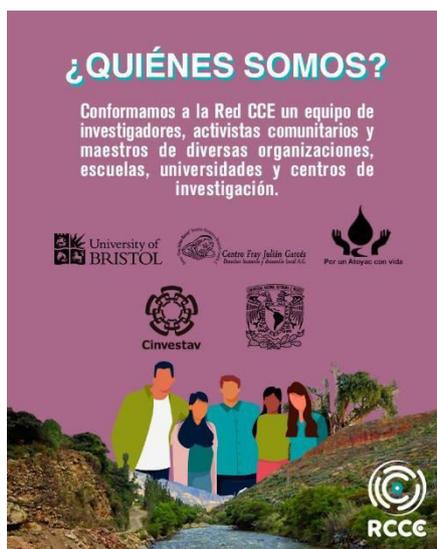
Desde este punto de partida, se planea ampliar la visión de la Red CC y sus causas a más comunidades de México y a las partes interesadas de Argentina, Chile, Perú, Colombia y Brasil durante la vigencia del financiamiento. Los resultados esperados son: la creación de redes entre investigadores (de Ciencias y Educación), formuladores de políticas, maestros y comunidades que enfrentan problemas socioambientales; desarrollar respuestas de educación en matemáticas y ciencias que preparen a las comunidades marginadas para prevenir y responder a las crisis ecológicas, en particular las del agua; construir recomendaciones de políticas curriculares, formación docente, desarrollo profesional y estrategias de enseñanza; comprometerse con los formuladores de políticas en México y más allá; difundir el trabajo de la Red CCE; la construcción de una red sostenible en México y otros países de América del Sur. Estos resultados conducirán a nuevas perspectivas sobre cómo la educación puede hacer más de lo que hace ahora para abordar los desafíos del desarrollo sostenible.

La Red CCE ha identificado las barreras actuales para el acercamiento de la educación a las preocupaciones de las comunidades: limitaciones del plan de estudios en la escuela; mecanismos para que los profesores tomen conciencia de las preocupaciones de la comunidad; dificultades para acceder a datos relacionados con los problemas que enfrentan las comunidades; falta de confianza del maestro para trabajar fuera de los límites de la asignatura. Como Red CCE planeamos abordar cada una de estas limitaciones a partir del trabajo interdisciplinario y colaborativo.



Capacidad del equipo

Los miembros fundadores de la red somos académicos de universidades y centros de investigación mexicanos (Departamento de Educación Matemática, Cinvestav y Sede Monterrey; Facultad de Ciencias e Instituto de Investigaciones Biomédicas Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad Nacional Pedagógica; Universidad Autónoma de Querétaro), universidades sudamericanas (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; y Universidad Nacional de La Plata, Argentina) e instituciones del Reino Unido (Escuela de Educación e Instituto Cabot para el Medio Ambiente, Universidad de Bristol; Universidad de Sheffield; Museo de Historia Natural de Londres). Contamos con antecedentes científicos y educativos en: educación matemática y científica, ecotoxicología, evaluación y comunicación de riesgos socioambientales, salud pública y contaminación ambiental. Además de estos miembros, el Centro “Fray Julián Garcés” por los Derechos Humanos y el Desarrollo Local A.C. es parte de la Red CCE como asociación civil sin fines de lucro. El Centro Fray Julián Garcés acompaña a comités de derechos humanos y grupos comunitarios para enfrentar la devastación socioambiental y la trata de mujeres con fines de explotación sexual en Tlaxcala (<https://www.centrofrayjuliangarces.org.mx>).



Actividades de la Red CCE

Dentro de la planeación de las actividades de la Red CCE está la realización de tres tipos de reuniones para fomentar el intercambio de experiencias, ideas y conocimientos entre todos los actores involucrados para la toma de decisiones comunitarias y educativas. Las reuniones son:

- **Reuniones de inmersión** para identificar temas para la provisión educativa en comunidades marginadas. Las reuniones se realizarán en las comunidades involucradas, aprovechando las experiencias de los líderes locales en cada una de ellas (dos comunidades del estado de Tlaxcala y en dos comunidades urbanas de Xochimilco).
- **Talleres para maestros** para acercar la práctica escolar a las inquietudes de las comunidades (Tlaxcala-Xochimilco).
- **Conferencias plenarias** de la Red CCE, para compartir y difundir nuestro trabajo a nivel nacional e internacional entre profesores, líderes comunitarios, formuladores de políticas, científicos, formadores de profesores e investigadores en educación.



