



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ESPECIALIDAD BIOLOGÍA

***Aprendizaje Basado en Problemas: su importancia
en el aprendizaje de habilidades para la
caracterización del agua residual de la
Universidad Tecnológica de Tecámac***

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

PRESENTA:

ING. PAOLA SOLÍS VENCES

COMITÉ TUTORAL:

M. EN C. RAMÓN VÍCTOR MORENO TORRES.	FES IZTACALA
DR. CLAUDIO ANTONIO CARPIO RAMÍREZ.	FES IZTACALA
DRA. NORMA YOLANDA ULLOA LUGO	FES IZTACALA
M. EN C. IRMA ELENA DUEÑAS GARCÍA	FES IZTACALA
M. EN C. JUAN FRANCISCO BARBA TORRES	FACULTAD DE CIENCIAS

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



Aprendizaje Basado en Problemas: su importancia en el aprendizaje de habilidades para la caracterización de la calidad del agua residual de la Universidad Tecnológica de Tecámac.



Aprendizaje Basado en Problemas: su importancia en el aprendizaje de habilidades para la caracterización de la calidad del agua residual de la Universidad Tecnológica de Tecámac.

DEDICATORIAS

A mis regalos de Dios:

Sofía Marilú y Dulce María

AGRADECIMIENTOS

- *A Dios, por nunca dejarme sola.*
- *Al M. en C. Ramón Víctor Moreno Torres, mi director de Tesis, por su apoyo constante, sus consejos, atención, disposición y amabilidad ante todo.*
- *A mis asesores: Dra. Norma Y. Ulloa Lugo, Dr. Claudio A. Carpio Ramírez, M. en C. Irma Elena Dueñas García y M. en C. Juan Francisco Barba Torres por su apoyo, amabilidad, disposición y observaciones oportunas para la realización del presente trabajo.*
- *A mis hijas Marilú y Dulce por su amor, comprensión, por todo el tiempo que no les di, para poder llevar a cabo la redacción del presente trabajo. Gracias por ser hijas tan maravillosas.*
- *A mis buenos amigos: Janeth, Jesús, Israel, Dulce, Bení, Erika, Consuelo, Paula, Karla, Alberto, por su apoyo incondicional, amistad, la motivación en los momentos difíciles, por los conocimientos aportados para la realización de la parte experimental de la presente investigación.*
- *A los alumnos involucrados en el presente trabajo: Dante, Victoria, Víctor, Mayra, Pablo, Deyadira, Monserrat, Guillermo, Corina, Martín, Selene y Shanelly, por su disposición, amabilidad y apoyo.*

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN		Pág.
I. ANTECEDENTES		14
II. MARCO TEÓRICO		15
2.1 Definición de ABP.		15
2.2 Características		18
2.3 Efectos del ABP en el aprendizaje.		19
2.4. Desarrollo del proceso del ABP.		19
2.4.1. Personas que intervienen en el proceso del ABP.		19
2.4.2. Características del tutor.		20
2.4.3. Características del equipo de trabajo (grupo de alumnos).		20
2.4.3.1. Elección del grupo y su tamaño.		20
2.5 Etapas para el desarrollo del ABP.		21
2.6. El problema a resolver.		22
2.7. Evaluación.		23
2.7.1. Técnicas de evaluación en el ABP.		23
2.8. Ventajas y desventajas del ABP.		24
2.9 Contexto educativo de las Universidades Tecnológicas.		25
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.		27
3.1. Objetivos		28
3.2 Justificación		29
IV. METODOLOGÍA		30
4.1. Diseño Metodológico		30
4.2. Participantes		31
4.2.1. Docente o tutor		31
4.2.2. Alumnos		31
4.3 Escenario		33
4.4 Variables		37
4.5 Instrumentos de evaluación.		37
4.6 Hipótesis		37
4.7 Procedimiento		37
4.7.1. Grupo RC (TESTIGO)		38
4.7.2. Grupo RI (ABP)		42
4.7.2.1. Fase de activación.		42
4.7.2.2. Fase de investigación.		44
4.7.2.3. Fase de resolución		45

4.7.2.4. Fase de Evaluación.		45
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.		47
VI. CONCLUSIONES		62
LISTA DE REFERENCIAS		66
ANEXOS		67

