



Taller multidisciplinario de creatividad “el nopal como medio de purificación del agua”, integrado por la fotografía, la biología y la química

María del Pilar Molina Alvarez¹, Laura Moreno Ibarra² y Gilda Beatriz Velázquez González³.
^{1,2,3}Escuela Nacional Preparatoria 5, “José Vasconcelos”. Universidad Nacional Autónoma de México, CdMx, México.

ARTICLE INFO

Received: Agosto 15, 2019
Accepted: September 20, 2019
Available on-line: junio 6, 2020

Keywords: Water, pollution, purification, mucilage, STEAM.

E-mail addresses:
mariadelpilarmolinaalvarez@yahoo.com.mx

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Esta investigación se llevó a cabo en un taller de creatividad con estudiantes de bachillerato. El objetivo del taller fue promover la formación integral de los estudiantes a través de prácticas compartidas desde la multi e interdisciplina enfocadas en una perspectiva STEAM, donde la biología, la química y la fotografía se unen para lograr el objetivo común de la purificación del agua por medio del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica* cactus). La finalidad de esta investigación fue la de identificar los contaminantes biológicos y químicos del agua de río y del laboratorio fotográfico, así como la purificación del agua por métodos de floculación con el mucilago de nopal. Con esta actividad se introduce a los jóvenes estudiantes del bachillerato a la aplicación del conocimiento y la tecnología de un modo consciente y ético; esto les permite a ellos apropiarse del conocimiento al profundizar, investigar, compartir y reflexionar sobre las problemáticas sociales, científicas y ecológicas en torno a la contaminación y purificación del agua. La metodología utilizada es la empírica analítica, los resultados más significativos son que las propiedades del mucilago de nopal son capaces de purificar el agua, y la trascendencia es que el estudiante al seguir estas investigaciones adquiere un amplio panorama del conocimiento multi e interdisciplinario.

This research was carried out in a creativity workshop with high school students. The objective of the workshop was to promote the comprehensive training of students through shared practices from the multi and interdisciplinary focus on a STEAM perspective, where biology, chemistry and photography come together to achieve the common goal of water purification through the cactus mucilage (*Opuntia ficus-indica* cactus). The purpose of this investigation was to identify the biological and chemical contaminants of the river water and the photographic laboratory, as well as the purification of the water by flocculation methods with the nopal mucilage. With this activity young students of the baccalaureate are introduced to the application of knowledge and technology in a conscious and ethical way; this allows them to appropriate knowledge by deepening, researching, sharing and reflecting on the social, scientific and ecological issues surrounding pollution and water purification. The methodology used is the analytical empirical, the most significant results are that the properties of cactus mucilage are capable of purifying water, and the importance is that the student to follow these investigations acquires a broad panorama of multi and interdisciplinary knowledge.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las realidades más evidentes en los países de América Latina es la destrucción y contaminación de acuíferos ríos, lagunas y mares debido al crecimiento de las ciudades e industrialización que tiran sus desechos en drenajes que desembocan en los ríos; la calidad de vida a sus alrededores es mala e incluso peligrosa pues son tiraderos de basura que con el tiempo se entuban y esto produce pérdidas ecológicas, económicas y sociales.

Los esfuerzos de los gobiernos por implementar medidas de política económica y social que contribuyen a mejorar la calidad de vida y recuperación de entornos son mínimos poniendo en peligro a la población, puesto que se vuelve vulnerable y se provoca la marginación debido a que la población en mayor pobreza habita estas zonas.

En la Escuela Nacional Preparatoria la formación integral es parte del plan y programa de estudios en la teoría, sin embargo, en la práctica es letra muerta. Por tanto, lograr prácticas donde se permita el intercambio formador necesario para la investigación y aplicación del conocimiento a la solución de problemas reales desde la inter-disciplina entre docentes es una tarea compleja.