Contexto y necesidades que atiende:

a. Antecedentes clave al trabajo de la Red CCE en las escuelas

Las comunidades de la Cuenca del río Atoyac con las que estamos trabajando han sido gravemente impactadas por la contaminación ambiental producida, en su mayoría, por los procesos de industrialización de Puebla y Tlaxcala en esa región.

Desde inicios de la década de los años 2000, organizaciones civiles de las comunidades afectadas de la Cuenca del Atoyac han realizado registros de casos diagnosticados de enfermedades presentes en habitantes de la zona, como insuficiencia renal, leucemia, púrpura trombocitopénica y anemia (Navarro 2004; Palma y Morales 2011). Sin embargo, las autoridades sanitarias negaron sistemáticamente la existencia de un problema de salud (Méndez et al, 2017a). No fue sino hasta el año 2017 que, a través de la Recomendación 10/2017 de la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), se reconoció:

la violación a los derechos humanos a un medio ambiente sano, saneamiento del agua y acceso a la información, en relación con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes; en agravio de quienes habitan y transitan en los municipios de San Martín Texmelucan y Huejotzingo, en el estado de Puebla; y en los municipios de Tepetitla de Lardizábal, Nativitas e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, en el estado de Tlaxcala. (Méndez *et al*, 2017a, p. 3).

En el proceso de esta lucha, organizaciones de las comunidades afectadas pidieron la participación de investigadores y estudiantes de distintas universidades y centros de investigación para apoyar “con argumentación científica” su propia documentación de la contaminación ambiental y las consecuencias a la salud en sus habitantes. A esta petición ha respondido un grupo de académicos de varias facultades e institutos como la Universidad Autónoma de Tlaxcala, UNAM (Instituto de Investigaciones Biomédicas, Instituto de Ingeniería, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Facultad de Ciencias, Facultad de Economía), la Universidad Iberoamericana de Puebla y la UAM-Azcapotzalco. La sinergia de las organizaciones comunitarias locales (el Centro “Fray Julián Garcés” para los Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C., la Coordinadora “Por un Atoyac con vida”, la Red de Jóvenes en Defensa de los Pueblos), con los académicos han estado trabajando en convenios para exigir el saneamiento y recuperación del río Atoyac, así como la atención y prevención de las enfermedades asociadas con la contaminación.

Las comunidades organizadas con iniciativa y liderazgo, han estructurado campañas de sensibilización en la región mediante talleres y foros públicos de comunicación de riesgo ambiental, elaboración de estrategias de protección y prevención de la contaminación (Méndez et al, 2017b), investigaciones sobre el deterioro ambiental, el desarrollo económico, histórico e industrial de la región, entre otras actividades conjuntas con las organizaciones comunitarias, y campañas de denuncia ante foros internacionales de justicia (ante el Tribunal Latinoamericano del Agua en 2018, el tribunal permanente de los pueblos desde el 2012, y más recientemente con los diputados del Parlamento Europeo que integraron la Caravana Toxi Tour México-Alemania 2019 y 2020) (López-Vargas, 2019).

Algunas de los hallazgos de las investigaciones realizadas con habitantes de las comunidades y muestras de agua del río Atoyac presentados en estos foros documentan:

- Daño genotóxico en muestras de sangre de los habitantes de las comunidades, cuya fuente identificada más probable de exposición son las emanaciones de sustancias volátiles provenientes del río Atoyac (Montero *et al*, 2006; 2020)
- Efectos teratogénicos en embriones de peces (*Danio rerio*) debidos al tipo de sustancias químicas que componen la contaminación del río Atoyac (Arellano-Aguilar et al, 2015)

- Aumento del estrés oxidante en ratas de laboratorio provocada por la exposición a mezclas de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) presentes en el río Atoyac (Belmont et al, 2014)
- Disminución en la capacidad de excreción de compuestos resultantes de la exposición a VOC e incremento en el estrés oxidante y daño genotóxico en muestras biológicas de niños de la comunidad (López *et al*, 2018, Montero *et al*, 2020).

Estos efectos en la salud no se restringen a las comunidades que viven en las orillas del río. En 2008, la CONAGUA determinó un perímetro de 2 km de distancia desde el cauce del río como de mayor riesgo para los pobladores que se encuentran en esa zona (CONAGUA, 2008). A partir de estos resultados Zamora-Almazán (2019) describió la vulnerabilidad de los niños de las comunidades cercanas al río Atoyac por medio de la identificación de la percepción de factores que los hacen más susceptibles de riesgo.

