

Una alternativa de paz para la captación de lluvia en el Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, México

 **Vázquez Melgar, Ricardo Donato**

Una alternativa de paz para la captación de lluvia en el Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, México

Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana, vol. 9, núm. 19, 2024

Red Construyendo Paz Latinoamericana

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=668176026015>

DOI: <https://doi.org/10.35600/25008870.2024.19.0301>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Una alternativa de paz para la captación de lluvia en el Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, México

A peaceful alternative for rain collection in the Technological Baccalaureate, Ignacio López Rayón, Mexico.

Ricardo Donato Vázquez Melgar
Universidad Mexiquense del Bicentenario, México
ricardo-vazquez24@hotmail.com
 <https://orcid.org/0009-0007-8465-5475>

DOI: <https://doi.org/10.35600/25008870.2024.19.0301>

Recepción: 28 Julio 2023
Aprobación: 27 Noviembre 2023



Acceso abierto diamante

Resumen

El presente artículo expone cómo el desarrollo de un sistema de captación pluvial en el Centro de Bachillerato Tecnológico (CBT), Ignacio López Rayón, ha reducido la dependencia de fuentes de agua potable convencionales, siendo una opción sustentable para abastecer a la población escolar. El CBT presentaba una situación crítica que tiene como causa la carencia del recurso hídrico suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad escolar, provocando un clima de malestar y conflictos, afectando el desarrollo escolar de los jóvenes inscritos en la institución. Para solucionar la carencia de agua potable que se tiene en la institución, se realizó la instalación del sistema de captación de agua pluvial, primero se hizo un estudio para determinar el volumen a recuperar a través de la medición de superficies aptas para la captación y se estimó una demanda anual de agua de 928 m. para los sanitarios. El proyecto busca satisfacer el derecho de la comunidad escolar al recurso hídrico reduciendo significativamente los tipos de violencia que generaba su desabasto y ampliar la matrícula escolar para ser una opción de educación media superior para los jóvenes. La realización del proyecto de captación de agua de lluvia permitió la participación de la comunidad escolar en la construcción de un sistema que mejora las condiciones de bienestar, contando con recursos hídricos suficientes en base a la iniciativa y trabajo conjunto que concede el aprendizaje de una cultura participativa en beneficio de la comunidad.

Palabras clave: Agua, Almacenamiento, Captación, Conducción, Distribución, Paz integral, Water, Storage, Catchment, Driving, Distribution, Integral peace.

Abstract

This article exposes how the development of a rainwater collection system at the Technological Baccalaureate Center (CBT), Ignacio López Rayón, has reduced dependence on conventional drinking water sources, being a sustainable option to supply the school population. The CBT presented a critical situation caused by the lack of sufficient water resources to satisfy the needs of the school community, causing a climate of unrest and conflict, affecting the academic development of the young people enrolled in the institution. To solve the lack of drinking water in the institution, the installation of the rainwater collection system was carried out. First, a study was carried out to determine the volume to be recovered through the measurement of surfaces suitable for collection and estimated an annual water demand of 928 m³ for toilets. The project seeks to satisfy the school community's right to water resources by significantly reducing the types of violence generated by its shortage and expanding school enrollment to be an upper secondary education option for young people. The realization of the rainwater harvesting project allowed the participation of the school community in the construction of a system that improves well-being conditions, having sufficient water resources based on the initiative and joint work that grants the learning of a culture participatory for the benefit of the community.

Introducción

La conservación del planeta y el mantenimiento de una vida sustentable no está lejos de ser la mejor forma o quizás la única manera en que podamos convivir en paz. No es casualidad que el objetivo 16 de la agenda 2030 apunte a la “promoción sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles” (ONU-CEPAL, 2016, pág. 39). La afectación o alteración de un solo elemento del medio ambiente se puede convertir en un multiplicador de derechos transgredidos, pues esa misma persona que no tiene acceso al agua, no tendrá comida y por ende no podrá ir a la escuela, entonces su derecho a la educación también se verá afectado.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), establece que la acción ambiental sea parte de las estrategias de prevención de conflictos, mantenimiento de la paz y consolidación de la paz, ya que no puede haber una paz duradera si se destruyen los recursos naturales que sustentan los medios de vida y los medios de subsistencia de Paz. La paz ha sido tradicionalmente entendida para toda la sociedad, como un asunto de seres humanos, es decir, un compromiso activo con el cambio positivo de la sociedad, manifestado de múltiples formas, como la ayuda, la inclusión, el reconocimiento y la toma de decisiones a favor de la justicia.

Por lo tanto, el medio ambiente natural brinda una base sólida para que las personas puedan disfrutar de sus derechos, en este sentido, trabajar por la preservación del mismo y el cumplimiento de las metas del milenio se traduce en la garantía de gozar de todos nuestros derechos humanos. El acceso al agua es un derecho humano fundamental, pero muchas personas aún no tienen acceso, aun cuando es esencial para la vida humana. De acuerdo con (Ribeiro, 2018), el derecho humano al agua nace en el ámbito del Derecho de Aguas y se proyecta al Derecho Internacional de los Derechos Humanos, que regula el uso, dominio, conservación y preservación de las aguas, siendo crucial para hacer efectivo este derecho a todas las personas. Por lo que (Ribeiro, 2018), menciona que, en el 2003, la Organización Mundial de la Salud declaró que “la accesibilidad física significaba que todos deberían tener acceso a los servicios de agua de una forma segura y fácil” (Ribeiro, 2018, pág. 254)

Un problema irresoluble ha sido el crecimiento poblacional, el desarrollo económico ha provocado grandes polos de desarrollo con altas concentraciones urbanas que han agravado el deterioro ambiental incrementando la presión sobre los recursos hídricos generando escasez en otras regiones. Por lo que (Martinez et al, 2019), señalan que la crisis del agua es el tercer riesgo global de mayor impacto y probabilidad de que ocurra, además de que a nivel global se ha fallado en la mitigación del calentamiento y adaptación al cambio climático, lo que agrava la gestión del agua.

