



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA

APRENDER SIRVIENDO EN CONTEXTOS COMUNITARIOS: MONITOREO  
DE LA CALIDAD DEL AGUA CON ALUMNOS DE BACHILLERATO

## **T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN DOCENCIA  
PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
BIOLOGÍA

PRESENTA:  
JENNIE BRISEIDA SÁNCHEZ ROSAS

TUTOR:  
DRA. EK DEL VAL DE GORTARI  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

COMITÉ TUTOR:  
DRA. BLANCA DE LA LUZ FERNANDEZ HEREDIA  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA  
DR. VICTOR HUGO ANAYA MUÑOZ  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA

MORELIA, MICH., MAYO 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**C. P. AGUSTIN MERCADO**

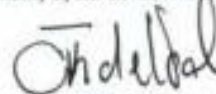
Director de Certificación y Control Documental  
Dirección General de Administración Escolar, UNAM  
Presente.

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Subcomité de Tesis del Comité Académico de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, celebrada el día 15 de febrero del 2016, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestra en Docencia para la Educación Media Superior de la alumna **Jennie Briseida Sánchez Rosas** con número de cuenta **514026253** con la tesis titulada: "**Aprender sirviendo en contextos comunitarios: monitoreo de la calidad del agua con los alumnos de Bachillerato**" bajo la dirección de la **Dra. Ek del Val de Gortari**.

Presidente:	Dr. Víctor Hugo Anaya Muñoz
Vocal:	Dra. Norma Angélica Navarrete Saigado
Secretario:	Dra. Ek del Val de Gortari
Suplente:	Dra. María Guadalupe Soto Molina
Suplente:	Dra. Blanca de la Luz Fernández Heredia

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Morelia, Mich., a 22 de abril de 2016.



Dra. Ek del Val de Gortari  
Secretaria de Investigación y Posgrado

*“El que aprende y aprende y no practica lo que sabe, es como el que ara y ara y no siembra”.*

*Platón*

*“Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su producción o construcción. Quien enseña aprende al enseñar y quien enseña aprende a aprender”.*

*Paulo Freire*

## **Agradecimientos**

A la Maestría en Educación Media Superior por brindarme las herramientas necesarias para mejorar e innovar mi práctica docente.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, por ser mí casa de estudios durante estos dos años.

Al Consejo Nacional del Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

A la UNAM por el apoyo económico recibido a través del Programa de Apoyo de Estudios de Posgrado.

De manera especial a la Dra. Ek del Val por haber sido mi tutora principal, por el interés y confianza en mi trabajo, por ser un gran ejemplo como persona, docente y científica.

A mi comité tutorial la Dra. Blanca y el Dr. Víctor por haberse tomado el tiempo de orientarme y compartir conmigo su experiencia profesional y disciplinar.

A mis lectoras la Dra. Lupita Soto y la Dra. Norma Angélica por aportar con sus sugerencias y correcciones.

De manera personal agradezco...

...a los Dioses que me han permitido estar con vida y salud hasta el día de hoy y concluir con éxito este trabajo.

...a mi mamá Pili por ser ejemplo de generosidad, amor y darme la confianza en todo lo que he realizado.

...a mi papá Martín por brindarme su apoyo incondicional en los proyectos que he emprendido.

...a mi hermana Haide por su gran ejemplo de valentía, tenacidad, disciplina y constancia.

...a mi hermana Céline por el esfuerzo que realiza por ser cada día un mejor ser humano, por su alegría, espontaneidad y dedicación.

...a Antonino por ser mi compañero de vida, por apoyarme y estar conmigo en los momentos de dificultad, por compartir la vocación de la docencia y la pasión por el baile.

...a José María por su guía, amor y acompañamiento en mi sendero de vida.

...a Ramón y Meche por su cariño y ayudarme a descubrir mi vocación: la filosofía y la docencia.

...a mis discípulos y compañeros de ideal por permitirnos la oportunidad de crecer para ser hombres y mujeres nuevos y mejores para un mundo nuevo y mejor.

...a Liz y Anita por brindarme su amistad y hacer que cada clase fuera más amena.

...A mis alumnos del Telebachillerato No. 103 por su disposición y apertura, ya que sin ellos no se hubiera podido realizar este trabajo.

## Resumen

En México, a partir de la Reforma Integral de la Educación Media Superior en el 2008, se pretende que los jóvenes que cursan el Bachillerato reconozcan y consoliden los conocimientos adquiridos en la escuela para aplicarlos en la vida cotidiana y que los docentes respondan a los cambios educativos en la sociedad actual; por lo que la cultura educativa requiere de nuevas metas y perspectivas ya que las estrategias de enseñanza tradicionales son cada vez más ineficientes y los alumnos están menos interesados por aprender.

El aprendizaje situado y el servicio en contextos comunitarios permiten lograr aprendizajes significativos en los alumnos a partir de experiencias diseñadas y organizadas por el docente para que pongan en práctica sus conocimientos y habilidades en situaciones cotidianas, fortaleciendo el sentido de responsabilidad y cuidado hacia los demás. Este documento presenta los resultados de una experiencia para ampliar el campo de acción del docente más allá del aula con los alumnos del Telebachillerato No. 103 de la generación 2013-2016, para la enseñanza del tema: “Propiedades del agua y su importancia en los procesos de los seres vivos” de la asignatura de Biología 1 del plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato a partir del monitoreo de la calidad del agua en la localidad de Chiquimitio, Municipio de Morelia, Michoacán.

Para el logro de los objetivos propuestos se utilizó un diseño cuasi experimental pretest – postest. Al inicio y al final de la intervención se aplicó un cuestionario a los alumnos para evaluar cambios en la percepción después de la intervención. Para la secuencia didáctica se elaboró un manual de calidad del agua que servirá de apoyo a docentes y alumnos que deseen replicar la actividad.

Los resultados más relevantes de este trabajo son que los alumnos del 4to semestre del Telebachillerato No. 103 cambiaron su perspectiva respecto a los problemas ambientales interesándose por su formación ambiental y las formas en que podrían

contribuir al cuidado del entorno. A partir de la secuencia didáctica realizaron el monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos de agua en la comunidad, donde reconocieron la importancia de la asignatura de Biología.

Además, como docente durante el proceso de intervención, se adquirió experiencia respecto a la adaptación una secuencia didáctica para “situar” el aprendizaje y generar un aprendizaje significativo en los estudiantes.

### **Abstract**

In Mexico the Reform of High School Education in 2008 aims that young people who attend highschool recognize and consolidate the knowledge acquired at school to apply it in daily life. At the same time that teachers answer to the educational changes in today's society. Therefore the educational culture requires new goals and perspectives as traditional teaching strategies are increasingly inefficient and students are less interested to learn.

Situated learning and service in community allow the students to achieve significant learning from experiences designed and organized by teachers to put into practice their knowledge and their skills in everyday situations, strengthening the sense of responsibility and care for others. This paper presents the results of an experience to expand the scope of teaching beyond the classroom with students of Telebachillerato No. 103 of the 2013-2016 generation, teaching the subject: "Properties of water and its importance in processes of living beings" of Biology 1 from the curriculum of the Dirección General de Bachillerato from monitoring water quality in the town of Chiquimitio, Municipality of Morelia, state of Michocan.

For achieving the proposed objectives a quasiexperimental pretest – posttest design was used. At the beginning and at end of the project a questionnaire was applied to the students to compare if their perception changed after the intervention. For the teaching sequence was made a manual to monitor the water quality that will support teachers and students that would like to replicate the activities.



The most relevant results from this work were that the students of the 4th semester of Telebachillerato No. 103 changed their perspective about the environmental problems being interested in their environmental training and ways they could contribute to protect the environment.

From the teaching sequence the students made a water quality monitoring from the water bodies in the community, where they recognized the importance of the subject of Biology.

In addition, as a teacher during the intervention process, experience was gained regarding the adaptation a didactic sequence to "put" learning and generate significant learning in the students.

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Justificación.....	4
Pregunta de investigación.....	5
<b>CAPÍTULO I. La Educación Media Superior en México.....</b>	<b>6</b>
1.1 Panorama actual.....	6
1.2 Telebachillerato Michoacán.....	7
<b>CAPÍTULO II. El agua en México.....</b>	<b>11</b>
2.1 Distribución del Agua a Nivel Nacional.....	11
2.2 Situación del agua en Michoacán.....	13
2.3 Importancia del agua en los seres vivos.....	15
2.4 Monitoreo de la calidad del agua.....	15
2.4.1 Indicadores químicos.....	16
2.4.2 Indicadores físicos.....	17
2.4.3 Indicadores biológicos.....	18
<b>CAPÍTULO III. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia.....</b>	<b>21</b>
3.1 Dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.....	21
3.2 Aprendizaje significativo de la ciencia.....	22
3.3 Enseñanza situada.....	23
3.3.1 Aprendizaje experiencial.....	24
3.3.2 Práctica reflexiva.....	24
3.4 Aprender sirviendo en contextos comunitarios.....	25
<b>Hipótesis.....</b>	<b>26</b>
<b>Objetivo general.....</b>	<b>27</b>
<b>Objetivos particulares.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO IV. Metodología de trabajo.....</b>	<b>28</b>

4.1 Tipo de diseño.....	28
4.2 Población y muestra.....	28
4.3 Procedimiento.....	28
4.4 Estrategia didáctica.....	29
4.4.1 Tipos y momentos de la evaluación.....	29
4.5 Presentación de la secuencia didáctica.....	31
4.6 Análisis de datos.....	38
<b>CAPÍTULO V. Análisis y discusión de resultados.....</b>	<b>39</b>
5.1 Descripción de los resultados.....	39
5.1.1 Descripción de resultados de la fase diagnóstica pretest.....	39
5.1.2 Descripción de los resultados de la secuencia didáctica.....	48
5.1.3 Descripción de resultados del postest.....	54
5.2 Análisis y discusión de resultados.....	64
5.2.1 Análisis y discusión de la aplicación secuencia didáctica.....	64
5.2.2 Descripción de los resultados del pre/postest.....	80
5.3 Sugerencias para futuras intervenciones.....	81
<b>CAPÍTULO VI. Conclusiones.....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>90</b>

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Número de matrícula absorbida por el Telebachillerato Michoacán....	9
Gráfica 2. Porcentaje de deserción en Telebachillerato Michoacán.....	10
Gráfica 3. Porcentaje de reprobación en Telebachillerato Michoacán.....	10
Gráfica 4. Respuesta a la pregunta 1 del cuestionario diagnóstico.....	39
Gráfica 5. Porcentaje de alumnos que contestaron la pregunta número 2 del cuestionario.....	40
Gráfica 6. Prácticas que llevan a cabo los alumnos para el cuidado del ambiente.....	41
Gráfica 7. Vías mediante las cuales los estudiantes se informan del estado del medio ambiente.....	42
Gráfica 8. Soluciones que los alumnos consideran podrían realizar para el mejoramiento del ambiente.....	43
Gráfica 9. Conceptos o conocimientos de Biología que los alumnos consideran que pueden aportar en la solución de los problemas ambientales.....	44
Gráfica 10. Principales problemas ambientales que los alumnos consideran que enfrenta su región.....	55
Gráfica 11. Los alumnos consideran que los problemas ambientales son un peligro inminente.....	56
Gráfica 12. Porcentaje de alumnos que consideran que pueden cuidar el medio ambiente.....	57
Gráfica 13. Porcentaje de alumnos que realizan buenas prácticas medioambientales en su casa y en la escuela.....	58
Gráfica 14. Prácticas medioambientales que llevan a cabo los alumnos en su casa y en la escuela.....	59
Gráfica 15. El cuidado del entorno le compete a.....	60
Gráfica 16. Alumnos interesados en su formación medioambiental.....	61
Gráfica 17. Vías por las cuales los alumnos se informan sobre el estado del medio ambiente.....	62

Gráfica 18. Soluciones en las que los alumnos consideran pueden aportar para mejorar el medio ambiente.....	63
Gráfica 19. Conocimientos de la asignatura de biología que los alumnos consideran que aportan a la solución de problemas ambientales.....	64

## Índice de figuras

Figura 1 La CONAGUA, (2014) divide al territorio nacional en XIII regiones hidrológico-administrativas, dependiendo de sus habitantes y disponibilidad del líquido vital.....	12
Figura 2. Mapa hidrológico de la comunidad de Chiquimitío.....	14
Figura 3. Ojo de agua “Chacuaro” .....	45
Figura 4. El salto.....	46
Figura 5. Cuerpos de agua de la comunidad a) El Chorrillo b) Lourdes.....	47
Figura 6. Alumnos trabajando de manera individual.....	48
Figura 7. Alumnos revisando la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.....	49
Figura 8. Alumnos realizando las mediciones de los indicadores físicos y químicos.....	50
Figura 9. Alumnos realizando el muestreo de macroinvertebrados acuáticos.....	51
Figura 10. Alumnos realizando el muestreo en equipos en “El chorrillo” y ojo de agua de Lourdes.....	52
Figura 11. Alumnos en el Laboratorio del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) realizando la identificación de los macroinvertebrados acuáticos. ....	53
Figura 12. Listado grupal sobre los factores que los alumnos consideran que afectan la calidad del agua. ....	66
Figura 13. Registro de macroinvertebrados que no se encontraron en la lista proporcionada en el Anexo 5. ....	68
Figura 14. Dictamen de calidad del agua de “Chacuaro”. Calidad del agua: Buena. ....	69

Figura 15 Dictamen de calidad del agua del “Chorrito”. Calidad del agua: Buena.	70
Figura 16. Dictamen de calidad del ojo de agua de “Lourdes”. Calidad del agua: Buena. ....	71
Figura 17. Dictamen de calidad del agua no sobresaliente.....	72
Figura 18. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 1.....	73
Figura 19. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 2.....	74
Figura 20. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 3.....	75
Figura 21. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 4.....	76
Figura 22. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 5.....	77
Figura 23. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 6.....	78

## **Introducción**

México, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE en Español), tiene una de las coberturas educativas más bajas a nivel medio superior, lo cual significa que una gran cantidad de jóvenes mexicanos no tienen acceso a este nivel educativo. Por otra parte, de acuerdo al Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en inglés) en la prueba aplicada en el 2012 señala que en el área de ciencias el 47% de los mexicanos de 15 años de edad no alcanza un nivel de competencias básico (OECD, 2013).

Es por ello que en México desde el 2008 se instauró la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) para atender los retos de: Cobertura, calidad y equidad. La RIEMS, establece la pertinencia y relevancia de los planes y programas de estudio para que ofrezcan las herramientas, habilidades, conocimientos y aptitudes para que el egresado de bachillerato continúe con la educación superior o en algunos casos que pueda incorporarse al campo laboral.

La RIEMS (2008) destaca que el campo de acción del docente y de la institución ya no debe centrarse solamente en que el alumno domine los conocimientos de las diferentes asignaturas para aprobar un examen escrito. Se requiere que el alumno desarrolle un perfil en específico conforme un Marco Curricular Común (MMC), que integre las competencias que le permitan al joven desarrollarse en todos los ámbitos de su vida. Para ello es necesario que el docente diseñe y planee cada una de las clases de las asignaturas que imparta para contribuir al logro de un aprendizaje significativo y útil para el alumno, para que el alumno mejore su calidad de vida, su bienestar y su entorno.

El Estado de Michoacán se sitúa en los últimos lugares a nivel educativo en el país (SEP, 2015), de acuerdo con las estadísticas durante el ciclo escolar 2009-2010 se tuvo una tasa de absorción de 88.3% (INEE, 2010), aumentando en el ciclo escolar 2010-2011 al 99.7% (INEE, 2011). La tasa de absorción es considerada como una medida aproximada de los alumnos que ingresan al siguiente nivel educativo, se

construye a partir de suponer que los alumnos inscritos son los alumnos que han egresado del nivel educativo que les precede, sin considerar que los inscritos provengan de otras generaciones escolares. Sin embargo, en las estadísticas con respecto a la cobertura que indica que porcentaje de la población total entre los 16 y 18 años que tiene acceso a la Educación Media Superior, en el Estado fue del 51.8% en el ciclo escolar 2009-2010 (SEP, 2010) y del 55.7% en el ciclo escolar 2010-2011 (SEP, 2011), colocándonos en el último y antepenúltimo lugar respectivamente a nivel nacional.

El aumento en el porcentaje de absorción y cobertura se debió a que en el 2010 nace el Telebachillerato Michoacán (TEBAM) como un organismo público descentralizado con el objetivo de cubrir la necesidad educativa del Estado de Michoacán en las comunidades de media, alta y muy alta marginación. Actualmente el TEBAM cuenta con 193 planteles en el Estado, con una matrícula 11021 alumnos inscritos en el 2015 (de acuerdo con las estadísticas obtenidas de la Dirección de Control Escolar del Telebachillerato Michoacán, 2015), cifra que ha ido en aumento año con año.

En Chiquimitío, Municipio de Morelia, se encuentra el Telebachillerato No. 103. Esta comunidad se localiza a 10 km al noroeste de Morelia por la carretera a Torreón Nuevo ( $101^{\circ} 14.9' O$  y  $19^{\circ} 30' N$ ), a una altura sobre el nivel del mar de 2020m. Colinda al norte con el municipio de Tarímbaro, al sur con Cuto de la Esperanza; al este con la ciudad de Morelia y al oeste con la tenencia de Teremendo de los Reyes.

Desde el inicio de las actividades del plantel, ha sido de gran importancia para los docentes que laboramos en él, el tratar de impartir una educación de calidad, esperando que el aprendizaje no sea sólo académico, sino que sea relevante para la vida actual y futura de los alumnos. Esperando contribuir en su formación para que sean personas reflexivas y que puedan asumirse como miembros activos dentro de la sociedad y participando en el desarrollo de su comunidad.



Con la inserción del Telebachillerato en Chiquimitío un mayor número de jóvenes han tenido la oportunidad de cursar la Educación Media Superior. Antes del 2010, de acuerdo con lo expresado por padres de familia y miembros de la comunidad, aproximadamente de los 35 jóvenes que egresaban de la Telesecundaria sólo cinco continuaban sus estudios de Bachillerato.

En el 2013 egresó del Telebachillerato No. 103 la primera generación con 28 jóvenes; mientras que en el 2014 concluyeron 35 alumnos con la educación media superior. Se espera que egresen entre 20 y 40 alumnos por año; lo cual marca una diferencia en comparación con el número de jóvenes que concluían estudios del Bachillerato en el 2010.

El rango de edad en promedio de los alumnos que integran Telebachillerato No. 103 es de 14 a 19 años, de acuerdo con Madrigal (2000) este periodo corresponde a la adolescencia intermedia que comprende la edad entre los 14 y 16 y a la adolescencia tardía entre los 17-19 años. Para estos periodos señala que los adolescentes tienden a abrirse al mundo, crecen sus habilidades de comunicación y comienzan a tener una conciencia social; siendo una de las etapas más importantes del desarrollo humano ya que construyen su identidad, integran su escala de valores, logran su identidad y forman vínculos de amistad y amorosos.

Erikson (1963, 1964, 1968) enumera las tareas del desarrollo del adolescente en ocho etapas, una de ellas se refiere al logro de la identidad, en la cual el joven elabora un concepto de su "yo" a partir de la experiencia social (Horrocks, 1984). Por otra parte, Grinder (2004) establece que en estas edades la participación en la sociedad permite al adolescente desarrollar sus capacidades y su vocación, el saber qué pueden hacer y qué pueden obtener en conjunto con más personas de su edad para lograr el establecimiento de valores y compromisos. Esto ayuda a que el adolescente tome conciencia de sus acciones y conozca que tienen consecuencias.

Todo lo que sucede alrededor del alumno le afecta e influye de alguna manera, por lo que la enseñanza no puede ser limitada a las situaciones que suceden en el salón de clases. El que el alumno responda correctamente problemas en su libreta en la clase, no asegura que ha integrado los conceptos; por lo que la enseñanza debe extenderse fuera del aula donde el alumno pueda realizar la aplicación de conocimientos (Nieda & Macedo, 1997).

La formación científica y tecnológica permite al estudiante comprender el mundo en el que vive y le permite ser capaz de tomar decisiones fundamentadas en la vida cotidiana (Nieda & Macedo, 1997). Sin embargo, aunque se cursan materias relacionadas con la ciencia a lo largo de la vida educativa, existe una brecha muy amplia entre los conceptos vistos en el salón de clase y la vida diaria.

### **Justificación**

México se enfrenta a graves problemas de distribución y de contaminación del agua, líquido esencial para la vida del ser humano y los seres vivos. En la comunidad de Chiquimitio, Municipio de Morelia, aún se encuentran abastecimientos naturales de agua, que son utilizados por la comunidad para la obtención de agua para uso personal, lavar, extracción de agua potable por parte de pipas, para recreación, entre otros. Por ello, los cuerpos de agua a través del tiempo podrían llegar a contaminarse por el mal uso y a futuro podrían ser sobreexplotados.

A partir de esta problemática se tiene un área de oportunidad, donde a través del aprendizaje situado los alumnos del Telebachillerato No. 103 podrían reconocer la importancia de los conceptos de la materia de Biología realizando un monitoreo de la calidad del agua en su comunidad. Esperando que a futuro se logre fomentar en los jóvenes una actitud responsable y comprometida hacia la institución, la comunidad y el medio ambiente, en particular relacionada con el cuidado del agua.

Por lo que este proyecto está enfocado a la adaptación de una secuencia didáctica utilizando como base el aprendizaje situado y aprender sirviendo en contextos

comunitarios, para la enseñanza del tema “Propiedades del agua y su importancia en los procesos de los seres vivos”, realizando un monitoreo de calidad del agua en la comunidad. Con la finalidad de que los alumnos de la generación 2013-2016, reconozcan la importancia de la asignatura de Biología en la explicación y resolución de problemas ambientales, extendiendo el campo de acción más allá del aula a partir de una actividad que permita a los estudiantes aprender y contribuir a su comunidad.

### **Pregunta de investigación**

Con estos antecedentes en mente, la pregunta de investigación planteada para este proyecto fue:

¿La adaptación de una secuencia didáctica basada en el enfoque del aprendizaje situado: Aprender sirviendo en contextos comunitarios para el tema “Propiedades del agua y su importancia en los procesos de los seres vivos” de la asignatura de Biología 1, permitirá que los alumnos de 4to semestre del Telebachillerato No. 103 logren un aprendizaje significativo?

## **CAPÍTULO I. La Educación Media Superior en México**

### **1.1 Panorama actual**

La Educación Media Superior en México tiene datos poco alentadores en términos de cobertura y calidad con respecto a otros países y a nivel nacional. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) la cobertura en México ha ido en aumento en los últimos años; sin embargo, se sigue teniendo la tercera cobertura más baja de los países que participaron en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos en 2012, apenas por encima de Albania y Vietnam (OECD, 2013).

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) es una evaluación que se lleva a cabo cada tres años y mide los conocimientos y habilidades en matemáticas, lectura y ciencias de los alumnos de 15 años, para dictaminar si son los necesarios para su participación en las sociedades actuales. La prueba PISA, busca no sólo evaluar conceptos, sino que trata de examinar que tanto los alumnos pueden aplicar lo que han aprendido en contextos cotidianos. Los resultados de esta prueba permiten comparar los conocimientos y habilidades con respecto a otros países para poder sugerir recomendaciones para que se implementen las políticas, programas y prácticas educativas necesarias para el desarrollo educativo del país. México como parte de la OCDE debe formar parte de estas evaluaciones (OECD, 2013).

En el resumen ejecutivo de México en PISA 2012 (INEE, 2013, pág. 4) se define competencia científica como:

*“El conocimiento científico de un individuo y su uso para identificar temas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y obtener conclusiones basadas en evidencia sobre asuntos relacionados con la ciencia; entender las características de la ciencia como forma humana de conocimiento e investigación; ser consciente de cómo la ciencia y la tecnología conforman los entornos material, intelectual y cultural; tener voluntad para involucrarse en temas científicos y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo”.*

De acuerdo con los resultados publicados por la OECD (2013) de la prueba PISA 2012 en el área de ciencias, 47% de los alumnos mexicanos no alcanzan un nivel de competencias básico (nivel 2), solamente el 0.5% de los alumnos mexicanos de 15 años de edad alcanza niveles de competencia altos en ciencia (niveles 5 y 6). El puntaje promedio obtenido en la prueba por los alumnos mexicanos es de 415, el cual está por debajo del promedio de la OCDE que es de 501, lo cual representa un déficit de dos años de escolaridad. De acuerdo a los resultados obtenidos estas evaluaciones, México se sitúa en el lugar 53 de los 65 países que fueron evaluados.

En México en 2008 con el establecimiento de la RIEMS y conforme al acuerdo no. 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) en un marco de diversidad, se señalan los siguientes retos para la Educación Media Superior en México: Ampliación de la cobertura, mejoramiento de la calidad y búsqueda de la equidad.

## **1.2 Telebachillerato Michoacán**

El Estado de Michoacán se encuentra en los últimos lugares con respecto a la cobertura a nivel bachillerato, por lo que como se mencionó con antelación, respondiendo a los retos de la EMS en México se funda el Telebachillerato Michoacán. Iniciando oficialmente el día 6 de septiembre del año 2010 como un programa dependiente de la Secretaría de Educación en el Estado con la finalidad de atender a las demandas de cobertura, calidad y equidad a nivel medio superior en el Estado. Se comenzó con 209 centros educativos distribuidos en 84 municipios, de los cuáles 5 son de muy alta marginación, 30 de alta marginación, 9 de baja marginación y 4 municipios de muy baja marginación; organizados en 10 zonas escolares.

Posteriormente se estableció como un Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, sectorizado a la Secretaria de Educación, de acuerdo a lo establecido en el Decreto de Creación de fecha 19 de abril de 2011 y publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 27 del mismo mes y año (DTAIFE, 2015).