Nuestro trabajo comienza aquí. Tanto las organizaciones comunitarias (especialmente el Centro “Fray Julián Garcés” para los Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C.) como los compañeros de ciencias ambientales de la UNAM son participantes activos de las actividades de nuestra red de trabajo, desde el diseño hasta la impartición de los talleres con los maestros de las comunidades de la Cuenca del Atoyac.

Objetivos:

Construir puentes entre investigadores, responsables políticos, docentes y comunidades afectadas. Estos puentes incluirán conexiones con organizaciones locales e internacionales, incluida la Comisión de Derechos Humanos en México, el Tribunal del Agua de América Latina, la UNESCO y otros programas de las Naciones Unidas.

Definir una agenda de trabajo a largo plazo para desarrollar respuestas de educación en matemáticas y ciencias que prepare a las comunidades marginadas para prevenir y responder a las crisis ambientales, en particular las crisis del agua.

Elaborar recomendaciones para políticas curriculares, formación docente, desarrollo profesional y estrategias docentes. Estas recomendaciones serán a dos niveles; uno vinculado a las comunidades particulares y temas específicos, y un segundo, centrado en la metodología de los enfoques interdisciplinarios y comunitarios relevantes para enfrentar los problemas socioambientales en México y en América del Sur en general.

Metodología:

Talleres de asesoría y acompañamiento con maestros

A continuación, presentamos los ejes de trabajo para el diseño de los talleres y acompañamiento con los maestros de las comunidades de la Cuenca alta del Balsas, en las cercanías del río Atoyac.

Ejes de trabajo para el diseño de los talleres

Proponemos tres ejes para el diseño y la realización de los talleres: la **co-construcción** de los proyectos educativos, el trabajo **interdisciplinario** con los contenidos curriculares y el carácter local de las estrategias y las **respuestas** co-construidas.

Partimos de un trabajo dialógico de *co-construcción* con los maestros de las comunidades, a partir de un modelo de colaboración y construcción de soluciones educativas entre maestros e integrantes de la Red CCE. Buscamos construir un espacio de trabajo que nos conduzca a la producción de estrategias/proyectos didácticamente viables y útiles en las condiciones docentes reales y que tomen en cuenta las condiciones institucionales de las escuelas, como el uso del tiempo, el espacio escolar, los recursos didácticos disponibles, y el plan y programas de estudio vigentes (al respecto, retomaremos lo propuesto por Rockwell et al, 2017).

No pretendemos transmitir a los profesores información científica o soluciones didácticas pre-diseñadas para que, después, ellos apliquen esta información en sus clases. Se trata de que especialistas y maestros construyamos en conjunto estas soluciones educativas específicas para las condiciones locales específicas, tanto ambientales como escolares. Por lo tanto, no se trata de modelos y productos de trabajo “universales” ni “generalizables” a otras escuelas y otros contextos. Se trata de soluciones educativas situadas en los contextos, las restricciones y las posibilidades específicas de cada comunidad.

Buscamos que este trabajo de co-construcción se concrete en el diseño de proyectos didácticos que aborden temas ambientales desde una *perspectiva interdisciplinaria*, en la que las ciencias ambientales y de la salud, las matemáticas, la lengua y las ciencias sociales sirvan como “herramientas” para comprender y, en la medida de lo posible, tomar decisiones sobre los problemas de contaminación, su origen, su evolución y el estado actual de afectación del río Atoyac y de la salud de las personas. No buscamos promover estrategias que den a los estudiantes “las” soluciones; sino proponerles preguntas y proyectos que les permitan

construir sus propias respuestas, así como ofrecerles herramientas útiles para ello. El enfoque didáctico propuesto es el de *resolución de problemas*; es decir, son los problemas ambientales los “organizadores” de la actividad: las acciones para resolverlos y las soluciones obtenidas se derivan y validan de acuerdo con los mismos problemas y sus contextos. No son los contenidos curriculares los que están - a todo costa- en el centro de la organización de todas las actividades del salón de clases. Los contenidos se entienden como las herramientas que pueden ayudar a solucionar lo central: los problemas. De esta manera se promoverá que haya distintos enfoques de solución, herramientas a usarse y formas de validación. Todo esto en un trabajo conjunto entre maestros, científicos ambientales y didactas de las matemáticas y las ciencias, en el cual se reconoce que todos contribuyen con un conocimiento igualmente valioso (esperamos que en futuro se unan al equipo didactas de la lengua y de las ciencias sociales). Un espacio de trabajo en el cual los maestros se sientan libres de dar cuenta de sus propias prácticas, aportar opiniones sobre el manejo del tiempo, la gestión del aula, la factibilidad y viabilidad de las actividades, la necesidad de proporcionar algunas explicaciones; los científicos ambientales proporcionen información y experiencia sobre herramientas científicas que pueden permitir entender y posicionarse frente al problema ambiental; los didactas aporten su conocimiento sobre la enseñanza de las distintas disciplinas, las ventajas de ciertos procedimientos y actividades para el aprendizaje, y la vigilancia de la conexión entre las actividades propuestas y los contenidos contemplados en los programas de estudios. Buscamos retomar experiencias de trabajo con maestros de escuelas multigrado como *Yoltocah* (Rockwell y Rebolledo, 2016).