Por ello en nuestras clases es importante reflexionar con nuestros estudiantes sobre la vida digna de los seres humanos y plantear prácticas donde una consecuencia de lo observado y experimentado lleven al problema real sobre el agua en la reconstrucción de un ecosistema vital, que es necesario tratar y purificar para hacer entornos amigables; esto implica la aplicación del conocimiento como herramienta útil en la reconstrucción del medio para beneficio de todos los seres que habitan el planeta.

La actividad de compartir con los jóvenes ideas sobre lo que sucede con el problema del agua y con los experimentos que se puedan realizar para la purificación del agua, permite escuchar sus explicaciones intuitivas y las que parten de los conceptos aprendidos al respecto y con ayuda de sus profesores entender de mejor manera el fenómeno de la contaminación del agua y su purificación mediante una investigación experimental que fue llevado a cabo en un taller del laboratorio de creatividad de nuestra institución.

En el laboratorio de creatividad es posible conjuntar tres disciplinas que ordinariamente se imparten por separado, como la biología, la química y la fotografía y disponer del manejo de microscopio, cámara fotográfica, centrifuga, estufa de incubación, autoclave, etc. para el desarrollo de un taller con los estudiantes para experimentar con el agua contaminada, elaborando muestras, preparaciones y tratamiento para su purificación.

Este taller permite desarrollar dinámicas de trabajo e intercambio de ideas conocimientos y habilidades, donde los estudiantes a partir de su investigación socializan entre ellos el problema con experimentos que identifican los contaminantes químicos y biológicos, que sedimentan (floculan) estos contaminantes en el mucilago del nopal, que decantan el cuerpo de agua clara que se obtiene del proceso anterior y que determinan el grado de purificación de agua midiendo su pH.

La experiencia adquirida por el estudiante y los maestros en este taller da pie a la reflexión, el análisis y posible solución a las problemáticas de la comunidad a la que pertenecen.

II. ANTECEDENTES

Este taller aborda desde diferentes áreas del conocimiento en inter-disciplina, una problemática compleja y ataca sus posibles soluciones. Su origen lo tuvo en el laboratorio de fotografía, al proponer la profesora de fotografía (Profa. Molina) a los estudiantes hacer foto reportajes de problemas sociales para difundirlos a la comunidad. Con uno de ellos, se inició una investigación bibliográfica sobre el agua contaminada, al consultar reportes de la Feria de las Ciencias de nuestra Universidad (UNAM), y artículos de la Universidad del Estado de Hidalgo en México, del Instituto Politécnico Nacional de México, de la Universidad de la Habana en Cuba, de la Universidad Tecnológica de Chile, de la Universidad Central de Venezuela, de la Universidad Nacional de Costa Rica, donde se aborda este grave problema.

A partir de la lectura de los artículos surge la necesidad de experimentar para investigar por uno mismo lo dicho en ellos, por lo que se hace necesario el intercambio y aplicación del conocimiento desde diversas áreas, cómo la biología y la química, para la reflexión, el registro, la experimentación, el análisis y la difusión de resultados como posible solución a nivel comunidad.

Para tratar estas problemáticas, se propone a los estudiantes interesados en el tema invitar a sus profesores de ciencias a participar en proyecto de taller de creatividad que se convocan anualmente. La profesora de biología (Profa. Moreno) y la profesora de química (Profa. Velázquez) aceptaron la invitación de los estudiantes y entre las tres se desarrolló el proyecto de purificación del agua por medio del nopal.

III. PROYECTO

El objetivo del proyecto es purificar el agua por medio del nopal, desde una perspectiva empírico analítica que permite tanto al estudiante como al profesor reconocer a partir de su propia experiencia la importancia y valor del conocimiento al aplicarlo a la realidad, así como ampliar el panorama del conocimiento experimental.