El Telebachillerato Michoacán sigue los lineamientos planteados en la RIEMS (2008) para que mediante los planes y programas el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que contribuyan a su consolidación como persona en el aspecto psicológico, intelectual, laboral y social, logrando así una formación integral. Lo anterior se expresa en la misión, visión y valores del Telebachillerato Michoacán (DTAIPE, 2015):

#### *Misión*

*El Telebachillerato Michoacán, es una opción de educación en el nivel bachillerato, para los jóvenes que viven en poblaciones de alta y muy alta marginación, llevando a cabo las tareas educativas basadas en el aprendizaje autogestivo, a fin de formar y orientar a la juventud, en la conciencia crítica para comprometerlos en el desarrollo de su comunidad, superando la problemática para lograr mejores resultados de vida.*

#### *Visión*

*Consolidar una institución de Nivel Medio Superior con presencia en todo el estado contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las diferentes localidades mediante su programa académico de calidad y su compromiso social.*

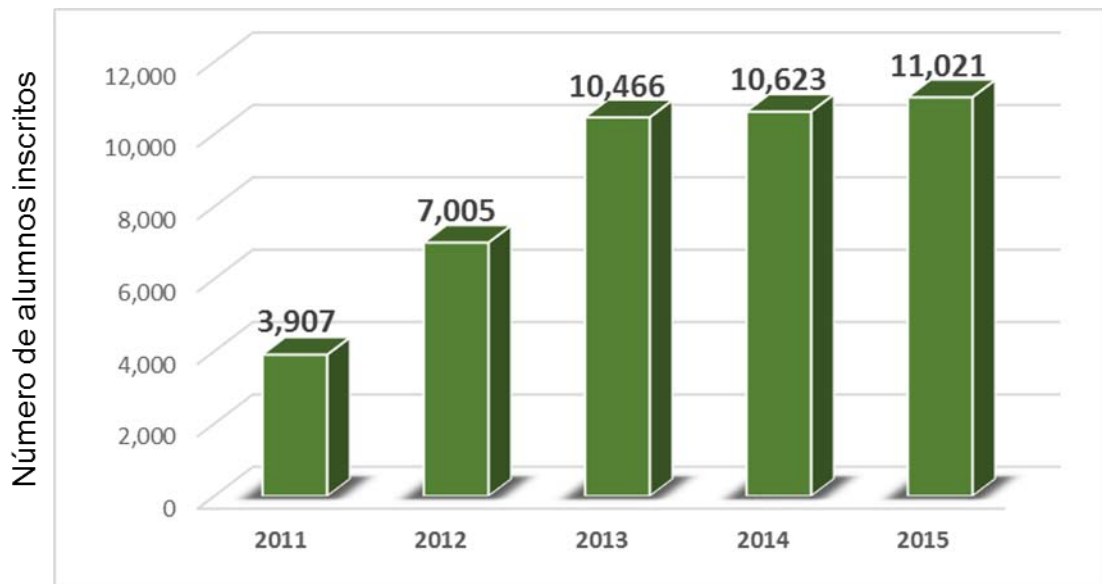
#### *Valores*

- *El respeto*
- *La Responsabilidad*
- *La identidad Nacional y Cultural*
- *La Libertad*
- *La Tolerancia*
- *La Solidaridad*
- *La Honestidad*

De acuerdo al informe revisado en la Dirección de Transparencia y Acceso a la Información del Poder Ejecutivo (DTAIPE) al 31 de diciembre del 2014, el Telebachillerato Michoacán cuenta con 193 centros ubicados en 81 municipios del

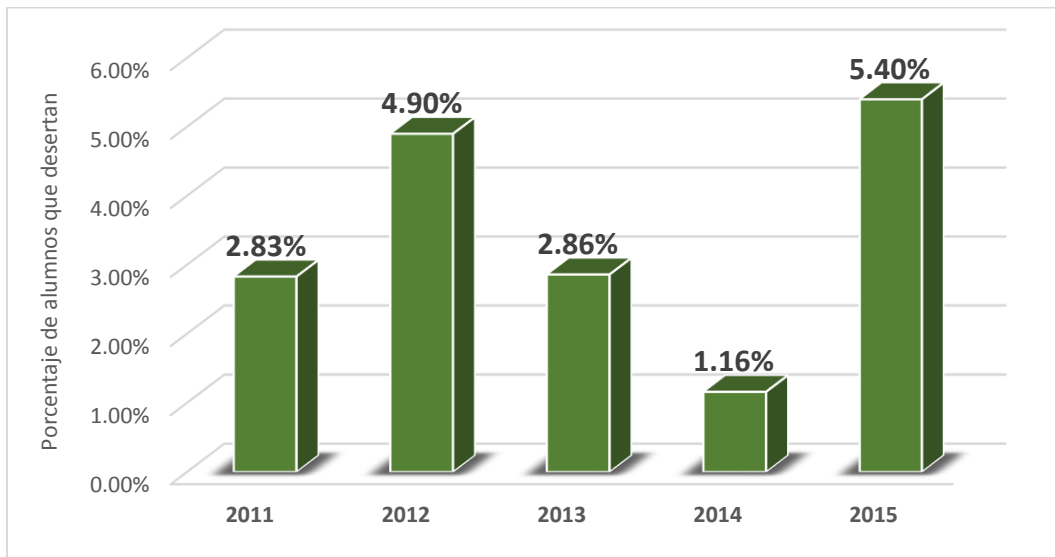
interior del Estado; 29 municipios atienden a zonas indígenas y 34 a municipios de alta y muy alta marginación.

Conforme a los datos obtenidos de la dirección de control escolar del Telebachillerato Michoacán (2015) se observa que la matrícula absorbida por el TEBAM ha ido creciendo año con año desde su creación (Gráfica 1).

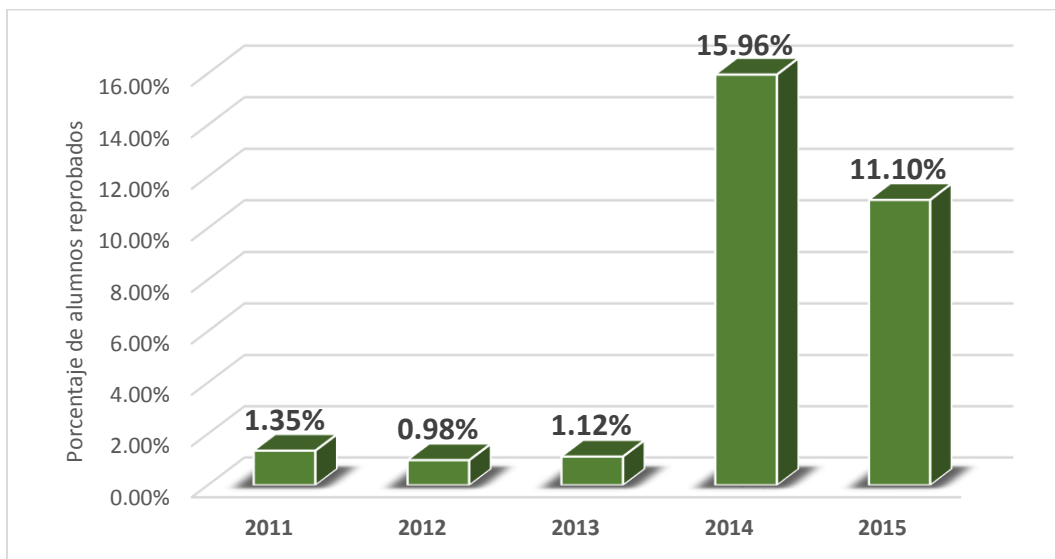


*Gráfica 1. Número de matrícula absorbida por el Telebachillerato Michoacán.  
Fuente Dirección de Control Escolar Telebachillerato Michoacán.*

En la Gráfica 2 se presenta el porcentaje de alumnos que han desertado año con año y en la Gráfica 3 el porcentaje de alumnos reprobados donde se observa que en los años 2014 y 2015 hubo un aumento considerable.



*Gráfica 2. Porcentaje de deserción en Telebachillerato Michoacán.  
Fuente Dirección de Control Escolar Telebachillerato Michoacán.*



*Gráfica 3. Porcentaje de reprobación en Telebachillerato Michoacán.  
Fuente Dirección de Control Escolar Telebachillerato Michoacán.*



## **CAPÍTULO II. El agua en México**

### **2.1 Distribución del Agua a Nivel Nacional**

El agua es un recurso natural indispensable para la vida de los organismos en el planeta. Se encuentra distribuida en la tierra como: agua salada (97.3%), en los glaciares (2.08%) y sólo el 0.62% está disponible para consumo humano la cual se encuentra en los mantos subterráneos, lagos, pantanos, ríos y en la atmósfera en forma de vapor. El ciclo hidrológico permite la renovación natural de este recurso, el 28% del agua que se precipita lo hace en la tierra y el 72% en el mar; y solamente el 7% del agua de lluvia se recupera en los diferentes cuerpos de agua para emplearla como agua dulce (Jiménez, 2014a).

México se sitúa como un país con una disponibilidad de agua comprometida, sujeta a la variación temporal y con posibilidades de contaminación de acuerdo al índice de escasez obtenido con la metodología de Falkenmark (1989), el cual establece que en un futuro los mexicanos sufrirán de escasez de agua si no realizamos una gestión adecuada de su manejo, almacenamiento y protección.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2014), la distribución del agua en México es temporal y variada a lo largo del país, la mayor parte de lluvia se tiene durante el verano y el resto del año se considera relativamente seco. En algunos Estados con una densidad de población baja donde no hay mucha demanda de agua la precipitación es abundante, en otros sucede lo contrario se tiene una densidad de población elevada con una precipitación escasa. Por lo cual la disponibilidad del agua se ve limitada no sólo por la cantidad sino por la calidad de la misma. Porque aunque existieran grandes cantidades de agua, si se encuentra contaminada o en una condición no apta para el uso que se le quiera dar, no podrá ser utilizada.

En nuestro país hay grandes diferencias en cuanto a la disponibilidad del agua (Figura 1), que se refiere al volumen total de líquido que hay en una región y se calcula para cada habitante dividiendo el volumen de agua entre el número de personas de una

población. Los estados del norte del país reciben menos del 25% del agua de lluvia, en contraste con los Estados del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco) que reciben el 49.6% correspondiendo casi a la mitad del agua de lluvia. Lamentablemente en el sur, a pesar de tener lluvias abundantes, los habitantes no cuentan con los servicios básicos para el acceso al agua entubada en sus hogares (SEMARNAT, 2012).

### M1.3 Regiones hidrológico-administrativas (RHA)



Fuentes: CONAPO (2014), INEGI (2008), INEGI (2014a), CONAGUA (2014).

Figura 1 La CONAGUA, (2014) divide al territorio nacional en XIII regiones hidrológico-administrativas, dependiendo de sus habitantes y disponibilidad del líquido vital.

## **2.2 Situación del agua en Michoacán**

De acuerdo a los datos geográficos del INEGI el Estado de Michoacán de Ocampo se localiza en la Región Centro Occidente de la República Mexicana, lo conforman 113 municipios y cuenta con una superficie total de 58 643.63 km<sup>2</sup>, su litoral se extiende a lo largo de 210.5 km de longitud sobre el Océano Pacífico.

En la parte hidrológica-administrativa Michoacán es parte de dos organismos de cuenca: el Lerma-Santiago-Pacífico que abarca 68 municipios y el Balsas 45 municipios. En la superficie completa de las 24 cuencas hidrológicas algunas pertenecen parcial o completamente al Estado, estas generan un escurrimiento virgen de 17 250.1 hm/año, de los cuales a Michoacán le corresponden 9 874.4 hm/año, concentrándose 82.7% en los meses de junio a noviembre. Michoacán cuenta con 21 acuíferos, que concentran una recarga de 1 946.9 hm/año. De acuerdo con el balance hidráulico de los acuíferos en 2002, 11 se encuentran subexplotados y 8 sobreexplotados, siendo el acuífero de Morelia-Queréndaro uno de los más afectados (CONAGUA, 2009).

A nivel nacional se monitorea la calidad de los principales cuerpos de agua a través de la Red Nacional de Monitoreo de agua superficial, la cual otorga la información necesaria para evaluar la calidad del agua y examinar que las acciones de saneamiento sean llevadas a cabo. Los principales parámetros para evaluar la calidad del agua son: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Michoacán cuenta con un total de 46 sitios de monitoreo (CONAGUA, 2009).

Dentro de las problemáticas del uso del agua sobresalen los sistemas de alcantarillado municipales y las industrias, pues descargan agua residual a los ríos, lagos o mares más cercanos sin el tratamiento requerido. Esto genera la degradación de los ecosistemas acuáticos, afectando la disponibilidad real del agua y limitando el uso potencial del recurso en la pesca, agricultura o consumo doméstico. Otro de los problemas está relacionado con el mal manejo de los residuos sólidos municipales que

van contaminando el agua por efecto de escurrimiento de desechos que pueden afectar fuentes de agua superficial y subterránea.

La comunidad de Chiquimitío, ubicada al noroeste de la Ciudad de Morelia, cuenta con varios ojos de agua y agua subterránea (Figura 2), para la distribución del líquido se tiene una estación de bombeo y está en funcionamiento una planta tratadora de aguas residuales, por lo que la comunidad no tiene escasez de agua potable. Dado que el Estado de Michoacán y en general en el resto del país hay limitaciones en la distribución y calidad del agua es necesario que los jóvenes y la comunidad en general contribuyan al cuidado de los cuerpos de agua de la localidad.

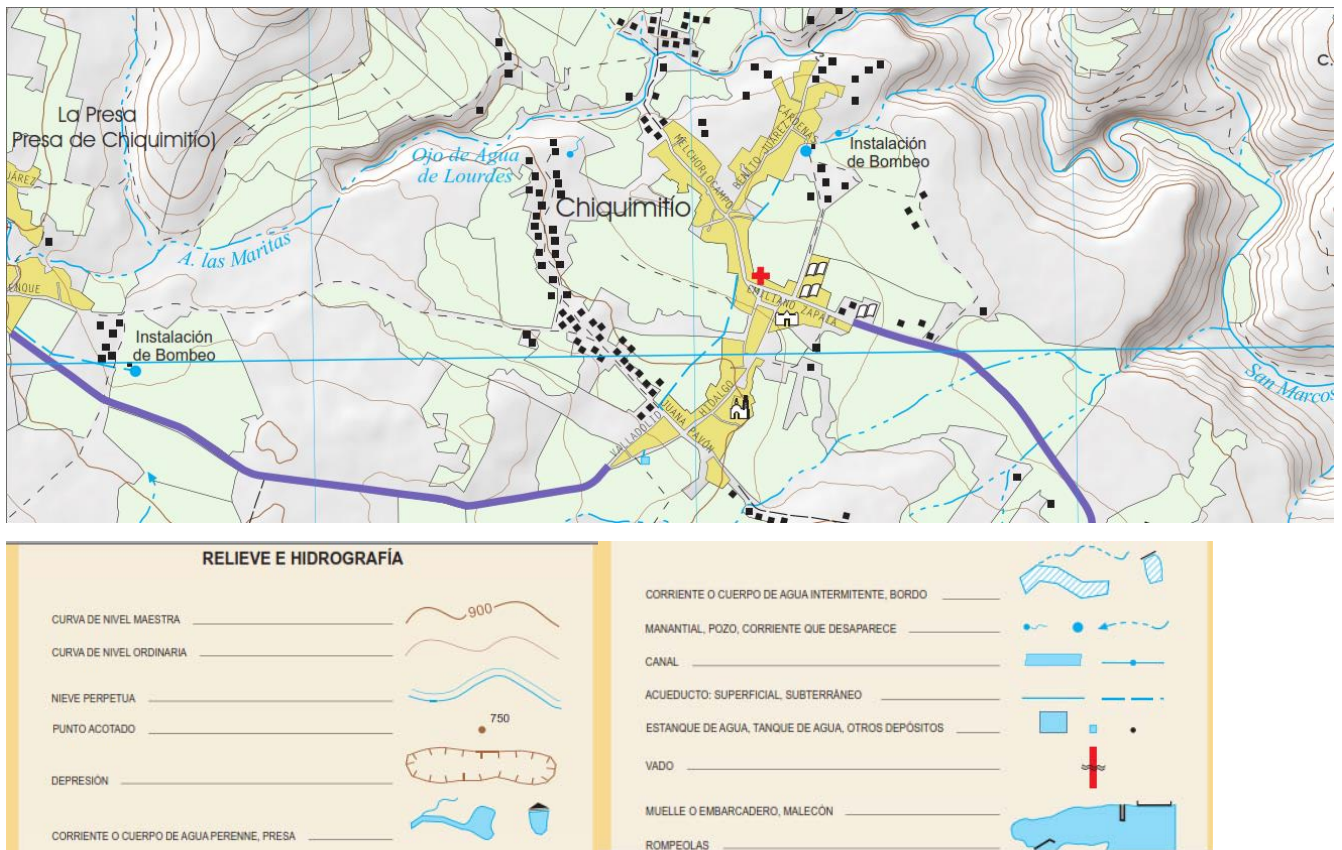


Figura 2. Mapa hidrológico de la comunidad de Chiquimitío  
Extraído de la carta topográfica INEGI, 2015

### **2.3 Importancia del agua en los seres vivos**

El agua es necesaria para todos los seres vivos, es el principal medio por el cual se llevan a cabo las reacciones metabólicas. Ningún organismo está libre de agua y todos requieren de un reabastecimiento continuo. En general los animales terrestres obtienen el agua que necesitan para sobrevivir bebiéndola y a través de los alimentos que consumen, en cambio hay casos extremos en los que los animales de zonas áridas pueden obtener agua a partir del metabolismo de los alimentos y materiales del cuerpo. Por lo que la distribución de la biodiversidad depende de la abundancia y calidad del agua (Begon, Harper, & Townsend, 1996).

De manera natural, los cuerpos de agua sufren un proceso de envejecimiento llamado eutroficación, este es acelerado por la contaminación acortando su periodo de vida. El periodo de vida de un cuerpo de agua inicia con el estado oligotrófico, en el cual el agua contiene baja concentración de nutrientes y poca actividad biológica; conforme se van incrementando los nutrientes, aumenta la flora y la fauna llegando al estadio mesotrófico. Posteriormente, si comienzan a proliferar algas en forma anormal debido a la presencia de fósforo (P) y nitrógeno (N), las algas impiden el paso de la luz y la oxigenación del cuerpo de agua, las plantas que se encuentran ahí van muriendo, descomponiéndose de manera anaerobia, llegando a un estado eutrófico. Por último, con el paso del tiempo el cuerpo de agua se transforma en pantano debido a la desecación del lago y la acumulación de sedimentos. Cuando este fenómeno se acelera por el aumento de nitrógeno y fósforo proveniente de aguas residuales o por escurrimiento de las actividades agropecuarias se le denomina eutroficación acelerada (Jiménez, 2014a).

### **2.4 Monitoreo de la calidad del agua**

La contaminación proveniente de las actividades antropogénicas altera la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de manera negativa en nuestro país, siendo un factor de riesgo de salud para la población y el equilibrio de los ecosistemas (SEMARNAT, 2012).

Para el caso del agua, se define como contaminante “al exceso de materia o energía (calor) que provoque daño a los humanos, animales, plantas y bienes, o bien, que perturbe negativamente las actividades que normalmente se desarrollan cerca o dentro del agua” (Jiménez, 2014a, p. 39). La calidad del agua se reduce principalmente por los desechos industriales, descargas y residuos provenientes de los hogares, las actividades agropecuarias o industriales, entre otras; impactando en los procesos de los seres vivos.

Para la determinación de la calidad del agua, es necesario medir ciertos indicadores los cuales se clasifican en físicos, químicos y biológicos. Cada parámetro tiene rangos de medición para saber si las condiciones son normales o están alteradas.

#### **2.4.1 Indicadores químicos**

La medición y conocimiento del pH de un cuerpo de agua es de vital importancia ya que determina la distribución y abundancia de los seres vivos. El pH o potencial de hidrógeno, nos indica la concentración del ion hidronio en una solución, se calcula a partir de la fórmula:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \text{ donde la concentración está en mol/L.}$$

La escala de pH oscila entre 0 y 14, siendo 7 el valor neutro, un pH menor a 7 indicaría una sustancia ácida y arriba de 7, alcalina (Chang, 2002).

Un cuerpo de agua puede variar su valor de pH en un amplio rango de valores dependiendo del ambiente acuático, en la mayoría de los cuerpos de agua dulce no contaminados oscila entre 6.0 y 9.0 (Massol-Deyá & Fuentes, 2002). Sin embargo, si se midiera un pH menor a 3 o por encima de 9, podríamos considerar que se está afectando de manera directa la calidad del agua.

En el caso de los seres vivos, sólo una minoría son capaces de crecer y reproducirse por debajo de un pH de 4.5, por lo que un pH ácido generaría una disminución en la biodiversidad de especies (Begon, Harper, & Townsend, 1996). Un pH bajo también aumenta la solubilidad de fosfatos y nitratos produciendo la proliferación de “brotes de

algas”. Las algas al morir producen el aumento de bacterias que consumen el oxígeno disponible disuelto en el agua generando problemas de mortalidad en peces y macroinvertebrados acuáticos (World Water Monitoring Challenge, 2011).

#### **2.4.2 Indicadores físicos**

La turbidez es una medida del grado de transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión. Entre más sucia esté el agua mayor será la turbidez. La turbidez impacta en la calidad en el agua limitando el paso de luz solar y, por lo tanto, afecta al proceso de la fotosíntesis, la respiración y la reproducción. Una alta turbidez en el agua provoca que las partículas suspendidas absorban calor de la luz del sol elevando la temperatura y reduciendo la concentración de oxígeno disuelto (González, 2011).

Los factores que influyen en el aumento en la turbidez en el agua son:

- Fitoplancton (plantas microscópicas)
- Partículas de suelo (tierra) suspendidas en el agua de la erosión
- Sedimentos depositados en el fondo
- Descargas directas a cuerpos de agua (desagües)
- Crecimiento de las algas macroscópicas.

La turbidez se mide en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) con un turbidímetro o un nefelómetro el cual mide la intensidad de la luz dispersada a 90° cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (ver anexo 14), el límite permisible es de 5 unidades de turbiedad nefelométricas o su equivalente a otro método.

La temperatura como factor abiótico tiene una influencia en el funcionamiento de los ecosistemas afectando algunas propiedades fisicoquímicas como el pH y la solubilidad de gases (Massol-Deyá & Fuentes, 2002). Si el agua está turbia, absorbe una mayor

cantidad de energía solar elevando así la temperatura y disminuyendo el oxígeno disponible; este fenómeno afecta a los organismos que han adaptado sus procesos metabólicos a una temperatura específica.

La tasa de crecimiento biológico, las reacciones químicas, solubilidad de los contaminantes y la solubilidad de compuestos dependen de la temperatura. No existen efectos directos sobre la salud, pero una temperatura mayor a los 40°C favorece el desarrollo y crecimiento de microorganismos, además de incrementar los problemas de olor, sabor, color y corrosión (Jiménez, 2014a).

El color es un indicador de la calidad, varía de acuerdo con sustancias disueltas o partículas en suspensión, el método que se utiliza para evaluarlo es el de la escala Pt-Co (platino-cobalto). El color en aguas superficiales puede ser originado por iones metálicos, plancton o algas, los procesos industriales modifican el color en las aguas residuales. Olor es un indicador de la presencia y naturaleza de compuestos volátiles, así como el estado de descomposición del agua, este parámetro físico es evaluado por personas no por aparatos, por lo que los resultados pueden ser subjetivos (Jiménez, 2014a).

### **2.4.3 Indicadores biológicos**

Se ha encontrado que existen organismos que permiten determinar la calidad del agua, los cuales son llamados bioindicadores. Lanza (2000) menciona que “un indicador biológico es característico de un medio ambiente, que cuando mide, cuantifica la magnitud del estrés, las características del hábitat y el grado de exposición del estresor o el grado de respuesta ecológica a la exposición”. Algunos organismos son más resistentes que otros a las condiciones ambientales; por lo que la técnica de bioevaluación consiste en cuantificar la presencia o ausencia de organismos específicos (Vazquez et. al, 2006).

Los macroinvertebrados son los organismos más utilizados como bioindicadores ya que tienen la ventaja de que las especies presentes o ausentes en un cuerpo de agua



indican los efectos de la contaminación en el sitio del muestro, debido a que sus identidades y poblaciones responden de manera inmediata a los cambios y variaciones del medio. De igual forma, las bacterias tienen una respuesta rápida a los cambios del medio ambiente, son útiles como indicadores de contaminación antropogénica proveniente de drenajes cercanos (Lanza, 2000).

Los bioindicadores se clasifican dependiendo a su nivel de tolerancia a la contaminación, el Índice Biótico de Beck (Lanza, 2000) utiliza 3 clases: Clase I (intolerantes), Clase II (facultativos), Clase III (tolerante a la contaminación). Considerando como organismo “facultativo” a aquellos menos tolerantes a los de la Clase III y más tolerantes que los de la Clase I. Para ello se propone los siguientes grupos:

<b>Intolerantes</b>	<b>Facultativos</b>	<b>Tolerantes</b>
Efemenóptera (moscas de mayo)	Odonata (libélulas)	Hirudinea (sanguijuela)
Tricóptera	Amphipoda	Díptera (larvas de jején)
Megalóptera	Díptera	Oligochatea (lombriz)
Plecóptera	Coleóptera	Gusanos tubifex
Coleóptera		
Gastrópoda (caracol)		

Para la determinación de la calidad del agua de los cuerpos de agua de Chiquimitío, se utilizó el índice de tolerancia a la contaminación con ayuda del manual de World Water Monitoring Challenge (2011).

También se calculó a partir del índice EPT el cual consiste en contabilizar el número total de insectos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y se dividen entre el número total de individuos capturados, obteniendo un porcentaje a partir de la siguiente ecuación (Jiménez, 2014b):

$$\%Abundancia\ EPT = \frac{número\ total\ de\ EPT}{número\ total\ de\ organismos} \times 100$$

El valor obtenido se interpreta de acuerdo con los siguientes rangos para clasificar la calidad del agua:

<b>ÍNDICE EPT (%)</b>	<b>CALIDAD DE AGUA</b>
75 – 100	MUY BUENA
50 – 74	BUENA
25 – 49	REGULAR
0 – 24	MALA

## **CAPÍTULO III. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia**

### **3.1 Dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia**

Tanto los investigadores en la didáctica de las ciencias como los docentes han identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias, las cuales han ido aumentando debido a los cambios de la sociedad actual. Al parecer, las estrategias de enseñanza tradicional son cada vez más ineficientes y a pesar de los esfuerzos realizados, los alumnos están menos interesados por aprender, lo que da como resultado el que aprendan menos; esto es un reflejo de una cultura educativa que requiere de nuevas metas y perspectivas (Campanario & Moya, 1999; Pozo & Gómez Crespo, 2013).

Cuando el alumno pierde el sentido del para qué se utiliza el contenido científico es de alguna forma responsabilidad del docente, que al dejar sólo tareas rutinarias con escaso significado científico, genera una falta de interés en los alumnos debido a la poca utilidad o aplicabilidad de los conocimientos, predominando en las aulas modelos una enseñanza tradicional donde la interacción se da de manera unidireccional, del maestro al alumno (Campanario & Moya, 1999), lo que propicia que se mantengan creencias como: “El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas, pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana” (Pozo & Gómez Crespo, 1998/2013, pág. 21).

Como consecuencia los alumnos no logran adquirir las destrezas que se requieren para la resolución de problemas, en ocasiones el alumno sabe hacer cosas pero no entiende qué es lo que está haciendo; por ende no logra explicarlas ni aplicarlas a nuevas situaciones. Esta problemática es visible principalmente en la resolución de problemas, los alumnos resuelven los problemas de manera repetitiva, como si se tratase de una receta, en lugar de realizarlas como tareas que requieren de la reflexión y toma de decisiones (Caballer & Oñobre, 1997; Pozo & Gómez Crespo, 1994).