Para el diseño y desarrollo de los talleres con los maestros proponemos una dinámica de trabajo en la que se combinen:

- Acercamientos a las formas de trabajo y las necesidades de los maestros respecto a la problemática ambiental. Interesa saber cómo actualmente afecta y cómo se está atendiendo en los salones de clases la problemática de contaminación ambiental. Para esto, se contemplaron visitas y entrevistas a las directoras y los maestros de escuelas (San Rafael Tenanyecac y Santiago Míchac, Municipio de Nativitas, Tlaxcala); asistencia a algunas clases, derivadas de posibles invitaciones voluntarias de los

maestros; recuperación de experiencias en los talleres y las sesiones de acompañamiento¹.

- Sesiones de discusión sobre los contenidos y herramientas de las ciencias y las matemáticas que los programas de estudios contemplan para la educación primaria (así como de otras áreas, como la geografía y la lengua). El abordaje se planteó con una perspectiva dialógica interdisciplinaria que permitiera discutir contenidos útiles para el estudio escolar de los problemas ambientales locales.
- Sesiones de diseño de actividades en las que, dirigidos por los intereses y las necesidades de los maestros, los especialistas en ciencias y educación apoyen en el diseño de las actividades y asesoren en la articulación didáctica de contenidos de los programas de estudios de las distintas asignaturas.
- Sesiones de implementación a cargo de los profesores (con apoyo del *enlace* y algún colega de la red si los profesores lo consideran necesario y pertinente).
- Sesiones de discusión de los resultados obtenidos y de diseño de continuaciones de las secuencias o de nuevas secuencias, de acuerdo con los intereses y las necesidades de las comunidades escolares. Se pretende tener una dinámica de tipo “espiral”, con un ir y venir entre los salones de clases de los maestros y las aulas de discusión del taller.

Buscamos que como resultado del trabajo con estos tres ejes se favorezca la creación de *agencia*² en los actores de los procesos educativos. Es decir, nuestro objetivo es que podamos ofrecer herramientas didácticas y científicas útiles para las prácticas de enseñanza de los maestros de estas comunidades, de manera que ellos las incorporen para atender, desde sus salones de clases, los problemas ambientales que enfrentan las comunidades. En última instancia, buscamos que las comunidades escolares tengan la posibilidad de recurrir al estudio de herramientas científicas para el entendimiento de los fenómenos de contaminación del río, que puedan hacer previsiones sobre el impacto de esta contaminación en su salud y que puedan tomar decisiones al respecto.

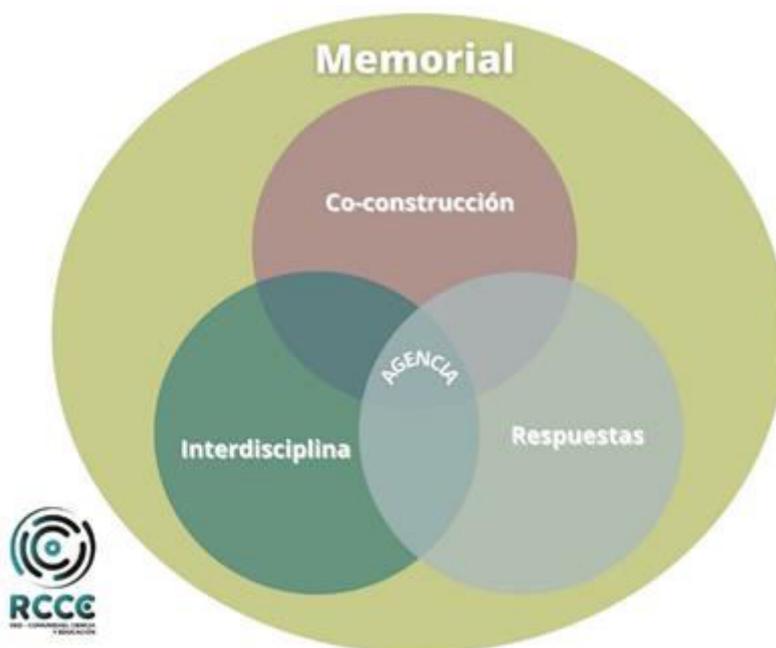
¹ Debido a las limitaciones del tiempo y recursos disponibles para este proyecto, de inicio no estamos contemplando estancias de “tipo etnográfico” en las comunidades y los salones de clases. Aunque, por supuesto, esto sería lo deseable (Rockwell, 2011).