Este proyecto se llevó a cabo en los Laboratorios Avanzados de Ciencias Experimentales (LACE) de nuestra institución, donde se cuenta con equipo especializado de diferentes disciplinas para su realización y profesores interesados en estos proyectos para llevarlos a cabo multi e interdisciplinariamente.

Para el proyecto se elaboró una calendarización de un taller de creatividad con duración de 20 horas durante una semana. Las actividades del taller se dividieron por áreas en el caso de la biología y la química y en el caso del registro fotográfico se llevó a cabo durante todo el proyecto.

Veinte estudiantes participantes en el proyecto organizados en cinco equipos realizando en general las mismas tareas simultáneamente, aunque en lo particular algunos estudiantes destacaron individualmente en tareas específicas.

El proceso experimental consistió en:

1. Tomar muestras de agua contaminada del río Magdalena (dentro de la ciudad de México) y de agua contaminada de laboratorio de fotografía, caracterizar las muestras seleccionadas por su color, olor, turbidez, consistencia física y pH.
2. Observar las muestras seleccionadas al microscopio para contemplar los microorganismos.
3. Elaborar muestras testigo para que los alumnos identifiquen por reacción de químicos el color con la presencia de metales como el hierro que deja sedimento azul, el plomo que deja sedimento rojo y la plata que deja sedimento blanco.
4. Elaborar muestras de agua de río Magdalena y de laboratorio de fotografía para identificar por medio de reacción y precipitados de colores la presencia de sales minerales, metales como (plata-blanco, hierro-azul y plomo-rojo, cobre amarillo).
5. Preparar medio de cultivo para bacterias Agar y en cajas de Petri lavadas y esterilizadas para cultivar en incubadora por 24 horas para identificar colonias de bacterias por tinción de Gram.
6. Moler nopal común comestible para agregar a las muestras de agua contaminada de río Magdalena y de laboratorio de fotografía, y probar floculación (sedimentación) de bacterias, así como de metales y caracterizar el agua resultante, por su color, olor, turbidez, consistencia física y pH.

IV. OBJETIVOS

Objetivos generales

Que el estudiante observe, reflexione sobre la importancia del agua.

Que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos en clase para resolver un problema real de modo grupal.

Que el estudiante reconozca y valore el conocimiento ancestral, y trate de pensar en cómo aplicarlo en la solución a un problema actual.

Objetivos específicos

Fotografía:

1. Desarrollar su creatividad a partir de la aplicación del conocimiento en composición, iluminación y encuadre, valorando la creatividad lograda como acción transformadora de sí mismo, de su grupo social que tiene influencia en su entorno como propuesta visual que es una bitácora para reflexionar y valorar el papel de la imagen fotográfica en la investigación.

Biología:

- Identificar los microorganismos presentes en el agua de las muestras del río Magdalena a través de la observación microscópica y del cultivo y tinción Gram de bacterias.
- Eliminación de microorganismos por floculación con el mucílago del nopal
- Proponer posibles soluciones para la conservación del ecosistema estudiado y sus alrededores.

Química

- Identificar la presencia de algunos metales como parte de los contaminantes del agua.
- Eliminación de sales minerales por floculación con el mucílago del nopal
- Proponer posibles soluciones para la conservación del ecosistema estudiado y sus alrededores.

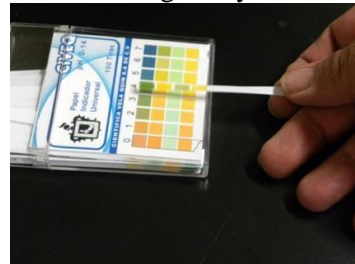
V. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Material por equipos de 4 a 5 integrantes.