ÍNDICE DE ANEXOS

No.		Pág.
1	Determinación de sólidos sedimentables de acuerdo a la NMX-AA-004-1997.	67
2	Determinación de la temperatura de acuerdo a NMX-AA-007-1980.	67
3	Determinación de pH de acuerdo a NMX-AA-008-1980.	67
4	Determinación de demanda bioquímica de oxígeno de acuerdo a NMX-AA-028-1980.	67
5	Determinación de metales de acuerdo a NMX-AA-051-1982.	67
6	Determinación de grasas y aceites recuperables de acuerdo a NMX-AA-005-SCFI-2000.	67
7	Determinación de coliformes totales y fecales de acuerdo a la NMX-AA-42-1987.	67
8	Pruebas bioquímicas por método IMVIC.	65
9	Evaluación diagnóstica Pre-Test.	71
10	Determinación de DQO.	75
11	Determinación de SST.	76
12	Determinación de pH y temperatura.	77
13	Presentación de PowerPoint sobre pruebas IMVIC por parte de los alumnos (Grupo testigo)	78
14	Determinación de coliformes fecales.	79
15	Determinación de huevos de helminto.	80
16	Determinación de pruebas bioquímicas IMVIC.	81
17	Visita a la planta de tratamiento de aguas residual de Sierra Hermosa, Tecámac, Estado de México.	82
18	Rubrica de evaluación de presentación oral.	84
19	Comentarios de los profesores especialistas, sobre la presentación de los proyectos de los grupos 1 y 2.	86
20	Guía de observación de laboratorio.	87
21	Rubrica de proyecto de investigación.	90
22	Evaluación entre pares.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Elementos claves en la definición de competencia profesional. (Ruíz, 2008)	18
2	Matriz de trabajo.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Principales diferencias entre el modelo de aprendizaje tradicional y el modelo del ABP. (Gómez, S.F.)	16
2	Principales características de cada una de las etapas que constituyen las fases del ABP 4X4.	22
3	Técnicas de evaluación en el ABP.	24
4	Actividades realizadas durante 14 semanas con el grupo 1 Testigo.	38
5	Resultados Pretest de ambos grupos.	47
6	Comparación de resultados de la prueba postest de ambos grupos.	48
7	Resultados de medidas de tendencia central y variabilidad.	51
8	Resultados de la evaluación de guías de laboratorio.	54
9	Resultados de la evaluación entre pares.	55
10	Puntaje obtenido en la evaluación de la presentación del proyecto final.	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico		Pág.
1	Comparación del resultado del Pretest de ambos grupos.	47
2	Comparación del resultado postest de ambos grupos.	48
3	Comparación del antes y después de haber aplicado la prueba al grupo testigo.	49
4	Comparación del antes y después de haber aplicado la prueba al grupo ABP.	50
5	Comparativo de los promedios de ambos grupos de las evaluaciones de las prácticas de laboratorio.	54

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen		Pág.
1	Presentación oral del protocolo de investigación del grupo RC (Testigo).	40
2	Profesores que apoyaron en la evaluación oral de los alumnos.	41
3	Evaluación oral final del proyecto de investigación del grupo RC (testigo).	42
4	Evaluación diagnóstica al grupo RI (ABP).	43
5	Presentación oral final de la propuesta de caracterización y tratamiento del agua residual de la UTTEC por parte del grupo RI (ABP).	46
6	Imagen del biofiltro presentado por el grupo RI (ABP) como propuesta de tratamiento del agua residual de la UTTEC.	46

RESUMEN

El ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) es una metodología basada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Facilita la adquisición de conocimientos, genera una actitud favorable para el trabajo en equipo; enseña contenidos basándose en casos, similares a su vida laboral, ayuda a elaborar la información con referencia a la realidad.

En la presente investigación se evaluó la influencia de esta estrategia de enseñanza sobre el aprendizaje de habilidades para la caracterización del agua residual de la Universidad Tecnológica de Tecámac, en un grupo de estudiantes de 5to cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior Universitario (TSU) en Química área Biotecnología.

Se utilizó un diseño experimental, de corte cuantitativo con 2 grupos de alumnos, los cuales fueron elegidos al azar y de forma aleatoria, uno experimental y otro control.

Los resultados obtenidos mostraron que tanto el grupo experimental como el grupo control obtuvieron un aprendizaje importante, tanto en la puesta en marcha del prototipo, así como en las pruebas analíticas al agua residual, antes, durante y después del tratamiento de la misma. Sin embargo, es importante señalar, que no se presentó una diferencia significativa en ambos grupos, ya que se obtuvieron valores similares en todos los casos evaluados. Por otro lado, se reevaluó a los alumnos de ambos grupos 16 meses después con una problemática en el área de alimentos, con la finalidad de que los mismos, aplicaran los conocimientos aprendidos en otro contexto diferente, obteniendo resultados satisfactorios similares en ambos casos. De acuerdo a lo anterior, se concluye que el ABP es una alternativa metodológica útil de enseñanza que permite el desarrollo de importantes habilidades cognoscitivas; sin embargo, es importante continuar con el estudio de dicho método y considerar que la parte actitudinal y la aceptación del cambio de la forma de trabajo tanto para docentes como alumnos, también influye en los resultados.