Campanario y Moya (1999) proponen plantear problemas que despierten el interés en los alumnos, donde puedan trabajar en equipo, consultar bibliografía, con la ayuda y orientación científica por parte del profesor durante la resolución del mismo; para que al final los nuevos conocimientos y conceptos abordados puedan ser aplicados en nuevas situaciones para poder profundizar en ellos y apropiárselos.

Una de las finalidades de la enseñanza de la ciencia es la de formar ciudadanos responsables capaces de tomar decisiones para contribuir al desarrollo de la comunidad, para ello es necesaria la comprensión de conceptos para su aplicación en la vida cotidiana y la educación científica debería también promover el cambio de ciertas actitudes en los alumnos hacia el conocimiento (Acevedo Díaz, 2004).

### **3.2 Aprendizaje significativo de la ciencia**

La educación tiene que ir más allá de que el alumno memorice conceptos, el conocimiento debe servir para la vida, para que el alumno pueda utilizar este saber para ser un mejor individuo para la sociedad. La ciencia tiene la tarea de aprender a mirar el mundo desde una perspectiva diferente y contribuir a la formación de individuos que sean capaces de cuestionar el mundo que les rodea. Para que a través de la enseñanza de las ciencias el docente pueda colaborar para que el alumno se cuestione y pueda tomar decisiones de manera más responsable (Veglia, 2007). Este planteamiento sólo se puede lograr si el aprendizaje ha sido significativo para el alumno, es decir, que el alumno pueda trasladar lo aprendido en diferentes contextos.

La brecha entre el "saber qué" y el "saber hacer", es producto de las prácticas de los sistemas educativos y los métodos utilizados para la enseñanza, que propician la separación entre el saber y el hacer. El conocimiento debe verse de manera integral, donde el saber y el hacer vayan de la mano en diferentes situaciones de aprendizaje (Brown, Collins, & Paul, 1996).

### **3.3 Enseñanza Situada**

La enseñanza situada es una tendencia actual, que integra diferentes paradigmas y teorías educativas, entre ellas la teoría sociocultural y el constructivismo. Este enfoque tiene su sustento en el aprendizaje experiencial propuesto por John Dewey (1938/2000) y la práctica reflexiva abordada por Donald Schön (1992); dentro del marco del constructivismo sociocultural y paradigma cognitivo.

El modelo de cognición situada se fundamenta en la idea de que el conocimiento se encuentra situado en el contexto, la actividad y la cultura del sujeto. Siendo la figura más importante es el sujeto que aprende, por lo cual se debe tomar en cuenta los intereses, las necesidades y el medio en el que se encuentran los alumnos (Díaz Barriga, 2006). Este modelo es una valiosa herramienta para generar en el alumno experiencias de aprendizaje (McLellan, 1996; Jiménez, 2007). Sin embargo, el reto consiste en el ¿cómo transformar la teoría en práctica?

Este enfoque parte de la problemática que existe de vincular los contenidos del plan de estudios con la vivencia del estudiante. Es por ello que al momento de enseñar ciencias muchos de los conceptos llegan a ser abstractos y distantes para nuestros estudiantes lo cual genera un conflicto en el aprendizaje. El objetivo del aprendizaje situado es poder llegar a una práctica educativa auténtica, donde el “saber qué” y el “saber cómo” son congruentes con la vivencia social, a la vez que recupera principios educativos del constructivismo y aprendizaje significativo (Díaz Barriga, 2006; Brown et. al, 1996).

El aprendizaje situado busca vinculación entre la escuela y la comunidad, para que a partir del conocimiento el alumno pueda incidir en las problemáticas sociales que le afectan directamente. Esto le permite tener un análisis a mayor profundidad de la importancia de aprender y de que el conocimiento le lleva a transformar su entorno. Por lo que el profesor tendrá que diseñar los ambientes de aprendizaje propicios para la cognición situada, a partir de conocer el contexto de los alumnos, de la comunidad desde una observación de cada uno de ellos (Díaz Barriga, 2006).

### **3.3.1 Aprendizaje experiencial**

De acuerdo con Posner (2004), inspirado en la propuesta de John Dewey, propone que todo lo que sucede alrededor de los alumnos los afecta y les influye de alguna manera; por ello la enseñanza no sólo puede ser planteada a situaciones que suceden dentro del salón de clases, es decir no sólo resolver problemas correctamente en su libreta, sino que el aprendizaje debe extenderse fuera de él. Es en el contexto y en la vida diaria donde realmente se podría realizar la aplicación de conocimientos.

Dewey (1938/2000) sostiene que “toda auténtica educación se efectúa mediante la experiencia”, por lo que el aprendizaje no debería limitarse a que un alumno aprenda un concepto, sino que pueda comprenderlo y utilizarlo para transformar y mejorar el entorno donde habita. Esta visión permite que exista un vínculo entre el aula y la comunidad, entre la escuela y la vida. Este tipo de aprendizaje pretende cambios en la interacción del sujeto que aprende de su entorno a partir de un “aprender haciendo”. Los contenidos desde esta perspectiva deben ser acordes a las experiencias que tiene el estudiante de manera cotidiana (Diaz Barriga, 2006).

### **3.3.2 Práctica reflexiva**

Donald Schön (1992), a partir de la propuesta de John Dewey destaca la importancia de la enseñanza y el aprendizaje en y para la práctica. Hace énfasis en la reflexión sobre la acción. En la vida cotidiana los problemas no se resolverán aplicando de manera estricta los tratados y teorías vistos en clase, ellos serán sólo una referencia para las múltiples posibilidades que existen para su resolución. Dentro de la práctica reflexiva es muy importante la labor del docente porque es el que transporta al alumno del aula a la situación real donde el alumno pueda resolverla y a partir de ello llevar a la reflexión y conceptualización de los contenidos.

Díaz Barriga (2006), retomando a Schön (1992), señala que la práctica reflexiva está caracterizada por tres aspectos:

- a) Tiene lugar en el contexto
- b) Utiliza lo mismo acciones que palabras, y
- c) Depende de una reflexión en la acción recíproca.

### **3.4 Aprender sirviendo en contextos comunitarios**

Se define como el “enfoque pedagógico en que los estudiantes aprenden y se desarrollan por medio de su participación activa en experiencias de servicio organizadas con cuidado y directamente vinculas a las necesidades de una comunidad” (Díaz Barriga, 2006, pág. 98). Este tipo de aprendizaje situado consiste en vincular los contenidos abordados dentro del plan estudios de alguna asignatura o asignaturas en particular en un proyecto de servicio en la comunidad.

Para el aprendizaje en el servicio comunitario de acuerdo con Waterman (1994), deben resaltarse los siguientes puntos:

- Las actividades de servicio deben ser diseñadas y organizadas para lograr la experiencia esperada.
- Debe estar integrada dentro de la currícula para que tanto el docente como el alumno tengan un tiempo destinado a la socialización.
- Da la oportunidad al estudiante de llevar a la práctica los contenidos vistos en clase.
- Debe buscar el fortalecimiento del aprendizaje del alumno más allá del aula, involucrándolo en un proyecto social que le lleve a desarrollar un mayor sentido de responsabilidad.

El aprendizaje en servicios comunitarios busca generar una conciencia y una actitud de responsabilidad moral en los estudiantes. A partir de que existe un conocimiento de cómo se puede mejorar una situación se actúa y se colabora. Es una oportunidad no sólo de cambio en la enseñanza aprendizaje, sino que el servicio en contextos comunitarios busca tener un alcance mayor a solamente la realización de la conexión

entre el concepto y su aplicación, sino que la puesta en práctica de este del conocimiento sirva para ayudar en la comunidad y para el mejoramiento del entorno. En conjunto con el aprendizaje situado pretende que la experiencia sea significativa y motivante (Claus & Ogden, 2004). Esto también promueve que el docente realice preguntas críticas, relevantes y motivantes a los estudiantes. Por lo que se debe tener claro de que el objetivo es poder incidir y realizar un cambio, no sólo una adaptación de los contenidos.

Además del enfoque educativo, el aprender sirviendo en contextos comunitarios promueve el desarrollo de un sentido de identidad en los adolescentes y jóvenes, destacando los siguientes puntos (Yates & Youniss, 2004):

- ➔ Erikson (1968), Inhelder y Piaget (1958) enfatizan en la capacidad de contribuir en el pensamiento formal combinándolo con actividades sociales que motiven a los estudiantes a tener un sentido de responsabilidad hacia la sociedad.
- ➔ Erikson (1968), sostenía que la juventud necesitaba una guía ideológica que le diera sentido a lo que pasa alrededor de ellos. Además propuso que la juventud necesitaba identificarse con valores que tengan transcendencia.
- ➔ Este tipo de experiencia permite que los adolescentes reflexionen en los asuntos morales, sociales y políticos.

El ayudar a los demás motiva a pensar, a actuar de manera distinta, ayuda a sensibilizarse con el entorno promoviendo un sentido de identidad en los adolescentes.

A partir de lo anteriormente señalado se propone la siguiente hipótesis y objetivos:

## **HIPÓTESIS**

A través de la adaptación de una secuencia didáctica basada en el aprendizaje situado, se contribuye a un aprendizaje significativo del tema: “El agua y su importancia en los procesos de los seres vivos” de la asignatura de Biología 1 en alumnos de Educación Media Superior.



## **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un manual para la medición de calidad del agua utilizando el enfoque del aprendizaje situado: Aprender sirviendo en contextos comunitarios que sirva como instrumento para alumnos y profesores de bachillerato para el tema “El agua y su importancia en los procesos de los seres vivos”, de la asignatura de Biología 1 del plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato y favorecer el aprendizaje significativo.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Dictaminar la calidad del agua de algunos los cuerpos de agua de la Comunidad de Chiquimitío, Michoacán, utilizando como herramienta el manual de medición de calidad del agua.
- Destacar la importancia de los conceptos de Biología 1 para la explicación y resolución de problemas ambientales.
- Reconocer la función del agua en los procesos vitales del ser humano y relacionarla con los procesos de los seres vivos.

## **CAPÍTULO IV. Metodología de trabajo**

### **4.1 Tipo de Diseño**

La investigación que se realizó es de tipo cuantitativa con un diseño cuasi experimental pretest / postest con un solo grupo. Los diseños cuasi experimentales se diferencian de los experimentos “puros” en que los participantes no son elegidos al azar, sino que el grupo de estudio ya estaba constituido previo a la investigación. El pretest consiste en aplicar un instrumento de evaluación al inicio del proyecto y después en el postest aplicar el mismo instrumento para analizar las modificaciones en las respuestas de los alumnos después de la intervención (Hernández, 2014).

### **4.2 Población y muestra**

La intervención se llevó a cabo en el grupo de alumnos de la generación 2013-2016, que cursaban la materia de Biología 2 del Telebachillerato No. 103 de Chiquimitío, Michoacán. El grupo está conformado por 8 hombres y 19 mujeres, con edades entre los 16 – 20 años.

### **4.3 Procedimiento**

Para conocer la percepción de los alumnos acerca de los problemas ambientales, en primer lugar se realizó un sondeo (pretest) para saber si reconocían de qué manera las problemáticas ambientales tenían una afectación sobre ellos y en su comunidad (Hernández, 2010), al mismo tiempo indagar si los conceptos que se han revisado en clase les ayudan a explicarse los problemas ambientales y con ello proponer y participar en la solución de éstos.

El pretest (Anexo 1) consistió en una serie de nueve preguntas, cuatro de ellas de opción múltiple, tres con una escala de valoración y dos preguntas abiertas. La aplicación del cuestionario se llevó a cabo a la par de una visita a los diferentes cuerpos de agua de la comunidad para identificar si los alumnos podían relacionar conceptos vistos en Biología con la función del agua en los procesos de los seres vivos. Este

cuestionario fue aplicado nuevamente después de la intervención (postest) para comparar si hubo un cambio en la percepción de los alumnos.

#### **4.4 Estrategia didáctica**

La fase de intervención consistió en llevar a cabo una estrategia didáctica; que se diseñó de acuerdo con el contexto de los estudiantes del Telebachillerato en Michoacán, a partir de conocer sus problemáticas, expectativas, motivaciones. El conocer el contexto del alumno permite generar los ambientes de aprendizaje esperados.

La estrategia didáctica para abordar el tema “Propiedades del agua y su relación con los procesos en los seres vivos”, del Bloque I de la asignatura de Biología 1 del plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato, DGB (2013) se adaptó para apegarse al modelo propuesto por el aprendizaje situado: aprender sirviendo en contextos comunitarios. El bloque de aprendizaje consta de 16hrs, de las cuales se destinaron 4hrs para cubrir los contenidos deseados. La secuencia didáctica está diseñada para relacionar los conceptos vistos en clase con su vida cotidiana, buscando la vinculación entre la escuela y la comunidad, esperando que el alumno pueda incidir en su comunidad de manera positiva y responsable, además de fomentar la conciencia del uso del agua.

La secuencia didáctica consta de tres momentos: Apertura, desarrollo y cierre. Para cada momento se planteó un objetivo particular y se diseñó como apoyo para los alumnos y los docentes un manual de actividades que permite conocer y dictaminar la calidad del agua mediante indicadores físicos, químicos y biológicos, donde se destaca la utilización de macroinvertebrados acuáticos para realizar el monitoreo.

##### **4.4.1 Tipos y momentos de la evaluación**

La evaluación es un proceso vital de la formación del educando, brinda una retroalimentación tanto al docente como al alumno, lo cual debería ser un estímulo para el aprendizaje (Diaz Barriga, 2006). La evaluación del alumno durante la

secuencia didáctica está organizada entorno a las actividades realizadas *in situ*, buscando generar una evaluación auténtica (Monereo, 2003).

Durante la aplicación de la estrategia didáctica se utiliza la evaluación formativa y sumativa con los siguientes propósitos:

- Formativa, provee una retroalimentación da los estudiantes en las actividades realizadas con la finalidad de dar información al alumno para mejorar. Los estudiantes aprenden más a través de sus propias reflexiones sobre su desempeño.
- Sumativa, se refiere a las acciones tales como la calificación o la acreditación, cuyo objetivo es realizar un juicio sobre el valor del trabajo del estudiante (McDonald, 1995).

#### 4.5 Presentación de la secuencia didáctica

A continuación se muestra la secuencia didáctica propuesta en la que se describen las actividades a desarrollar en cada sesión, los materiales y los instrumentos de evaluación.

<b>Telebachillerato Michoacán</b>		
<b>Plantel: Telebachillerato No. 103</b>	<b>Asignatura: Biología I</b>	<b>Semestre: 03</b>
Bloque II: IDENTIFICAS LAS CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DE LOS SERES VIVOS.	Horas asignadas para el bloque: 16	
Objetivo particular:	Reconocer la importancia que tiene el agua en los procesos vitales del ser humano y relacionarla con los seres vivos.	
Objetos de aprendizaje: Propiedades del agua y su relación con los procesos en los seres vivos	Horas asignadas para el objeto de aprendizaje: 4	
<b>Aprendizajes esperados:</b>	El alumno reconoce la importancia del agua en los procesos biológicos de los seres vivos. Determinación de la calidad del agua a partir de los indicadores físicos, químicos y biológicos para explicar su influencia en los procesos biológicos.	
<b>Competencias a desarrollar</b>	Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas. Contrasta los resultados obtenidos de una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	

**Secuencia didáctica de apertura: 1 hora**

**Objetivo específico:**

Que el alumno identifique, revise y discuta con sus compañeros los parámetros que permiten dictaminar si un cuerpo de agua está contaminado o no.

Estrategia didáctica		Materiales y/o Recursos didácticos	Evidencia(s) y/o producto(s) de aprendizaje	Evaluación	
Actividad	Tiempos			Tipo	Instrumento
De manera individual, enlista los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no algún deterioro ambiental, cada uno lo anota en la actividad no. 1 del anexo 2.	5 min	Hojas Lápiz Anexo 2. Introducción	Listado individual de los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no deterioro (anexo 2).	Sumativa	Anexo 9. Lista de cotejo
En equipos de 3 personas, comparar las listas de cada uno y agregar los factores que no se tenían para realizar una sola lista de factores que permitirían conocer si un cuerpo de agua sufre o no deterioro ambiental, los alumnos deberán anotar los faltantes en la actividad no.2 del anexo 2.	5 min	Hojas Lápiz Anexo 2. Introducción	Listado por equipo de los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no un deterioro ambiental (anexo 2).  Participación de los alumnos en el equipo.	Sumativa	Anexo 9. Lista de cotejo

Estrategia didáctica		Materiales y/o	Evidencia(s) y/o producto(s)	Evaluación	
Actividad	Tiempos	Recursos didácticos	de aprendizaje	Tipo	Instrumento
El profesor dará espacio para que cada equipo mencione qué parámetro eligieron para realizar una lista entre todos los alumnos en el pizarrón, elaborando un listado global, registrándolos en la actividad no. 3 del anexo 2.	20 min	Hojas lápiz	Listado global de factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no deterioro ambiental.	Sumativa	Anexo 9. Lista de cotejo
En equipos revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y anotar los límites permitidos en cada parámetro para que el agua pueda ser de consumo humano.	20 min	Norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 (anexo 14)  Anexo 2. Actividad de apertura de la secuencia didáctica.	Listado con los límites permitidos para cada parámetro para que el agua pueda ser considerada de consumo humano (anexo 2).	Sumativa	Anexo 9. Lista de cotejo
En plenaria el profesor explicará cómo la calidad del agua afecta los procesos de los seres vivos y la biodiversidad presente en un cuerpo de agua.	10 min				
RECOMENDACIÓN:	Realizar la actividad frente a un cuerpo de agua de la comunidad o haber realizado la visita previa al lugar donde se pretende realizar el análisis de la calidad del agua.				

**Secuencia didáctica de desarrollo: 2 horas**

Objetivo específico:

Que el alumno realice la medición de los indicadores físicos, químicos y biológicos: pH, turbidez y muestreo de invertebrados, para la determinación de la calidad del agua de los cuerpos de agua de la comunidad.

Estrategia didáctica		Materiales y/o Recursos didácticos	Evidencia(s) y/o producto(s) de aprendizaje	Evaluación	
Actividad	Tiempos			Tipo	Instrumento
Frente al cuerpo de agua, el profesor explica qué son los indicadores físicos, químicos y biológicos, que permiten determinar la calidad del agua.	15 min				
Cada integrante del equipo toma una muestra agua utilizando un frasco de vidrio. Mide el pH con papel indicador o con indicador de col morada. Registro de sus observaciones en el anexo 3.	10 min	Un frasco de vidrio por integrante de equipo.  Papel indicador o indicador de col morada.  Anexo 3. Formato para Registro de mediciones de pH	Anexo 3. Formato para registro de mediciones de pH	Formativa	Portafolio de evidencias  Rúbrica de desempeño: Anexo 10



Estrategia didáctica		Materiales y/o	Evidencia(s) y/o producto(s)	Evaluación	
Actividad	Tiempos	Recursos didácticos	de aprendizaje	Tipo	Instrumento
<p>Para la medición de la turbidez se le pide a cada uno de los alumnos que obtenga una muestra de agua en un recipiente transparente.</p> <p>Pedir al alumno que compare la muestra con las tablas de turbidez y que determine la turbidez del agua. Después que compare los resultados los integrantes de su equipo e interpreten el resultado de acuerdo con los parámetros del Manual de <i>Water Monitoring Challenge</i>.</p>	15 min	<p>Un frasco de vidrio por integrante de equipo.</p> <p>Anexo 4. Formato para registro de mediciones de turbidez</p>	Anexo 4. Formato para registro de mediciones de turbidez	Formativa	<p>Portafolio de evidencias</p> <p>Rúbrica de desempeño: Anexo 10</p>
<p>Con ayuda de coladores de malla fina los equipos seleccionarán un área para el muestreo. Introduciendo los coladores 30 segundos, abarcando una superficie aproximada de 1m<sup>2</sup>. Repitiendo la operación 5 veces. Colocando los macroinvertebrados colectados en un frasco de vidrio con alcohol al 70%. Etiquetar el frasco con lugar y fecha del muestreo.</p>	20 min	<p>Coladores de malla fina (uno por equipo)</p> <p>Reloj o cronómetro.</p> <p>Frascos de cristal.</p> <p>Alcohol al 75%</p> <p>Etiquetas</p>			

Estrategia didáctica		Materiales y/o	Evidencia(s) y/o producto(s)	Evaluación	
Actividad	Tiempos	Recursos didácticos	de aprendizaje	Tipo	Instrumento
Realizar el conteo y clasificación de los Macroinvertebrados (preferentemente con ayuda de un estereoscopio). Anotar los resultados en el Formato para Registro de Mediciones Macroinvertebrados	40 min	Anexo 5 Formato para registro de mediciones macroinvertebrados  Opcional: Estereoscopio	Anexo 5 Formato para registro de mediciones macroinvertebrados	Formativa	Portafolio de evidencias  Rúbrica de desempeño: Anexo 10
En equipos los alumnos concentrarán los datos obtenidos de las mediciones de los indicadores físicos, químicos y biológicos para dictaminar la calidad del agua.	20 min	Anexo 6 Formato de dictamen de calidad del agua.	Anexo 6 Formato de dictamen de calidad del agua.	Formativa	Portafolio de evidencias  Rúbrica de desempeño: Anexo 10
Como actividad extra clase, los alumnos resolverán el cuestionario sobre la lluvia ácida e investigarán las enfermedades causadas por la bacteria <i>Escherichia coli</i> .		Anexo 7. Actividad extraclase			Portafolio de evidencias  Rúbrica de desempeño: anexo 10
RECOMENDACIÓN:	Realizar la actividad en un cuerpo de agua que sea utilizado por la comunidad. De preferencia realizar la identificación de los macroinvertebrados con un estereoscopio, si no se cuenta con él en el laboratorio de la escuela, se sugiere que el profesor se vincule con las universidades cercanas donde cuenten con el material necesario. Si no se cuenta con los recursos anteriores se sugiere utilizar una lupa.				

**Secuencia didáctica de cierre: 1 hora**

Objetivo específico:

Determinar la calidad del agua de la cuenca del río Cuitzmala a partir de los datos obtenidos previamente por los habitantes de la comunidad a través de un muestreo participativo, para que los alumnos pongan en práctica lo aprendido con datos reales.

Estrategia didáctica		Recursos didácticos	Evidencia(s) y/o producto(s) de aprendizaje	Evaluación	
Actividad	Tiempos			Tipo	Instrumento
De manera individual realizar la lectura del documento donde se proporcionan los datos de la medición de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de calidad del agua del río Cuitzmala. El profesor repartirá una hoja de evaluación A y una de evaluación B. Los alumnos tendrán acceso a las tablas de referencia para consultar los límites permitidos para cada parámetro.	1 hora	Anexo 8 Ejercicio de evaluación final	Anexo 7 Ejercicio de evaluación final	Final	Rúbrica de evaluación  Anexo 11

#### **4.6 Análisis de datos**

La descripción y análisis de los datos obtenidos durante este proyecto de investigación se presenta por etapas, primero se realizaron gráficas para el pretest y se presenta la descripción de los lugares que visitaron para definir el sitio de muestreo. Posteriormente, se describen las actividades llevadas a cabo durante la aplicación de la secuencia didáctica y se muestran evidencias del trabajo realizado para su análisis y discusión. Finalmente se realizó una comparación entre el pretest y el posttest a partir de gráficas y una prueba de Chi cuadrada para analizar si había diferencias significativas entre los dos cuestionarios, utilizando un 95% de confianza. Cuando las respuestas del posttest (valor real) no estaban contempladas en el pretest (valor esperado) para la prueba Chi cuadrada, se asignó al valor esperado el número con la probabilidad de haber elegido una de las respuestas en el posttest.

## CAPÍTULO V. Resultados

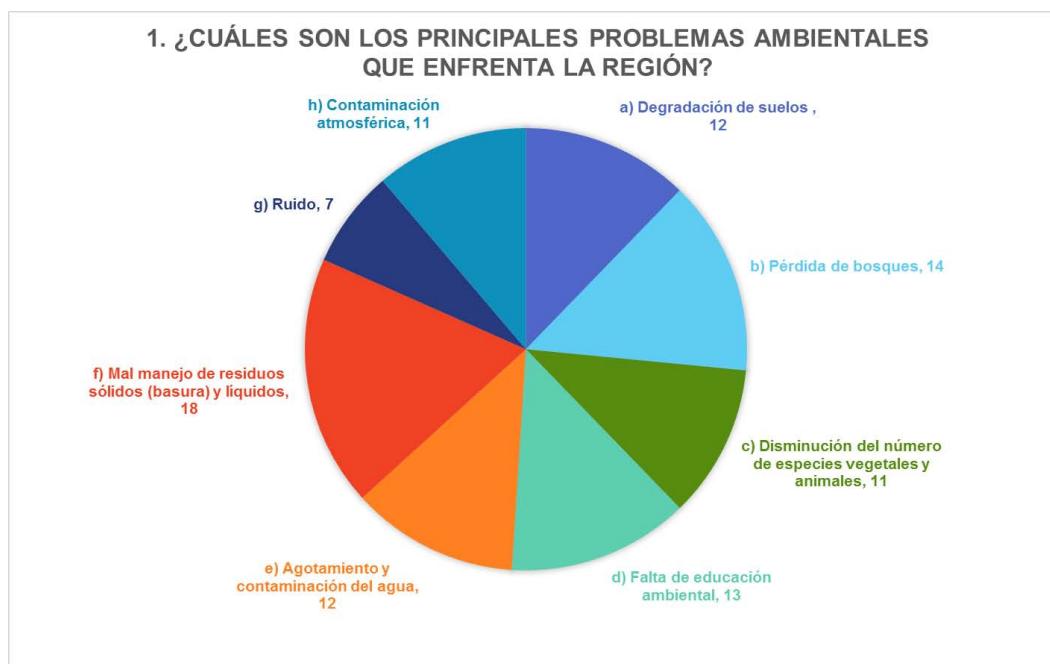
### 5.1 Descripción de los resultados

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos de los cuestionarios pretest, postest y la experiencia de la implementación de la secuencia didáctica para su análisis y propuestas de mejora.

#### 5.1.1 Descripción de resultados de la fase diagnóstica pretest

El cuestionario utilizado para conocer la opinión de los alumnos sobre su percepción de los problemas ambientales se analizó de forma gráfica para presentar la opinión de los alumnos. El cuestionario fue aplicado a 22 alumnos de los 27 que constituyen el grupo, 6 hombres y 16 mujeres.

En relación a la pregunta 1 ¿Cuáles son los problemas ambientales que enfrenta la región?, 18 alumnos consideran que el mayor problema es el mal uso de los residuos sólidos y líquidos (basura), seguida por 14 estudiantes que eligieron la pérdida de bosques, 13 de ellos la falta de educación ambiental, 12 la degradación de suelos y 12 el agotamiento y contaminación del agua (Gráfica 4).



Gráfica 4. Respuesta a la pregunta 1 del cuestionario diagnóstico.