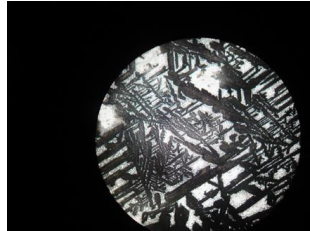
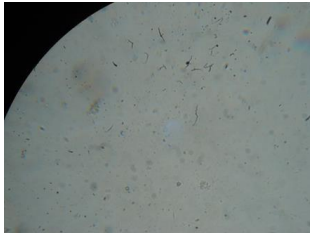
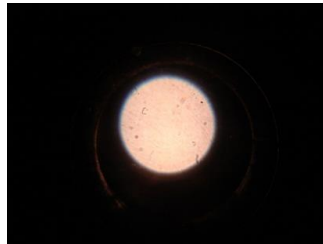
FOTOGRAFÍA	BIOLOGÍA	QUÍMICA
<p>Equipo: Cámara fotográfica digital o teléfono celular con cámara de mínimo 8 mega pixeles con objetivo macro y memoria digital. Computadora con Power Point para la presentación de las fotografías de los experimentos.</p>	<p>Equipo: Microscopio óptico y estereoscópico Horno de microondas Autoclave Estufa de incubación Licuadora</p> <p>Instrumental: Balanza Matraz Erlenmeyer de 500 ml Probeta de 100 ml Probeta de 200 ml Probeta de 500 ml 20 Cajas de Petri</p> <p>Materiales: 2 Asas de siembra Espátula 2 Lámparas de alcohol Tapón de algodón para el matraz Erlenmeyer Agitador vortex</p> <p>Sustancias: 12g. de medio de cultivo nutritivo sólido líquido LB-agar 500 ml de agua destilada Cristal violeta (disolución- frasco gotero) Alcohol-cetona (disolución 1:1 en frasco gotero) Safranina (en frasco gotero) Lugol (en frasco gotero)</p>	<p>Equipo: Centrifuga Parrilla</p> <p>Instrumental: Pipeta de 5 ml Pipeta 10ml 4 matraz de 50 ml 4 Pipetas beral 2 Vasos de pp de 250 ml</p> <p>Materiales: Embudo de vidrio estriado Soporte universal Pinzas para bureta 2 Jeringas con manguera 4 Vidrios de reloj 6 Tubos de ensayo 6 Tubos de ensayo para centrifuga</p> <p>Reactivos: Tiras para medir pH Ácido Clorhídrico HCl 2N Hidróxido de amonio NH₄(OH) Sulfocianuro de potasio KCNS Ferrocianuro de potasio K₄Fe(CN)₆ Amoniac NH₃</p>

VI. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL PROCESO EXPERIMENTAL

1. Muestreo de agua contaminada del río Magdalena y del Laboratorio de Fotografía y medición de pH.



2. Observación y registró con cámara fotográfica en los microscopios estereoscópico y óptico.

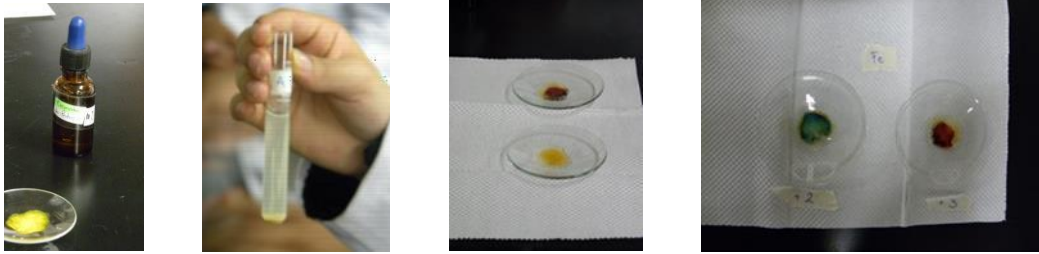


3. Experimentación para conocer si por medios físicos como el calentamiento y centrifuga se puede separar las sales minerales.