ABSTRACT

PBL (Problem Based Learning) is a methodology based on the student as protagonists of their own learning. It facilitates the acquisition of knowledge, generated a favorable attitude to teamwork; teaching content based on cases related to their working lives, helps develop the information with reference to reality.

In this research the influence of this teaching strategy on learning skills for characterization of wastewater from the Technological University of Tecámac, a group of students from the 5th semester of the career Higher Technical University (TSU) was evaluated in Biotechnology chemical area .

Experimental design, quantitative cut with 2 groups of students was used, which were randomly selected randomly, experimental and control.

The results showed that both the experimental and the control group gained an important learning in both the implementation of the prototype, as well as in laboratory tests the waste water before, during and after treatment of the same. However, it is important to note that a significant difference was not present in both groups, since similar values were obtained in all cases evaluated. On the other hand, it was reassessed students in both groups 16 months after a problem in the area of food, in order that the same, apply the knowledge learned in a different context, obtaining similar good results in both cases. According to the above, it is concluded that the ABP is a useful alternative methodology of teaching that allows the development of important cognitive skills; however, it is important to continue the study of this method and consider the attitudinal part and acceptance of change in the form of work for both teachers and students, also influences the results.

INTRODUCCIÓN

El mundo occidental ha exigido un nuevo giro a la educación, este enfoque se ha llamado *competencias educativas*, intenta que el mejoramiento de la calidad de la educación atienda a la construcción de *competencias*, que incida en que los “sujetos” puedan competir exitosamente en el campo laboral; asimismo, las competencias educativas señalan que hay que desarrollar nuevos métodos que combinen las exigencias de las tecnologías con las habilidades o destrezas del trabajador (Tobón, 2006).

De acuerdo a lo anterior, se requiere que los estudiantes de la carrera de **Técnico Superior Universitario (TSU)** en química área Biotecnología, desarrollen las competencias y habilidades para resolver problemas en el campo laboral de índole ambiental como lo es, el tratamiento al agua residual, ya que hoy en día la falta de agua potable es un problema de consideración, no solo en México sino en el mundo, por lo que se necesitan buscar estrategias que permitan reutilizar la misma, a partir de un tratamiento físico, químico o biológico. Cabe resaltar que los alumnos capaces de plantear soluciones al problema de agua residual, a través de su caracterización, lograrán un aprendizaje significativo, que no solo les servirá en agua residual, sino que también podrán caracterizar cualquier tipo de agua e inclusive algunas de estas pruebas analíticas se pueden aplicar en alimentos, suelo, etc., lo que significa que estarían desarrollando estas habilidades en diferentes contextos, con la finalidad de resolver problemas de la vida real.

Es por ello, que se necesita que la enseñanza salga del modelo “tradicionalista” o del “modelo centrado en el profesor”, ya que en el primer modelo el profesor es guía al que se debe de imitar y obedecer, traza el camino por el que marcharán los alumnos, la disciplina y los ejercicios escolares son suficientes para desarrollar virtudes humanas en los mismos. (REVISTA DIGITAL ENFOQUES EDUCATIVOS, 2009)

Por otro lado, para que el alumno logre las competencias necesarias para la resolución de un problema práctico; es necesario que el docente incluya dentro de su

planeación de trabajo, no solo aquellas dinámicas que mantengan el interés al alumno, sino también aquellas estrategias de enseñanza aprendizaje que le permitan al mismo construir su propio aprendizaje y sobre todo que el conocimiento adquirido, lo sepa aplicar en distintos contextos que se le presenten en su vida. Así en el presente trabajo se utiliza el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) como estrategia para el aprendizaje de habilidades sobre la caracterización del agua residual de la Universidad Tecnológica de Tecámac.

Cabe mencionar que dentro dicha Universidad, se encuentra la División Químico Biológicas en donde se pretende que los alumnos matriculados adquieran las habilidades y las competencias necesarias para que en su egreso, sepan resolver casos prácticos en el sector laboral, siendo así personas competentes y competitivas dentro de los sectores de la biotecnología. La carrera de Biotecnología se imparte en dos etapas: la primera se cursa en 5 cuatrimestres y 1 cuatrimestre de estadía profesional (en la industria) que al término de estos 6 cuatrimestres reciben el título de TSU en Química área Biotecnología, si el alumno decide continuar deberá cursar 4 cuatrimestres más así como 1 cuatrimestre de estadía profesional (en la industria) para adquirir el título de Ingeniero en Biotecnología. Los alumnos sujetos a estudio en la presente investigación, corresponden al 5To cuatrimestre de la asignatura optativa de Biotecnología Ambiental.

