



## Contaminación por jales en terrenos de cultivo y pastoreo, agua, aire y las posibles afectaciones a la salud

Roberto López Fernando<sup>a</sup>, Lidia Argelia Juárez Ruíz<sup>b</sup>, Margarita Rasilla Cano<sup>b</sup>, Carlos Espinoza Nájera<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ingeniero Civil-Alumno de Maestría "Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario". Instituto Politécnico Nacional - CIIDIR Oaxaca

<sup>b</sup>Profesores investigadores. Instituto Politécnico Nacional - CIIDIR Oaxaca

### ARTICLE INFO

**Received:** June 3, 2017

**Accepted:** July 10, 2017

**Available on-line:** November 2, 2017

**Keywords:** Jales, Participatory design, Public Spaces.

Jales, Diseño Participativo, Espacios públicos.

**E-mail addresses:**

web20205@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

In the community of San Jerónimo Taviche, Ocotlán, Oax., a project is made whose objective is to minimize environmental impacts by the disposal of solid wastes generated by the mining activities took place between the years 1905 and 1960 mainly, these waste were deposited in the open air at sites that are currently part of the urban area of the population. The project, with the Solidarity Economy approach, involves the community in the design of mitigation actions, which are to inform the characteristics of to create awareness and subsequently design in a participatory manner the infrastructure required to prevent the dispersion of these residues, since they do not have the mitigation measures indicated in the applicable environmental regulations. As part of this community participation, prior to characterization of the work group and review of their learning environments, a workshop was held with a working group of the Telesecundaria school of the locality, through the learning unit titled: "Contamination by jales in fields of grazing and cultivation, water, air and the potential effects on health" based on the 4MAT system, which addresses the eight different forms of learning that an individual has in eight phases: experiencing, conceptualizing, apply and create (Ramírez M. y Chávez E., 2010). With the 4MAT system cycle, which includes the phases: connecting, examining, image, definitions, practicing, extending, polishing and integrating, it was possible to obtain mainly proposals for the recovery of the spaces that currently occupy the corrals, transforming them into public places like: sports areas, markets, auditoriums, among others. . This encouraged the participation of the youth community in solving community problems, strengthening their values of solidarity.

En la comunidad de San Jerónimo Taviche, Ocotlán, Oax., se realiza un proyecto cuyo objetivo es minimizar los impactos ambientales por la disposición de residuos sólidos mineros (jales) generados por las actividades mineras tuvieron lugar entre los años 1905 y 1960 principalmente, estos residuos fueron depositados a cielo abierto en sitios

---

que actualmente forman parte de la zona urbana de la población. El proyecto con el enfoque de la Economía solidaria, hace partícipe a la comunidad en el diseño de acciones de mitigación, las cuales consisten en informar las características de dichos jales, para sensibilizarlos y posteriormente diseñar de manera participativa la infraestructura que se requiere para impedir la dispersión de estos residuos, ya que no cuentan con las medidas de mitigación señaladas en la normativa ambiental aplicable. Como parte de esta participación de la comunidad, previa caracterización del grupo de trabajo y revisión de sus ambientes de aprendizaje, se realizó un taller con un grupo de trabajo de la escuela Telesecundaria de la localidad, mediante la unidad de aprendizaje titulada: “Contaminación por jales en terrenos de cultivo y pastoreo, agua, aire y las posibles afectaciones a la salud” basada en el sistema 4MAT, en el que se abordan dentro de ocho fases, las cuatro diferentes estilos de aprendizaje que tienen un individuo: experimentar, conceptualizar, aplicar y crear (Ramírez M. y Chávez E., 2010). Con el ciclo del sistema 4MAT, que comprende las fases: conectar, examinar, imagen, definiciones, practicar, extender, pulir e integrar, se logró obtener principalmente algunas propuestas de recuperación de los espacios que actualmente ocupan los jales, transformándolos en sitios públicos como: áreas deportivas, mercados, auditorios, entre otros. Con esto se propició la participación de la comunidad juvenil en la solución de problemas de la comunidad, fortaleciendo sus valores solidarios.