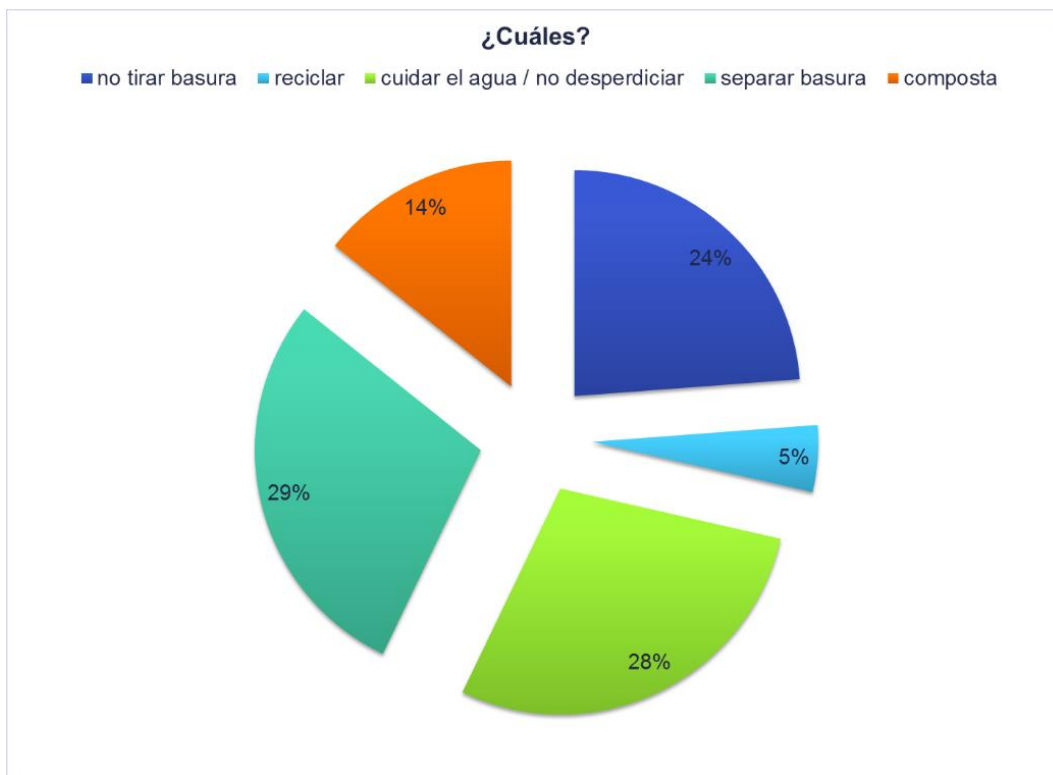
Por otro lado el 59.1% de los alumnos consideran que el problema de la contaminación ambiental es un peligro inminente, es interesante también que el 18.2% señaló que la contaminación no es un peligro hoy pero lo podría ser después (Gráfica 5).



Gráfica 5. Porcentaje de alumnos que contestaron la pregunta número 2 del cuestionario.

Es relevante que 14 alumnos consideran que sí pueden cuidar el medio ambiente y 8 de ellos mencionan que es probablemente sí cuidan el medio ambiente. Con respecto a considerar si realizan alguna práctica para contribuir al cuidado del medio ambiente en la casa o en la escuela 8 estudiantes contestaron que definitivamente sí, 11 probablemente sí y el resto respondieron que estaban indecisos.

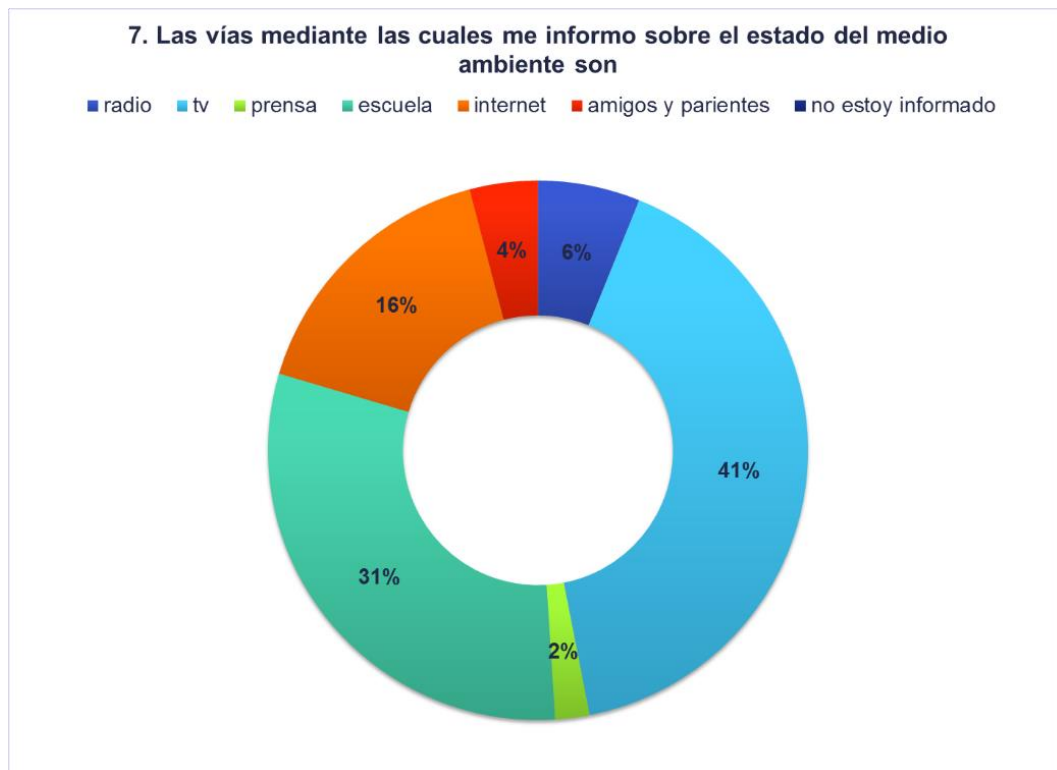
Entre las prácticas que consideran los alumnos que realizan para favorecer al medio ambiente, el 29% de los alumnos separa la basura, el 24% no tira basura, el 14% hace composta y el 26% cuida el agua (Gráfica 6).



Gráfica 6. Prácticas que llevan a cabo los alumnos para el cuidado del ambiente.

Por otro lado 17 de 22 alumnos mencionaron que la tarea del cuidado ambiental es tarea de todos, 5 que le compete a la comunidad y uno considera que así mismo. 12 de ellos afirman estar interesados en su formación medio ambiental y el resto contestó que probablemente sí están interesados en su formación medio ambiental.

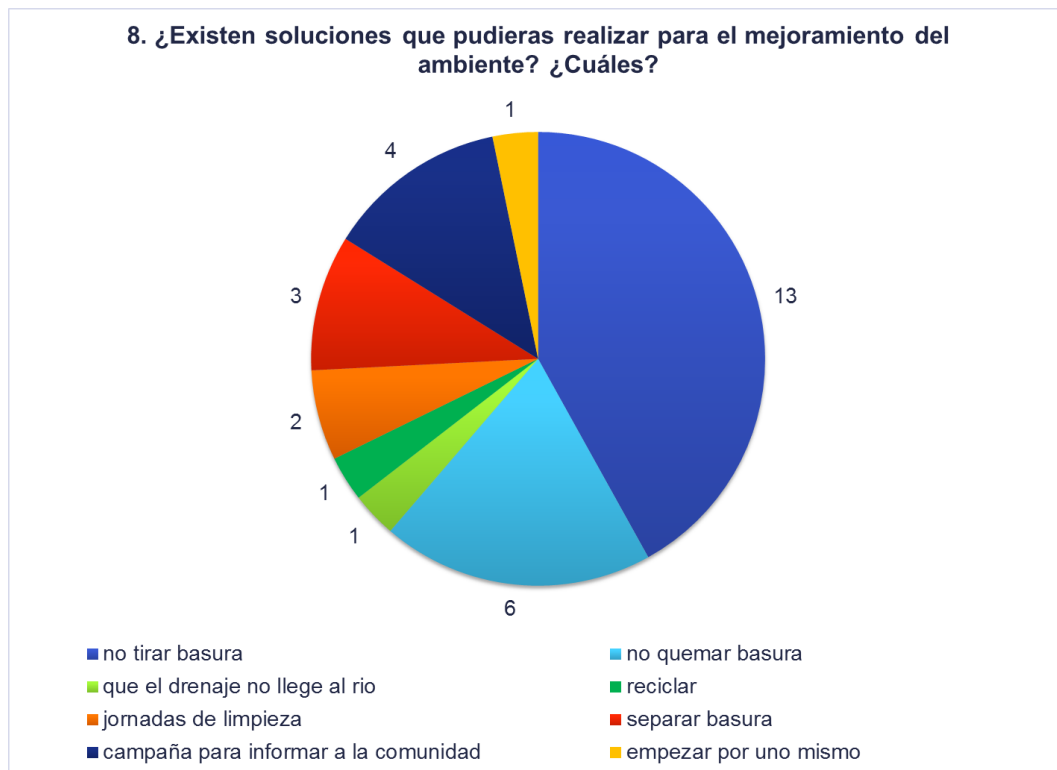
En relación a las vías mediante las cuales se informan los estudiantes sobre el estado del medio ambiente, se puede observar que la principal fuente de información para los alumnos es la televisión (41%) y en segundo lugar la escuela (31%), lo cual es una muestra de que la escuela es un espacio fundamental de educación y formación de los estudiantes (Gráfica 7).



Gráfica 7. Vías mediante las cuales los estudiantes se informan del estado del medio ambiente



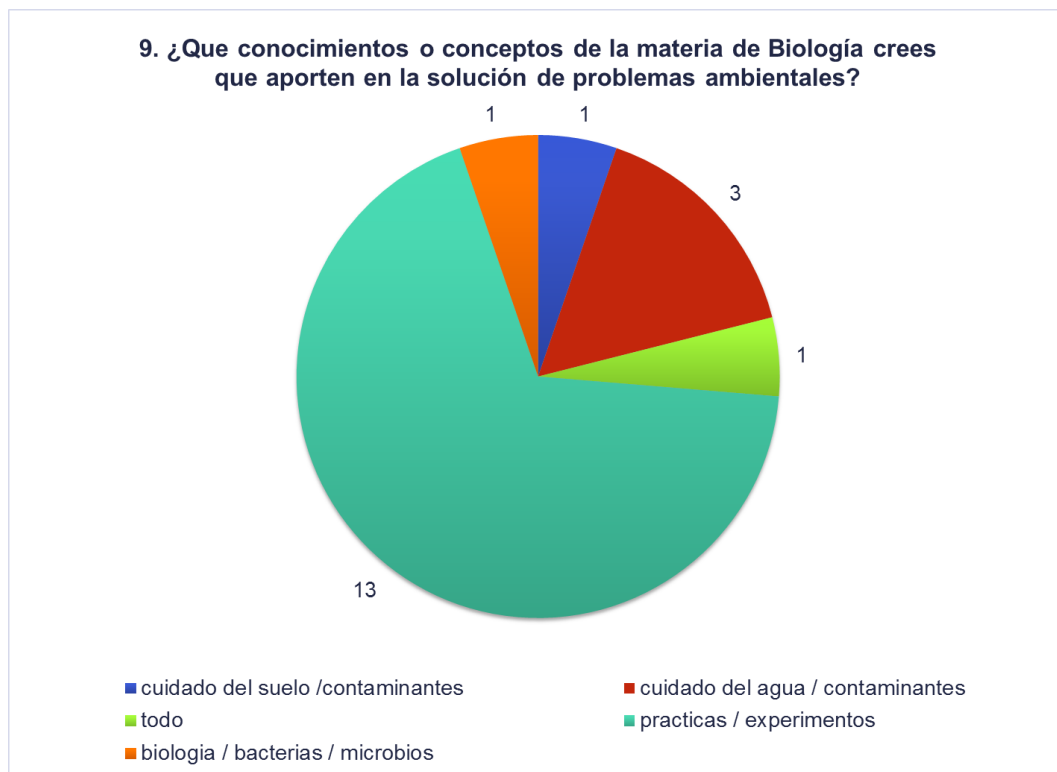
Cuando se preguntó a los alumnos qué medidas podrían realizar para mejorar el medio ambiente se observa que para la gran mayoría de los estudiantes del 4to semestre consideran que las soluciones son no tirar basura, no quemarla y separarla; en no desperdiciar el agua, en reciclar, realizar jornadas de limpieza y que el drenaje no llegue al río (Gráfica 8).



Gráfica 8. Soluciones que los alumnos consideran podrían realizar para el mejoramiento del ambiente.

Con estas ocho preguntas el cuestionario en enfocó en conocer la percepción del alumno ante la problemática ambiental. Se observa que en general los alumnos están interesados en la problemática, pero las soluciones propuestas se limitan a no tirar basura y cuidar el agua.

En el reactivo número 9 (Gráfica 9) se propuso una pregunta abierta para conocer si los alumnos encuentran relación entre los temas vistos en clase y la solución de los problemas ambientales o explicación de las problemáticas. Tres alumnos no contestaron, 13 escribieron que las prácticas y experimentos vistos en clase estaban relacionados con la problemática ambiental, solamente cinco alumnos mencionaron los siguientes temas en específico: Composición del agua, bacterias y microbios, cuidado del agua, contaminantes y cuidado del suelo. Por lo que se observa que para los alumnos de 4to semestre no hay relación entre la currícula académica y su aplicación práctica. Con este resultado se observa la dificultad para relacionar y aplicar los conceptos vistos en el aula con la vida diaria.



Gráfica 9. Conceptos o conocimientos de Biología que los alumnos consideran que pueden aportar en la solución de los problemas ambientales.

Como parte del diagnóstico, se realizó un recorrido con los alumnos por los cuerpos de agua de la comunidad. Esta visita permitió seleccionar los puntos donde se realizaría el estudio de la calidad del agua.

El ojo de agua de “Chacuaro” (Figura 3), es el cuerpo de agua más utilizado por la comunidad, existe una barda que separa el nacimiento del agua y la que utiliza la comunidad para lavar ropa, trastes, llenar garrafones para consumirla, incluso llegan pipas desde Morelia para llenar sus depósitos.



*Figura 3. Ojo de agua “Chacuaro”*

En Chiquimitío también podemos encontrar un pequeño salto de agua (Figura 4), el cual algunas familias utilizan como espacio de esparcimiento y para nadar; lamentablemente, los jóvenes en algunos casos van al Salto con la finalidad de consumir alcohol. En el lugar se encontró mucha basura arrastrada por las lluvias y alguna generada por las personas que visitan el lugar.



*Figura 4. El salto*

Se eligió no medir la calidad del agua de El salto, porque los padres de familia consideraban que era peligroso ir y no dejarían ir a sus hijos a realizar la actividad. Además este cuerpo de agua no es utilizado por la comunidad para sus tareas cotidianas o como fuente de agua potable.

El Chorrillo (Figura 5a) es un pequeño arroyo que corre por el costado norte de la comunidad. El ojo de agua “Lourdes” (Figura 5b), es un espacio que la comunidad ha cercado, por lo que solamente se puede tomar agua para consumo, no lo utilizan para lavar como en el caso de Chacuaro.



a)

b)

*Figura 5. Cuerpos de agua de la comunidad a) El Chorrillo b) Lourdes*

La importancia de conocer la calidad de los cuerpos de agua radica en que los alumnos estén informados de la situación de sus fuentes de abastecimiento de agua y puedan compartirlo con sus familias y comunidad, así como, a partir de los resultados, discutir las medidas y cuidados que se deben de tomar para conservar estas fuentes naturales de agua.

### 5.1.2 Descripción de resultados de la secuencia didáctica

Posterior al diagnóstico, se implementó la secuencia didáctica propuesta, para lo cual se requirieron 6 sesiones con una duración de una a dos horas cada una aproximadamente.

La primera sesión se llevó a cabo el día jueves 7 de mayo, se inició con la actividad 1, donde de manera individual realizaron una lista de los factores que les permitirían conocer si un cuerpo de agua estaba contaminado o no (Figura 6).



*Figura 6. Alumnos trabajando de manera individual*

Después de unos minutos se integraron en equipos de 3 o 4 personas (actividad 2), los cuales fueron conformados por afinidad, para comparar sus listas y agregar lo que no habían considerado de manera individual, los equipos integrados en esta sesión serían los compañeros con los que seguirían trabajando hasta el final, formando un total de 8 equipos.

Posteriormente en plenaria se hizo una lista general, cada equipo anotó en el pizarrón lo que había concluido; estos datos los utilizaron para llenar la tabla de la actividad 3. En esta actividad los alumnos tienen que completar tres columnas, en la primera se anotó la lista que se rescató en grupo en el pizarrón. Para la segunda columna, los

alumnos revisaron la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Figura 7) sobre los límites permisibles del agua para uso y consumo humano, identificaron los valores de los parámetros que tenía que tener el agua para ser considerada para uso humano y anotaron cuál era el límite permitido en la segunda columna. Aquí se hizo énfasis en que tanto para el ser humano como para el resto de los seres vivos es necesario que el agua cumpla con ciertos parámetros para poder consumirla o vivir en ella. Por último en la tercera columna respondieron qué acciones humanas podrían alterar los parámetros.



*Figura 7. Alumnos revisando la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.*

Después de haber realizado la lista en equipos, en la actividad 3 de manera grupal se realizó una lista general de los factores que ellos consideran alteran la calidad del agua. En el pizarrón cada equipo fue agregando elementos a la lista y ellos lo anotaron en la tabla correspondiente (véase anexo 2). Enseguida los alumnos revisaron la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para obtener los límites permitidos para el agua destinada a consumo humano. Por último anotaron las posibles causas de alteración de los parámetros. La evaluación de esta sesión se realizó con la lista de cotejo (anexo 8) registrando solamente si el alumno cumplió o no con la actividad ya que no se evaluaron contenidos.

La segunda parte de la intervención se dividió a lo largo de varios días, el día 12 de mayo se realizó el muestreo del ojo de agua llamado “Chacuaro”. Primero se dió la explicación de los parámetros que se medirían: pH y turbidez, se platicó también qué implicaciones tendría la variación de estos indicadores químicos y físicos sobre los seres vivos (Figura 8a).

Por equipos realizaron mediciones de pH y turbidez (Figura 8b y 8c), tomando una muestra en un frasco de cristal del lugar donde se desea conocer la calidad del agua, la medición se realizó por triplicado y se registró la fecha, hora, lugar y medición obtenida en el Anexo 3.

El pH fue medido con papel indicador universal CIVEQ, comparando con los colores guía. No hubo problema para medirlo, sólo al momento de registrar, no todos los alumnos anotaron los datos completos.

Para la turbidez, se utilizó la tabla de grises de referencia del Manual *Water Quality Monitoring* y la escala de grises en unidades nefelométricas aproximadas, se comparó la muestra de agua con ella para después dar una interpretación de acuerdo a lo indicado por el manual de monitoreo del agua, de igual manera que el pH, se anotó lugar, fecha, hora y resultado obtenido de cada muestra.



Figura 8. Alumnos realizando las mediciones de los indicadores físicos y químicos.



Después, se realizó el muestro de los macroinvertebrados acuáticos (Figura 9), en equipos colectaron los macroinvertebrados por espacio de 10 min con ayuda de coladores de malla fina, después los macroinvertebrados colectados se pusieron en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su conservación. Se etiquetaron y guardaron para su posterior identificación.



*Figura 9. Alumnos realizando el muestreo de macroinvertebrados acuáticos.*

Se concluyó el primer muestreo tomando una muestra de 300mL del ojo de agua de “Chacuaró”, la cual se tomó del lugar donde las personas de la comunidad sacan agua para consumo en casa, se utilizaron frascos y guantes estériles, para llevarlos al Centro de Diagnóstico Microbiológico (CEDIMI) para análisis de organismos coliformes totales se obtuvo un resultado de  $> 8.0$  NMP/100mL (número más probable/100mL).

En el segundo muestreo, el día 19 de mayo, se visitó “El Chorrillo”, en ese día se observó una turbidez elevada debido a las lluvias. Un equipo de alumnas realizó su muestreo en el ojo de agua de “Lourdes” (Figura 10). En esta ocasión, en equipos tenían que realizar cada una de las mediciones sin intervención del profesor,

registrarlas y coleccionar los macroinvertebrados con la misma forma que la sesión anterior, para registrarlos en los formatos correspondientes.

Se tomaron muestras de macroinvertebrados y muestras para el análisis de presencia de *E.coli* en el ojo de agua de "Lourdes", los cuales se llevaron a análisis microbiológico obteniendo el mismo resultado de  $> 8$  NMP/100mL de coliformes totales.



*Figura 10. Alumnos realizando el muestreo en equipos en "El chorrillo" y ojo de agua de Lourdes.*

En esta ocasión hubo el tiempo, espacio y disposición por parte de los alumnos para tomar muestras en diferentes cuerpos de agua de la comunidad.

De tarea se dejó a los alumnos investigar y resolver un cuestionario sobre la lluvia ácida: causas, consecuencias, impacto sobre los seres vivos y revisar que enfermedades son causadas por la bacteria *E.coli*, las cuales se relacionaron con la medición del pH y las bacterias como indicadores, respectivamente.

El día 8 de junio se visitó el Laboratorio de Interacciones Bióticas en Hábitats Alterados del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) UNAM para realizar la identificación y clasificación de los macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su Orden taxonómico con ayuda de estereoscopios y personal del laboratorio.

Se inició la sesión con una serie de preguntas por parte de la Dra. Ek del Val a los alumnos para saber si conocían qué eran y qué características tienen los insectos y los macroinvertebrados. Después explicó cómo utilizar de los estereoscopios para que los alumnos comenzaran a observar sus muestras.

La Dra. Ek del Val y el personal que trabaja en el laboratorio ayudaron a describir las particularidades de cada Orden de macroinvertebrados para realizar su identificación (Figura 11). Los alumnos clasificaron los macroinvertebrados con respecto al Orden taxonómico utilizando dos guías de identificación (Borrer & White, 1970; Eaton & Kaufman, 2006), los contaron y los registraron (Anexo 4). Posteriormente se calcularon los índices de tolerancia a la contaminación e índice de %ETP. Los alumnos se mostraron muy interesados en las explicaciones brindadas y realizaron de manera adecuada la identificación.



*Figura 11. Alumnos en el Laboratorio del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) realizando la identificación de los macroinvertebrados acuáticos.*

Es importante que se pueda realizar la identificación de los macroinvertebrados con un estereoscopio para observar sus características de manera más precisa, si no se cuenta con él en el laboratorio de la escuela, puede realizarse con una lupa. Se sugiere realizar la identificación en alguna institución cercana donde cuenten con el equipo necesario y con el personal que ayude a los alumnos a identificar los macroinvertebrados.

Con la información obtenida los alumnos completaron el Anexo 5 (Formato para registro de mediciones macroinvertebrados) para calcular el índice de tolerancia a la contaminación y el índice de %EPT. De tarea los alumnos realizaron el dictamen de la calidad de agua de uno de los cuerpos de agua que había muestreado, para revisarlo posteriormente en la clase.

En la siguiente sesión los estudiantes externaron que tuvieron dificultades para realizar el dictamen de los cuerpos de agua de tarea, por lo tanto esta sesión se dedicó la hora de clase en explicar cómo realizarían el dictamen poniendo de ejemplo uno de los cuerpos de agua habían muestreado. Recordando cada uno de los indicadores: físicos, químicos y biológicos. Se anotaron los resultados en el pizarrón de uno de los cuerpos de agua que fue muestreado y se discutió el por qué no se encontraron todos los macroinvertebrados que venían en las listas del manual. Después los alumnos se llevaron de tarea realizar el dictamen para entregarlo en la siguiente sesión.

La evaluación final se llevó a cabo el día 22 de junio, en el único salón disponible que no presentaba las condiciones óptimas puesto que se ensayaba para el evento de clausura. Los alumnos se distribuyeron en mesas con 8 sillas cada una. Se les pidió que cada uno contestara la prueba de manera individual, preferentemente sin utilizar sus notas y si podían consultar la norma oficial de referencia.

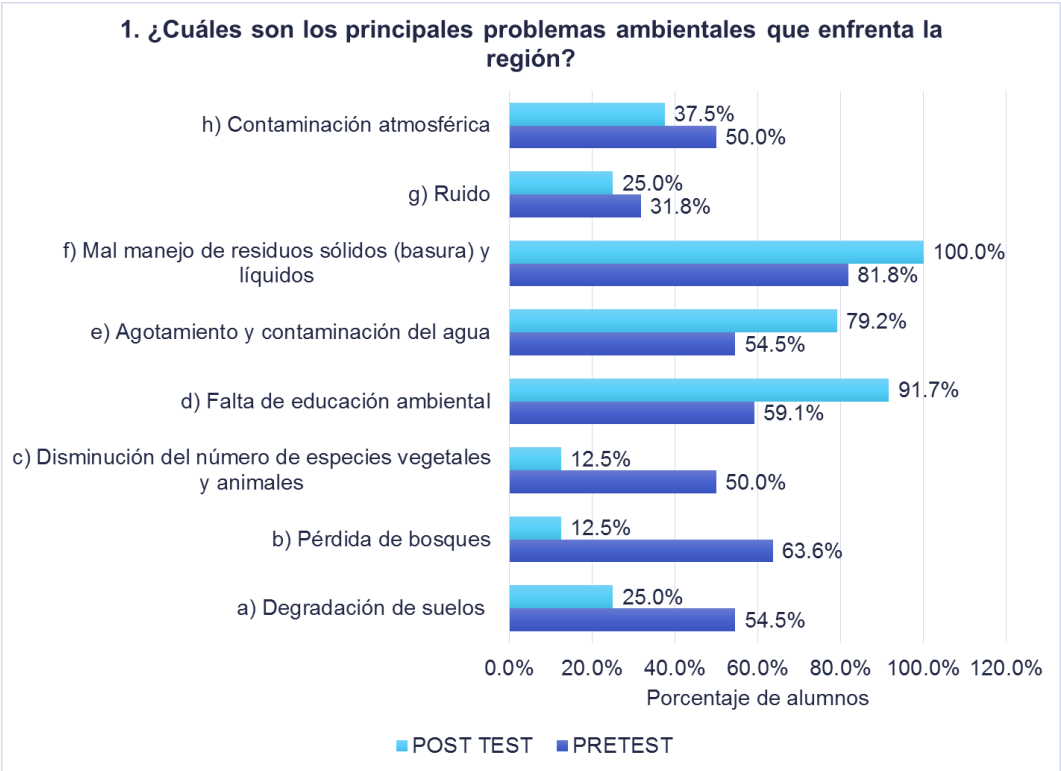
Se resolvieron las dudas que surgieron durante el examen, al finalizar entregaron los dictámenes de los ojos de agua de la comunidad. No se tuvo otra sesión posterior para revisar los resultados del examen debido a que la clausura del ciclo escolar estaba próxima a realizarse.

En general todos los alumnos realizaron el dictamen de la calidad de un cuerpo de agua y entregaron todas las evidencias. Dos de ellos no entregaron a tiempo. Se recibieron las tareas de investigación sobre la lluvia ácida y *E. coli* pero no hubo tiempo para hacer una relación entre lo investigado y la influencia de los mismos en los parámetros.