La tesis se organiza en 6 capítulos, en el primero se abordan los antecedentes sobre los orígenes del ABP, así como su aplicación en casos prácticos de diferentes contextos.

En el segundo capítulo se presenta el marco conceptual que aborda la definición del ABP, características, así como la descripción de las personas que intervienen en el método, metodología y el proceso de evaluación, por mencionar los puntos más importantes; asimismo, se detalla la definición del agua residual y las técnicas analíticas utilizadas para la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la misma.



En el tercero y cuarto abarcan el problema eje, los objetivos de la presente investigación, la justificación de la misma, así como la metodología utilizada.

El quinto capítulo contiene los resultados y la discusión de los mismos, los cuales abarcan las pruebas estadísticas utilizadas.

Por último en el sexto capítulo se concentran las conclusiones de la presente investigación.

I. ANTECEDENTES

Los orígenes del ABP de acuerdo con Morales y Landa (2004) se dan en las décadas de los 60's y 70' con un grupo de educadores médicos de la Universidad de McMaster (Canadá), los cuales reconocieron la necesidad de replantear tanto los contenidos como la forma de enseñanza de la medicina, con la finalidad de conseguir una mejor preparación de sus estudiantes para satisfacer las demandas de la práctica profesional. La educación médica, que se caracterizaba por seguir un patrón intensivo de clases expositivas de ciencia básica, seguido de un programa exhaustivo de enseñanza clínica, fue convirtiéndose gradualmente en una forma inefectiva e inhumana de preparar estudiantes. Por lo tanto, la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de McMaster, estableció una nueva escuela de medicina, con una propuesta educacional innovadora que fue implementada a lo largo de los tres años de su plan curricular y que es actualmente conocida en todo el mundo como Aprendizaje Basado en Problemas.

Por el mismo tiempo, la Universidad de Michigan, implementó un curso basado en la resolución de problemas en su currículo preclínico. También a inicios de los años 70's las universidades de Maastricht (Holanda) y Newcastle (Australia) crearon escuelas de medicina implementando el Aprendizaje Basado en Problemas en su estructura curricular. A inicios de los 80's otras escuelas de a desarrollar planes paralelos estructurados en base al ABP. Un poco más tarde otras escuelas asumieron el reto de transformar su plan curricular completo en una estructura de ABP. Las universidades líderes fueron la de Hawái, Harvard y Sherbrooke (Canadá).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de ABP.

El ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) es una metodología docente basada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Facilita no solo la adquisición de conocimientos de la materia, sino también ayuda al estudiante a crear una actitud favorable para el trabajo en equipo capacitándole para trabajar con otros (Molina, García, Pedraz y Nardíz, 2002). Lo anterior, representa un acontecimiento imprescindible en la formación de profesionales, en los que la realidad laboral y docente se sostiene sobre el trabajo en equipo. Con este aprendizaje los estudiantes comparten la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades que les servirán para toda su vida.

¿Porque surge la necesidad de cambiar?, la vida cambia constantemente en muchos aspectos: en la política, la cultura, la forma de comunicarse, grandes avances y descubrimientos tecnológicos han surgido, asimismo en la educación; por lo tanto, actualmente los estudiantes deben prepararse para incorporarse a un entorno laboral muy diferente al que existía años atrás. Los problemas a los que estos futuros profesionistas deberán enfrentarse, demandan habilidades para la resolución de casos complejos, ser competentes y competitivos en el campo laboral en la cual se desempeñen. Cabe mencionar que actualmente, muchos docentes carecen de la pedagogía necesaria para impartir clase, ya que enseñan de la misma forma en la que fueron enseñados, el mismo sistema tradicionalista, el cual solo se basaba en un cúmulo de conocimientos teóricos y una sola evaluación sobre un examen, para el cual, el alumno con anterioridad ya se había memorizado los conceptos básicos del tema a tratar; la mayoría de las clases eran expositivas por parte del profesor. Según Cuellar (2016) en la mayoría de los escenarios educativos, se sigue utilizando la enseñanza tradicional. Desafortunadamente muchos de los cursos y programas se desarrollan con el fin de transmitir conocimientos que los estudiantes tienen que reproducir para obtener calificación. Por otro lado, de acuerdo

con Ríos (2009) los profesores presentan dificultades durante el proceso de enseñanza y esto se refleja en el aprendizaje de los estudiantes, por lo cual presentan una serie de dificultades para la integración y aplicación de nuevos conocimientos.

En la Tabla 1 se muestran las principales diferencias entre el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional y del ABP.