² En este proyecto entendemos la adquisición *agencia transformativa* como un proceso de empoderamiento que deriva en la toma de conciencia y responsabilidad colectivas para la transformación de estructuras institucionales (o institucionalizadas) opresivas (ver Freire, *Pedagogía del Oprimido*, 1968). NOTA: estamos discutiendo cómo aterrizar esta noción.

El Memorial: una propuesta de organizador didáctico

Proponemos construir en cada escuela un “Memorial³ del río Atoyac”, el cual funcionará como un dispositivo organizador del trabajo con las comunidades escolares de la Cuenca del Atoyac. En principio, este *Memorial* sería de carácter temporal y sería presentado como producto final del trabajo de un año, en el marco de algún evento conmemorativo como el Día Mundial de Acción en Defensa de los Ríos (14 de marzo), el Día Mundial del Agua (22 de marzo), el Día Internacional de la Madre Tierra (22 de abril), o en el festival de fin de cursos de las escuelas.

La idea es que el Memorial sirva como un organizador de las actividades que realizaremos con los maestros y, ellos a su vez, con los estudiantes de las escuelas. Este organizador nos permitiría, por una parte, tener presentes los distintos actores que participan en el trabajo de la Red CCE, así como sus contribuciones y necesidades en un nivel global e integrador. Por otra parte, a un nivel local y específico, nos permitiría aterrizar las actividades de la red en el trabajo didáctico específico que proponemos para las escuelas. Proponemos que este organizador sea el espacio concreto en el que se desarrolle el trabajo de los talleres, como se muestra en la figura 1.



³ En sentido restringido, por memorial se entiende todo aquel monumento, construcción o edificación que se erige con el objetivo de que ejerza memoria sobre algún hecho o evento particular. En sentido amplio, un memorial también puede ser un libro e incluso puede tener una forma inmaterial, como un día festivo o una canción con el mismo propósito anterior.

Figura 1. *El Memorial* como un espacio de trabajo con los ejes de diseño y realización de los talleres.

Este Memorial sería un proyecto anual de cada escuela y contaría con la colaboración de los grupos de todos los grados, pero con participaciones heterogéneas y diversas, dependiendo de la pertinencia para los proyectos educativos de cada escuela y cada grado escolar, del nivel de interés de maestros, alumnos y padres de familia, de la disposición de las autoridades educativas locales, etcétera.

El Memorial contaría con tres secciones: “Érase una vez un río”, “El proceso de contaminación del río”, y “La recuperación del río”. La primera sección se referiría a la memoria comunitaria y el pasado histórico-antropológico del río; la segunda, a las características, los riesgos para la salud y a los responsables de la contaminación actual del río; finalmente, la tercera, estaría dedicada a las luchas comunitarias emprendidas por organizaciones de las distintas comunidades de la Cuenca del Atoyac que buscan el resarcimiento de las afectaciones socioambientales y de salud, así como el saneamiento y la recuperación del río Atoyac⁴.

El carácter didáctico del Memorial estaría vinculado, por una parte, con las actividades dirigidas a su instalación, como la búsqueda y adecuación de un espacio físico, la planeación y realización de entrevistas a miembros de la comunidad sobre el pasado del río, la elaboración de mapas y maquetas del río, la recopilación de información sobre la naturaleza y características de los agentes que contaminan al río, etcétera. Por otra parte, a través del Memorial articularíamos el diseño de actividades didácticas directamente relacionadas con conocimientos escolares específicos provenientes de los programas de estudios y, a la vez, útiles para contestar preguntas significativas en relación con los problemas ambientales que afectan a las comunidades.