### **5.1.3 Descripción de resultados del postest**

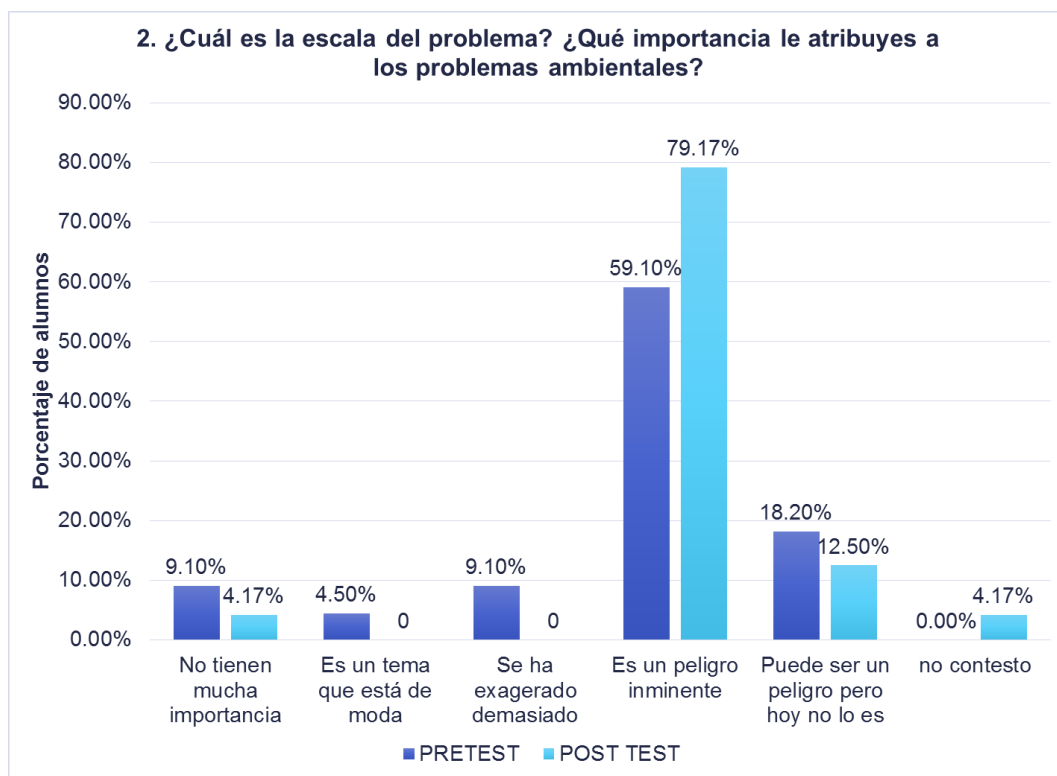
El postest fue aplicado a 24 alumnos de la generación 2013-2016, lo resolvieron 19 mujeres y 5 hombres. Los resultados están expresados en porcentaje de alumnos para observar la variación en las respuestas con respecto al total de alumnos evaluados.

En la primera pregunta (Gráfica 10), el 91.7% los alumnos consideran que uno de los más grandes problemas que enfrenta su región es la falta de educación ambiental, el 100% el mal manejo de residuos sólidos y el 79.2% la contaminación del agua. Se observa que en el pretest los alumnos respondieron que todos los rubros eran un problema, mientras que en el postest se centran solamente en los 3 anteriores. El análisis de Chi cuadrada muestra que las respuestas son significativamente diferentes después de la intervención ( $\chi^2=30.28$ ,  $gl = 7$ ,  $p<0.05$ ). Destacando que ahora la educación es un factor importante en el cuidado del medio ambiente.



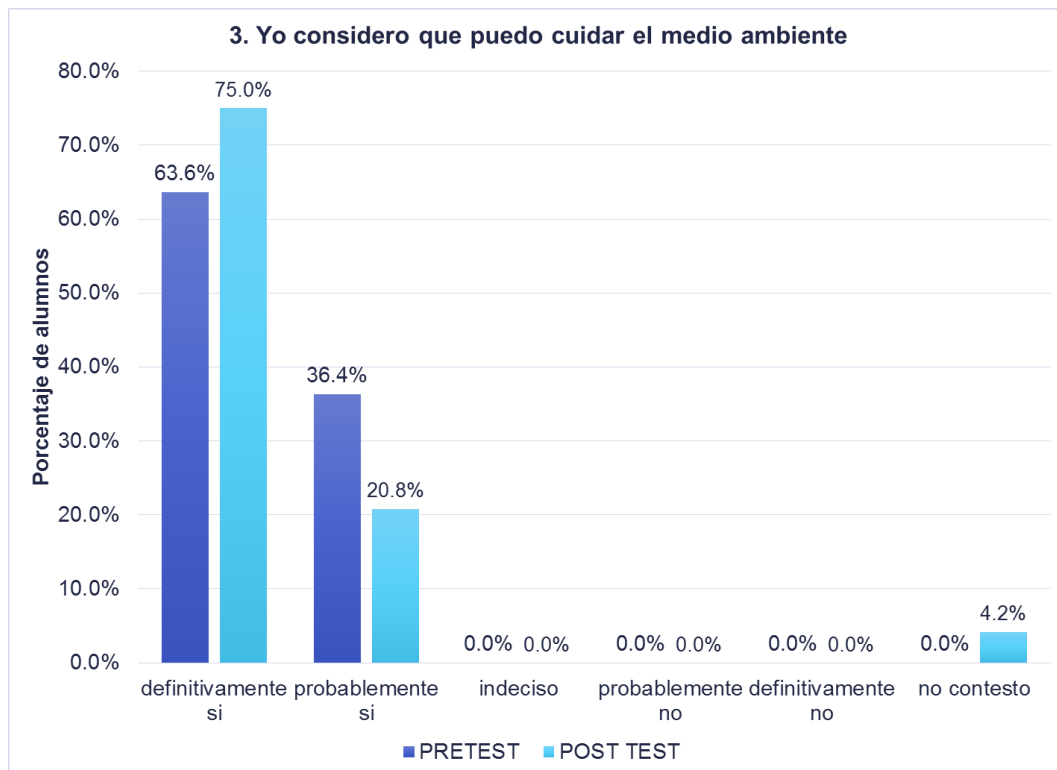
Gráfica 10. Principales problemas ambientales que los alumnos consideran que enfrenta su región

Un mayor número de alumnos consideran que la escala de problemas ambientales es grave (79.17% vs. 59.10%), siendo un peligro inminente para la sociedad (Gráfica 11). Por otro lado, son relativamente pocos (12.50% vs. 18.29%) los que consideran que los problemas ambientales no son un problema hoy, pero que lo pueden ser después, 4.17% contestaron en el postest que no tienen mucha importancia y ningún alumno contestó que el tema está de moda o que se ha estado exagerando demasiado. Para esta pregunta no se encontraron diferencias significativas después de la intervención ( $\chi^2=9.85$ , gl = 5,  $p>0.05$ ).



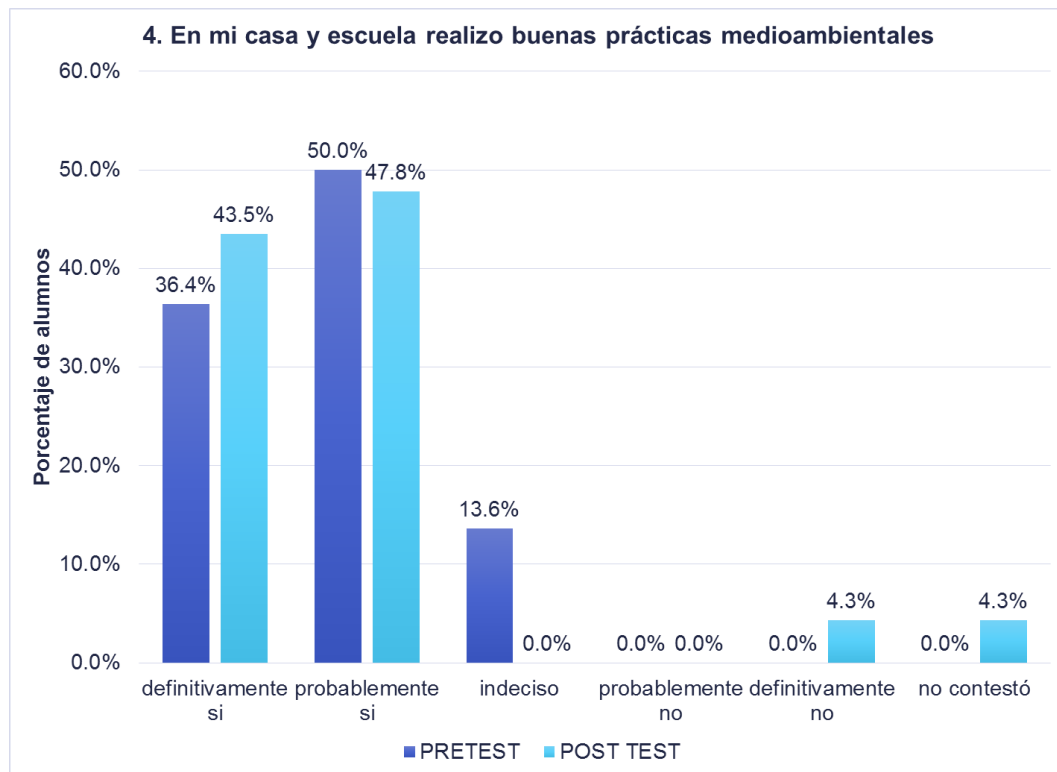
*Gráfica 11. Los alumnos consideran que los problemas ambientales son un peligro inminente*

En la pregunta número 3 (Gráfica 12), la gran mayoría considera que si puede cuidar en medio ambiente aumentando del 63.6% al 75.0%, disminuyendo el que probablemente si puedan cuidar su medio ambiente del 36.4% a un 20.8%. Para este reactivo no hubo cambio en la precepción de los estudiantes respecto a su capacidad para cuidar el medio ambiente ( $\chi^2=6.93$ ,  $gl = 5$ ,  $p>0.05$ ).



Gráfica 12. Porcentaje de alumnos que consideran que pueden cuidar el medio ambiente

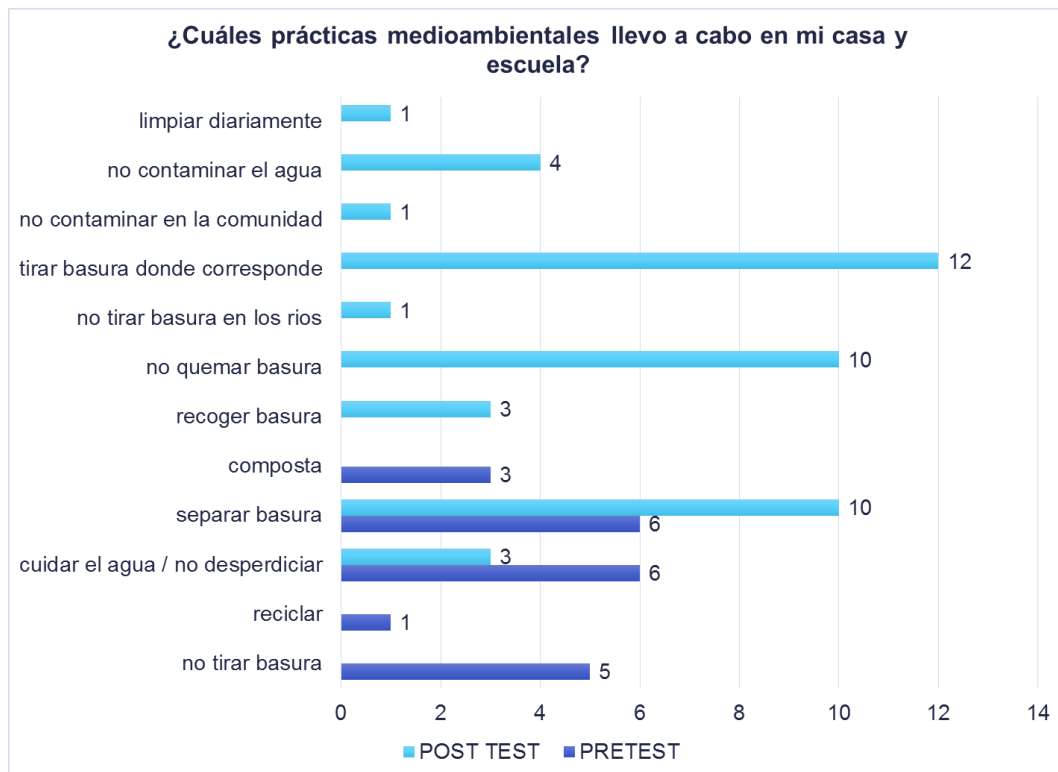
Aumenta del 36.4% al 43.5% los alumnos que reconocen que están realizando buenas prácticas para cuidar el medio ambiente (Gráfica 13), sólo un alumno señala que definitivamente no realiza ninguna actividad para contribuir al cuidado del medio ambiente, entre el pretest como el postest hay una diferencia significativa ( $\chi^2=11.83$ ,  $gl = 5$ ,  $p<0.05$ ).



Gráfica 13. Porcentaje de alumnos que realizan buenas prácticas medioambientales en su casa y en la escuela

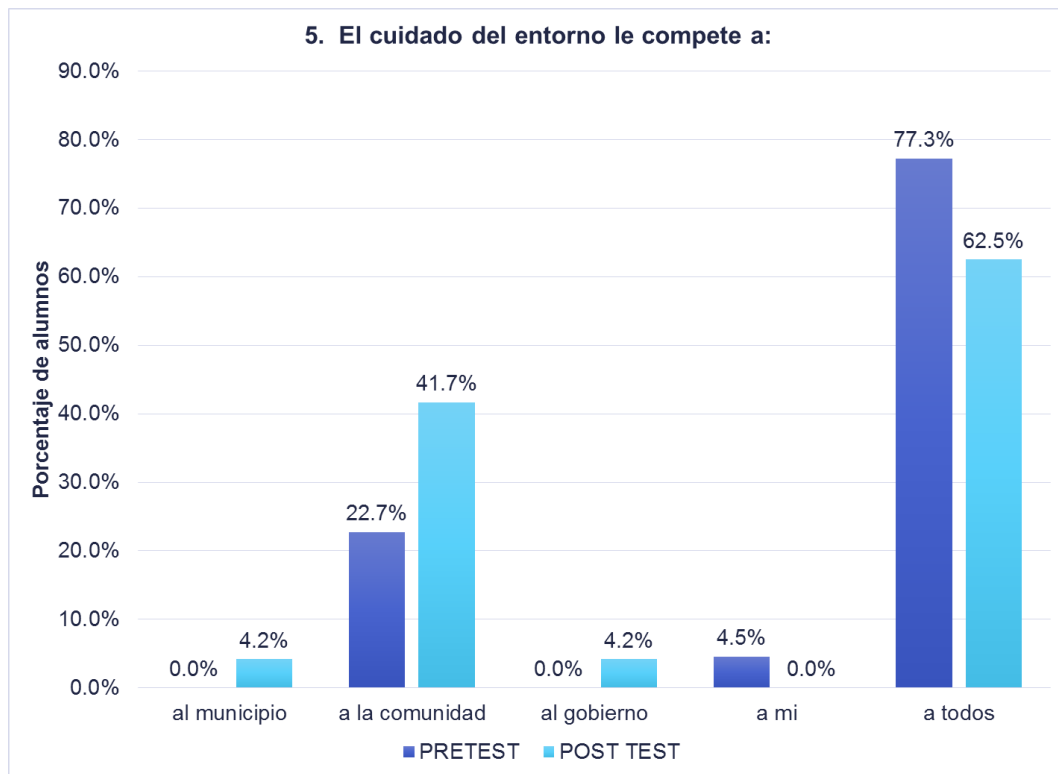


En la siguiente pregunta se observa que hubo una toma de conciencia en relación a todas las actividades que realizan los estudiantes para cuidar el medio ambiente, puesto que en el postest se amplían las respuestas, mencionando también el cuidado del agua, no contaminar el agua y recoger basura (Gráfica 14), en esta pregunta abierta encontramos una diferencia significativa entre el pretest y el postest ( $\chi^2=3213.75$ ,  $gl = 11$ ,  $p<0.05$ ).



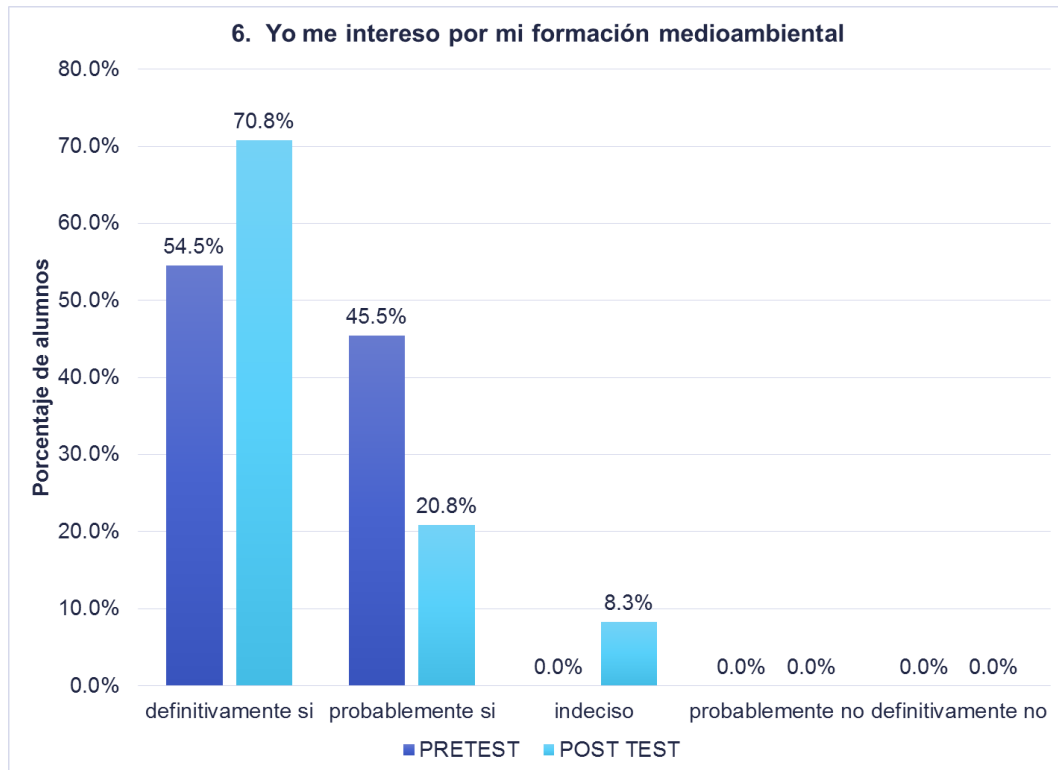
Gráfica 14. Prácticas medioambientales que llevan a cabo los alumnos en su casa y en la escuela

Con relación a las preguntas sobre la competencia del cuidado del ambiente y la formación ambiental, el 41.7% de los alumnos mantuvieron la percepción de que el cuidado del entorno compete a los habitantes de su comunidad, incluyéndose ellos mismos, el 62.5% menciona que es tarea considera que es tarea de todos cuidar el entorno, para esta pregunta no hay diferencias significativas entre le pretest y el postest (Gráfica 15,  $\chi^2=6.23$  gl=4,  $p<0.05$ ).



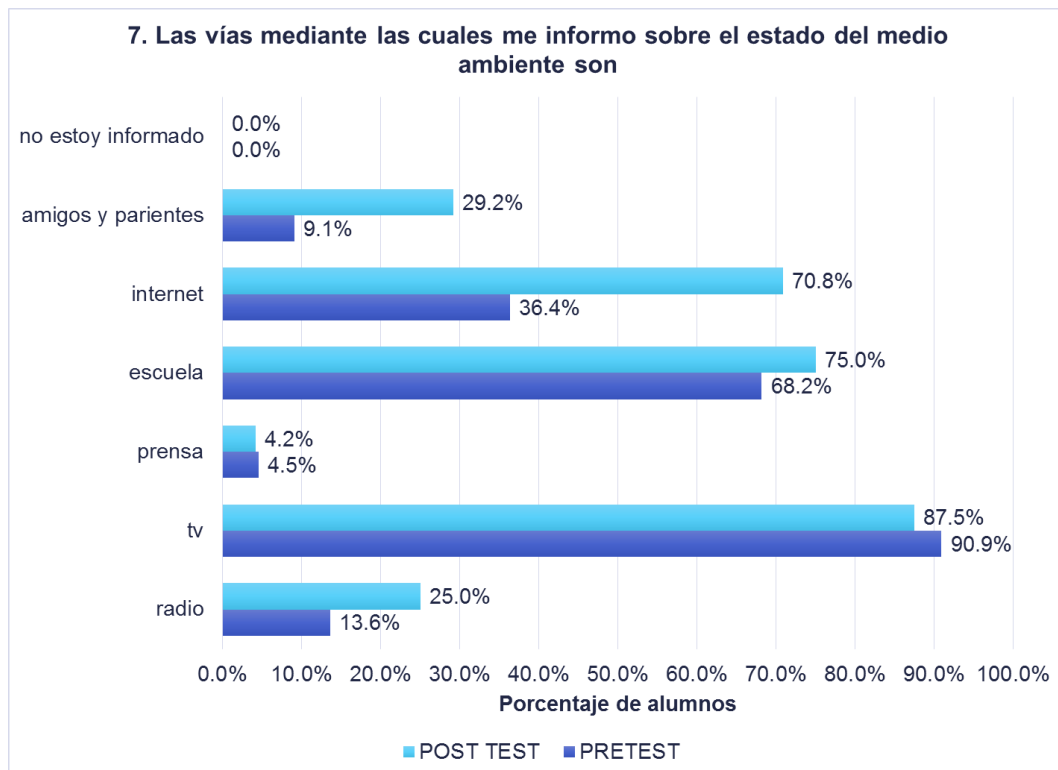
Gráfica 15. El cuidado del entorno le compete a...

Un mayor número de alumnos está interesado en su formación medioambiental (69.6%) a diferencia del pretest donde se mostraron interesados el 54.5% de los alumnos. Dos alumnos se encuentran indecisos respecto a su interés por su formación ambiental (Gráfica 16), estas respuestas presentan diferencias significativas ( $\chi^2=21.18$ , gl = 4,  $p<0.05$ ).



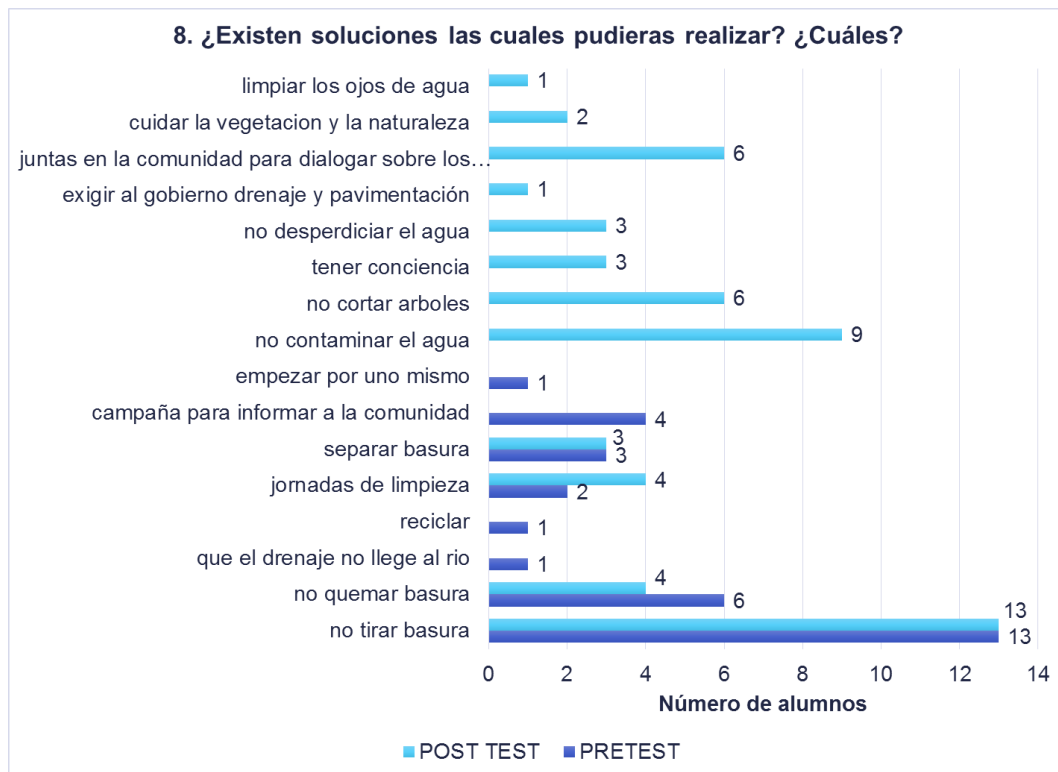
Gráfica 16. Alumnos interesados en su formación medioambiental

La vía mediante la cual los alumnos se informan sobre el medio ambiente (Gráfica 17) sigue siendo la televisión con un 90.9%, sin embargo, se observa un aumento en el internet del 36.4% al 70.8% y la escuela del 68.2% al 75.0% como medios de información, por lo que se observa una diferencia significativa en relación a las vías que utilizan los alumnos para mantenerse informados sobre el medio ambiente en el postest ( $\chi^2=26.42$ , gl = 6,  $p<0.05$ ).



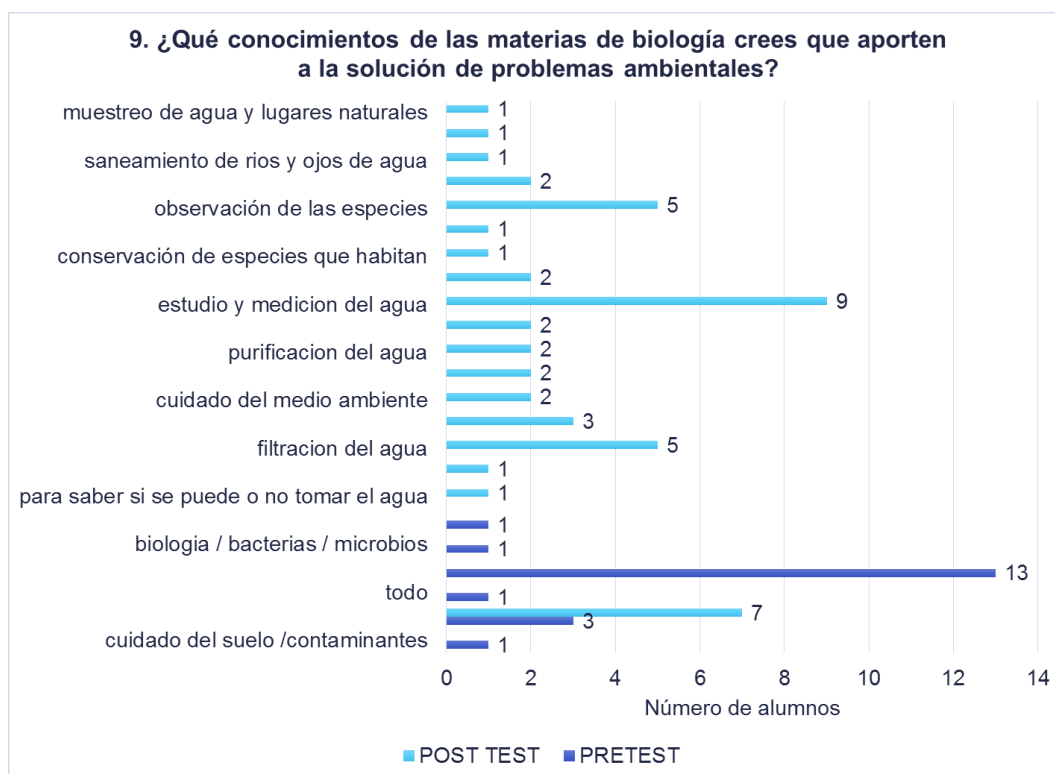
Gráfica 17. Vías por las cuales los alumnos se informan sobre el estado del medio ambiente.