Tabla 1. Principales diferencias entre el modelo de enseñanza-aprendizaje tradicional y del ABP.

Enseñanza tradicional	ABP
El profesor posee la verdad absoluta.	El profesor tiene el rol de facilitador, tutor, guía, co-aprendiz, mentor o asesor. Enseña a aprender.
El profesor tiene la autoridad.	El profesor fomenta la responsabilidad.
El profesor califica.	El profesor evalúa.
El alumno es poco participativo y tiene una actitud pasiva.	El alumno está motivado para participar.
Los alumnos tienen escasa autonomía para aprender.	Los alumnos se hacen responsables de su propio aprendizaje.
Los alumnos trabajan por separado.	Los alumnos trabajan en pequeños grupos.
Los alumnos absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	Los alumnos participan activamente en la resolución del problema, identifican necesidades de aprendizaje, investigan, aprenden, aplican y resuelven problemas.

(Gómez, s.f.)

Por lo anterior, se determinó que la nueva información se adquiere a través del aprendizaje autodirigido; se espera que los estudiantes aprendan a partir del conocimiento del mundo real y de la acumulación de la experiencia por virtud de su propio estudio e investigación. Durante este aprendizaje autodirigido, los estudiantes trabajan juntos, discuten, comparan, revisan y debaten permanentemente lo que han aprendido.

Bajo la guía del tutor, los estudiantes deben tomar la responsabilidad de su propio aprendizaje, identificando lo que necesitan conocer para tener un mejor entendimiento y manejo del problema en el cual están trabajando y donde conseguir la información necesaria (libros, revistas, tesis, etc.) De esta manera, se permite que cada estudiante personalice su aprendizaje, concentrándose en las áreas de conocimiento y persiguiendo sus áreas de interés.

Dado que el ABP puede trabajarse desde una doble vertiente; desde el diseño del currículo y como estrategia de enseñanza, en ambas, el interés radica en fomentar el aprendizaje activo, aprender mediante la experiencia práctica y la reflexión; (González y Castro, 2011) se trata de vincular el aprendizaje escolar con la vida real, desarrollando habilidades del pensamiento y toma de decisiones, así como la posibilidad de integrar el conocimiento procedente de distintas disciplinas. Por otro lado, el papel del docente es de “preparador cognitivo” el cual, debe de convertirse en un tutor o “entrenador” que modela las estrategias de investigación, guía de las exploraciones y que ayuda a los alumnos a clarificar y profundizar en las preguntas de su investigación.

Cabe mencionar, que las transformaciones ocurridas en las últimas décadas en el contexto laboral, no han tenido un reflejo en la perspectiva académica. Algunos elementos que han influido en un claro cambio de contexto laboral son: inundación de la información y accesibilidad pública a través de internet, gran desarrollo de tecnologías multidisciplinares, mercados globalizados, así como estructuras corporativas más participativas. (Estepa Antonio y Rafael, 2011) Por lo tanto, se requiere que estos cambios se vean reflejados en la enseñanza de la licenciatura o ingeniería, las cuales necesita incluir: Aprendizaje autónomo, Creatividad, Pensamiento Crítico, Resolución de Problemas, habilidades de comunicación, trabajo de grupo, integración del conocimiento y adaptabilidad al cambio de las tecnologías (Fig. 1).



Fig. 1. Elementos claves en la definición de competencia profesional. (Ruíz, 2008)

Por otra parte, esta metodología se enfrenta a varios retos: la adaptación del alumno a la misma, el rechazo de las instituciones al cambio, el cual le exija destinar más recursos en aulas o en profesorado e incrementar la baja motivación del alumnado aplicando condiciones de trabajo cercanas al desempeño laboral, normalmente muy distintas a las que se dan en la enseñanza tradicionalista, entre otros. (Rué, 2011)

2.2 Características.

La lectura de procesos investigativos que han acompañado la puesta en práctica del método, mencionan que las principales características del mismo son:

- El ABP activa los conocimientos previos.
- Se mejora el interés en el área específica.
- Se mejoran las destrezas de estudio.
- El método permite la retroalimentación del alumno sobre las soluciones dadas.
- Los alumnos trabajan en **pequeños grupos**, se recomienda que el número de miembros de cada grupo oscile entre cinco y ocho, lo que favorece que los alumnos gestionen eficazmente los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos.

- La metodología favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas académicas.