De acuerdo a (Escobar, et al, 2009), en 1989 se creó en México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como un órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), con el objetivo de establecer un marco jurídico para regular el agua y su uso y dar respuesta a las demandas sociales en torno al agua, para prevenir la contaminación y tomar las medidas a mediano y largo plazo para garantizar el derecho al vital líquido. Fue así que el primero de diciembre de 1992 se publicó la Ley de Aguas Nacionales, cuya principal propuesta fue la “gestión integrada del agua”. Bosquejo de la evolución institucional (Escobar, 2009).

El agua es esencial para la vida, y diversos factores como el mal uso del recurso, su desperdicio, contaminación y el cambio climático han provocado situaciones críticas en varias regiones del mundo. Su disponibilidad se ha reducido mientras que las demandas de los sectores han aumentado continuamente por lo que la gestión sustentable del vital líquido es clave para el bienestar humano.

De acuerdo con (Guerrero et al, 2021), durante las últimas décadas el mal uso del agua ha incrementado la contaminación y el estrés hídrico en todo el mundo, generando graves consecuencias para la salud pública y el desarrollo económico, sin embargo, el autor identifica que el principal problema es la forma en que los gobiernos han gestionado y regulado su uso. Los problemas en torno a los usos del agua serán cada

día más complejos y es necesario desarrollar una cultura que procure su cuidado y la autogestión comunitaria para aprovechar este recurso en temporada de lluvias.

En México comenzamos a afrontar problemas graves en algunas entidades del norte del país. A pesar de que nuestro país cuenta con casi 2 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable por año, es considerado como un país con baja disponibilidad de agua. Según información de (Guerrero et al, 2021), el 22% del agua dulce disponible en el país escurre por los ríos, mientras que el 6% se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos y el 73% del agua se evapora y regresa a la atmósfera. Debemos comenzar a proponer una gestión comunitaria del agua que permita el aprovechamiento eficiente del recurso pluvial lo que además de satisfacer las necesidades humanas propiciará un clima de convivencia armónica.

El agua pluvial se convierte en un recurso fundamental para abastecer de agua en regiones donde la población que carece del vital líquido. Sin embargo, es preciso reconocer que la precipitación pluvial depende de muchos factores, varía de acuerdo a la altitud, temperatura y orografía. Para el valle de México, ubicado en la región centro y una de las que concentra mayor densidad de población, se podría “almacenar de 400 a 1,500 litros por metro cuadrado (l/m²) al año; ello implica que, si se cuenta con una superficie de captación de al menos 50 m², se podrían almacenar de 20 a 75m³/año” (Quintana, 2023, pág. 15).

De acuerdo a (Quintana, et al, 2023), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), delimitó el país en trece Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), la región XIII corresponde al Valle de México que integra a 16 alcaldías de la Ciudad de México, más partes de tres entidades, el Estado de México (solo 50 municipios), Hidalgo (solo 15 municipios y Tlaxcala (solo 4 municipios) que suman 105 alcaldías, se trata de la RHA “más poblada y al mismo tiempo es la región de menor extensión territorial” (Quintana, 2023, pág. 7).

Por otra parte (Martinez et al, 2021), exponen que la pandemia de Covid-19 dejó al descubierto el problema del agua, en el Estado de México tuvieron que subir el costo en algunos municipios, el confinamiento cuadruplicó el consumo en casa habitación, por lo que es urgente que se trabaje sobre el tema. De la misma manera, los autores señalan la necesidad de que la gestión del agua debe llegar a los distintos sectores, no depender exclusivamente del gobierno, debe participar el sector industrial, el de servicios y la población en general.

Es superar la transición que va de la gobernabilidad a la gobernanza; es decir, generar nuevos mecanismos de participación y corresponsabilidad con miras a su institucionalización; se trata de la colaboración entre organizaciones de la sociedad civil, sector privado, ciudadanía en general y el gobierno (Martinez, 2021, pág. 178).

Situándonos en el municipio de Rayón del Estado de México, tiene una población de 15, 972 habitantes en el censo de 2020. Siendo los grupos de edad, jóvenes, los que concentran la mayor población, de 10 a 14 años con 1,591 habitantes, el rango de 15 a 19 años con 1,512 habitantes, seguido por el grupo de edad infantil de 5 a 9 años. En lo que se refiere al porcentaje de la población, el censo arroja los siguientes resultados: el 33.6% de la población reportaron tener solo la secundaria, mientras el 24.5% el nivel medio superior (DATA México, 2020).

De acuerdo a (Arreola de la Mora, 2018), la ley del Agua del Estado de México y municipios restringe el suministro de agua potable, lo cual viola el derecho humano al agua garantizando en el artículo 4° de la Constitución Mexicana, ya que el artículo 159 de la Ley Estatal no contempla ninguna de las previsiones establecidas por organismos internacionales. La Ley en comento fue promulgada mediante Decreto el 22 de febrero de 2013, a lo que el autor expone que:

[...] legislación que de acuerdo con la presente investigación inobserva adecuadamente en perjuicio de la sociedad Mexiquense el derecho humano al agua establecido en la Constitución Mexicana, así como el derecho al agua dispuesto en la Observación General número 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, al no contemplar a su vez, alguno de los criterios establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo del 2006 (Arreola de la Mora, 2018, pág. 217).

Quizá las dificultades que representan para las autoridades de dotar de este servicio a todas las comunidades y municipios, les llevó a reservar su cumplimiento, es conocido que nuestra entidad es muy

diversa en varios sentidos, con núcleos urbanos con alto desarrollo económico y zonas rurales con altos niveles de marginación, por lo que suele suceder que la gente se organiza para superar dificultades en servicios que le afectan en su vida cotidiana.