Proponemos que las actividades relacionadas con los conocimientos escolares se introduzcan a partir de preguntas “detonadoras”. Por ejemplo, preguntas tales como: ¿cómo era el río?, ¿qué hacían los miembros de la comunidad en torno al río?, ¿qué tipo de animales y plantas habitaban en su entorno?, pueden promover la realización de entrevistas a los abuelos de las comunidades. Algunas otras preguntas como: ¿dónde está el río?, ¿de dónde viene?, ¿a dónde

⁴ Es necesario señalar que las organizaciones comunitarias tienen una gran cantidad de productos del trabajo legal, de salud, de ecotoxicología así como histórico, económico y antropológico desarrollado en los últimos 20 años, en conjunto con los equipos de la UNAM, la Universidad de Tlaxcala, y otras instituciones y organizaciones comunitarias y no gubernamentales (ver, por ejemplo, el trabajo del Centro Fray Julián Garcés: <https://www.centrofrayjuliangarces.org.mx/>).

va?, ¿por dónde pasa?, ¿cuánto “mide”?, pueden dar origen a la elaboración e interpretación de representaciones del río, en forma de croquis, mapas o maquetas.

En la figura 2 se presentan algunas de estas posibles preguntas detonadoras y los recorridos didácticos a través de temas y contenidos curriculares que puede permitir su respuesta.

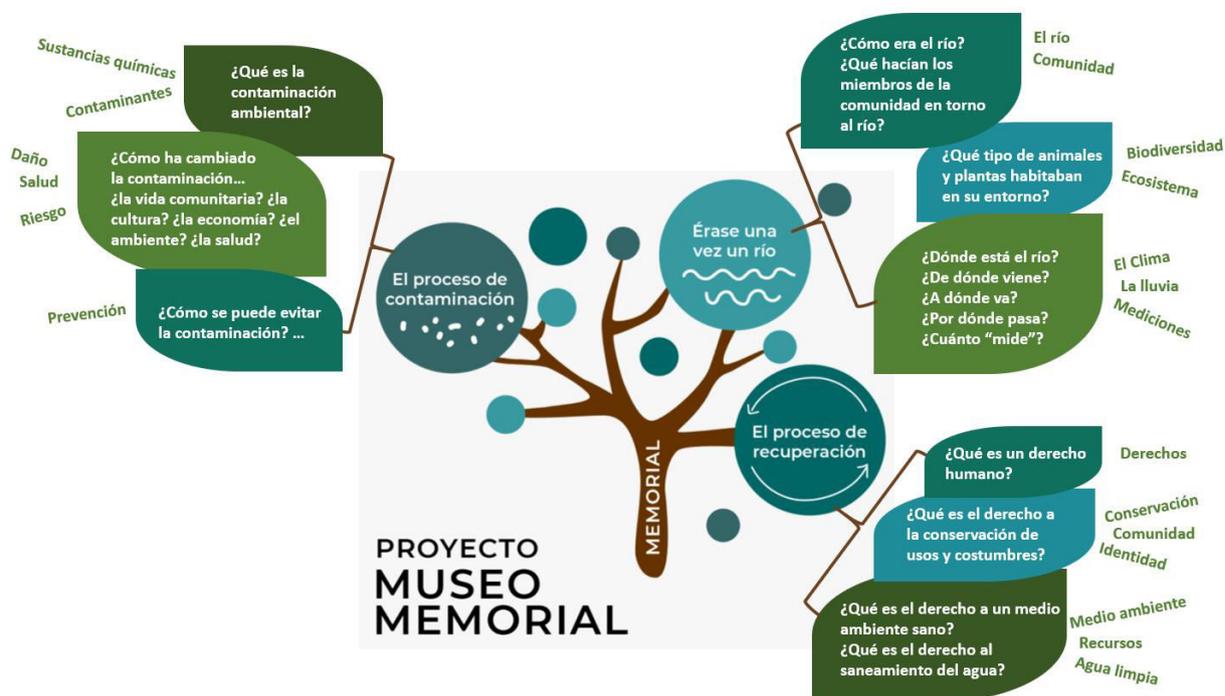


Figura 2. Algunos posibles recorridos didácticos y preguntas detonadoras organizados a través de *El Memorial*.

El propósito de presentar estas posibles preguntas detonadoras y sus recorridos didácticos (figuras 2a y 2b) no es prescribir algún recorrido. Buscamos mostrar el potencial del Memorial para organizar diversas preguntas, múltiples recorridos didácticos y una gran cantidad de contenidos curriculares. Una de las posibles entradas a estos recorridos, la cual proponemos para comenzar el trabajo con las comunidades escolares del Atoyac, consiste en preguntar por *el río*, por su pasado, su presente y su futuro deseable. Pero los recorridos podrían originarse con otras preguntas, por ejemplo, preguntando por las formas de organización comunitaria para *la resistencia* a las problemáticas derivadas de la contaminación ambiental⁵.