2.3 Efectos del ABP en el aprendizaje

A lo largo del proceso de adopción del ABP en las distintas especialidades e instituciones, se ha logrado identificar claramente el efecto que produce en el aprendizaje. Según Morales y Landa (2004) se pueden mencionar entre los más importantes:

- *Facilita la comprensión de los nuevos conocimientos, lo que resulta indispensable para lograr aprendizajes significativos.*
- *Promueve la disposición efectiva y la motivación de los alumnos.*
- *Provoca conflictos cognitivos en los estudiantes.*

2.4 Desarrollo del proceso del ABP.

2.4.1 *Personas que intervienen en el proceso del ABP.*

El estudiante se constituye como el actor principal de la obra, es el centro de la metodología; la cual le permite adaptarse a los cambios, fomentar el espíritu crítico, aprender a aprender y trabajar en equipo (Molina, García, Pedraz y Nardíz, 2002).

El tutor es el “lazarillo” del estudiante en su proceso de aprendizaje. Es el más cercano al estudiante y el que, con su actuación, facilita el aprendizaje y conoce la evolución del grupo de trabajo del estudiante. El tutor evalúa los aspectos actitudinales y de habilidad de cada estudiante y del grupo. (Restrepo, S.F.)

Su tarea consiste en ayudar a los estudiantes a identificar, reflexionar y desarrollar el conocimiento previo (qué conocen o creen conocer en relación al caso expuesto) y a señalar las diferentes necesidades de información para completar los objetivos definidos (Molina, García, Pedraz y Nardíz, 2002).

2.4.2 Características del tutor.

Entre los atributos del docente apropiado para dirigir el ABP según Restrepo (S.F.) se ha establecido:

- Ser especialista en métodos y metas del programa.
- Motivar, reforzar, estructurar, facilitar pistas, sintetizar información.
- Ser flexible frente al pensamiento crítico de los estudiantes.
- Conocer y manejar el método científico, manejo del descubrimiento guiado.
- Disponer del tiempo para atender inquietudes y necesidades de los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos.
- Tener conocimiento de la materia y conocer los objetivos de aprendizaje de la asignatura.
- Tener constancia de los pasos necesarios para promover el ABP, y por tanto, de las habilidades, actitudes y valores que se estimulan con esta metodología de trabajo.

2.4.3 Características del equipo de trabajo (grupo de alumnos).

- Los alumnos deben de tener la capacidad de asumir su responsabilidad ante el aprendizaje.
- Contar con la capacidad de trabajar con diferentes grupos gestionando los posibles conflictos que pudieran presentarse.
- Tener una actitud receptiva hacia el intercambio de ideas con los compañeros.
- Ser compartidos (compartir la información) y aprender de los demás (Servicio de Innovación Educativa; UPM 2008).

2.4.3.1 Elección de grupos y su tamaño.

Los alumnos pueden libremente conformar sus grupos de trabajo. El número de alumnos aconsejable es de 3 hasta 5 alumnos. Teniendo en cuenta que cada grupo

necesitará un tiempo para revisar su “evolución semanal” con el profesor, y que las horas de clase deben de corresponder con las asignadas en teoría a fin de no consumir recursos adicionales. (Estepa Antonio y Rafael, 2011)

2.5 Etapas para el desarrollo del ABP.

Dentro de las principales variantes que ha presentado el método a lo largo del tiempo, debido a su adaptabilidad en cuanto al número de estudiantes, tiempos y espacios, se tiene la conocida como la solución occidental de 4 x 4. El procedimiento del *ABP 4x4* se resume en el acrónimo AIRE que resume sus cuatro fases: 1) Análisis 2) Investigación 3) Resolución y 4) Evaluación (Gómez, s.f.).

En la primera fase de análisis, los alumnos *analizan* el problema, activando su conocimiento previo y compartiéndolo dentro del pequeño grupo. Deben definir qué conocimiento necesitan para resolver el problema, preparar un plan de acción y repartirse el trabajo. A continuación en la segunda *fase de investigación* los alumnos investigan por su cuenta y obtienen información de fuentes diversas, estudian, comparten, discuten y construyen conocimiento. Con la nueva información en la tercera *fase de resolución* reanalizan el problema, lo resuelven y preparan un documento o presentación oral que servirá para transmitir su solución. Finalmente, en la cuarta *fase de evaluación* los miembros de cada grupo comunican la solución al tutor y al resto de la clase (Prieto, S.F.). En la tabla 2 se resumen los aspectos fundamentales de cada una de las fases de este proceso.

Tabla 2. Principales características de cada una de las etapas que constituyen las fases del ABP 4X4.