En el municipio de Rayón, con referencia al servicio de agua entubada o potable, se reconoce como uno de los servicios deficientes, derivado de la falta de agua potable que existe en el municipio, y el poco o casi nulo suministro con el que cuenta el Centro de Bachillerato Tecnológico de este tan preciado líquido, se optó por buscar estrategias para poder abastecer a la institución de agua, ya que sin este vital líquido no es posible el funcionamiento de la misma. Por lo que se recurrió a planear un sistema de captación de agua de lluvia, que conjunta técnicas y dispositivos diseñados para recolectar y almacenar el agua que cae en temporada de lluvia, con el objetivo de aprovechar esta agua como una alternativa al servicio municipal logrando mejorar la autonomía de nuestro centro escolar. El aprovechamiento del agua de lluvia se ha convertido en un incentivo para la gestión y el uso eficiente del agua. De esta forma, está siendo utilizada principalmente para el uso de los sanitarios de la institución. Por tal motivo se optó por instalar un sistema de captación de lluvia, que pueda abastecer a toda la comunidad escolar y dejar de depender de un suministro que no nos garantiza satisfacer las necesidades de la comunidad escolar del CBT Ignacio López Rayón. En la Figura 1 se puede observar de qué elementos se compone un sistema de captación de lluvia.

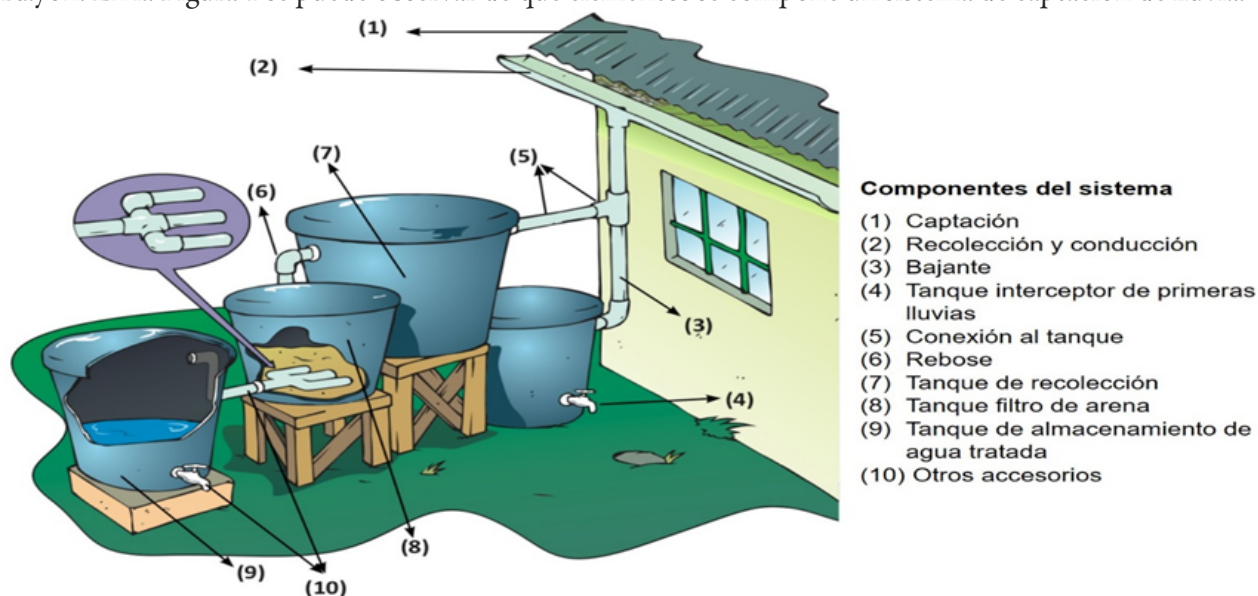


Figura 1

Sistema de captación de lluvia
Cisneros (s/f), Tecnologías de A&S

El desarrollo del trabajo consistió en generar una metodología de diseño considerando la estimación de la precipitación con una probabilidad del 75% de ocurrencia y el dimensionamiento del sistema de almacenamiento. Los resultados sugieren que la captación de agua de lluvia puede ser económicamente más viable que la extracción del agua subterránea cuando la demanda es baja, además representa una contribución al desarrollo sostenible del municipio.

Como todo sistema, presenta ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas se tienen las siguientes: no depende de la red de abasto ni de las interrupciones que hay en el suministro, reduce la infiltración y la erosión ya que el agua de lluvia recarga los acuíferos, no depende de empresas públicas o privadas, ni de servicios públicos, no representa gasto ni pagos para quienes la recolectan y está libre de cloro, ayuda a reducir la demanda de suministro público, promueve la concientización del uso del agua en la sociedad, entre otras. Entre sus desventajas podemos comentar que el agua de lluvia no es controlable durante las épocas de sequía, puede llegar a contaminarse por materias orgánicas y contaminantes atmosféricos, las cisternas aumentan los costos de construcción y puede ser limitante para las escuelas que tienen pocos recursos, si la cisterna o el tanque de captación no se protege puede inducir a la presencia de mosquitos y algas marinas.

El medio ambiente natural es muy importante para el desarrollo humano, una relación positiva entre las personas y el medio ambiente natural permite que las personas se desarrollen plenamente y alcancen mayores beneficios. Por ejemplo, el contacto con la naturaleza, los jóvenes deben entender que cuidar el medio ambiente es cuidar la vida humana, es importante que sepan que los humanos tienen la responsabilidad de utilizar los recursos de manera inteligente para sobrevivir, no para destruir.

Cuidar el mundo es cuidarnos a nosotros mismos. Los adolescentes deben saber que sus acciones marcan la diferencia y que, a medida que protegemos el medio ambiente que nos rodea, podemos proteger nuestro país y nuestro planeta y garantizar un legado sobreviviente para las generaciones futuras.

La captación de lluvia o agua pluvial se utiliza para diversos fines, como el riego de jardines, el lavado de pisos, la limpieza de espacios exteriores, el uso doméstico, o incluso el consumo humano en aquellos lugares donde el agua potable escasea, es una alternativa que nos permite aprovechar uno de los recursos más valiosos y abundantes que poseemos: el agua, en un mundo donde el acceso al agua potable se está volviendo cada vez más limitado, es necesario implementar técnicas que nos permitan ahorrar agua y disminuir nuestra dependencia de los sistemas de suministro tradicionales (Anaya, 1998).

El funcionamiento de un sistema de captación del agua pluvial es una solución eficiente y sostenible para aprovechar el recurso natural más preciado del planeta: el agua. A medida que los recursos hídricos se vuelven más escasos, es indispensable buscar alternativas para garantizar el abastecimiento y, al mismo tiempo, promover el ahorro del vital líquido.