---

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad minera ha sido un eje muy importante desde la época de la colonia en la economía de México. A través del tiempo se ha sustraído material del subsuelo y mediante distintos procesos y técnicas se ha realizado la separación de los metales preciosos o útiles en la industria, del suelo o roca sin valor.

Los jales, residuos mineros con contenidos de suelo o roca sin valor y reactivos químicos empleados para la separación del metal valioso o útil, actualmente son depositados en presas de jales, de acuerdo a la norma NOM-141-SEMARNAT-2003, que permiten mitigar los impactos al medio ambiente que pueden provocar. Sin embargo, previo a la elaboración de esta norma y sus predecesoras, las cuales datan de apenas algunas décadas, los jales fueron depositados sin tratamiento alguno en sitios sin previa preparación y sin tratamientos de postoperación, quedando a la intemperie.

San Jerónimo Taviche es una localidad del estado de Oaxaca, ubicada en los Valles centrales, en el distrito de Ocotlán de Morelos. Esta localidad que cuenta con alrededor de 1851 habitantes, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI. 2010), goza de un clima predominante semicálido subhúmedo con lluvias en verano, lamentablemente su paisaje y su medio natural se encuentra deteriorado por la presencia de jales, depositados como residuos derivados de la actividad minera realizada entre los años 1905 y 1990 aproximadamente.

El actual desconocimiento, y hasta cierto punto la actitud indiferente de algunos sectores de la población y autoridades frente a este problema, ha contribuido a que no se les de atención y se diseñen medidas de mitigación de impacto ambiental, ya que existe un foco de contaminación al existir presencia de elementos químicos como Cobre, Zinc y Plomo (Teodoro M. 2104). Actualmente la presencia de estos jales se aprecia como parte del paisaje; una mancha amarilla que no favorece la vida vegetal, que degrada el suelo de sus alrededores mientras se va dispersando por la acción erosiva del viento y la lluvia, y que va contaminando los diferentes cuerpos de agua existentes, terrenos de cultivo, pastoreo, flora y fauna.



**FIGURA 1.** Contaminación por jales en San Jerónimo Taviche.  
Fuente: Propia 13 de julio de 2016

El objetivo del presente trabajo fue diseñar una unidad de aprendizaje para informar y sensibilizar del problema al que están expuestos los habitantes de la localidad de San Jerónimo Taviche por el impacto ambiental generado por los residuos mineros (jales) y tratar de recuperar el espacio contaminado, mediante acciones que promuevan la participación y el fomento de valores solidarios de la comunidad.

Para elegir al grupo de trabajo se realizaron actividades de acercamiento con diversos grupos de la comunidad; uno de ellos es la Escuela Telesecundaria con clave 20DTV0143G, el cual está conformado por los 51 alumnos de tercer grado.

## **II. METODO**

Para el diseño de la unidad de aprendizaje se aplicó la metodología del sistema 4Mat, la cual consta de ocho fases, para cubrir los cuatro diferentes estilos de aprendizaje que tienen un individuo: experimentar, conceptualizar, aplicar y crear (Ramírez M. y Chávez E. 2010).



- Religión: mayoritariamente católicos (Plan Municipal de desarrollo San Jerónimo Taviche 2011-2013).
- Actividades productivas: Cultivo de maíz, frijol, etc., pastoreo de ganado (Plan Municipal de desarrollo San Jerónimo Taviche 2011-2013).
- Pobreza. Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de desarrollo Social CONEVAL 2012, la población de San Jerónimo Taviche se encuentra mayoritariamente en situación de pobreza con un 89% de esta.
- El índice de rezago social es de 1.53728 que corresponde a un alto grado de rezago social (CONEVAL 2010)

#### AMBIENTES DE APRENDIZAJE.

Las actividades se realizaron en la escuela telesecundaria de la localidad, aprovechando sus instalaciones, realizando actividades dentro del aula, algunas otras en la plaza cívica, jardines y sitios abiertos (figuras 2 y 3).