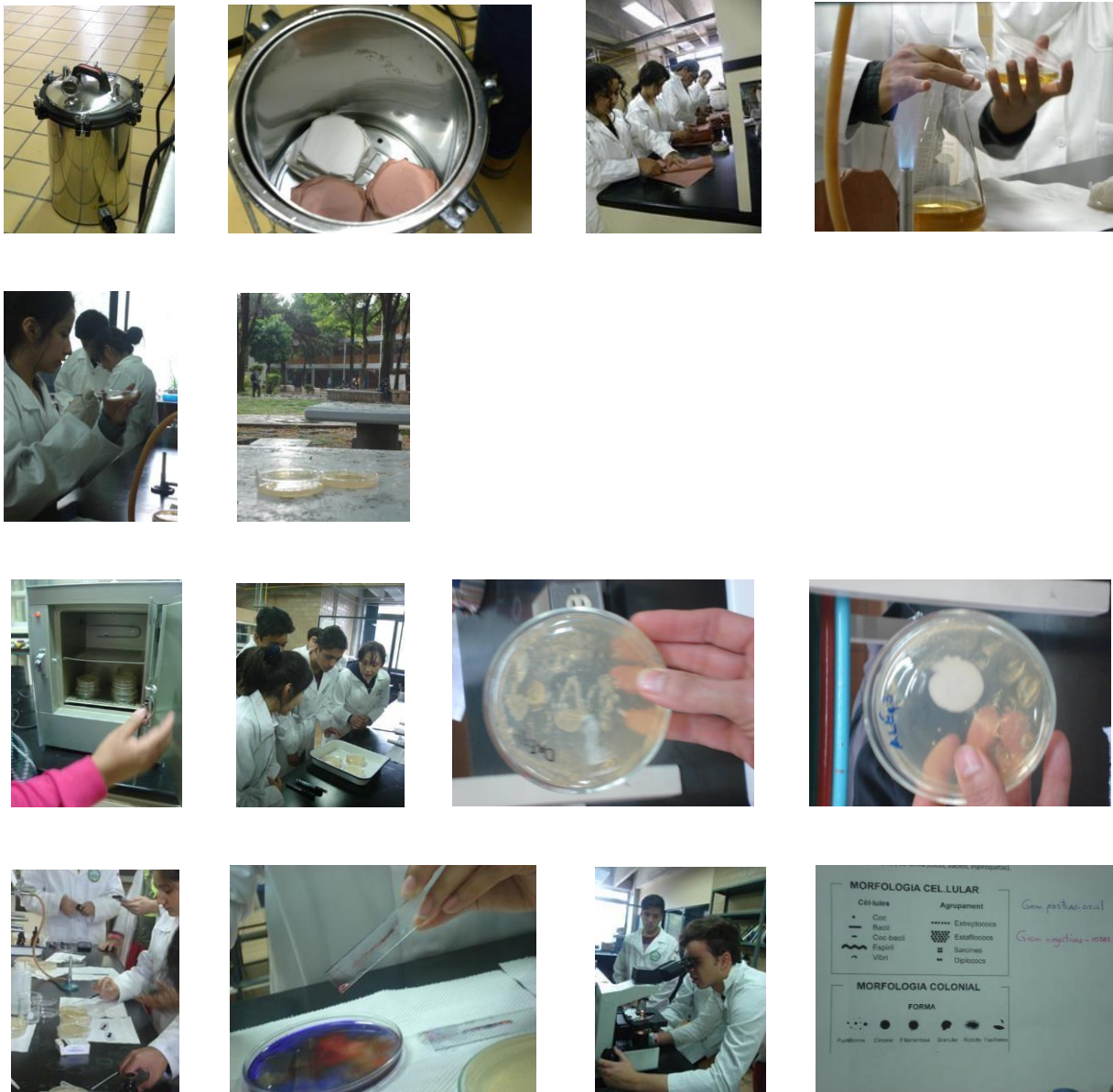


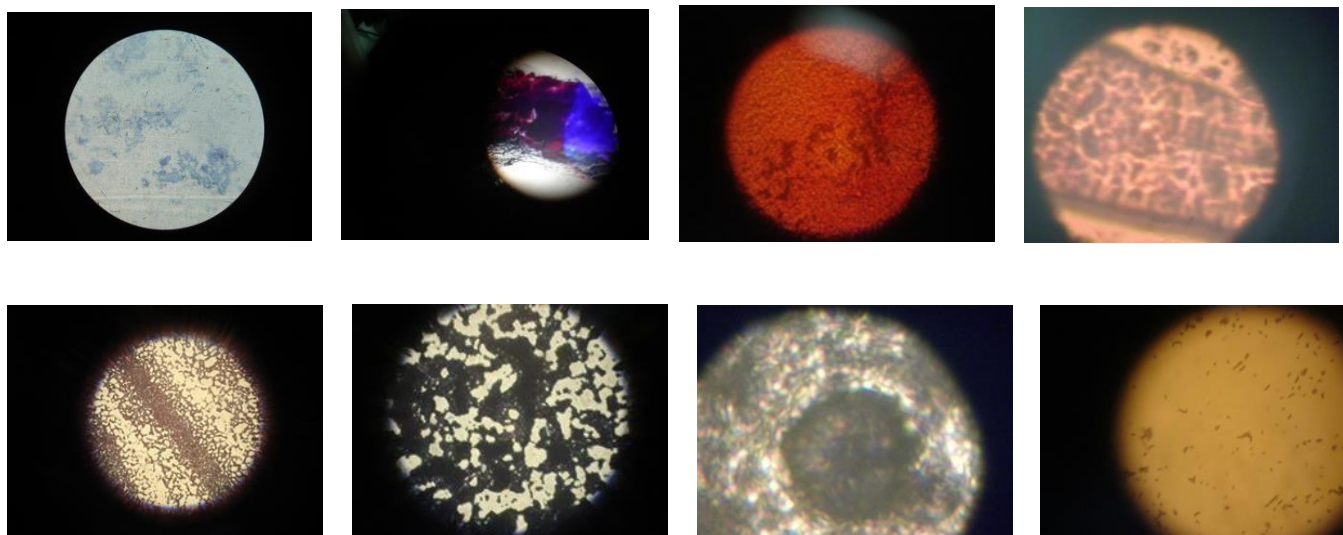
4. Experimentación para conocer con que químicos el agua contaminada hace reacción y permite identificar por color la presencia de diversas sales minerales (metálicas) disueltas en el agua, como plata (Hidróxido de amonio $\text{NH}_4(\text{OH})$), hierro (Ferrocianuro de potasio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) y plomo (Ácido Clorhídrico HCl_2N).





5. Elaboración de cultivo con muestras de microorganismos para identificar las células y colonias por tinción de Gram presentes en el agua contaminada.





6. Floculación a través del nopal de sales minerales para purificar el agua.



VII. METODOLOGIA

Este estudio se ha hecho desde una perspectiva empírico analítica a partir de la cual se propone dar continuidad a los estudios sobre contaminantes del agua del río Magdalena y desechos de laboratorio de fotografía por medio de recolección, observación, estudio y análisis de contenidos.

Para el registro del proceso experimental se llevó a cabo una bitácora escrita, una bitácora con foto fija o vídeo, durante cinco días que duro el taller de creatividad. Se alternaron los experimentos de biología y química, dedicando tres sesiones para biología y dos para química, de la siguiente manera:

Sesión 1.

Se llevó a cabo la medición de pH y la identificación con el microscopio de microorganismos en el agua contaminada del río Magdalena (muestra 1, biológica, pH 5) y del Laboratorio de Fotografía (muestra 2, química, pH 4).

Sesión 2.

Se elabora muestra testigo donde se identifican las sales minerales metálicas por reacción química y por métodos físicos como centrifugado y calentamiento de las muestras se busca separar los contaminantes del agua.

Sesión 3.