⁵ Al respecto, cabe destacar que las comunidades organizadas también están desarrollando proyectos de agroecología, ecotecias y economía solidaria.

Al presentar esta propuesta didáctica a los maestros es muy importante dejar clara la vinculación entre las actividades propuestas y los contenidos de los programas de estudios. De no ser así, nuestra propuesta seguramente será vista como “trabajo extra” a realizarse adicionalmente a la enorme cantidad de tareas que ya les exigen las autoridades educativas. Por esta razón, todas las tareas de planeación, evaluación y elaboración del avance programático serán también objeto de trabajo conjunto entre maestros y especialistas.

Resultados:

Nuestro trabajo puesto en marcha

Si bien, las actividades y los ejes de trabajo mencionados en las secciones anteriores fueron propuestos meses antes de la nueva realidad a la que desde marzo del 2020 nos enfrentamos en México (y meses atrás en diferentes partes del mundo), en el contexto de la pandemia de Covid-19, muchas de las actividades descritas para los talleres de la Red CCE, han podido ser realizadas gracias al compromiso y entrega de las comunidades escolares, organizaciones comunitarias, y de los miembros de las Red CCE, ya que se reconoció como de suma importancia avanzar en la comprensión de las problemáticas socioambientales, que pueden tener graves consecuencias como es la actual pandemia, así como apoyar en las estrategias educativas en la llamada nueva normalidad, para que tanto estudiantes como profesores contarán con las herramientas necesarias para enfrentar los nuevos retos surgidos de esta situación. A partir de la co-construcción dentro de la implementación de los talleres con profesores de la Escuela de San Rafael Tenanyecac, se formaron grupos de trabajo en los que los objetivos de los ejes temáticos han cobrado vida propia y ahora se tienen las secciones: “Reconstrucción histórica del río y la comunidad”, “La contaminación del río Atoyac” y “Derecho de la niñez a un medio ambiente sano y libre de tóxicos”. Estos ejes formarán parte del Memorial en el que se ha ido avanzando con estrategias didácticas que integran un trabajo global y comunitario que podrá ser mostrado inicialmente de manera virtual en la plataforma de la Red CCE <https://red-comunidadcienciaeducacion.org> , y cuando las condiciones sean favorables, mediante una sala física en la escuela.

Finalmente, pensamos que trabajar así, desde las necesidades de cada comunidad escolar y a través del Memorial, puede provocar un efecto de “resonancia” que amplifique y

multiplique los esfuerzos por recuperar y sanear el río Atoyac, así como reforzar los trabajos que las comunidades organizadas llevan actualmente a cabo.

Referencias:

- Arellano, O., Solís-Angeles, S., Serrano-García, L., Morales-Sierra, E., Méndez-Serrano, A., Montero-Montoya, R. 2015. Use of the Zebrafish Embryo Toxicity Test for Risk Assessment Purpose: Case Study. *Journal of Fisheries Sciences*, 9(4): 52-62.
<https://drive.google.com/file/d/1rRkz56amGktRSDhGYIWqkwgSYFNM9m08/view?usp=sharing>
- Belmont, D.J., López-Gordillo, A.P., Molina, Garduño, E., Serrano-García, L., Coballase-Urrutia, E., Cárdenas-Rodríguez, N., Arellano-Aguilar, O., Montero-Montoya, R.D. 2014. Micronuclei in bone marrow and liver in relation to hepatic metabolism and antioxidant response due to coexposure to chloroform, dichloromethane, and toluene in the rat model. *Biomed Res Int* 2014: 425070.
- Carriquiriborde p., Mirabella P., Waichman A. and Van der Brink P (2014) Aquatic risk assessment of pesticide in Latin America. *Interated Environmental Assessment and Management* 4: 539-542.
- CONAGUA. 2008. *Evaluación del riesgo sanitario ambiental de las zonas aledañas al río Atoyac* (resumen ejecutivo), 1–13.
- López-Vargas R., Herrera-Morales S., Oropeza F., Mercado-FA., Arellano-Alvarado O., Hernández-Cadena L., Albores-Medina A., Montero-Montoya R. (2018). Oxidative Stress Index is increased in children exposed to industrial discharges and is inversely correlated with metabolite excretion Of VOC. *Environ and Mol Mutagen*, 59: 639-652.
- López-Vargas R. (2019). *Índice de estrés oxidante en niños expuestos crónicamente a compuestos orgánicos volátiles, y su relación con polimorfismos genéticos de metabolismo de xenobióticos*. Tesis doctoral no publicada. Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.
- Méndez Serrano, A., Rosas Landa, O., Martínez Rodríguez, A., Galicia Alonso I., González Juárez, G., Olvera Carvajal, A. E., Rosado Zaidi, S. J., Hernández García, M. G., and López Santos, J. D., Lara Vázquez, A. (2017a). *Síntesis de la Recomendación 10/2017 de la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH)*. Tlaxcala, México: Centro “Fray Julián Garcés”, Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C.
<https://drive.google.com/file/d/1aH0IEofEVFGjKQIEIeAIEd0P9zFGtska/view?usp=sharing>
- Méndez Serrano, A., Rosas Landa, O., Martínez Rodríguez, A., Galicia Alonso I., González Juárez, G., Olvera Carvajal, A. E., Rosado Zaidi, S. J., Hernández García, M. G., and López Santos, J. D. (2017b). *Propuesta comunitaria para el saneamiento integral de la cuenca Atoyac-Zahuapan y la reparación del daño a las comunidades*. Tlaxcala, México: Centro “Fray Julián Garcés”, Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C.
https://drive.google.com/file/d/1G5nWoUQvJ_2pkDWuPJXgILQFuOkjydXj/view?usp=sharing