Figura 2. Instalaciones de la Escuela Telesecundaria.



FIGURA 3. Interior del aula.

Los materiales y recursos didácticos que se emplearon son:

- Básicos: lápices de colores, hojas de papel reciclado, papel bond, entre otros.
- Multimedia: computadora portátil, proyector, bocinas.

El método de enseñanza a aplicarse fue el constructivismo, en el que el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto.

#### ELEMENTOS CURRICULARES.

Contenidos de la Unidad de aprendizaje.

Tema: Contaminación por jales en terrenos de cultivo y pastoreo, agua, aire y las posibles afectaciones a la salud.

**Objetivo:** Diseñar de forma participativa con los habitantes de la comunidad de San Jerónimo Taviche, Ocotlán, Oax. (Estudiantes del tercer grado de telesecundaria), medidas que permitan mitigar el impacto ambiental que producen los jales, mediante la aplicación de una unidad de aprendizaje, que concientice de este problema de contaminación y fomentar la participación en el diseño de las medidas y recuperar el espacio físico.

ANTECEDENTES	SUBTEMA	FINALIDAD
-Originarios de la localidad con una residencia de por lo menos 3 años en esta. <b>-Ubicación de los jales en la localidad.</b> -Cursar el 3er. Grado de telesecundaria. -Saber en términos generales cómo es el medio natural de su localidad (ríos, vegetación, fauna, historia de la localidad).	Ambiente natural de la localidad.	-Conceptualizar el término ambiente y relacionarlo con el medio natural en su localidad.
-Ambiente natural de la localidad. -Saber que es un río, lago, suelo, plantas.	Recursos naturales.	-Identificar los diferentes recursos naturales que existen en la localidad, así como sus procesos de formación y fuentes de contaminación.
-Tener conocimientos generales o básicos de Química, física. -Conocer la ubicación de los jales en la localidad.	Jales.	-Conocer los orígenes, las características físicas y químicas de los jales. -Retroalimentar la historia minera de San Jerónimo Taviche.
-Recursos naturales. -Ubicación de los jales en la localidad. -Jales.	Contaminación por jales.	-Dar a conocer el grado de dispersión de los jales en los recursos naturales, afectaciones a medio natural: agua, aire y vegetación.
-Contaminación por jales	Posibles daños a la salud por la contaminación de jales a los recursos naturales.	-Informar y relacionar las enfermedades que padecen con frecuencia los pobladores, que están asociadas a la presencia

		<p>de elementos químicos y metales en agua, aire, vegetales y ganado que consume la población, así como en el aire que se respira en la localidad.</p> <p>-Decidir si realizan acciones para recuperar el espacio contaminado con jales.</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## DESARROLLO DE LA PLANEACION DIDACTICA Y APLICACIÓN.

La planeación didáctica se apegó al ciclo de aprendizaje con el Sistema 4MAT. Con el objetivo de concientizarlos del problema de contaminación por jales en esta, sus posibles afectaciones a la salud y fomentar su participación en el diseño de medidas de mitigación.

Como primer acercamiento, se realizó una visita a la escuela telesecundaria de la comunidad, en ella el recibimiento fue por parte de la directora del plantel C. Profra. Ángela Cruz Miguel y maestros de grupo, mediante una plática se les expusieron el motivo de la intervención del CIIDIR-IPN en la localidad y así mismo la intención de realizar un taller para cumplir con los objetivos antes mencionados.

El interés por parte de los maestros fue inmediato, aportando también algunas vivencias y puntos de vista respecto a los jales. Se planteó en ese momento las dos fechas para realizar estos talleres.