Se elabora alimento (agar) para cultivo de microorganismos encontrados en el agua contaminada, en las muestras 1 y 2, se siembran microorganismos encontrados en la muestra 1 y se colocan para su reproducción en la incubadora, para su completa identificación.

Sesión 4.

Se identifica por reacción química la existencia de sales minerales metálicas en las muestras 1 y 2. Se muele el nopal para flocular los contaminantes biológicos (muestra 1) y químicos (muestra 2).

Sesión 5.

Con los cultivos elaborados en la incubadora, se toman muestras que se colocan en portaobjetos y se identifica por tinción de Gram las colonias que contiene el agua contaminada, y se toman muestras del agua de la columna de agua con el mucílago del nopal en su fondo para identificar residuos de contaminantes no floculados.

VIII. RESULTADOS

Los experimentos que se realizaron permitieron observar a través de los microscopios los microorganismos presentes en las muestras 1 y 2, encontrando en ellas distintos tipos de protistas predominando protozoarios (protistas, paramesium), algas (volvox) y bacterias. Los experimentos químicos permitieron identificar que la muestra 1, no contiene sales minerales y en la muestra 2 el tipo de sales minerales que se contenía en la muestra.

En el tratamiento de purificación del agua por floculación con el mucílago del nopal, se obtuvo un pH de nivel 7 para las muestras 1 y 2 tratadas con el mucílago del nopal, se observó al microscopio que la densidad de microorganismos se redujo considerablemente en la muestra 1 y los microorganismos que quedaron atrapados en el mucílago del nopal perdieron su movilidad. Igualmente las sales minerales disminuyeron considerablemente en la muestra 2 y quedaron depositadas en el mucílago del nopal, lo que muestra que la sedimentación de contaminantes tanto biológicos como químicos fue efectiva.

IX. DISCUSIÓN

Las habilidades logradas por los estudiantes se dieron en el manejo de instrumental y equipos, que para la mayoría de los estudiantes se usaron con aplicaciones nuevas, como en el caso del uso del autoclave para la esterilización de las cajas de petri; en la preparación del alimento de las bacterias, en un matraz con agua caliente donde se disolvió el Agar y ya tibio se vertió en las cajas de petri para su cuajado, en el manejo de las asas de siembra de microorganismos de la muestra 1 en las cajas de petri, en la calibración de la incubadoras donde se hizo la reproducción de los microorganismos de la muestra 1, en la identificación en el microscopio con tinción de Gram de las bacterias reproducidas, en la preparación del mucílago de nopal en una licuadora con agua limpia para obtener una sustancia en estado coloidal que se mezcla con la muestra 1, 2 y la testigo para después de 12 horas observar las muestras, medir su pH y compararlo con su valor inicial.

En el caso del proceso químico de la purificación de la muestra 2, las habilidades logradas fueron, colocar con una pipeta, en tubos de ensayo 3 ml de las muestras 1 y 2. En la muestra testigo con sales minerales (metálicas) intencionalmente colocadas para su identificación, la agregación con gotero de los químicos reactivos, la identificación de la reacción de estos químicos con las sales minerales por color y olor. La identificación por color y olor de la presencia de sales minerales en las muestras 1 y 2 cuando los químicos reactivos se agregan a las muestras 1 y 2 en los tubos de ensayo, detectando sales minerales solo en la muestra 2.

Los aprendizajes que fueron significativos se pueden considerar como la asimilación de los procesos biológicos, químicos y de técnicas fotográficas y de video llevados a cabo durante toda la investigación similares a los que se realizan en los laboratorios de investigación o industriales.

X. CONCLUSIONES

Al llevar a cabo el taller de creatividad se observaron y se comprobaron junto a los estudiantes las propiedades del nopal, una planta ancestral originaria de América que es fuente de alimento, salud y aglutinantes para la construcción de pirámides.