- Montero, R., Serrano, L., Araujo, A., Dávila, V., Ponce, J., Camacho, R., Morales, E., Méndez, A. (2006). Increased cytogenetic damage in a zone in transition from agricultural to industrial use: Comprehensive analysis of the micronucleus test in peripheral blood lymphocytes. *Mutagenesis* 21: 335–342.
- Montero-Montoya Regina D., López-Vargas R., Méndez-Serrano A., Galicia-Alonso I., García-Vargas G., Serrano-García L., Beltrán-Portugal R., Rosado-Zaidi S., Albores-Medina A., Oropeza-Hernández L., Hernández-Cadena L., Mercado-Calderón F., Alvarado-Toledo E., Herrera-Morales S., Arellano-Aguilar O. (2020) Increased micronucleus frequencies in reticulocytes of children exposed to industrial pollution: oxidative stress and the OGG1 S326C polymorphism. *Mutat Res Gen Tox En*, 853, 503170.
- Navarro, I., Flores, E., Valladares, R. (2004). Estudio Ambiental. Informe. In: Morales Eduardo (ed.), *Ambiente y Derechos Humanos*. Centro Fray Julián Garcés, Derechos Humanos y Desarrollo Local A. C., Tlaxcala, México 27–59 p.
- Palma, R. y Morales, S. (2011). *Derecho al agua Retos y perspectivas Acceso a la justicia en la contaminación de ríos de México. El Salto Jalisco y el Atoyac Puebla*. Centro Atoyac Zahuapan y Calidad de Vida S. C. y de Un Salto de Vida A. C., Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).
- Rockwell, E. (2011). *La experiencia etnográfica. Historia y cultura en procesos educativos*. Buenos Aires: Paidós.
<https://drive.google.com/file/d/1ZVPjYZaJTWVFgmPnULtj3uWxpnWDrIOy/view?usp=sharing>
- Rockwell, E. y Rebolledo Angulo, V. (2016). *Yoltocah: Estrategias didácticas multigrado*. México.
https://drive.google.com/file/d/1yPCEwAwWldAg6RD0b_VR9eaB7afxhhE8/view?usp=sharing
- Rockwell, E., Mendoza von der Borch, T., Rebolledo Angulo, V. y Tapia Álvarez, M. E. (2017). Mediating research and practice: The dilemmas of designing didactic sequences by integrating teacher knowledge and research on teaching. *Revue française de pédagogie. Recherche, politique et pratiques en éducation* /2, 201: 53-60.
<https://drive.google.com/file/d/1by4F6pdknziAhCQNT7-cyus5VKRZ0laU/view?usp=sharing>
- Zamora-Almazán. (2019). *Factores de vulnerabilidad socioambiental en relación con fuentes de contaminación en Puebla-Tlaxcala*. Tesis de maestría no publicada. Facultad de Ciencias, UNAM.
<https://drive.google.com/file/d/1hRekdtRfKH4PlqNCWrHtWkBCeBtHncGo/view?usp=sharing>