Diseño metodológico

El método de investigación que se utilizó para este artículo, fue el de etnografía para la paz, que desde un punto de vista etimológico proviene de *ethnos* (pueblo) y *graphos* (descripción), se puede entender en su complejidad como enfoque investigativo, trabajo etnográfico y texto etnográfico, que finalmente describe, explica o reflexiona realidades importantes, producto de un trabajo de campo realizado por el investigador en interacción directa con una población que comparte una cultura, en sentido amplio o restringido, un espacio o un territorio delimitado y un tiempo definido. Es una manera particular de estudiar el presente y también el pasado, a partir de la observación rigurosa de la realidad vivencial y del análisis de documentos que existan sobre los sujetos y objetos (Sandoval-Forero, 2013).

El método cualitativo etnográfico para los estudios de la paz, posibilita conocer fenómenos sociales que no son susceptibles de estudiarse a través de métodos cuantitativos, estadísticos u otros medios de escasa profundidad en la indagación, la descripción, la reflexión, la comprensión y la explicación de manera inductiva. Este método presenta estrecha relación con las técnicas de recolección de información, las herramientas utilizadas, la clasificación de los datos cualitativos, el análisis y la(s) teoría(s) empleada(s) para elaborar el texto etnográfico. Sin duda, la complejidad es parte de la esencia del método etnográfico, por lo que las presentes notas pretenden introducir a los lectores en el conocimiento de las bases de la investigación etnográfica para la paz, teniendo presente que se trata de un enfoque que relaciona de manera indisoluble el método etnográfico con las teorías para la paz (Sandoval-Forero, 2013).

La etnografía se refiere al trabajo, el proceso o la forma de investigación que nos permite realizar un estudio descriptivo y un análisis teóricamente orientado de una cultura o de algunos aspectos concretos de una cultura, y, por otra, al resultado final de un trabajo. El nuevo paradigma de los estudios para la paz, que bien se puede particularizar (además de la paz propiamente) en los estudios de los conflictos, las violencias, la interculturalidad para la paz, la democracia, la diversidad étnica, social y cultural, la convivencia, las paces, entre otras, se caracteriza por ser interdisciplinar, de manera que puede abordar los sujetos o los objetos de investigación con enfoques, perspectivas, metodologías y teorías diversas. Esto implica que todas las disciplinas sociales, sus métodos, sus técnicas y todas las teorías, son susceptibles de ser empleadas en las investigaciones para la paz, siempre y cuando cumplan, al igual que en sus disciplinas, con el rigor propio de toda fundamentación científica (Ruiz, 2008).

El universo de estudio fue la comunidad escolar del CBT Ignacio López Rayón, se planteó una encuesta sobre el apoyo de la comunidad al proyecto, la respuesta fue positiva, el 100% de los encuestados aprobó la

realización del proyecto. Debido al poco suministro de agua potable (2.5 horas al día) que abastece, la red hidráulica del municipio de Rayón, a nuestro centro educativo, pone en riesgo la salud de la comunidad escolar, ya que no es suficiente para una población aproximada de 250 personas que conviven en la institución, incluyendo maestros, alumnos y personal administrativo, por tal motivo no tienen una convivencia pacífica derivada del entorno social en el que se desarrollan. Los conflictos en la comunidad escolar son múltiples, desde la higiene de los sanitarios, el lavado de las manos, el uso de los sanitarios que genera más problemas a la población femenina, así como los constantes reclamos porque la población masculina usa áreas verdes y zonas menos concurridas para hacer sus necesidades fisiológicas, en general la incomodidad de no contar con el recurso hídrico suficiente para necesidades básicas.

Se le expuso a la comunidad escolar que si el Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, cuenta con un sistema de captación de agua pluvial, que permita garantizar el abasto continuo durante todo el año, suficiente para poder utilizar los sanitarios del plantel de tal forma que estos se encuentren en condiciones óptimas, es decir, limpios y libres de residuos contaminantes. Se podrá fomentar una convivencia pacífica a través de la reutilización del agua, teniendo una mejor limpieza personal, creando conciencia en la sociedad y sus autoridades sobre el uso de tecnologías alternativas para la dotación de agua, teniendo un impacto en la transformación de sus relaciones en el espacio áulico y en el nivel académico de los estudiantes.

Para poder realizar la instalación del sistema de captación de agua pluvial, en la institución, se inició analizando la precipitación promedio en el municipio de Rayón, considerando la información de la estación hidra climatológica, se obtuvo el dato de 779 mm/año/m², distribuidos predominantemente en los meses de verano. Después se hizo un plano de la escuela para medir las superficies aptas para captar la lluvia, que además sirvió más adelante para presupuestar la tubería, los canalones y la ubicación de los demás elementos. Una vez teniendo los datos sobre precipitación y superficies de captación, se estimó el volumen de agua de lluvia que se podría recibir en los 1,486.6 m² de techos de los seis edificios de la escuela, dando por resultado 1,061 m³, se contempló un 10% de pérdidas por evaporación, filtración o condiciones de la superficie de captación, obteniéndose un volumen potencial de 965 m³/año. Estos son los resultados que indican la cantidad aproximada de agua que se puede captar, de acuerdo a las dimensiones de las instalaciones de la institución. Para saber cuánta agua demandan los sanitarios, se estimó un volumen anual de 928 m³, que es la cantidad de agua que se utilizara durante los 232 días hábiles/año, que son los que labora la institución, y el posible incremento de su matrícula, en un futuro.

Realización del proyecto para captación de agua de lluvia en el CBT Ignacio López Rayón

En términos generales el sistema funciona colectando el agua de lluvia que cae sobre los techos impermeabilizados de seis edificios, teniendo una superficie de 1487 m², para almacenarla en depósitos y después ser bombeada a tinacos que surten a los sanitarios. Sin embargo, no es tan simple su construcción, para esto es necesario conocer un poco más de las partes que componen el sistema.