En las soluciones que los alumnos consideran que pudieran realizar (Gráfica 18), se puede destacar que ya no se centran las respuestas solamente en la basura, sino que después de la intervención se han ampliado al cuidado del agua, su entorno, el tener conciencia y el platicar con los miembros de la comunidad para también estén informados ( $\chi^2=2780.17$ ,  $gl = 15$ ,  $p<0.05$ ).



Gráfica 18. Soluciones en las que los alumnos consideran pueden aportar para mejorar el medio ambiente

Por último, en lo que respecta a los conocimientos de la materia de Biología que les sirvan para aportar a la solución de problemas ambientales (Gráfica 19), se ve claramente el aumento de ítems que los alumnos mencionan, los cuales están relacionados con los conceptos vistos durante la secuencia didáctica. Las diferencias son significativas después de haber realizado la intervención utilizando con el enfoque educativo del aprendizaje situado ( $\chi^2=128.33$ ,  $gl = 22$ ,  $p<0.05$ ).



Gráfica 19. Conocimientos de la asignatura de biología que los alumnos consideran que aportan a la solución de problemas ambientales

## 5.2 Análisis y discusión de resultados

### 5.2.1 Análisis y discusión de la aplicación de la secuencia didáctica

El aprendizaje situado ha sido utilizado en la Educación Media Superior en la misma asignatura de Biología y otros campos de conocimiento como las Ciencias Sociales. En ellas se ha reportado que se obtienen resultados exitosos debido a que los temas que se abordan se relacionan con un problema cotidiano (Badillo, 2014; Muñoz, 2012), en la presente experiencia se logró situar en la comunidad uno de los contenidos del plan de estudios.

Sagástegui (2004) sugiere que el aprendizaje situado es una oportunidad para el docente e instituciones de educación superior para el logro de un aprendizaje significativo en los alumnos, pero que los desfases a nivel educativo dificultan esta práctica. En este sentido para llevar a cabo la estrategia didáctica propuesta se requirió más tiempo de lo planeado. Lo cual puede explicarse debido a que era la primera vez que se realizaba la intervención y que algunos conceptos vistos anteriormente tuvieron que retomarse.

Durante la primera sesión en la actividad número 3, cada equipo compartió la información sobre los factores que podrían afectar la calidad del agua, para después realizar un listado grupal y compararlo con los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana para el agua para uso y consumo humano. En esta actividad hizo falta realizar una definición formal de qué es un parámetro y diferenciar entre lo que se podía medir y lo que no, así como determinar con claridad qué factores influían en el estado de conservación del cuerpo de agua. En la Figura 12, podemos observar algunos parámetros enlistados por los alumnos que no se pueden medir o que no están relacionados con la calidad del agua. Por lo tanto, se observa que es importante propiciar la retroalimentación entre docente y alumnos para orientar los conocimientos previos hacia el objetivo del aprendizaje esperado, así como desarrollar la habilidad de guiar los comentarios de los alumnos para que analicen y cuestionen sus propios conceptos, con la finalidad de destacar la importancia del conocimiento y el tener datos confiables para la toma de decisiones.

### ACTIVIDAD No. 3

Con tu equipo, compara la lista generada en grupo con los parámetros permitidos en la Norma Oficial Mexicana y mencionen posibles causas de alteración del parámetro.

Parámetro	Límites según la Norma Oficial Mexicana	Posibles causas de alteración del parámetro.
Olor	Agradable	Drenajes, animales muertos, etc.
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino- Cobalto	No tirar desechos.
Baza		No tirar basura y junta en un solo lugar
Turbidez	5 unidades de turbiedad nefelométrica (UNT) o su equivalente a otro método.	Heccha de otras aguas
Animales		Que haya pedacos cerca del lugar
Temperatura		Mucho calor
Vegetación		Cambio de clima
Roctuas	Ausencia o no detectables	La contaminación del agua.
Procedencia del agua.		Que se junten varias fuentes de agua.
Piedras entamadas		Los residuos del agua.
Profundidad		Excavación del lugar.
Localización		Sitio en el que se encuentra.
Desagüe de drenaje		Que no halla lugar donde echar el drenaje

Figura 12. Listado grupal sobre los factores que los alumnos consideran que afectan la calidad del agua.

También se observó que es importante que los alumnos no sólo conozcan los límites permitidos de los parámetros para el agua para consumo humano. Sería relevante que revisaran los valores de los parámetros permitidos para otros usos para tener una visión más amplia para decidir el uso que podría tener una fuente de agua que no cumple con los valores para consumo humano pero que, por ejemplo, sí pudiera utilizarse de manera recreativa o para riego.



En la sesión donde los alumnos realizaron la medición del pH y la turbidez hubo dos equipos que no registraron la fecha y hora de las mediciones. Durante el muestreo de macroinvertebrados los alumnos se mostraron muy interesados e incluso sorprendidos ya que la mayoría no conocía la biodiversidad que se encuentra en los cuerpos de agua de su comunidad. Aquí se destaca la importancia de que el aprendizaje sea situado y se generen experiencias de servicio en la comunidad con los estudiantes, para que puedan analizar sus acciones y se reconozca que cuando se ignora cuál es la riqueza con la que se cuenta, difícilmente se puede cuidar y conservar.

La identificación de macroinvertebrados realizada en el Laboratorio de Interacciones Bióticas en Hábitats Alterados del IIES fue una experiencia enriquecedora para los alumnos ya que se dio la oportunidad de conocer instituciones de educación superior y acercarlos a la labor de los investigadores de primera mano. Se observó que los alumnos que en ocasiones se muestran renuentes a las actividades en el salón de clases estuvieron muy atentos y participativos en esta sesión. Se identificaron los Órdenes de los macroinvertebrados que no venían en el anexo 5 por lo que los alumnos dibujaron los encontrados por su equipo (Figura 13) completando la información de la tabla y calcularon el índice de tolerancia a la contaminación y el índice %EPT.

Esta sesión pudiera reestructurarse para abordar otros temas del plan de estudios de Biología 1 como por ejemplo la Biodiversidad y clasificación taxonómica de los seres vivos. Además de realizar en conjunto con los alumnos una investigación sobre el nivel de tolerancia a la contaminación que tienen los macroinvertebrados encontrados. Muñoz (2012) destaca la importancia de que el docente asuma el rol de facilitador y orientador para que el alumno vaya construyendo sus propias respuestas, en este caso se podría motivar para investigar ¿Por qué se encontraron otras especies que no estaban contempladas originalmente en la planeación? ¿Qué estado de conservación del cuerpo de agua nos están indicado los macroinvertebrados encontrados? e incluso los alumnos podrían realizar un catálogo de los macroinvertebrados específicos que se encuentran en los cuerpos de agua de su comunidad.

Macro-invertebrado	Dibujo	numero de organismos
Mil pies (Mirapada)		5
Caracol (Gastropoda)		1
Escarabajos acuáticos (coleoptera)		6
Chinches de agua (Hemiptero)		10
Crustacio		2
Cabeza de escarabajo		3

indice de  
tolerancia a  
la contaminación.

$5/27 \times 100 = 18.5$   
 $1/27 \times 100 = 3.70$   
 $6/27 \times 100 = 22.22$   
 $10/27 \times 100 = 37.03$   
 $3/27 \times 100 = 11.11$

27 ← 5 mirapada  
     ← 1 caracol  
     ← 6 coleoptera  
     ← 10 hemiptero  
     ← 3 cabeza de escarabajo

Figura 13. Registro de macroinvertebrados que no se encontraron en la lista proporcionada en el Anexo 5.

Con esta experiencia pude constatar que para el docente es importante conocer y vincularse con las instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación cercanos a su localidad, así como museos y ferias de ciencia que sirven como herramientas para contribuir y complementar los temas de las asignaturas que se imparten; además de fomentar el interés de los alumnos en el área de las ciencias.

Sobre los dictámenes de la calidad del agua en su comunidad, a partir de los datos obtenidos los alumnos determinaron que la calidad del agua es buena, tomaron de referencia los valores de pH, turbidez, los macroinvertebrados encontrados y la presencia de organismos coliformes totales. En las Figuras 14, 15 y 16, se muestran los dictámenes sobresalientes conforme a la rúbrica de evaluación.

Dictamen del estado de conservación del área a partir del monitoreo de la calidad del agua  
 Lugar: Chacuaró / Ojo de Agua  
 12 / Junio / 2015

Parámetro	Medición obtenida	Interpretación
pH	5-6	Promedio Normal
Turbidez	E	Pocos crecimientos sobre las plantas y animales acuáticos
Índice de tolerancia a la contaminación	15	Entre potencialmente regular y bueno
Índice de EPT		Muy Buena
Organismos Coliformes totales	Mayor de 8	No es potable.

Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)

El Agua de este lugar es buena ya que tiene un pH bueno, su turbidez es muy baja (No tiene) Es intolerante a la contaminación y su Índice de EPT es muy bueno

Figura 14. Dictamen de calidad del agua de "Chacuaró". Calidad del agua: Buena.

**Dictamen del estado de conservación del área**

Dictamen del estado de conservación del área a partir del monitoreo de la calidad del agua

Lugar: <u>El Cerrito / el Chorrillo</u>		Fecha: <u>12 / Junio / 2015</u>
		<u>23 / Mayo / 2015</u> <u>12 : 30 pm</u>
Parámetro	Medición obtenida	Interpretación
pH	Ph → 7-6	Promedio normal
Turbidez	Turbidez C	Menor producción de algas y zooplancton
Índice de tolerancia a la contaminación	15	Entre potencialmente regular y buena
Índice de EPT	100%	Muy buena.
Organismos coliformes totales	Mayor de 8	No es potable
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	El Agua que proviene de este lugar es buena, su índice de EPT también es buena por lo que esta agua es muy buena pero muy intolerante a la contaminación y también para los organismos que ahí viven.	

Figura 15 Dictamen de calidad del agua del "Chorrillo". Calidad del agua: Buena

**Dictamen del estado de conservación del área**

Dictamen del estado de conservación del área a partir del monitoreo de la calidad del agua

Lugar: Ojo de agua de Lourdes		Fecha: 28-05-15 Hr: 12:11 p.m.
Parámetro	Medición obtenida	Interpretación
pH	6	Esta tolerado, cumple con un buen pH.
Turbidez	5	Cumple con la medición de turbidez por lo tanto es buena turbidez.
Índice de tolerancia a la contaminación	3	La potabilidad de agua es mala, pero sirve para consumo humano, por que no está contaminada con químicos.
Índice de EPT	No se encontró el agua en el muestreo.	Es buen factor para que sea agua para consumo humano.
Organismos coliformes totales		
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	<p>El agua del ojo de agua de Lourdes, no es tan mala, de acuerdo con los resultados obtenidos, quiere decir que el agua se puede consumir, además otra justificación de que el agua es potable para consumo humano es que la gente la ha consumido por años y hasta ahora nadie se ha enfermado por consumirla. El pH y la turbidez están dentro de lo permitido, por lo tanto, se puede seguir consumiendo.</p>	
Firma:		

Figura 16. Dictamen de calidad del ojo de agua de "Lourdes". Calidad del agua: Buena.

Sin embargo, dos equipos elaboraron un dictamen que no es coherente con las mediciones realizadas, en la Figura 17 se observa que los alumnos no logran hacer el análisis e interpretación de los datos para realizar el dictamen, manifiestan que el agua está muy contaminada y no existe una coherencia en la redacción de lo que encontraron con el veredicto sobre la calidad del agua.

Dictamen del estado de conservación del área

Dictamen del estado de conservación del área a partir del monitoreo de la calidad del agua

Lugar: El Chorrillo		Fecha:
Parámetro	Medición obtenida	Interpretación
pH	7	substancia básica o ácidos
Turbidez	B	5 unidades de turbidez
Índice de tolerancia a la contaminación	no calidad del agua Potencialmente mala.	Porque se encontraron animalitos que son tóxicos.
Índice de EPT	24 MALA	no la podemos tomar
Organismos coliformes totales	8 UFC/100mL	Ausencia no detectables
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	<p>El agua del chorrillo no está tan contaminada por lo que los animales encontrados aun no se han desarrollado pero también si encontramos alguno que sea tóxico ya que el agua si es usada por personas y usan para los animales y regar cultivos</p>	

Figura 17. Dictamen de calidad del agua no sobresaliente.

Cuando se realizan actividades donde la evaluación es formativa, es muy importante la revisión y retroalimentación con los alumnos para comentar y discutir cómo fue que llegaron a esa conclusión, sin embargo en esta experiencia no se pudo realizar por falta de tiempo. Al no haber realizado la retroalimentación de la evaluación con los alumnos ellos no conocen cómo es que se puede mejorar la actividad y que conceptos no entendieron para la realización del dictamen, y por lo tanto el aprendizaje se queda truncado.

Delgado (2015), coincide en que es muy importante que el profesor tenga la certidumbre de que los alumnos han comprendido el tema, es por ello que la evaluación y la retroalimentación de los trabajos de los alumnos debe llevarse a cabo de manera constante y permanente para asegurar de que la experiencia ha sido integrada.

Finalmente, en la sesión de cierre se realizó la evaluación final donde de manera individual determinaron la calidad del agua de la cuenca del río Cuitzmala a partir de los datos obtenidos por los habitantes de la comunidad en cuestión (Jiménez, 2014). Los alumnos confundieron los conceptos de “calidad del agua” con “agua potable o para consumo humano”, por lo que doce alumnos concluyeron que la calidad del agua era mala y estaba muy contaminada, ya que el agua no era potable ni era apta para consumo humano y una alumna no realizó el dictamen.

Cuatro estudiantes llegaron a determinar que la calidad del agua es buena y que no es apta para consumo humano (Figuras 18 y 19).

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Turbidez	En el mes de agosto se triplicó de 95 a 285 Unidades.	Motivo de estrés para algunos peces debido a la falta de producción de alimentos.
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
pH	entre 7 - 8	Regular
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Índice de tolerancia a la contaminación.	22 Organismos	Calidad de agua potencialmente excelente.
Índice de EPT.	32%	Regular
Organismos coliformes totales.	16 UFC/100mL	0
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	En el mes de agosto triplicó la turbidez, por causa de las lluvias esto produjo falta de alimentos para algunos peces. El PH es bueno, hay pocas bacterias y la calidad de agua es "excelente".	

Figura 18. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 1

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Turbidez	Aproximadamente 100 NTU	B = Producción más lenta de insectos acuáticos
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
Ph	7 a 8	Cercano a la neutralidad
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Índice a la tolerancia a la contaminación	22	Calidad del agua es buena
Organismos coliformes totales.	197 UFC/100 ml	El agua está en buen estado
Índice de CPT	52%	En época de secas.
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	<p>La calidad del agua es buena pero no para consumo humano, su ph es aprox. de 7 a 8 se considera cercano a la neutralidad, tiene producción más lenta de insectos acuáticos, con turbidez aprox. de 100 NTU.</p> <p>Sólo pasa en el tiempo de secas en el mes de junio.</p>	

Figura 19. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 2



Cinco alumnos presentaron un dictamen en el que para cada parámetro dan una interpretación sin llegar a concluir el dictamen de calidad del agua, ya que su respuesta se enfocó a si el agua era potable y apta para consumo humano (Figuras 20 y 21).

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Turbidez	95 a 235 NTU	El agua es demasiado turbida para consumir ✓
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
pH	pH 7 y 8	su pH es mayor este por encima del límite ✓
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
<del>Ept</del>	32%	Es regular el agua (potencialmente regular) ✓
<del>Bacterias</del>	16 UFC/100mL	para consumo humano debe ser 0 ✓
<del>Índice de turbidez, a la claridad, etc.</del>	11 organismos	calidad del agua (potencialmente regular) ✓
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	<p>No potable</p> <p>Según la vista y tomando en cuenta los niveles permitidos se determina que el agua no es potable ya que su pH está por encima de el nivel mín de acidez su turbidez es muy alta y tiene mucho organismo coliformes</p>	

Figura 20. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 3

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
La Turbidez	Su turbidez es de 95 unidades	Producción más lenta de insectos acuáticos
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
El ph	Se encontró un Ph de entre 7 y 8	Promedio Normal
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Índice de Tolerancia a la contaminación	22	Entre potencialmente buena y excelente
Índice EPT	52%	Buena
Organismos coliformes totales	197 UFC/100mL	Mala por que debe ser Cero.
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	La calidad de esta agua es mala por la turbidez y por los organismos coliformes que son bacterias que pueden causar enfermedades en el estómago.	

Figura 21. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 4

Doce de los alumnos concluyen que la calidad del agua es mala, que está muy contaminada y que no es apta para consumo humano (Figuras 22 y 23). Algunos de estos alumnos formaron parte de los equipos donde el dictamen no fue sobresaliente.

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Turbidez	45 unidades Nefelométricas	su turbidez es demasiado alta esta contaminada
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
PH	minimo 7 maximo 8	Contaminación regular
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Índice de tolerancia a la contaminación	Ephemeroptera, plecoptera y trichoptera	= 25 Calidad de agua potencialmente excelente
Índice de Ept	32%	
Impurezas Coliformes	46 UFC/100 mL	No deben de estar presentes
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	La calidad del agua no es potable es mala para el consumo y esta contaminada.	

Figura 22. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 5

Dictamen del estado del río Cuitzmala		
A partir del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y cuál es la interpretación que se le da a la medición comparando con los límites permitidos para consumo humano.		
Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Turbidez	90 unidades Nefelométricas	La turbidez es demasiado alta contaminada (este)
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
PH	7 - 8 mínimo Máximo	PH Regular
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Índice de tolerancia de la Contaminación	-Emetoptera, Diptera y Trichoptera	= 23 Cantidad de agua potencialmente excelente
Índice de EPT	52%	
Organismo Coliformes totales	197 ufc/100 ml	No deben estar presentes
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)	Pues que la Contaminación es regular y esta muy contaminada el agua No sirve para el para el Consumo humano el agua del río Cuitzmala, no es buena la Cantidad del agua.	

Figura 23. Dictamen de calidad del agua del Río Cuitzmala – Alumno 6

Se observa que hizo falta profundizar en la diferencia de la calidad del agua y el agua potable, tal vez al solamente revisar los límites para consumo humano, los alumnos asociaron el agua potable con la calidad. Así mismo, hace falta trabajar en la interpretación e integración de datos, ya que los conceptos quedaron aislados y algunos alumnos no pudieron vincularlos entre sí.

López y Weiss (2007) destacan que durante su intervención que los alumnos van reconstruyendo y modificando sus conocimientos previos a partir de las actividades y la reflexión de los resultados. De acuerdo con los resultados de la evaluación final, es

necesario mejorar mi práctica docente y favorecer la reflexión para que los alumnos puedan modificar los conceptos previos equivocados que puedan tener.

Estos trabajos hacen énfasis en la planificación, ejecución y evaluación, ya que esta estrategia requiere de una retroalimentación constante con los alumnos. De acuerdo con la experiencia propia, los problemas que se presentaron en los resultados de la evaluación final se debieron a la falta de comunicación con los alumnos para ir aclarando los conceptos y saber cómo es que iban entendiendo los contenidos.

Con esta experiencia también pude comprobar que la Enseñanza Situada puede ayudar a articular los fundamentos teóricos del plan de estudios, si se cuenta con un adecuado diseño de estrategias didácticas que permitan que el alumno adquiera y comprenda nuevos conocimientos. En el mismo sentido Pliego (2011), sugiere el diseño, la adaptación de la metodología de técnicas de enseñanza y de herramientas didácticas acordes al contexto cultural de los alumnos, lo cual es necesario para el logro del aprendizaje experiencial que proponía John Dewey (1938/2000).

A su vez Badillo (2014) utiliza como estrategia el aprendizaje basada en problemas (ABP) y que parte del éxito de su intervención fue el de acercar los temas a un problema cotidiano que tuviera que ver con la vida del alumno, logrando así que el aprendizaje fuera significativo, destacando que el aprendizaje situado tiene muchas bondades pero que debe ser planeado de manera adecuada y se debe realizar una evaluación continua del trabajo del alumno. De manera personal agregaría también la importancia de la evaluación y retroalimentación de la labor docente, para ir mejorando a partir de la experiencia y lograr que la enseñanza situada sea una herramienta pedagógica útil.

A partir de la implementación de la presente estrategia se podría continuar el trabajo basado en el servicio en contextos comunitarios retomando los resultados obtenidos para que los alumnos discutan por ejemplo ¿Qué acciones se pueden realizar en la comunidad para contribuir al cuidado de la biodiversidad y ojos de agua de la

comunidad? Actividades que pueden ser incorporadas en las asignaturas de Biología 1, Ecología y Medio Ambiente del plan de estudios de la DGB.

### **5.2.2 Análisis y discusión de resultados del pre/postest**

En las figuras comparativas del pretest y el postest, se observa de manera clara la diferencia de percepción hacia los problemas ambientales antes y después de la estrategia didáctica, el interés de mantenerse informados y de contribuir con acciones que ayuden al cuidado de su entorno. Precisamente a partir de la experiencia del aprendizaje situado se buscaba que el alumno hiciera conciencia de las acciones en su comunidad y de que el conocimiento obtenido puede ser aplicado para una mejor participación en la sociedad.

Una de las respuestas que considero importante destacar fue lo que respondieron sobre los problemas ambientales que afectan la región; la segunda respuesta más mencionada fue “la falta de educación ambiental”. Puede ser que a través de la intervención realizada, los alumnos reconocen la importancia del conocimiento para cuidar el entorno donde viven.

Las respuestas donde existió una diferencia significativa a partir de la prueba de Chi cuadrada se refieren a: Los problemas ambientales que enfrenta la región, las acciones que realizan en casa para el cuidado del medio ambiente, las vías por las cuales se mantienen informados acerca del estado del medio ambiente, las soluciones que pudieran realizar y los conceptos de Biología que creen que pueden aportar a la explicación y solución de los problemas ambientales.

Como se evidenció en el postest, los alumnos amplían sus respuestas en las acciones que pudieran realizar para contribuir al cuidado del medio ambiente en su comunidad, así como los conceptos de la materia de Biología que les sirven para aportar a la solución de problemas ambientales, por lo que la intervención contribuyó a estrechar la brecha entre el “saber qué” y “saber hacer” tomando en cuenta que todo lo que sucede alrededor del alumno le afecta y le influye de alguna manera.

La metodología implementada contribuyó a propiciar el trabajo en equipo y fomentar el razonamiento sobre los fenómenos que ocurren a su alrededor. Los alumnos del Telebachillerato cambiaron su percepción ante los problemas ambientales y además se mostraron interesados en realizar acciones que contribuyan a su cuidado. Claus y Odgen (2004) destacan que el aprender sirviendo debe contribuir en el desarrollo de habilidades y acciones que ayuden a un cambio social constructivo.

### **5.3 Sugerencias para futuras intervenciones**

Dada la experiencia, se propone agregar al inicio de la secuencia algunas preguntas para generar una lluvia de ideas, rescatar lo observado anteriormente en la visita al cuerpo de agua y así poder dar la introducción al tema.

En la sesión de apertura se propone utilizar el Anexo 2a en lugar del Anexo 2; en el cual se omite la actividad individual, ya que se propicia la interacción entre el equipo y tienen la oportunidad de discutir sus opiniones. También se incorporan tablas de referencia para consultar tablas de parámetros de calidad del agua más extensas, para que los alumnos tengan una visión más amplia sobre los límites permitidos de la calidad del agua de acuerdo al uso que se le dará (riego, industrial, agrícola, etc). Para que no solamente consideren los parámetros para el consumo humano, sino para otras actividades humanas y los demás seres vivos (Anexo 15). La secuencia de apertura para posteriores intervenciones se puede revisar en el Anexo 13.

Durante la sesión llevada a cabo en la UNAM se observó que al realizar la identificación y conteo de macroinvertebrados, los alumnos encontraron varios que no están registrados dentro del manual propuesto, por lo que se realizará una modificación en el Anexo 5 dejando espacios libres para el registro de las nuevas especies (Anexo 5a). También se propone que en conjunto con el docente investiguen si los organismos encontrados son intolerantes, facultativos o tolerantes a la contaminación y elaborar gráficas de la biodiversidad. Como lo mencionan Campanario y Moya (1999) los problemas deben ir despertando el interés en los alumnos y además se favorece la orientación científica por parte del profesor.

Como parte de la evaluación final se sugiere que para intervenciones posteriores se agregue a la secuencia didáctica el que cada equipo realice el dictamen durante la clase y exponga ante el grupo los resultados obtenidos. Esta actividad dará la oportunidad al profesor de conocer si el alumno comprendió cómo realizar el dictamen de calidad del agua y poder realizar una retroalimentación y reforzamiento de los conceptos abordados, actividad que puede evaluarse con la rúbrica de presentaciones orales (ver Anexo 12).



## **CAPÍTULO VI. Conclusiones**

Con la experiencia derivada de la presente investigación se concluye que a través del aprendizaje situado se contribuyó al aprendizaje significativo del tema “El agua y su importancia en los procesos de los seres vivos” en los alumnos del Telebachillerato No. 103 de la Generación 2013-2016.

La estrategia didáctica cumplió con el objetivo del aprendizaje situado, que es vincular la escuela con la vida y el contexto del alumno, a partir de haber realizado las clases *in situ*. El monitoreo de la calidad del agua de su localidad contribuyó a que los alumnos puedan aprender sirviendo en contextos comunitarios.

El manual para el monitoreo de la calidad del agua fue un recurso útil para el docente, el cual complementa la secuencia didáctica. Así mismo, para el alumno funcionó como una herramienta para poder llevar el seguimiento de las actividades y consultar el referente teórico de cada tema, además para el docente se anexan las rúbricas de evaluación para llevar a cabo una evaluación formativa donde se esté retroalimentando al alumno de manera constante.