### Primera sesión.

Se realizó en el aula de medios de la escuela, en ella se abordaron los dos primeros cuadrantes de la unidad de aprendizaje del Sistema 4MAT: experimentar y conceptualizar. Se contó con el apoyo de los profesores de grupo de la escuela Telesecundaria, profesores investigadores CIIDIR, así como de compañeros estudiantes de este.

### Conectar.

El ciclo inició conectando a los alumnos con el tema a tratar, mediante las siguientes actividades:

- 1.- Presentación del estudiante de la MGPDS CIIDIR-OAXACA y personas que le acompañaron.
- 2.- Se expuso el motivo de la visita e intervención en la comunidad, el cual está justificado por la presencia de jales en la misma. Se les preguntó:
  - si han visto estos jales
  - si saben cómo se originaron
  - Si saben cuántos hay en su comunidad.
- 3.- Comentarios y dudas por parte de los estudiantes.

En esta parte se evaluó el interés de los alumnos que se tiene por el tema a tratar.

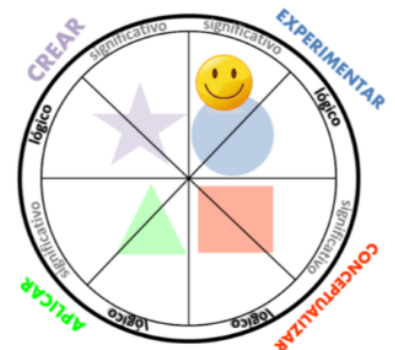
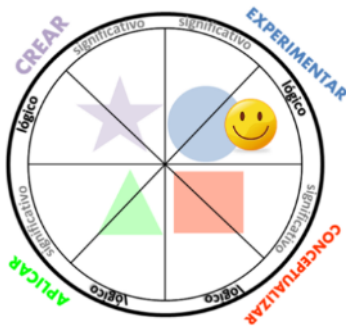




FIGURA 5. Grupo de trabajo.

### Examinar



Dándole seguimiento a la actividad anterior, con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes respecto al ambiente natural de su comunidad e indagar si tienen presente que los jales de su comunidad son una fuente de contaminación, se les aplicó una encuesta, que consta de un cuestionario de 15 preguntas, durante la actividad se comentaron y resolvieron dudas respecto a preguntas

El producto generado es la encuesta contestada.

Evaluación del proceso: En base a la información reflejada en las encuestas, se conoció su percepción respecto al medio ambiente de la localidad.



FIGURA 6. Aplicación de encuesta.

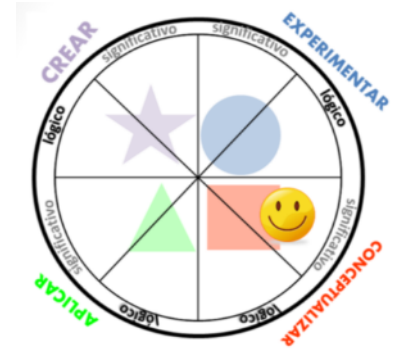
**Imagen.**

En esta fase se realizó con los alumnos la estrategia de conocimientos previos siguiente:

**“Conocimiento previo: que los estudiantes conozcan la ubicación de los jales en la localidad”.**

**Objetivo:** identificar si los estudiantes conocen la ubicación de los jales en su comunidad mediante la elaboración de un dibujo.

**Estrategia:** dibujar la localidad indicando calles, escuelas, palacio municipal y otros sitios importantes o de interés para la comunidad, además de ríos, lagos, lagunas, terrenos de cultivo y pastoreo. Posteriormente localizar los jales.



**FIGURA 7.** Elaboración del dibujo de la localidad.

**Evaluación de la actividad:**

Se efectúa durante la actividad y al término de esta, de forma tanto individual, como a nivel de equipo y grupo:

- ❖ Conocimientos previos (básicos para la ejecución de la actividad)
- ❖ Conocimiento de la ubicación de los sitios importantes de la localidad.
- ❖ Conocimiento de la ubicación de los jales en la localidad.