El proceso de captación de lluvia consiste en recolectar el agua que cae sobre los techos de seis edificios y almacenarla en depósitos para su posterior uso en los sanitarios. El proceso implica la instalación de cinco elementos principales: el techo, las canaletas, los tubos de bajada, el depósito de almacenamiento y el sistema de bombeo. El techo juega un papel fundamental en la captación de agua de lluvia, las canaletas recogen el agua y los tubos de bajada la canalizan hacia un depósito de almacenamiento, el sistema de bombeo eléctrico sube el agua a los tinacos para ser utilizado en las necesidades de consumo. Es importante filtrar el agua para garantizar su calidad, para evitar la entrada de basura los canalones tienen una malla metálica. Es importante tener en cuenta que el agua de lluvia recolectada no siempre es apta para el consumo humano, ya que puede contener sustancias contaminantes procedentes de la atmósfera o de la superficie por la que se recolecta.

En lo que se refiere al sistema de conducción, lo podemos describir de la siguiente manera, lo forman tubos, canalones y válvulas que permiten transportar el agua captada por los techos hacia cuatro depósitos.

Se insertan tubos de PVC en los techos planos para concentrar los escurrimientos, los canalones ayudan a recibir el escurrimiento de los techos y se les coloca una malla metálica para evitar el paso de basura, el flujo de agua se dirige a los tanques a través de los tubos mientras que los tanques se ubican cerca de los puntos de entubamiento para reducir costos en tuberías adicionales.

En lo que refiere al almacenamiento, se creó un depósito de la lluvia que consta de cuatro tanques con una capacidad de 80 m³ (80000 litros) cada uno. Realizados con geomembrana, que conforma una barrera resistente y están techados para evitar la luz solar (lo que evita el crecimiento de algas y la entrada de polvo). El agua recolectada debe ser almacenada de forma segura y limpia para su posterior uso.

Una vez filtrada y almacenada, el agua pluvial se utiliza para riego, limpieza y sanitarios. Los tanques tienen válvulas para extraer excedentes y cerrar la comunicación con el cárcamo de bombeo, los sistemas distribuyen el agua mediante gravedad o bombas. los tanques se intercomunican mediante una red subterránea y se usa para medir los volúmenes. El agua se recolecta en cuatro tanques de 80 m³ cada uno, un almacenamiento seguro y limpio, para su limpieza, los tanques cuentan con tapas removibles.

El sistema está integrado por los siguientes elementos:

- Una bomba sumergible de acero inoxidable de rotor helicoidal con capacidad de 26.7 litros / minuto
- Tres módulos fotovoltaicos de 50 watts cada uno, de silicio policristalino de alta eficiencia conectados en serie, sobre una base que permite modificar su orientación para mejorar su iluminación.
- Un inversor-controlador que sirve para monitorear y controlar el funcionamiento de la bomba sumergible instalado en su motor.
- Un protector de descargas atmosféricas, formado por una varilla de cobre de 5/8" y 3 m de longitud que funciona como tierra física.
- Un Interruptor CU-200 cuya función es apagar o encender la bomba automáticamente para mantener siempre llenos los tinacos que surten directamente a los sanitarios.

Otra medida importante del proyecto incluyó la transformación del sistema sanitario de ahorro de agua, por ejemplo, los muebles de baño de bajo consumo (6 litros por descarga), los mingitorios secos (no usan agua) y las llaves ahorradoras conforman este sistema. El ahorro obtenido con la instalación de estos equipos ayudó a disminuir el consumo del agua en 50%, lo que le da una mayor eficiencia al sistema de captación de lluvia, y la operación del sistema es gratis y automática. Salvo la habitual limpieza de los sanitarios, la única intervención que se requiere es monitoreo de los volúmenes almacenados y vigilar que todo marche bien, sobre todo en las captaciones, las llaves y los muebles de baño de los sanitarios. El bombeo a los tinacos, es automático y cómo funciona con energía solar no tiene costo su operación.

En el aspecto de mantenimiento, podemos comentar que el sistema es mínimo y económico, la mayor parte son labores de limpieza, sobre todo en techos y mallas de protección para aprovechar al máximo la lluvia y para cuidar de mantener su calidad, por ello deben estar libres de musgo, excretas de aves y otros materiales, principalmente antes y durante la temporada de lluvias. Los tanques de geomembrana necesitan de una aplicación semestral de un gramo de sulfato de cobre por cada m³ almacenado y valorar anualmente su desazolve, obviamente al final de la época de estiaje cuando se estima tienen su nivel más bajo de depósito. A diferencia de los tinacos que deben asearse y desinfectarse a menos cada seis meses. Por otra parte, para el buen funcionamiento de cada mingitorio seco se requiere cambiar su cartucho de gel entre cada 4 o 6 meses según se considere, independiente de su cotidiana higiene. No menos importante es la cuidadosa y continua limpieza de los paneles solares. que se debe realizar únicamente empleando una simple franela húmeda, y salvo el desfogue de la primera lluvia, esto es todo lo que se tiene que hacer.

Se puede hacer un sistema similar en otras escuelas, es bueno para todos, ya que nos ayuda a aprovechar mejor nuestros acuíferos.

Para hacer un proyecto similar se deben considerar:

- El nivel de precipitación (lluvia).
- La superficie disponible para captación y la ubicación de tanques

- El consumo requerido.

En la siguiente tabla podemos observar el análisis de la precipitación promedio, en el municipio de Rayón, considerando la información de la estación hidro-climatológica se obtuvo el dato de 779 mm/año/m², distribuidos predominantemente en los meses de verano.

Tabla 1
Precipitación promedio del municipio de Rayón

MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm/mes)
Enero	13
Febrero	6
Marzo	22
Abril	28
Mayo	62
Junio	135
Julio	167
Agosto	163
Septiembre	116
Octubre	42
Noviembre	16
Diciembre	9
SUMA	779

Elaboración propia.

Posteriormente se realizó un plano de la escuela, como se muestra en la Figura 2, para medir las superficies aptas para captar la lluvia, que además sirvió más adelante para presupuestar la tubería, los canalones y la ubicación de los demás elementos.