Los alumnos del Telebachillerato No. 103 de la generación 2013-2016 aprendieron a realizar un muestreo y a partir de los datos físicos, químicos y biológicos, así como elaborar un dictamen de calidad del agua y relacionando que la calidad del agua influye en los procesos de los seres vivos. Además aprendieron que existe un vínculo entre la calidad del agua y la biodiversidad de macroinvertebrados que se encontraron en los cuerpos de agua.

Se demostró a partir del postest que los alumnos ampliaron su percepción ante los problemas ambientales, mostrándose interesados en la realización de acciones que contribuyan a su cuidado.

En siete de las nueve preguntas del cuestionario aplicado al inicio y al final de la intervención se presentaron cambios significativos en las respuestas de los

estudiantes. Por lo que se concluye que si hubo un cambio en la percepción del alumno con respecto a los problemas ambientales y los conceptos de Biología que consideran que pueden explicar y contribuir a la solución de los problemas ambientales, por lo que se considera que se logró el aprendizaje significativo del tema en el alumno.

El manual y la secuencia didáctica presentada puede ampliarse para abordar otros contenidos de la asignatura de Biología 1 como: Biodiversidad, clasificación de los seres vivos, taxonomía. O como utilizarse como complemento para la asignatura de Ecología y Medio Ambiente.

Como docente fue un reto adecuar cada uno de los contenidos al enfoque de la enseñanza situada, ya que cada una de las actividades que se plantearon y que se diseñaron tenían que estar vinculadas con el contexto y con el programa de estudios.

La experiencia de haber utilizado este enfoque me dio la oportunidad de romper esquemas y constatar que el aprendizaje también se da fuera del salón de clases, el cual implica una mayor atención e interacción con los alumnos para favorecer en ellos un rol más activo.

El trabajar fuera del salón de clase da la oportunidad de generar otro tipo de convivencia y de diálogo con los alumnos y conforme iban pasando las sesiones desarrollé una mayor capacidad de manejar al grupo a pesar de que existen más elementos que pueden distraer al alumno.

Reconocí la importancia de la comunicación entre el alumno y el docente para poder transmitir las ideas de manera asertiva para conducir al alumno a los objetivos de aprendizaje esperados; así como generar espacios de retroalimentación de las actividades, para que la evaluación no sólo sea una calificación sino una oportunidad de mejora tanto para el alumno como el docente.

A lo largo de esta experiencia, se espera haber incidido en los alumnos más allá de la parte académica, esperando hayan comprendido que el conocimiento es útil y necesario en todas las áreas de la vida. El conocimiento nos brinda las herramientas para ampliar nuestra visión del mundo, afrontar las adversidades y nos permite llegar a ser mejores seres humanos. El conocimiento nos da una mayor conciencia, en este caso para que cada uno de ellos pueda contribuir en su comunidad que aún cuenta con recursos naturales y que es fundamental que los conozcan, ya que no se puede cuidar algo que no se conoce.

## Bibliografía

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3-16. Obtenido de <http://rodin.uca.es:80/xmlui/handle/10498/16530>
- Badillo, R. (2014). Una aproximación a la enseñanza de la Biología a partir de la investigación dirigida: el aprendizaje situado (Tesis de Maestría). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Begon, M., Harper, J., & Townsend, C. (1996). *Ecology: individuals, populations and communities* (3ra ed.). Blackwell Science Ltd.
- Benavides, D., Madrigal, V. M., & Quiroz, A. (septiembre de 2009). La enseñanza situada como herramienta para el logro de un aprendizaje significativo. *Fronteras Educativas*.
- Borrór, D. J., & White, R. E. (1970). *Insects. Peterson Field Guides*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Brown, J. S., Collins, A., & Paul, D. (1996). Situated Cognition and the Culture of Learning. En H. McLellan, *Situated Learning Perspectives* (págs. 19-46). New Jersey: Educational Technology Publications.
- Caballer, M., & Oñobre, A. (1997). "Resolución de problemas y actividades de laboratorio". *Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias e la Naturaleza*.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? : principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas*, 179-192. Recuperado el 6 de enero de 2016, de <http://ddd.uab.cat/record/1437>
- Chang, R. (2002). *Química* (7ma ed.). McGraw-Hill.
- Claus, J., & Ogden, C. (2004). An empowering, transformative approach to service. En J. Claus, & C. Ogden, *Service learning for youth empowerment and social change* (págs. 69-94). New York: Peter Lang.
- CONAGUA. (2009). *Programa Hídrico Visión 2030 del Estado de Michoacán de Ocampo*. Mexico, DF.: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2014). *Estadísticas del Agua en México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Delgado, J. (2015). El Aprendizaje Situado como Metodología de Enseñanza-Aprendizaje: Creación de una guía de herramientas para la enseñanza de "Problemas sociales, económicos y políticos de México" en la Escuela Nacional Preparatoria (Tesis de maestría). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dewey, J. (1938/2000). *Experiencia y Educación*. Buenos Aires: Losada.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>.
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- DTAIPÉ. (2015). *Reseña histórica*. Morelia: Telebachillerato Michoacán.

- Eaton, E. R., & Kaufman, K. (2006). *Field Guide to Insects of North America*. Nueva York: Houghton Mifflin Company.
- Erikson, E. H. (1963) *Childhood and society* (2nd ed) New York. Norton (Original work published 1950)
- Erikson, E. H. (1964) *Insight and responsibility*. New York. Norton
- Erikson, E. H. (1968) *Identity Youth and crisis*. New York. Norton
- Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed?. *Ambio*, 112-118.
- González, C. (Octubre de 2011). *Monitoreo de la calidad del agua*. Recuperado el 23 de marzo de 2015, de Conservando nuestros recursos naturales: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- Grinder, R. (2004). *Estudios sobre el desarrollo adolescente. Adolescencia*. México: Limusa.
- Hernández Díaz, Sunelys; Borroto Pérez, María; Bach Porro, Alina. (2010) *Diseño de un cuestionario para evaluar la percepción ambiental de clientes internos del Hotel Sol Cayo Coco en Cuba*. *TURyDES, Turismo y Desarrollo Local* vol. 3 no. 7 <http://www.red-redial.net/referencia-bibliografica-58761.html>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México, DF.: Mc Graw-Hill.
- Horrocks, J. (1984). *Psicología de la Adolescencia*. México: Trillas.
- INEE. (2009). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional*. México, DF.
- INEE. (2010). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional*. México, DF.
- INEE. (2011). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional*. México, DF.
- INEE. (2012). *Panorama Educativo de México 2010. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior*. México: INEE.
- INEE. (2013). *México en PISA*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- INEE. (2014). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional*. México, DF.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Jiménez, B. E. (2014). *La contaminación ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada*. México: Limusa.
- Jiménez, M. P. (2007). *Enseñar ciencias* (2da ed.). Barcelona, España: Grao. Recuperado el 3 de enero de 2016, de <https://books.google.com.mx/books?id=2MRgxKj7cXgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Jiménez, O. F. (2014). *UTILIZACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS EN EL MONITOREO COMUNITARIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO CUITZMALA, JALISCO*. México, D.F.
- Lanza, G. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. México, D.F.: Plaza y Valdés.
- López , S., & Weiss, E. (octubre-diciembre de 2007). Una mirada diferente a las prácticas: Un taller de electrónica en el CONALEP. (A. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, Ed.) *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(35), 1329-1356.
- Madrigal, E. A. (2000). Desarrollo del Adolescente. En *Herramientas para la Actividad Tutorial*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

- Massol-Deyá, A., & Fuentes, F. (2002). *MANUAL DE LABORATORIOS*. Recuperado el 30 de marzo de 2015, de Ecología de Microorganismos: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/>
- McDonald, R. (1995). Nuevas Perspectivas sobre la evaluación. *Sección para la Educación Técnica y Profesional*, 41-72.
- McLellan, H. (1996). Situated Learning: Multiple Perspectives. En H. McLellan, *Situated Learning Perspectives* (págs. 5-18). New Jersey, USA: Educational Technology Publications.
- Michoacán, T. (2015). *Reseña Histórica*. Telebachillerato Michoacán, Morelia.
- Monereo, C. (Julio de 2003). La evaluación del conocimiento estratégico a través de tareas auténticas. *Pensamiento Educativo*, 32, 71-89. Recuperado el 15 de enero de 2016, de <http://www.pensamientoeducativo.uc.cl/files/journals/2/articles/246/public/246-572-1-PB.pdf>
- Muñoz, B. (2012). Empleo de las tecnologías para la enseñanza de la Historia Mesoamericana en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Propuesta para la promoción de habilidades y aprendizajes desde la cognición situada. (Tesis de maestría). Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nieda, J., & Macedo, B. (1997). *Biblioteca Virtual de la Organización de los Estados Americanos*. Recuperado el 16 de noviembre de 2014, de Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años: <http://www.oei.org.co/oeivirt/curricie/>
- OECD. (2013). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2012 Resultados México*. México: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Penagos, H. P. (2009). Aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería. *1er Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. (2012-2015). *Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán*. Morelia.
- Pliago, R. (2011). Enseñanza Situada y conocimiento virtual. La Arquitectura frente a un nuevo diálogo en evolución (tesis de doctorado). Estado de México: Universidad Autónoma de México.
- Posner, G. (2004). *Analizing the Curriculum* (3era Edición ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1994). "La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza". *Solución de porblemas*.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998/2013). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (7ma ed.). Madrid: Morata.
- RIEMS. (2008). *Reforma Integral de la Educación Media Superior*. México: Secretaria de Educación Pública.
- Sagástegui, D. (febrero-julio de 2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista Electrónica Sinéctica*(24), 30-39.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: acia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- Segura, M. (2005). Competencias personales Docentes. *Revista Ciencias de la Educación Universidad de Carabobo*, 2(26), 171-190.

- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental*. México.
- SEP. (2010). *Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, principales cifras, ciclo escolar 2009-2010*. México, D.F.: Dirección General de Planeación y Programación, Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2011). *Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, principales cifras, ciclo escolar 2010-2011*. México, D.F.: Dirección General de Planeación y Programación, Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2015). *Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional*. México, D.F.: Dirección General de Planeación y Estadística Educativa, Secretaría de Educación Pública.
- Tagg, R. B. (1995). De la enseñanza al aprendizaje, un nuevo paradigma para la educación de pregrado. *ANUIES SEP*(24).
- Vazquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (Abril-Junio de 2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *Contactos*(60). Obtenido de Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua.
- Veglia, S. (2007). *Ciencias Naturales y su Aprendizaje Significativo: claves para la reflexión didáctica y la planeación*. Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.
- Waterman, A. (1994). *Service-learning. Applications from the Research*. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- World Water Monitoring Challenge. (2011). *Indicadores de la Calidad del Agua: parámetros biológicos, físicos y químicos*. Project Wet.
- Yates, M., & Youniss, J. (2004). Promoting Identity Development: Ten ideas for school-based service-learning programs. En J. Claus, & C. Ogden, *Service Learning for Youth Empowerment and Social Change* (págs. 43-64). New York: Peter Lang.

## ANEXOS

### Anexo 1. Cuestionario Pretest / Postest

El presente cuestionario tiene la finalidad de realizar un diagnóstico sobre la percepción de los problemas ambientales de su comunidad.

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los principales problemas ambientales que enfrenta la región? Marca con una cruz cuáles de los siguientes elementos son problemas ambientales en la comunidad:

- |  |   |
|--|---|
| a) Degradación de suelos _____                                   | e) Agotamiento y contaminación del agua _____               |
| b) Pérdida de bosques _____                                      | f) Mal manejo de residuos sólidos (basura) y líquidos _____ |
| c) Disminución del número de especies vegetales y animales _____ | g) Ruido _____  |
| d) Falta de educación ambiental _____                            | h) Contaminación atmosférica _____                          |

2. ¿Cuál es la escala del problema? Qué importancia le atribuyes a los problemas ambientales

- No tienen mucha importancia \_\_\_\_\_  
Es un tema que está de moda \_\_\_\_\_  
Se ha exagerado demasiado \_\_\_\_\_  
Es un peligro inminente \_\_\_\_\_  
Puede ser un peligro pero hoy no lo es \_\_\_\_\_

3. Yo considero que puedo cuidar el medio ambiente  
Definitivamente si\_\_ probablemente si\_\_ indeciso\_ probablemente no\_\_ definitivamente no\_\_

4. En mi casa y escuela realizo buenas prácticas medioambientales  
Definitivamente si\_\_ probablemente si\_\_ indeciso\_ probablemente no\_\_ definitivamente no\_\_  
¿Cuáles? \_\_\_\_\_

5. El cuidado del entorno le compete a:  
Al municipio \_\_\_\_\_ a la comunidad \_\_\_\_\_ al gobierno \_\_\_\_\_ a mi \_\_\_\_\_ a todos \_\_\_\_\_

6. Yo me intereso por mi formación medioambiental  
Definitivamente si\_\_ probablemente si\_\_ indeciso\_ probablemente no\_\_ definitivamente no\_\_

7. Las vías mediante las cuales me informo sobre el estado del medio ambiente son  
Radio \_\_\_\_\_ TV \_\_\_\_\_ prensa \_\_\_\_\_ escuela \_\_\_\_\_ INTERNET \_\_\_\_\_ amigos y parientes \_\_\_\_\_ otros, cuáles \_\_\_\_\_ no estoy informado \_\_\_\_\_

8. ¿Existen soluciones las cuales pudieras realizar? ¿Cuáles?

9. ¿Qué conocimientos o conceptos de la asignatura de Biología crees que aporten a la solución de problemas ambientales?



## **Anexo 2. Actividad de apertura de la secuencia didáctica**

### **Objetivo:**

Que el alumno identifique, revise y discuta con sus compañeros los parámetros que permiten dictaminar si un cuerpo de agua está contaminado o no.

### **Conceptos:**

Contaminación, Parámetro

### **Material:**

- Libreta
- Lápiz o lapicero

### **Desarrollo:**

1. De manera individual, enlista los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua presenta o no algún deterioro ambiental.
2. En equipos de 3 personas, discutir y comparar las listas para entregar como producto una lista por equipo.
3. En plenaria, cada equipo mencionará un parámetro y explicará cómo podría medirlo, para obtener al final una lista de parámetros.
4. Posteriormente en equipos revisar los parámetros y los límites físicos, químicos y biológicos permisibles del agua para que sea apta para consumo humano.  
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>.
5. A partir de la lista generada en grupo, anotar en una tabla los límites permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y las causas probables mediante las cuales se alteran los parámetros.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**ACTIVIDAD No. 1**

Si estuvieras frente a un cuerpo de agua: río, lago, arroyo, laguna, ojo de agua o manantial. ¿Qué te permitirá conocer si presenta o no un deterioro ambiental? ¿Qué necesitarías medir o conocer? Realiza una lista de ellos:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ACTIVIDAD No. 2**

Compara y discute las listas con dos de tus compañeros. Agrega los parámetros que no habías considerado.

---

---

---

---

---

---

---

---

NOMBRES: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**ACTIVIDAD No. 3**

Con tu equipo, compara la lista generada en grupo con los parámetros permitidos en la Norma Oficial Mexicana y mencionen posibles causas de alteración del parámetro.

Parámetro	Límites según la Norma Oficial Mexicana	Posibles causas de alteración del parámetro.

## **Anexo 2a. Modificaciones a la actividad de apertura**

### **Objetivo:**

Que el alumno identifique, revise y discuta con sus compañeros los parámetros que permiten dictaminar si un cuerpo de agua está contaminado o no.

### **Conceptos:**

Contaminación, Parámetro

### **Material:**

- Libreta
- Lápiz o lapicero

### **Desarrollo:**

1. Iniciar la sesión con una lluvia de ideas donde se aborden las consecuencias de la utilización de agua contaminada: ¿Tomarías agua de un río contaminado (o hacer referencia a algún lago, río o presa de su comunidad)? ¿Qué consecuencias se tendrían? ¿Qué pasaría si se riegan las plantas de tu jardín con esa agua o que usos le puedes dar? ¿Causaría algún daño a los animales que la tomen? ¿Cómo afecta a los peces?
2. Posteriormente en equipos de 3 personas, discutir y comparar las listas para entregar como producto una lista por equipo.
3. En plenaria, cada equipo mencionará un parámetro y explicará cómo podría medirlo, para obtener al final una lista de parámetros.
4. Posteriormente en equipos revisar los parámetros y los límites físicos, químicos y biológicos permisibles del agua para que sea apta para consumo humano. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>. Y también las tablas de calidad requerida para uso de agua en México (Jiménez. 2014, págs. 890-898).
5. A partir de la lista generada en grupo, anotar en una tabla los límites permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y las causas probables mediante las cuales se alteran los parámetros.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

### ACTIVIDAD No. 1

Comenta y discute en equipos 3 personas:

Si estuvieras frente a un cuerpo de agua: río, lago, arroyo, laguna, ojo de agua o manantial. ¿Qué te permitirá conocer si sufre o no un deterioro ambiental? ¿Qué necesitarías medir o conocer?

---

---

---

---

---

### ACTIVIDAD No. 2

Con tu equipo, compara la lista generada en grupo con los parámetros permitidos en la Norma Oficial Mexicana y mencionen posibles causas de alteración del parámetro.

Parámetro	Límites según la Norma Oficial Mexicana y/o Tablas de Calidad requerida para uso de agua en México	Posibles causas de alteración del parámetro.

### Anexo 3. Formato para registro de mediciones de pH

#### INDICADORES QUÍMICOS

##### Objetivo:

El alumno verificará el pH del agua para determinar su calidad.

##### Conceptos:

pH

##### Referencia teórica:

La medición y conocimiento del pH de un cuerpo de agua es de vital importancia ya que determina la distribución y abundancia de los seres vivos. Recordamos que el pH o potencial de hidrógeno, nos indica la concentración del ion hidronio en una solución, se calcula a partir de la fórmula:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \text{ donde la concentración está en mol/L.}$$

	[H <sup>+</sup> ]	pH	Ejemplo
Ácidos	1 X 10 <sup>0</sup>	0	HCl
	1 x 10 <sup>-1</sup>	1	Ácido estomacal
	1 x 10 <sup>-2</sup>	2	Jugo de limón
	1 x 10 <sup>-3</sup>	3	Vinagre
	1 x 10 <sup>-4</sup>	4	Soda
	1 x 10 <sup>-5</sup>	5	Agua de lluvia
	1 x 10 <sup>-6</sup>	6	Leche
Neutral	1 x 10 <sup>-7</sup>	7	Agua pura
Bases	1 x 10 <sup>-8</sup>	8	Claras de huevo
	1 x 10 <sup>-9</sup>	9	Levadura
	1 x 10 <sup>-10</sup>	10	Tums <sup>®</sup> antiácidos
	1 x 10 <sup>-11</sup>	11	Amoniaco
	1 x 10 <sup>-12</sup>	12	Caliza Mineral - Ca(OH) <sub>2</sub>
	1 x 10 <sup>-13</sup>	13	Drano <sup>®</sup>
	1 x 10 <sup>-14</sup>	14	NaOH

Un cuerpo de agua puede variar el su valor de pH en un rango amplio de valores dependiendo del ambiente acuático, en la mayoría de los cuerpos de agua dulce no contaminados oscila entre 6.0 y 9.0 (Massol-Deyá & Fuentes, 2002). Sin embargo, si se midiera un pH menor a 3 o por encima de 9, podríamos considerar que se está

afectando de manera directa la calidad del agua. En el caso de los seres vivos sólo una minoría son capaces de crecer y reproducirse por debajo de un pH de 4.5, por lo que un pH ácido generaría una disminución en la biodiversidad de especies (Begon, Harper, & Townsend, 1996). Un pH bajo también aumenta la solubilidad de fosfatos y nitratos produciendo la proliferación de “brotes de algas”. Las algas al morir producen el aumento de bacterias que consumen el oxígeno disponible que se encuentra disuelto en el agua, generando problemas de mortalidad en peces y macroinvertebrados acuáticos (World Water Monitoring Challenge, 2011).

**Material:**

- Frascos de vidrio
- Papel indicador pH

**Procedimiento**

1. Tomar varias muestras de agua del área que se desea analizar.
2. Medir el pH con el papel indicador.

No. de muestra	Lugar y fecha donde fue tomada	pH con papel indicador	¿Está dentro del límite permitido?

3. Anotar las observaciones.

## Anexo 4. Formato para registro de mediciones de turbidez

### INDICADORES FÍSICOS

#### Objetivo:

El alumno determinará mediante observación la turbidez del agua y medición de la temperatura la calidad del agua.

#### Conceptos:

Turbidez, temperatura

#### Referencia Teórica:

La turbidez es una medida del grado de transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión. Entre más sucia esté el agua mayor será la turbidez. La turbidez impacta en la calidad en el agua limitando el paso de luz solar afecta en el proceso de la fotosíntesis, la respiración y la reproducción de la vida (González, 2011). Una alta turbidez en el agua provoca que las partículas suspendidas absorban calor de la luz del sol elevando la temperatura y reduciendo la concentración de oxígeno disuelto.

Los factores que influyen en los cambios de turbidez en el agua son:

- Fitoplancton (plantas microscópicas)
- Partículas de suelo (tierra) suspendidas en el agua de la erosión
- Sedimentos depositados en el fondo
- Descargas directas a cuerpos de agua (desagües)
- Crecimiento de las algas





La turbidez se mide en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) en un turbidímetro o nefelómetro el cual mide la intensidad de la luz dispersada a 90° cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. El límite permisible es de 5 unidades de turbiedad nefelométricas o su equivalente a otro método.

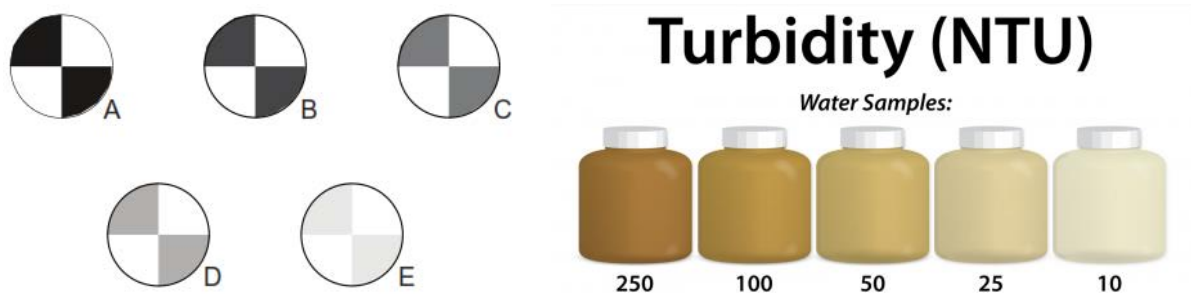
La temperatura como factor abiótico tiene una influencia en el funcionamiento de los ecosistemas afectando algunas propiedades fisicoquímicas como el pH y la solubilidad de gases (Massol-Deyá & Fuentes, 2002). El oxígeno disponible depende de la temperatura. Si el agua está turbia, absorbe mayor energía solar lo cual eleva la temperatura afectando a los organismos que han adaptado sus procesos metabólicos a una temperatura específica.

### Material.

- Frascos de vidrio
- Termómetro

### Procedimiento.

1. En los frascos de vidrio tomar varias muestras de agua y compararlas con las siguientes figuras de referencia de turbidez.



(Figuras de referencia para medición de turbidez extraídas de Water Monitoring Challenge y <http://www.learnnc.org/lp/editions/mudcreek/6594>)

2. Con el termómetro mide la temperatura del agua del sitio de donde obtuviste las muestras para medir la turbidez.
3. Describe tus observaciones y anota los resultados de acuerdo con el Manual de Water Monitoring Challenge:
  - A. Motivo de estrés para algunos peces debido a la falta de producción de alimentos
  - B. Producción más lenta de insectos acuáticos
  - C. Menor producción de algas y zooplancton
  - D. Menos luz para las plantas; fotosíntesis más lenta
  - E. Pocos efectos sobre las plantas y los animales acuáticos

No. de muestra	Lugar y fecha donde fue tomada	Observaciones	Temperatura

## **Anexo 5. Formato para registro de mediciones de macroinvertebrados**

### **INDICADORES BIOLÓGICOS**

#### **Objetivo:**

Que el alumno realice el muestro de los macroinvertebrados que sirven como indicadores biológicos para la determinación del estado de conservación del área.

#### **Conceptos:**

Indicador biológico

Biodiversidad

#### **Referencia teórica:**

“Un indicador biológico es característico de un medio ambiente, que cuando mide, cuantifica la magnitud del estrés, las características del hábitat y el grado de exposición del estresor o el grado de respuesta ecológica a la exposición” (Lanza, 2000, pág. 17).

Se ha encontrado que existen organismos que permiten determinar la calidad del agua, los cuales son llamados bioindicadores. Algunos organismos son más resistentes que otros a las condiciones ambientales. La técnica de bioevaluación consiste en cuantificar la presencia o ausencia de organismos específicos (Vazquez, Castro, González, Pérez, & Castro, 2006).

Durante las dos sesiones se realizará un muestreo de macroinvertebrados y de bacterias, siendo los bioindicadores son los más utilizados ya que tienen la ventaja de que las especies indican los efectos en el sitio del muestro, además las comunidades responden a los cambios y variaciones del medio. Las bacterias tienen de igual forma una respuesta rápida a los cambios medio ambientales, sirven como indicadores de contaminación antropogénica proveniente de drenajes cercanos (Lanza, 2000).

El Índice Biótico de Beck, sirve para clasificar a los macroinvertebrados dependiendo de su tolerancia a la contaminación, el índice utiliza 3 clases: Clase I (intolerantes), Clase II (facultativos), Clase III (tolerante a la contaminación). Considerando como organismo “facultativo” a aquellos menos tolerantes a los de la Clase III y más tolerantes que los de la Clase I. Para ello se propone los siguientes grupos:

<b>Intolerantes</b>	<b>Facultativos</b>	<b>Tolerantes</b>
Efemenóptera (moscas de mayo)	Odonata (libélulas)	Hirudinea (sanguijuela)
Tricóptera	Amphipoda	Díptera (larvas de jején)
Megalóptera	Díptera	Oligochatea (lombriz)
Plecóptera	Coleóptera	Gusanos tubifex
Coleóptera		
Gastrópoda (caracol)		

Durante la sesión se realizará una colecta de macroinvertebrados indicadores que permitan conocer el estado del cuerpo de agua, por medio de la presencia, ausencia o cambios en la cantidad numérica de las especies indicadas (Lanza, 2000, pág. 406).

### **Microorganismos / bacterias**

A través de este indicador biológico, se comprobará la presencia de bacterias coliformes, las cuales son un indicador de contaminación fecal por descargas domésticas de agua contaminada (Vazquez, Castro, González, Pérez, & Castro, 2006)

#### **Material.**

- Frascos de vidrio limpios y desinfectados.

#### **Procedimiento.**

- Abrir el frasco dentro del agua, dejar que se llene y cerrar.
- Etiquetar con la fecha, hora y lugar
- Llevar a análisis microbiológicos.