Fase	Profesor / Tutor	Estudiantes
1. Activación	-Presenta el problema -Activa los Grupos - Supervisa su plan	-Forman grupos de trabajo. -Activación del conocimiento. -Lluvia de ideas para identificar elementos, problema, cuestiones guía e hipótesis.
2. Investigación	-Dirige a recursos -Proporciona retroalimentación.	-Usan las cuestiones clave para orientar su búsqueda de información. -Organizan la información. -Emiten informes intermedios.
3. Resolución	-Pide soluciones. -Reconduce a los despistados.	-Piensan, discuten y vuelven a buscar. -Diseñan soluciones para el problema. -Emiten informe final.
4. Evaluación	-Dirige discusión y reflexión grupal. -Evalúa desempeño de competencias.	-Presentan sus soluciones al resto de la clase y las discuten. -Evalúa a sus compañeros y la actividad.

(Gómez, S.F.)

2.6 El problema a resolver.

El objetivo primario de la resolución de problemas es incrementar los conocimientos y estos pueden estar relacionados con tres ámbitos intelectuales:

- Conceptos: con el fin de reforzar y profundizar en la teoría.
- Procedimientos: para desarrollar actividades manuales (técnicas, destrezas, comprensión y utilización de metodologías).

-
- Actitudes: dirigidos a fomentar la detección de cuestiones problemáticas en su relación ciencia-tecnología-sociedad (Ríos, 2009).

El eje del trabajo en el ABP está en el planteamiento del problema. Los alumnos se sentirán involucrados y con mayor compromiso en la medida en que identifican en el problema un reto y una posibilidad de aprendizaje significativo.

2.7 Evaluación.

Utilizar un método como el ABP, implica tomar la responsabilidad de mejorar las formas de evaluar que se utilizan. Si solo se utilizara la evaluación “tradicionalista”, solo provocaría frustración en los alumnos. Los tutores buscan diferentes alternativas de evaluación que además de evaluar sean un instrumento más del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La retroalimentación por parte del tutor, es una parte fundamental y esta debe de hacerse de manera regular. Esta debe de contemplar sobre todo, las oportunidades de mejora.

Las principales áreas a ser evaluadas propuesta por Ríos (2009) son:

- Preparación para la sesión.
- Participación y contribuciones al trabajo del grupo.
- Habilidades interpersonales y comportamiento profesional.
- Contribuciones al proceso de grupo.
- Actitudes y habilidades humanas.
- Evaluación crítica.

2.7.1. Técnicas de Evaluación en el ABP.

Algunas técnicas a utilizarse se describen en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3. Técnicas de evaluación en el ABP.

Técnica de Evaluación	Descripción
Examen escrito	Pueden ser aplicados a libro cerrado o abierto. Las preguntas deben ser diseñadas para garantizar la transferencia de habilidades a problemas o temas similares.
Examen práctico.	Son utilizados para garantizar que los alumnos son capaces de aplicar habilidades aprendidas durante el curso.
Mapas conceptuales.	Los alumnos representan su conocimiento y crecimiento cognitivo a través de la creación de relaciones lógicas entre los conceptos y su representación gráfica.
Evaluación del compañero.	Se le proporciona al alumno una guía de categorías de evaluación que le ayuda al proceso de evaluación del compañero. Este proceso, también, enfatiza el ambiente cooperativo del ABP.
Autoevaluación.	Permite al alumno pensar cuidadosamente acerca de lo que sabe, de lo que no sabe y de lo que necesita saber para cumplir determinadas tareas.
Evaluación al tutor.	Consiste en retroalimentar al tutor acerca de la manera en que participó con el grupo. Puede ser dada por el grupo o por un observador externo.
Presentación Oral.	El ABP proporciona a los alumnos una oportunidad para practicar sus habilidades de comunicación. Las presentaciones orales son el medio por el cual se pueden observar estas habilidades.
Reporte escrito.	Permiten a los alumnos practicar la comunicación por escrito.

<http://health.cat/open.php?url=http://www.recursoseees.uji.es/fichas/fm1.pdf>

2.8 Ventajas y Desventajas del ABP.

Como principales ventajas se tienen las siguientes:

- Potencia el compromiso, la responsabilidad y confianza en el trabajo en equipo.

- Desarrollo de las habilidades cognitivas del estudiante (pensamiento crítico, análisis, síntesis).
- Los estudiantes aprenden sobre su propio proceso de aprendizaje.

Como principales inconvenientes se tienen los siguientes:

- El estudiante implicado en este tipo de metodología ha de reunir una serie de condiciones: disposición a trabajar en equipo, creatividad, capacidad de tomar decisiones, habilidades comunicativas y de interacción personal, capacidad de analizar y sintetizar información, perspectiva crítica, etc...
- El profesor también debe reunir una serie de características para usar esta metodología: conocimiento de la materia, conocer la metodología, conocer el rol que va a adoptar, conocimiento de técnicas de evaluación adecuadas a esta metodología, accesibilidad, liderazgo, capacidad de síntesis, potenciar la retroalimentación, desarrollar el pensamiento crítico, etc...
- Requiere mucho tiempo de dedicación para el docente preparar los problemas y coordinar el trabajo de los alumnos a la hora de lograr los aprendizajes. (Ficha metodológica, MAYO-2006).