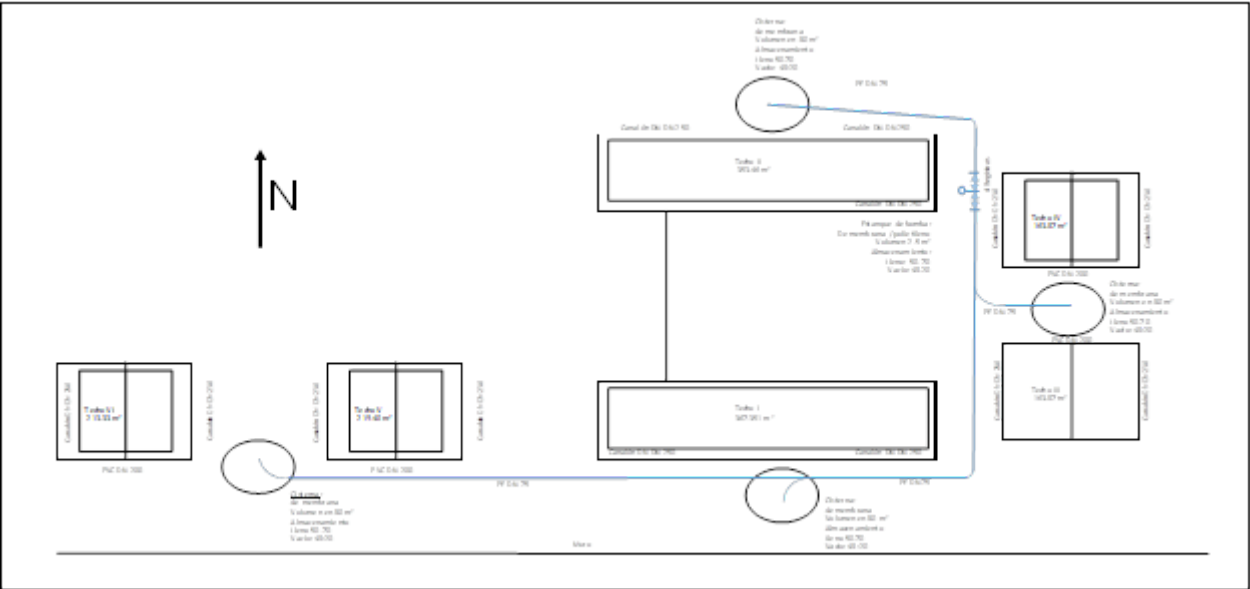


Figura 2
Plano del Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón
Elaboración Propia, brindado por la misma Institución.

Una vez que se concluyó la investigación sobre los datos sobre precipitación y superficies de captación, se estimó el volumen de agua de lluvia que se podría recibir en los 1,486.6 m² de techos de los seis edificios de

la escuela, dando por resultado 1,061 m³, pero para ser más realistas se contempló un 10% de pérdidas por evaporación, filtración o condiciones de la superficie de captación, obteniéndose un volumen potencial de 965 m³/año. Como ya se mencionó con antelación, el agua de lluvia que es captada por este sistema, solo se utiliza para la limpieza de los baños y el riego de jardines. Por tal motivo se realizó el cálculo para saber cuánta agua demandan los sanitarios, y se estimó un volumen anual de 928 m³, considerando 232 días hábiles/año y el posible incremento de su matrícula. Cabe aclarar que no es necesario almacenar todo ese volumen, sino que utilizando las curvas entre consumo y la lluvia esperada por mes, se encontró que el volumen idóneo a almacenar es de 300 m³.

Otro aspecto fundamental es el costo de este tipo de proyectos, que es importante considerarlo para organizaciones comunitarias. En el caso de nuestro proyecto comentamos los gastos realizados, el costo de instalación de sistema de captación de agua pluvial puede variar dependiendo de diversos factores, como el tamaño del área de captación, el tipo del sistema de almacenamiento y las características del terreno. En la siguiente tabla se muestra el costo aproximado de cada uno de los materiales y/o equipos que se utilizaron en este proyecto, así como también el costo total del mismo.

Tabla 2
Costos aproximados de los materiales y equipos utilizados.

CONCEPTO	PRECIO (PESOS)
Cisternas de membrana	122,500.00
Equipo fotovoltaico	60,007.00
Tuberías, canalones, y otras instalaciones	250,000.00
Reparación de Techos	143,464.00
Mingitorios, muebles y reparación de baños	35,000.00
* Cantidades aproximadas	
SUMA	610,971.00

Elaboración propia.

Importancia de la captación de lluvia para un medio ambiente pacífico en el CBT Ignacio López Rayón.

El sistema de captación de agua de lluvia es una tecnología alternativa que genera condiciones de paz a la comunidad escolar del Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, ya que gracias a la cantidad de lluvia que se puede captar con este sistema, es posible utilizar los sanitarios de manera normal sin que estos estén sucios o contaminados, generando a la comunidad escolar limpieza y salud, fomentando una convivencia pacífica y mejorando las relaciones en el espacio áulico y en el nivel académico de los estudiantes. De acuerdo con (Sandoval-Forero, 2021, p. 125) la escuela es a la que le corresponde aportar a la construcción de la paz integral, sustentable y duradera desde las aulas, en esa convivencia cotidiana de estudiantes, profesores, autoridades y administrativos. Por lo que se propone, a través de la captación pluvial, abastecer en la institución del vital líquido, siendo una opción sustentable, sostenible y económica, generando beneficios inmediatos que tendrán un impacto directo y positivo en la calidad de vida de la misma comunidad, reduciendo la dependencia de fuentes de agua potable convencionales, evitando su desperdicio y fomentando su reutilización, reduciendo la explotación de los mantos acuíferos, evitando el calentamiento global, además de ser amable con el medio ambiente y respetando a la naturaleza, permaneciendo para poder ser usado en generaciones futuras.

El agua es esencial para todas las formas de vida, un elemento clave en el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de los servicios ambientales de los que dependemos, y un elemento estratégico del desarrollo nacional. México posee alrededor del 0.1% del total de agua dulce disponible en el mundo, lo que determina que gran parte del territorio del país sea catalogado como semidesértico, la captación de agua pluvial tiene un impacto positivo en el medio ambiente, ayuda a mitigar el impacto de las

inundaciones, ya que reduce la cantidad de agua que se acumula en calles y alcantarillas durante fuertes lluvias, evita su escorrentía y se aprovecha de manera más eficiente, se reducen las demandas sobre los recursos hídricos convencionales como ríos y acuíferos subterráneos. Esto contribuye a conservar estos recursos naturales y a preservar el equilibrio de los ecosistemas (CONAGUA, 2018).