Para el muestreo de macroinvertebrados se requiere:


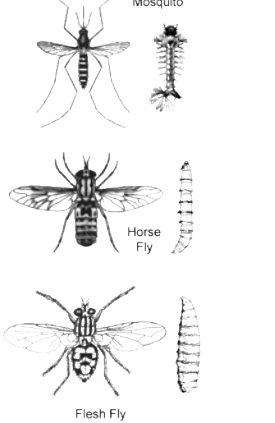
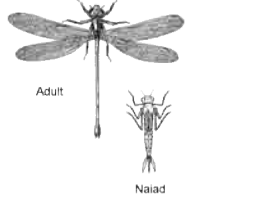
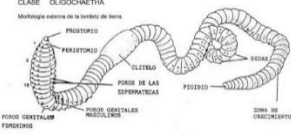

**Material:**

- Cronómetro
- Redes o colador
- Frascos de vidrio limpios
- Alcohol al 70%

**Procedimiento:**

- Colectar en las redes durante 20 segundos, abarcando una superficie aproximada de 1m<sup>2</sup>. Repetir 5 veces.
- Se colocan los macroinvertebrados para su conservación en alcohol al 70% en los frascos de vidrio identificados con el lugar y fecha del muestreo.
- Realizar el conteo y clasificación de los Macroinvertebrados con ayuda de un esteroscopio.
- Registrar en la siguiente tabla los resultados.

Macro-invertebrado	Imagen	Número de organismos	Composición porcentual
Moscas de mayo (orden Ephemeroptera)			
Moscas de las piedras (orden plecoptera)			
Polillas de agua (orden Trichoptera)			

Coridálidos (orden megalopectera)			
Moscas zancudas (orden díptera)			
Libélulas (orden odonata)			
Gusanos tubifex (clase oligochaeta)			
Sanguijuelas (Hirudinea )			
Número de organismos totales			

### INDICE DE TOLERANCIA A LA CONTAMINACIÓN

(Adaptado del Manual de Water Monitoring Challenge, 2011)

1. En la siguiente tabla marca con una cruz al lado de cada grupo de macroinvertebrados presente en su muestra. Ya sea que se haya encontrado uno o 50 ejemplares de la misma especie. Completar el cuadro.
2. Calcular el puntaje de los grupos utilizando los multiplicadores proporcionados.
3. Obtener el puntaje total de todos los grupos y compararlos con los Cuadros de Evaluación de la Calidad del Agua.

Grupo 1 de macroinvertebrados: Muy tolerantes ___ Moscas de las piedras ___ Moscas de mayo ___ Polillas de agua ___ Coridálidos	Grupo 2 de macroinvertebrados: Intolerantes ___ Libélulas ___ Moscas zancudas	Grupo 3 de macroinvertebrados: Tolerantes ___ Moscas de los lagos ___ Sanguijuelas	Grupo 4 de macroinvertebrados: Muy intolerantes ___ Caracoles ___ Gusanos tubifex
Número de especies presentes = ___ x4 Puntaje del grupo = ___	Número de especies presentes = ___ x3 Puntaje del grupo = ___	Número de especies presentes = ___ x2 Puntaje del grupo = ___	Número de especies presentes = ___ x1 Puntaje del grupo = ___
Puntaje Total = _____			
Cuadro de Evaluación de la Calidad del Agua: =23 Calidad de agua potencialmente excelente =17 Calidad de agua potencialmente buena =11 Calidad de agua potencialmente regular =10 Calidad de agua potencialmente mala			

El cálculo del **índice EPT** requiere contabilizar el número total de individuos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y dividirlos con el número total de individuos capturados de manera que se obtiene un promedio (Carrera y Fierro, 2001). Los valores obtenidos se interpretan utilizando los intervalos del cuadro de clasificación de la calidad del agua.

### INDICE EPT

	Número de organismos obtenidos	Índice EPT calculado
Ephemeroptera		
Plecoptera		
Trichoptera		

Cuadro de clasificación de la calidad del agua según el Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (Carrera y Fierro, 2001):

### ÍNDICE EPT (%) CALIDAD DE AGUA

75 – 100 MUY BUENA, 50 – 74 BUENA, 25 – 49 REGULAR, 0 – 24 MALA

### Anexo 5a. Tabla complementaria para el registro de macroinvertebrados

Registra en la siguiente tabla los macroinvertebrados que no vienen en la lista general, investiga en conjunto con tu profesor si son tolerantes, intolerantes o facultativos.

Macro-invertebrado	Dibujo	Clasificación (tolerante / intolerante / facultativo)	Número de organismos	Composición porcentual



## Anexo 6. Formato de dictamen de calidad del agua

### Dictamen del estado de conservación del área

Dictamen del estado de conservación del área a partir del monitoreo de la calidad del agua

Lugar:	Fecha:	
Parámetro	Medición obtenida	Límites de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994 y Tablas de Calidad requerida para uso de agua en México
pH		
Turbidez		
Índice de tolerancia a la contaminación		
Índice de EPT		
Estudio bacteriológico		
Descripción		

Elaboró:

## Anexo 7. Actividades extraclase

De manera individual revisa las siguientes páginas de internet sobre la lluvia ácida:

- [http://epa.gov/acidrain/education/site\\_students\\_spanish/index.html](http://epa.gov/acidrain/education/site_students_spanish/index.html)
- [http://www.lareserva.com/home/lluvia\\_acida](http://www.lareserva.com/home/lluvia_acida)
- <http://www.inecc.gob.mx/calair-informacion-basica/554-calair-lluvia-acida>

Después de haber revisado la información, con tus propias palabras completa la siguiente información para la lluvia ácida.

Lluvia ácida

¿Qué es?	
¿Cuáles son las causas de la lluvia ácida?	
¿Por qué es dañina para los ríos y lagos?	
¿Qué puedes hacer tú?	

Investiga las enfermedades, síntomas y signos provocados por la bacteria *e. coli*.

## Anexo 8. Ejercicio de evaluación final

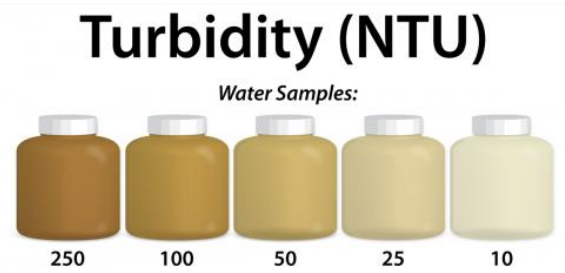
### EVALUACIÓN FINAL. Problema: Estado de conservación del río Cuitzmala durante la época de secas

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Un grupo de investigadores de Ecología de Ecosistemas de la UNAM desarrolló e implementó actividades de monitoreo comunitario en la cuenca del río Cuitzmala, ubicado al suroeste del Estado de Jalisco, con la finalidad de que la comunidad tenga información que pueda apoyar la toma de decisiones acerca del manejo y conservación de los recursos naturales.

Implementaron un método biológico basado en el conteo de Macroinvertebrados acuáticos para el monitoreo de la calidad del agua, que permita conocer el estado de conservación del río Cuitzmala en la localidad “La Eca”, obteniendo en época de secas los siguientes resultados:

El pH estuvo muy cercano a la neutralidad, en el caso del río Cuitzmala el pH mínimo fue de 7 y un máximo de 8.0. El estudio bacteriológico (coliformes fecales) arrojó un mayor conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en los meses de junio de 197 UFC/100mL. La turbidez se mantuvo relativamente constante en 95 NTU durante los tres meses de registro. (Toma en cuenta la siguiente imagen de referencia para tu respuesta).



Los órdenes Ephemeroptera (28%), Diptera (23%), Trichoptera (22%), Coleoptera (11%) y Hemiptera (5%) fueron más abundantes en el periodo de secas, estando presentes en menor porcentaje los órdenes Megaloptera, Odonata, Plecoptera y Lepidóptera. El índice EPT, indicó 52% en época de secas.

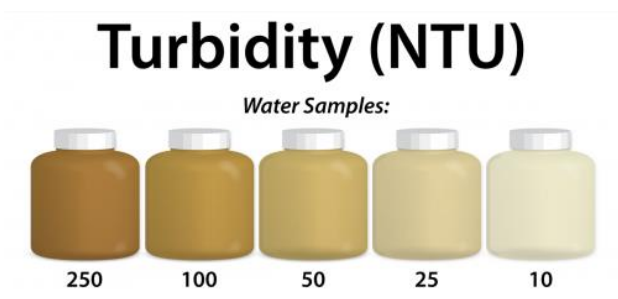
## EVALUACIÓN FINAL. Problema: Estado de conservación del río Cuitzmala durante la época de lluvias

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Un grupo de investigadores de Ecología de Ecosistemas de la UNAM desarrolló e implementó actividades de monitoreo comunitario en la cuenca del río Cuitzmala, ubicado al suroeste del Estado de Jalisco, con la finalidad de que la comunidad tenga información que pueda apoyar la toma de decisiones acerca del manejo y conservación de los recursos naturales.

Implementaron un método biológico basado en el conteo de Macroinvertebrados acuáticos para el monitoreo de la calidad del agua, que permita conocer el estado de conservación del río Cuitzmala en la localidad “La Eca”, en época de lluvias, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

El pH estuvo muy cercano a la neutralidad, en el caso del río Cuitzmala el pH mínimo fue de 7 y un máximo de 8.0. El estudio bacteriológico (coliformes fecales) arrojó un conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) de 16 UFC/100mL en lluvias en septiembre. La turbidez en el mes de agosto se triplicó de 95 a 285 NTU. (Toma en cuenta la siguiente imagen de referencia para tu respuesta).



En el sitio se encontraron los órdenes Diptera (42%), Ephemeroptera (26%), Coleoptera (18%), Trichoptera (7%) y Hemiptera (3%) los cuales fueron más abundantes durante este periodo de lluvias, estando presentes en menor porcentaje los órdenes Megaloptera, Odonata y Plecoptera. Se obtuvo un índice de EPT de 32% durante esta época.

**Dictamen del estado del río Cuitzmala**

A partir de los datos del muestreo del río Cuitzmala, identifica y clasifica los parámetros medidos para el Monitoreo de la Calidad del agua, anotando la medición obtenida y la interpretación que se le da a la medición en comparación con los límites permitidos de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 y las tablas de calidad requerida para el uso de agua en México.

Parámetro físico	Medición obtenida	Interpretación
Parámetro químico	Medición obtenida	Interpretación
Parámetros biológicos	Medición obtenida	Interpretación
Dictamen de la calidad a partir de los datos obtenidos. (Justifica tu respuesta)		

Elaboró:

**Anexo 9. Lista de cotejo sesión de apertura**

Nombre	Elaboró el listado individual de los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no un deterioro ambiental. (1.0 pto)	En equipo, comenta y completa la lista de los factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no un deterioro ambiental. (0.5 pto)	Revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para localizar los límites permitidos (0.5 pto)	Total (2ptos)

## Anexo 10. Rúbrica de evaluación portafolio de evidencias

criterio	Excelente (1pto)	Bueno (0.75 ptos)	Regular (0.5 ptos)	Insuficiente (0 ptos)
Medición del pH	Elabora las 3 mediciones de pH con papel indicador e indicador de col morada.	Elabora algunas mediciones de pH con papel indicador o indicador de col morada.	Elabora una medición de pH con papel indicador o indicador de col morada.	No realiza medición ni registro del pH
Medición de la turbidez	Realiza 3 mediciones de turbidez y determina la calidad del agua de acuerdo con la tabla de referencia.	Realiza algunas mediciones de turbidez y determina la calidad del agua de acuerdo con la tabla de referencia.	Realiza algunas mediciones de turbidez y NO determina la calidad del agua de acuerdo con la tabla de referencia.	No realiza mediciones de turbidez y ni determina la calidad del agua de acuerdo con la tabla de referencia.
Identificación, conteo y obtención de la composición porcentual de Macroinvertebrados	Identifica la mayoría de los macroinvertebrados, realiza el conteo y obtiene la composición porcentual de cada uno.	Identifica algunos de los macroinvertebrados, realiza el conteo y obtiene la composición porcentual de cada uno.	Identifica la pocos órdenes de macroinvertebrados, realiza el conteo y obtiene la composición porcentual es deficiente.	No identifica, cuenta ni obtiene la composición porcentual de los macroinvertebrados.
Índice de tolerancia a la contaminación	Obtiene el índice de tolerancia a la contaminación a partir de la clasificación de los invertebrados e interpreta el resultado.	Obtiene el índice de tolerancia a la contaminación a partir de la clasificación de los invertebrados.	Obtiene el índice de tolerancia a la contaminación a partir de una clasificación deficiente de los invertebrados e interpreta el resultado	No obtiene el índice de tolerancia a la contaminación ni interpreta el resultado.
Dictamen de la calidad del agua	Dictamina la calidad del agua utilizando los indicadores físicos, químicos y biológicos. Explica la relación de la calidad del agua y los procesos biológicos de los seres vivos.	Dictamina la calidad del agua utilizando los indicadores físicos, químicos y biológicos. La explicación de la relación de la calidad del agua y los procesos biológicos de los seres vivos es ambigua.	Dictamina la calidad del agua utilizando los indicadores físicos, químicos y biológicos. No logra explicar la relación de la calidad del agua y los procesos biológicos de los seres vivos.	No dictamina la calidad del agua, ni explica la relación de la calidad del agua y los procesos biológicos de los seres vivos.
Cuestionario lluvia ácida e investigación <i>e. coli</i>	Resuelve el cuestionario consultando la bibliografía proporcionada y lo relaciona con los procesos en los seres vivos. Investiga las enfermedades causadas por la bacteria <i>e. coli</i> y lo relaciona con la calidad del agua.	Resuelve el cuestionario consultando la bibliografía proporcionada. Investiga las enfermedades causadas por la bacteria <i>e. coli</i> .	Contesta el cuestionario sin consultar la bibliografía proporcionada. Menciona de manera breve las enfermedades causadas por la bacteria <i>e.coli</i> .	No resuelve el cuestionario ni investiga las enfermedades causadas por la bacteria <i>e. coli</i> .

## Anexo 11. Rúbrica de evaluación final

Criterio	Excelente (1pto)	Bueno (0.75 ptos)	Regular (0.5 ptos)	Insuficiente (0 ptos)
Identifica los datos de indicadores físicos, químicos y biológicos.				
Dictamen de la calidad del agua del río Cuitzmala				
Contrastar cómo cambia la calidad del agua dependiendo de la época del año y concluir cuál es el impacto de la calidad del agua sobre la biodiversidad y los procesos en los seres vivos.				



## Anexo 12. Rúbrica de evaluación de presentaciones orales

Adaptado de: Copyright 2002 by Pearson Education, Inc. publishing as Pearson Prentice Hall. All rights reserved. Traducción y adaptación de Frida Díaz Barriga en Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw Hill, 2006.

**CUADRO 5.2** Rúbrica para la evaluación de presentaciones orales (Pearson Education, 2002).

	Excepcional	Admirable	Aceptable	Amateur
<b>Contenido</b>	Abundancia de material claramente relacionado con la tesis que se expone; los puntos principales se desarrollan con claridad y toda la evidencia da sustento a la tesis; empleo variado de materiales, fuentes.	Información suficiente que se relaciona con la tesis expuesta; muchos puntos están bien desarrollados, pero hay un equilibrio irregular entre ellos y poca variación.	Hay una gran cantidad de información que no se conecta claramente con la tesis principal que se expone.	La tesis o argumentación principal que se expone no está clara. Se incluye información que no da soporte de ninguna manera a dicha tesis.
<b>Coherencia y organización</b>	La tesis se desarrolla y especifica claramente; los ejemplos específicos son apropiados y permiten desarrollar la tesis; las conclusiones son claras; muestra control del contenido; la presentación es fluida; se hacen transiciones apropiadas; es suscita pero no fragmentada; está bien organizada.	La mayor parte de la información se presenta en una secuencia lógica; generalmente bien organizada, pero necesita mejorar las transiciones entre las ideas expuestas y entre los medios empleados.	Los conceptos y las ideas se encuentran estrechamente conectados; carece de transiciones claras; el flujo de la información y la organización aparecen fragmentados.	La presentación es fragmentada e incoherente; no es fluida; el desarrollo de la tesis central es vago; no aparece un orden lógico de presentación.
<b>Creatividad</b>	Presentación de material muy original; aprovecha lo inesperado para lograr un avance superior; captura la atención de la audiencia.	Hay algo de originalidad en la presentación; variedad y combinación apropiadas de materiales y medios.	Poca o ninguna variedad; el material se presenta con poca originalidad o interpretación propia.	La presentación es repetitiva con poca o ninguna variación; empleo insuficiente de medios y materiales.
<b>Material</b>	Empleo balanceado de materiales y multimedia; se usan apropiadamente para desarrollar la tesis central expuesta; el empleo de medios es variado y apropiado.	El empleo de multimedia no es muy variado y no se conecta bien con la tesis.	Empleo desigual de multimedia y materiales; carece de una transición suave de un medio a otro; el empleo de multimedia no se vincula claramente a la tesis.	Empleo pobre o ausente de multimedia, o uso no efectivo de ésta; desequilibrio en el empleo de materiales; demasiado de alguno, no suficiente de otro.
<b>Habilidades expositivas</b>	Articulación pausada, clara; volumen apropiado; ritmo constante; buena postura; contacto visual; entusiasmo; seguridad.	Articulación clara pero no pulida.	Se habla entre dientes, farfudeando; poco contacto visual; ritmo irregular; poca o ninguna expresividad.	Voz inaudible o muy alta; no hay contacto visual; el ritmo de la presentación es muy lento o muy rápido; el expositor (es) parece poco involucrado y es monótono.
<b>Respuesta de la audiencia</b>	Involucra a la audiencia en la presentación; se exponen los puntos principales de manera creativa; mantiene toda el tiempo la atención de la audiencia.	Presenta los hechos con algunos giros interesantes; mantiene la atención de la audiencia la mayor parte del tiempo.	Algunos hechos están relacionados, pero se sale del tema y la audiencia se pierde; en su mayoría, se presentan hechos con poca o ninguna imaginación.	Presentación incoherente; la audiencia pierde el interés u podría no entender el punto central de la presentación.
<b>Duración de la presentación</b>	± dos minutos del tiempo asignado.	± cuatro minutos del tiempo asignado.	± seis minutos del tiempo asignado.	Demasiado extensa o demasiado breve; diez o más minutos por arriba o por abajo del tiempo asignado.

### Anexo 13. Secuencia didáctica de apertura modificada

Estrategia didáctica		Materiales y/o Recursos didácticos	Evidencia(s) y/o producto(s) de aprendizaje	Evaluación	
Actividad	Tiempos			Tipo	Instrumento
<p>Lluvia de ideas</p> <p>¿Tomarías agua de este río? ¿Qué consecuencias se tendrían?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué pasaría si regaras las plantas de tu jardín con esta agua o se podría utilizar para regar hortalizas?</li> <li>- ¿Causaría algún daño a los animales que la tomen? ¿cómo afecta a los peces?</li> </ul>	5 min	<p>Imágenes de ríos con diferente calidad de agua.</p> <p>(Opcional: laptop y cañón para presentarlos en diapositivas con powerpoint)</p>			
<p>En equipos de 3, enlista con tus compañeros lo que te permitiría conocer si un cuerpo de agua sufre o no algún deterioro ambiental.</p>	5 min	<p>Hojas</p> <p>Lápiz</p>	<p>Listado en equipos de lo que permitiría conocer si un cuerpo de agua sufre o no un deterioro ambiental.</p>	Sumativa	<p>Anexo 6.</p> <p>Lista de cotejo</p>
<p>En plenaria, cada equipo expondrá las razones por las cuales eligieron cada parámetro.</p> <p>El profesor realizará una retroalimentación para definir con la participación de los alumnos los parámetros que son observables y medibles, clasificándolos en parámetros físicos, químicos y biológicos.</p>	20 min	<p>Hojas</p> <p>lápiz</p>	<p>Listado global de factores que permitirían conocer a simple vista si un cuerpo de agua sufre o no un deterioro ambiental clasificando los parámetros en químicos, físicos y biológicos.</p>	Sumativa	<p>Anexo 6.</p> <p>Lista de cotejo</p>
<p>En equipos revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y las tablas de calidad requerida para uso de agua en México, anotar los límites permitidos en cada parámetro dependiendo el uso que se le vaya a dar al agua (potable, agrícola, vida acuática).</p>	20 min	<p>Norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994</p> <p><a href="http://www.salud.gob.mx/idades/cdi/nom/m127ssa14.html">http://www.salud.gob.mx/idades/cdi/nom/m127ssa14.html</a></p> <p>Tablas de Calidad requerida para uso de agua en México (Jiménez B. E., 2014, págs. 890-898)</p>	<p>Listado con los límites permitidos para cada parámetro.</p>	Sumativa	<p>Anexo 6.</p> <p>Lista de cotejo</p>

Estrategia didáctica		Materiales y/o Recursos didácticos	Evidencia(s) y/o producto(s) de aprendizaje	Evaluación	
Actividad	Tiempos			Tipo	Instrumento
En plenaria el profesor explica cómo la calidad del agua afecta los procesos de los seres vivos, por lo que de ello depende la biodiversidad presente en un cuerpo de agua.	10 min				

**Anexo 14. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.**

JAVIER CASTELLANOS COUTIÑO, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 13, apartado A) fracción I, 118, fracción II y 119, fracción II de la Ley General de Salud; 41, 43, 45, 46, fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 214, fracción IV y 225 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, y 7, fracciones V y XIX y 25, fracción IV del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y

**CONSIDERANDO**

Que con fecha 16 de diciembre de 1999, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que con fecha 20 de junio de 2000, fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

**MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION**

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Límites permisibles de calidad del agua

**0. Introducción**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

Por tales razones la Secretaría de Salud, propone la modificación a la presente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano, acorde a las necesidades actuales.

## **1. Objetivo y campo de aplicación**

**1.1** Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.

**1.2** Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados y a cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

## **2. Referencias**

**2.1** NOM-008-SCF1-1993 Sistema General de Unidades de Medida.

**2.2** NOM-012-SSA1-1993 Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.

**2.3** NOM-013-SSA1-1993 Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo.

**2.4** NOM-014-SSA1-1993 Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano, en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

**2.5** NOM-112-SSA1-1994 Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

**2.6** NOM-117-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

## **3. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se entiende por:

**3.1 Ablandamiento**, proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

**3.2 Adsorción**, remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

**3.3 Agua para uso y consumo humano**, agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. También se denomina como agua potable.

**3.4 Características microbiológicas**, debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales.

**3.5 Características físicas y organolépticas**, las que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

**3.6 Características químicas**, las debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

**3.7 Características radiactivas**, aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.

**3.8 Coagulación química**, adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

**3.9 Contingencia**, situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la salud humana.

**3.10 Desinfección**, destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

**3.11 Evaporación**, separación del agua de los sólidos disueltos, utilizando calor como agente de separación, condensando finalmente el agua para su aprovechamiento.

**3.12 Filtración**, remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

**3.13 Floculación**, aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

**3.14 Intercambio iónico**, proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

**3.15 Límite permisible**, concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

**3.16 Neutralización**, adición de sustancias básicas o ácidas al agua para obtener un pH neutro.

**3.16.1 Estabilización**, obtención de determinada concentración de sales y pH del agua, para evitar la incrustación o corrosión de los materiales con que se fabrican los elementos que la conducen o contienen.

**3.17 Osmosis inversa**, proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

**3.18 Oxidación**, pérdida de electrones de un elemento, ion o compuesto por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

**3.19 Potabilización**, conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento públicos o privados, a fin de hacerla apta para uso y consumo humano.

**3.20 Sedimentación**, proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

**3.21 Sistema de abastecimiento de agua**, conjunto de elementos integrados por las obras hidráulicas de captación, conducción, potabilización, desinfección, almacenamiento o regulación y distribución.

#### 4. Límites permisibles de calidad del agua

##### 4.1 Límites permisibles de características microbiológicas.

4.1.1 El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

**TABLA 1**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

4.1.2 Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes podrán establecer los agentes biológicos nocivos a la salud que se deban investigar.

4.1.3 Las unidades de medida deberán reportarse de acuerdo a la metodología empleada.

4.1.4 El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes; estos organismos deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año.

##### 4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

4.2.1 Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

**TABLA 2**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

##### 4.3 Límites permisibles de características químicas.

4.3.1 El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

**TABLA 3**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
-----------------------	--------------------------

Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN-)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl-)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fierro	0,30
Fluoruros (como F-)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03



Metoxicloro	20,00
2,4 – D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO4=)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

**Nota 1.** Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

**Nota 2.** El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente, de conformidad con la siguiente tabla de cumplimiento gradual:

#### TABLA DE CUMPLIMIENTO GRADUAL

Límite mg/l	permisible	Año
0,045		2001
0,040		2002
0,035		2003
0,030		2004
0,025		2005

**4.3.2** En caso de que en el sistema de abastecimiento se utilicen para la desinfección del agua, métodos que no incluyan cloro o sus derivados, la autoridad sanitaria determinará los casos en que adicionalmente deberá dosificarse cloro al agua distribuida, para mantener la concentración de cloro residual libre dentro del límite permisible establecido en la Tabla 3 de esta Norma.

Anexo 15. Tablas de calidad del agua en México (Jimenez, 2014a, p.898-899)

Calidad requerida para uso de agua en México

PARÁMETROS	FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	RECREATIVO CONTACTO PRIMARIO	RIEGO AGRÍCOLA	PECUARIO	PROTECCIÓN VIDA ACUÁTICA	
					DULCE	MARINA
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>						
Aspectos estéticos	(I)	(I)	(I)	(I)	(I)	(I)
Color (Unidades de escala Pt-Co)	75	-	-	-	(VI)	(VII)
Conductividad eléctrica (microhm/cm)	-	-	1	-	-	-
Grasas y aceites	AUSENTE	-	-	-	-	-
Materia flotante	(I,2)	(I,2)	(I,2)	(I,2)	(I,2)	(I,2)
Olor	AUSENTE	-	-	-	-	-
Potencial hidrógeno (pH)	5-9	-	4.5-9	-	(XII)	(XIII)
Sabor	CARACT.	-	-	-	-	-
Sólidos disueltos	500	-	500(XVI)	1000	-	-
Sólidos suspendidos	500	-	50	-	(VIII)	(VIII)
Sólidos totales	1000	-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	C.N.+2.5	-	-	-	C.N.+1.5	C.N.+1.5
Turbiedad (unidades escala silioc)	COND.NAT.	-	-	-	(VII)	(VI)

Calidad requerida para uso de agua en México

PARÁMETROS	FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	RECREATIVO CONTACTO PRIMARIO	RIEGO AGRÍCOLA	PECUARIO	PROTECCIÓN VIDA ACUÁTICA	
					DULCE	MARINA
<b>PARÁMETROS RADIOLÓGICOS</b>						
Radioactividad:						
* Alfa total (Bq/l)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
* Beta total (Bq/l)	1	1	1	1	1	1
<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	1000(XIX)	200	1000	-	200	200