Así como los aspectos solidarios siguientes:

- Trabajo en equipo.
- Participación.
- Organización.
- Comunicación.
- Cooperación.

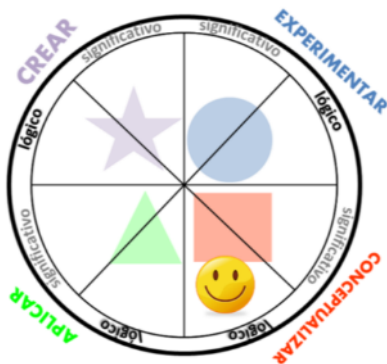
Productos generados: Mapa de la localidad.



**FIGURA 8.** Mapa de la localidad dibujado.

Hasta esta parte se cubren los temas de la unidad de aprendizaje:

- Ambiente natural de la localidad y
- Recursos naturales.



### **Definiciones.**

Esta actividad inició con la presentación del video “Contaminación del mundo animado” (Steve Cutts 2012), para introducirlos en el tema de contaminación ambiental con una caricatura muy explícita y hasta cierto punto en exageración dentro del contexto de las comunidades rurales del estado de Oaxaca.

Posteriormente se mostró una presentación breve sobre el origen de los jales, características físicas y químicas, y de forma general algunas relaciones que existen entre dichos elementos químicos en altos niveles con algunas enfermedades.

Hasta esta parte se cubren los subtemas de la unidad de aprendizaje:

- Jales.
- Contaminación por jales.
- Posibles daños a la salud por la contaminación de jales a los recursos naturales.

Se evalúa: disposición al aprendizaje.

Con la actividad anterior esta sesión de trabajo culminó, hubo una sesión de preguntas y respuestas, así mismo, se les exhortó a los alumnos que comentaran las actividades de este taller en sus hogares y al interior de la comunidad.



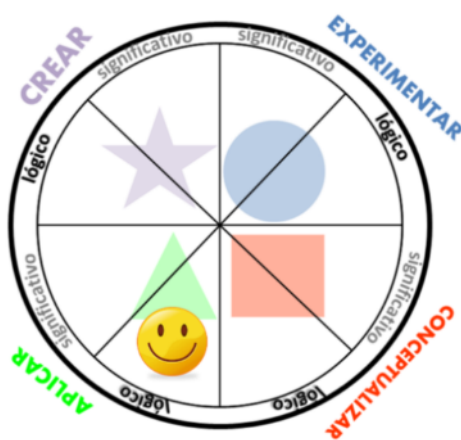
**FIGURA 9.** Presentación de las características de los jales.

### **Segunda sesión.**

Se realizó en las mismas instalaciones de la Telesecundaria. Previo a las actividades programadas para este día de la unidad de aprendizaje, se hizo un recuento de las actividades realizadas en la primera sesión, así como de la información presentada.

Se recordaron las características físicas y químicas de los jales, así como sus medios de dispersión y la ubicación de estos dentro de la localidad y del medio ambiente. Posteriormente se dio inicio con las actividades siguientes del sistema 4MAT.

### **Practicar.**



En contraste con las actividades anteriores, se determinó mediante una lluvia de ideas la contaminación que producen los jales en la comunidad y las posibles afectaciones a la salud a causa de esto, rellenando los campos de la siguiente tabla.

Para practicar lo aprendido, sobre el dibujo de la ubicación de los jales que se realizó con anterioridad, se pintaron con color amarillo las zonas que los alumnos consideraron afectadas por los jales (ríos, lagos, terrenos de cultivo y pastoreo, entre otros.)