El utilizar agua pluvial es legal, sin embargo, se recomienda investigar la normatividad de cada país o localidad. La reducción en la demanda de agua potable convencional contribuye a una gestión más sostenible del recurso hídrico (CONAGUA, 2016).

Sobre la experiencia del presente proyecto para crear el sistema de captación de lluvia en el CBT Ignacio López Rayón forma parte de la educación, (Sandoval-Forero, 2016) expone los principios de la educación activa y comunitaria de Paulo Freire que va más allá del aprendizaje conceptual. Educar es conocer críticamente la realidad, transformar la realidad, formar sujetos de cambio. Educar es un proceso colectivo y práctico que involucra diferentes formas de saber: la conciencia, el sentimiento, el deseo y la voluntad. Es generar experiencias colectivas y dialógicas, es construir nuevos conocimientos, es conocer el mundo desde y en la práctica transformadora. Desde esta perspectiva, la realización de este proyecto nos ha enseñado que podemos lograr autonomía para decidir transformar nuestro contexto inmediato, como lo es nuestro centro educativo que al no disponer de agua suficiente se generaban conflictos y que llevaba a limitar los lugares para jóvenes que aspiraban a tener una formación de educación media superior creando exclusión para estas personas. Por lo que es necesario trabajar de manera conjunta para vencer esas barreras que dañan el desarrollo de nuestra comunidad, tomar un papel activo para mejorar las condiciones de vida, ejercer nuestros derechos humanos básicos como es el agua y la educación (Sandoval-Forero, 2016, págs. 79-80).

Además del cambio estructural para resolver los problemas que ha forjado el desarrollo capitalista neoliberal a través de su patrón de crecimiento económico generador de pobreza y desigualdad en la distribución de la riqueza productiva, se requiere de un proceso educativo profundo de cambio de valores y de hábitos, así como de justicia social cimentada en una sustentabilidad para el bienestar social con distribución justa de los beneficios económicos para toda la población participante en los procesos de sustentabilidad, para la vida-naturaleza que revierta los encuadres modernos/coloniales en pro de una sociedad que construya la paz integral, duradera y sostenible (Sandoval-Forero, 2021).

La marginación de nuestras comunidades responde al tipo de violencia estructural que (Galtung, 2017), define como:

La violencia puede ser vista como una privación de los derechos humanos fundamentales, en términos más genéricos hacia la vida, eudaimonia, la búsqueda de la felicidad y prosperidad, pero también lo es una disminución del nivel real de satisfacción de las necesidades básicas, por debajo de lo que es potencialmente posible. (p.150)

A partir de lo anterior, nos referimos a una educación para la paz integral, que incluya la sustentabilidad en todo espacio social, incluida la escuela. Para realizar una educación para la paz, se debe pensar en superar la violencia estructural por medio de la ecología de saberes, las experiencias autónomas y la postura crítica e independiente del Estado en la toma de decisiones comunitarias (Sandoval-Forero, 2016, pág. 195). En general, la educación para la paz integral, genera espacios para la construcción del empoderamiento desde un tipo particular de pedagogía crítica y transformadora que se orienta a que las personas comprendan críticamente su entorno, su mundo y hagan conciencia de su posición como sujetos que se transforman.

En el origen de la violencia, menciona (Sandoval- Forero, 2014), que existe una violencia estructural sistémica que hace que la condición socio-económica de los habitantes sea una de las más desiguales e injustas del mundo, donde contrastan la gran cantidad de riquezas naturales y medioambientales, con los altos niveles de pobreza de una población con una gran tradición pacífica. Este tipo de violencia generada desde la estructura del Estado que regula el sistema económico, educativo, cultural; es aquella que se ejerce “desde las estructuras sociales, políticas, económicas y culturales que impiden el desarrollo humano y la satisfacción de las necesidades básicas de las personas y los pueblos (Sandoval- Forero, 2014, pág. 19). Este tipo de violencia se manifiesta en las condiciones marginación y desigualdad, introducida por la dimensión económica neoliberal que es excluyente y destructora de todas las demás formas económicas, incluyendo las mismas capitalistas.

De acuerdo con lo expuesto, la paz integral debe partir de la crítica a las estructuras violentas y a todas sus formas de producción de desigualdades, injusticias, de opresión y explotación, generadoras de inequidades y debe vincularse con esquemas económicos alternativos (Sandoval- Forero, 2014), desde esta reflexión de injusticia es cómo podemos comprender la desigualdad en la distribución del agua y la importancia de conocer, enseñar y aplicar la recolección de agua pluvial desde las escuelas.

Conclusiones

En relación con el objetivo del artículo, el cual explica que la captación de lluvia genera condiciones de paz, en el Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, se concluye que, el sistema de captación de agua pluvial, es una tecnología alternativa de paz, que genera condiciones de paz, eficiente y sostenible que permite aprovechar el recurso natural de la lluvia para reducir la dependencia de fuentes de agua potable. Su correcto funcionamiento implica la recolección, conducción, almacenamiento y distribución del agua de lluvia, con el cual se abastece a la población escolar del Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, reduciendo la dependencia de fuentes de agua potable convencionales, teniendo una gestión del recurso hídrico, siendo la captación de agua de lluvia una alternativa de paz, viable de abasto. Este sistema proporciona beneficios tanto en términos de gestión de agua como la protección del medio ambiente. Además de ofrecer diferentes usos que contribuyen a la conservación de los recursos hídricos. El concepto de paz no solo se aplica a países como México, es el principio fundamental para construir naciones fuertes que puedan vivir en armonía con su entorno (natural y humano), lo cual es importante para construir un futuro sustentable posible en estos tiempos de inestabilidad climática y humana.