Se mostró que el nopal (*Opuntia ficus-indica* cactus) es una planta purificadora con cualidades de separación por floculación (sedimentación). La obtención de la purificación del agua por esta planta ancestral causó sorpresa en los estudiantes y la experiencia les generó conciencia sobre el uso de este conocimiento en la posible solución del problema de purificar aguas contaminadas y de aplicar los descubrimientos recientes entorno a dicha planta.

El trabajo multi e inter disciplinario proporcionó experiencias colectivas de aprendizaje a los estudiantes y profesores participantes en el taller, como la observación por la tecnología de microfotografía y de vídeo con el microscopio estereoscópicos y ópticos del agua contaminada por microorganismos.

La bitácora elaborada con técnicas de microfotografía y la bitácora escrita permitieron llevar un registro detallado de los procesos realizados en la investigación. En la exposición final los estudiantes presentaron sus reportes con imágenes de los experimentos que se llevaron a cabo en el taller, con sus reflexiones sobre el uso del mucílago del nopal y sus propiedades de purificación por encapsulamiento y floculación tanto de microorganismos, como de sales minerales, que permitieron llevar al agua de río de un pH 4 a un pH 7 y al agua de laboratorio disminuir su turbiedad notablemente y cambiar su pH 11 a pH 7.

VI. REFERENCIAS

Acaso, M. (2011). *Didáctica de las artes y la cultura visual*. España: Akal..

Acha, J. (1988). *El consumo artístico y sus efectos*. México; Trillas,

Albert R, L., Corea D., Macadino V. (2012). *Rhetorical ways of thinking. Vygotskian Theory and Matematical Learning*. USA: Boston College Chestnut Hill, MA, Springer.

Bourdieu, P. (2003). *Un arte un medio. Ensayo sobre los usos sociales de la fotografía*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Cetto, A. M. (1987). *La Luz: "En la naturaleza y en el laboratorio"*. Colección. La Ciencia desde México. México: Fondo de Cultura Económica.

Costa, J. Moles A., (1991). *Imagen didáctica*. Barcelona, España: CEAC.

Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. y Massarini, A. (2016). *Invitación a la biología: en contexto social*. Buenos Aires: Panamericana.

Donis, A., (2003). *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual* España: Gustavo Gili.

Efland, A., Freedman, K., y Sthur, P. (1997-2003). *La educación en el arte posmoderno*, España: Paidós.

Gardner, H. (1994). *Educación Artística y Desarrollo Humano*. España: Paidós, España.

Gentili, P. (2009). *Tres argumentos acerca de la crisis de la educación media en América Latina, Debate 07*. España: SITEAL, Organización de Estados Interamericanos.

Gil, T., F. (2009). *Educación artística y cultural en el contexto escolar en Europa*. Bruselas: Agencia Educativa en el Ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural.

Herrmann, N. (1993). *The creative brain*. New York: Brain Books.

Jiménez, V., C., A. (2000). *Cerebro creativo y lúdico. Hacia la construcción de una nueva didáctica para el siglo XXI* Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Johnson, D., W., Johnson R., T. (2016) *La evaluación en el aprendizaje colaborativo. Cómo mejorar la evaluación individual a través del grupo*. México: SM.
- Lindholm, S. (1961-1997). *Óptica. Guía de trabajos prácticos*. Estocolmo, Suecia: Departamento escolar de Norstedt.
- Prieto, F. (1994). *Cultura y comunicación*. México: Coyoacán.
- Solomon, B., Berg, L., Martín, D. (2013). *Biología*. México: CENGAGE Learnig.
- Souza, V., Eguiarte, L. (2016). *Biología*. México: MacMillan Profesional.
- Strizinec, G. (2001). *Toda la fotografía digital !A fondo! En un solo libro*. México: Trillas.
- Stwartz, J., Costa L. A., Beyer K. B., Reagan R., Kallick B. (2014). *El aprendizaje basado en el pensamiento*. España: Ediciones SM.