**TABLA I.** Contaminación por jales en la localidad de acuerdo al conocimiento de los alumnos.

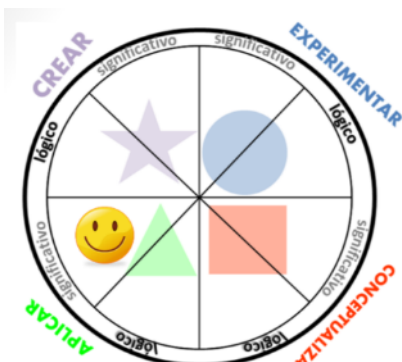
Contaminación por jales							
Localización y características de los jales	Cuerpos naturales de agua.	Terrenos de cultivo	Terrenos de pastoreo	Vegetación (flora)	Ganado (fauna)	aire	
Costados de ríos	★	★	★	★	★		
En la población	★	★	★	★	★		
Laguna	★	★	★	★	★		
Erosionable por aire	★	★	★	★	★	★	
Erosionable por lluvia	★	★	★	★	★		
Cuencas hidrológicas	Al pertenecer a un sistema de cuencas hidrológicas la contaminación se dispersa a mayores distancias						

Evaluación del proceso: Se evaluó los conocimientos adquiridos en la fase anterior, respecto a la contaminación por jales.

Productos generados: Tabla y Mapa de la localidad con áreas contaminadas.

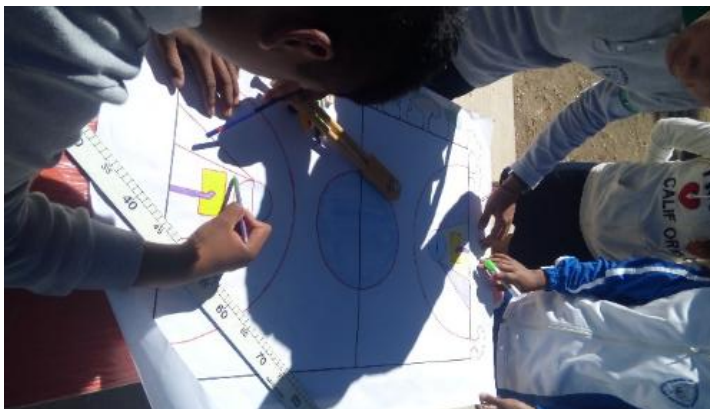


**FIGURA 10.** Mapa de la comunidad contaminado con jales realizado por los alumnos.



**Extender.**

En esta fase se les mostró mediante una presentación de PowerPoint antecedentes de remediaciones y recuperación de espacios contaminados con jales en otros sitios; Fresnillo Zacatecas, México y Pueblo Viejo, Republica Dominicana.



**FIGURA 11.** Alumnos trabajando.

Posteriormente una memoria fotográfica de los jales de su localidad; San Jerónimo Taviche, con el objeto de dar a conocer la ubicación de estos en la comunidad, a través de una vista aérea del Google Eart, así como la configuración de dichos montículos en el lugar donde se encuentra.

Aunado a los conocimientos adquiridos sobre las características físicas y químicas de estos y sus afectaciones, los alumnos propusieron de manera gráfica (dibujo) algunas formas de recuperar dichos espacios actualmente inutilizables.



**FIGURA 12.** Propuestas de recuperación de los espacios contaminados con jales, para transformarse en sitios públicos.

Tiempo aproximado para esta actividad: 25 min., material y equipo:

- ✓ Cámara fotográfica y de video.
- ✓ Libreta de anotaciones
- ✓ Hojas
- ✓ Lápices de colores.
- ✓ Lápices normales.

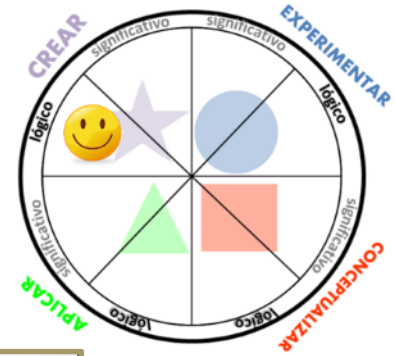
Evaluación del proceso: Se evaluó la participación, creatividad, conocimientos adquiridos.