Con relación al aspecto teórico de la paz integral vinculado con el tema de la captación de lluvia, se concluye que, el consumo excesivo y el mal uso del agua crean una gran cantidad de contaminación en los mantos acuíferos, poniendo en peligro la protección del medio ambiente, lo que no solo conduce a una gran pérdida de biodiversidad, sino que también genera altos costos en términos de dinero y energía, optando por implementar los sistemas de captación de agua pluvial y así poder reutilizar el vital líquido. Por lo que vincular la importancia de captar el agua de lluvia se convierte en una necesidad social, más aún si se realiza desde la escuela, ya que esta actividad permite que los jóvenes desarrollen una conciencia ambiental que favorece relaciones pacíficas, que cuiden y protejan el medio ambiente, derivado de la falta de agua que se tiene en la institución.

Se concluye que, el bajo abastecimiento de agua potable de la red hidráulica, del municipio de Rayón, Estado de México, la cual abastece al Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, pone en peligro la salud de la comunidad escolar, ya que esta no es suficiente para un número aproximado de 250 personas que conviven en la institución, lo que hace que no exista una convivencia pacífica derivada del entorno social en el que se desenvuelven. Por ello, se decidió establecer un sistema de captación de agua de lluvia, que garantiza un suministro continuo durante todo el año, suficiente para el uso de la escuela, para que se encuentren en un estado óptimo de higiene, y así promover la convivencia pacífica, generando condiciones de paz a través del reúso del agua, sensibilizando a la sociedad sobre el uso de tecnologías alternativas para el suministro de agua, y de esta forma transformar las relaciones en el espacio áulico y en la dimensión académica. A partir de esto, se considera que, ante la carencia de agua en el Centro de Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, fue muy acertada la decisión, al instalar un sistema de captación de agua pluvial o de lluvia, para abastecer a toda la comunidad escolar, generando condiciones de paz integral al contar con el vital líquido, ya que es una tecnología alternativa, eficiente, sostenible, sustentable y económica, que permite aprovechar, el recurso del vital líquido en diversos usos, evitando el calentamiento global.

Para lograr una paz integral se sugiere la satisfacción de necesidades básicas configuradas como derechos humanos, que, en el caso de la educación y el agua, las garantiza nuestra carta magna. Es importante tomar en cuenta la capacidad que las personas tenemos para cuidar el medio ambiente y vivir en armonía con la naturaleza. Es importante generar una cultura para cuidar el agua porque en el futuro surgirán conflictos

por los recursos consumidos por los humanos, sino también porque la naturaleza misma y el saber vivir en armonía puede ser una fuente de motivación y conocimiento muy fuerte. Enseñar a los estudiantes, el respeto y cuidado del medio ambiente por medio de esta acción de captación de agua de lluvia, permite la estabilidad de los ecosistemas mejorando nuestra calidad de vida. Por tal motivo sugiero que se debería de implementar este tipo de tecnología alternativa de paz integral, en todas las escuelas de México.

Referencias bibliográficas

- Anaya, M. (1998). *Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y El Caribe. Manual Técnico*. México : Agencia de Cooperación Técnica IICA-México .
- Arreola de la Mora, J. M. (2018). *La Ley del Agua del Estado de México es violatoria del "Derecho Humano del agua"*. México: Ius Comitalis.
- CONAGUA. (2016). *Lineamientos técnicos: Sistemas de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda*. Campeche, México : Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2018). *Estadísticas del agua en México, edición 2018*. Campeche, México: Comisión Nacional del Agua.
- DATA México. (2020). *Plataforma del Gobierno Federal*. México: Columbia University, Heart Institute (2009). Captación de agua de lluvia. Obtenido de <https://economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/rayon-15072>
- Escobar, A. (2009). *Manejo del agua en México*. México: Bosquejo de la evolución institucional.
- Escobar, et al. (2009). *Manejo del agua en México. Bosquejo de la evolución institucional federal 1926-2008*. E. México: Conagua, Semblanza Histórica del Agua en México, (pp. 60-73). Obtenido de <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/publicaciones/SGP-28SemblanzaHistóricaMéxico.pdf>
- Galtung, J. (2017). *La violencia: cultural, estructural y directa*. En: *Instituto Español de Estudios Estratégicos*. Logroño, España: Cuadernos de Estrategia 183 Política y violencia: comprensión teórica y desarrollo en la acción colectiva,.
- Guerrero et al, H. (2021). *Productividad industrial del agua en México: análisis de eficiencia para ocho sectores*. México: Dialnet.
- Martinez et al. (2019). *Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales*. México: Ingeniería del Agua 23(2).
- Martinez et al. (2021). *La gobernanza hídrica como un desafío nacional. El agua en el contexto post-pandemia. El caso Lerma, Estado de México*. México: Revista de Investigaciones Universidad del Quindío,.
- Martinez, A. (2021). *La gobernanza hídrica como un desafío nacional. El agua en el contexto post-pandemia. El caso Lerma, Estado de México*. México: Revista de Investigaciones Universidad del Quindío.
- ONU-CEPAL. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Impreso en Naciones Unidas, Santiago. Obtenido de <https://cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-losODS.pdf>
- Quintana, C. (2023). *Sistema de captación de agua de lluvia. Dimensionamiento del agua pluvial*. México: Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Quintana, et al. (2023). *Sistema de captación de agua de lluvia. Dimensionamiento del depósito de agua pluvial. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil*. México : Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Ribeiro, O. (2018). *El derecho al agua y su protección en el contexto de la Corte Interamericana de Derechos Humanos*. Santiago: Estudios constitucionales.
- Ruiz, J. (2008). *Elementos para una teoría del conflicto: Centro de Estudios de Opinión, - CEO-*. Medellín. Colombia: Centro de Estudios de Opinión de la Universidad de Antioquia.
- Sandoval- Forero, E. A. (2014). *Educación, Paz Integral, Sustentable y Duradera*. México : Ra-Ximbai. 10(2).

- Sandoval-Forero. (2013). *Etnografía para la Paz, la Interculturalidad y los conflictos*. México: Revista de Ciencias Sociales (141).
- Sandoval-Forero. (2016). *Educación para la Paz Integral, Memoria, interculturalidad y decolonialidad*. Bogotá, Colombia: ARFO Editores.
- Sandoval-Forero. (2021). *Sentipensar intercultural y metodología para la sustentabilidad de desarrollos otros*. Los Mochis, México: Ediciones Universidad Autónoma de México.