Productos generados: los alumnos hicieron algunas propuestas de uso de estos espacios una vez recuperados: áreas deportivas, mercados, parques, auditorio, entre otros (Dibujo).

### **Pulir**

Las ideas que plasmaron los alumnos en la actividad anterior se tomaron en cuenta para el diseño de proyecto arquitectónico para mitigar la contaminación por jales.

Para darle forma a las ideas expresadas, mediante una presentación se les mostró las características que debe reunir el proyecto y algunos procesos constructivos que se pretenden emplear.

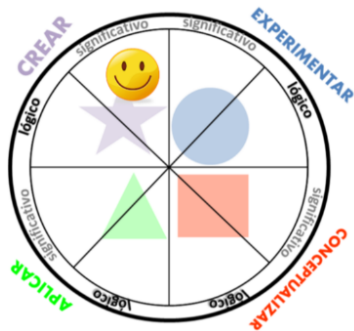


**FIGURA 13.** Características del proyecto.

Se les mostró resultado del proyecto que consiste en propuestas de infraestructura para contener los jales que se dispersan por la acción erosiva de la lluvia y el viento:

- 1.- Contenciones a base de muros de ferrocemento.
- 2.- Contenciones a base de muros gaviones.
- 3.- Contenciones a base de muros de materiales reciclados (llanta usada)

Se atendieron comentarios, observaciones y dudas, el proyecto



### Integrar.

Finalmente, en esta fase se planea la ejecución de una ecotecnia con los alumnos, en la que se emplean materiales reciclados como botellas de Polietileno Tereftalato (PET) para realizar una jardinera en su institución y fortalecer el contenido visto en la preste intervención.

## IV. CONCLUSIONES

Con la presente intervención se logró el objetivo de permear a la población de San Jerónimo Taviche, a través de este grupo de trabajo, la información respecto a la contaminación por los jales, ya que aunque saben que estos residuos mineros podrían afectarles en su salud o en su medio natural, desconocían las causas.

Mediante acciones educativas se favoreció el conocimiento y su apropiación, lo cual llevó a la comunidad a participar en el diseño de medidas de mitigación.

Así también, se propició la imaginación y participación de los jóvenes estudiantes, quienes tuvieron la oportunidad de expresar sus inquietudes de manera esquemática, indicando los posibles usos que se podrían dar a los espacios que actualmente no pueden ocupar ya que se encuentran contaminados con residuos mineros.

Las actividades se desarrollaron en sus ambientes de aprendizaje cotidianos, acordes a su realidad: en sus aulas y al aire libre, en patios y cancha deportiva, donde pudieron expresar sus ideas y desarrollar trabajo colaborativo que les permitió construir conocimiento y fortalecer habilidades.

Finalmente se pudo observar que la ejecución de este taller fomentó valores solidarios como: la participación, el trabajo en equipo, la comunicación y la organización, lo cual realizado en forma sistemática puede llevar al empoderamiento de los jóvenes y adultos participantes.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto de investigación SIP 20171293, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Escuela Telesecundaria con clave 20DTV0143G de la comunidad de San Jerónimo Taviche, Ocotlán, Oaxaca, México.

## REFERENCIAS

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de desarrollo Social CONEVAL (2012). Consultado el 28 de septiembre de 2017, disponible en [http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/pob\\_municipal.aspx](http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/pob_municipal.aspx).

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2010). Censo de población y vivienda 2010.

Ramírez Mario y Chávez Eduardo. (2010, octubre). Introducción del sistema 4mat de estilos de aprendizaje para la práctica innovadora en la enseñanza de ciencias, caso Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 6(6), México.

Plan municipal de desarrollo San Jerónimo Taviche, Ocotlán, Oax. PMD (2011-2013).

Teodoro Tenango Manuel. (2014). *Estudio de la comunidad vegetal presente en sitios con residuos de minas de plata y su capacidad fitoremediadora*. Tesis CIIDIR. Oaxaca México.