2.9 Contexto educativo de las Universidades Tecnológicas.

Las Universidades Tecnológicas surgen en México en 1991 como organismos públicos descentralizados de los gobiernos estatales y sus funciones, según la Secretaría de Educación Pública, son: Ofrecer estudios de nivel postbachillerato con mayores oportunidades de empleo y con una mayor inversión educativa pública y familiar, ofrecer carreras que respondan los requerimientos tecnológicos y organizativos de la planta productiva de bienes y servicios, responder a la necesidad de cuadros profesionales que requiere la planta productiva en procesos de modernización, acorde con los avances científicos y tecnológicos contemporáneos, así como contribuir a lograr un mejor equilibrio del sistema educativo abriendo opciones que diversifiquen cualitativa y cuantitativamente la oferta de estudios superiores. (Flores, 2009). Por lo anterior, dentro de la Universidad Tecnológica de Tecámac, se encuentra la División de Biotecnología en donde se pretende que los



alumnos matriculados adquieran las habilidades y las competencias necesarias para que en su egreso, sepan resolver casos prácticos en el sector laboral, siendo así personas competentes y competitivas dentro de los sectores de la biotecnología. La carrera de Biotecnología se imparte en dos etapas: la primera se cursa en 5 cuatrimestres y 1 cuatrimestre de estadía profesional (en la industria) que al término de estos 6 cuatrimestres reciben el título de TSU en Química área Biotecnología, si el alumno decide continuar deberá cursar 4 cuatrimestres más así como 1 cuatrimestre de estadía profesional (en la industria) para adquirir el título de Ingeniero en Biotecnología.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudiantes de la carrera Técnico Superior Universitario en Química área Biotecnología, cursan las asignaturas de acuerdo a un modelo educativo de las Universidades Tecnológicas y el esquema de EBC (educación basada en competencias), dichas asignaturas se cursan en cuatrimestres, lo cual le permite al alumno incorporarse al campo laboral de una manera más rápida (dos años). Sin embargo, cuando realizan su estadía profesional, se han presentado situaciones en las cuales el alumno no es capaz de dar una solución a un problema real, puesto que los asesores industriales han manifestado que los alumnos no saben aplicar sus conocimientos teóricos a la solución de un problema en la empresa.

En ciertos casos, los profesores presentan dificultades durante el proceso de enseñanza y esto se refleja en el aprendizaje de los estudiantes, debido a carencias en estrategias pedagógicas (cabe señalar que solo 8 docentes de un total de 48 tienen formación pedagógica, ya que la mayoría tienen estudios de licenciatura y posgrado en ciencias) y por otro lado, la falta de material y equipo de laboratorio para el trabajo práctico; por lo cual como ya se mencionó, los alumnos presentan una serie de dificultades para la integración y aplicación de los nuevos conocimientos en la solución de problemas reales.

3.1 Objetivos

General:

Desarrollar en cinco alumnos las competencias necesarias para caracterizar el agua residual de la Universidad Tecnológica de Tecámac mediante la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Específicos:

- Plantear el contexto de la problemática a solucionar.
- Familiarizar a los alumnos con el ABP.
- Definir las etapas del trabajo con el grupo de alumnos.
- Establecer los criterios y las herramientas de evaluación.
- Orientar a los alumnos durante las sesiones de trabajo.
- Evaluar la metodología del ABP aplicada de acuerdo a los resultados obtenidos.
- Comparar los resultados obtenidos con un grupo control.

3.2 Justificación

El buscar nuevas estrategias que permitan lograr que los alumnos obtengan conocimientos y habilidades para la solución de problemas de la vida cotidiana, conduce a que se lleven a cabo estudios como el que se expone en la presente investigación, ya que esto ayudara a comparar dos métodos, uno con clases 100% frente a grupo y el otro por el método ABP, con la finalidad de saber si a partir de este último, los alumnos pueden lograr un aprendizaje mayor. Lo anterior permitirá que se tenga una evolución en la manera en que se imparte clase y que el presente trabajo sirva como aliciente a otros profesores que puedan cambiar la visión actual de su labor docente. Así se eligió el tema del agua residual, ya que es una problemática presente no solo en la Universidad sino es de índole global, lo que contribuirá a que los alumnos además de resolver un problema ambiental, apliquen las técnicas y habilidades aprendidas en el laboratorio, en otros contextos como: el área de alimentos, salud o inclusive para la caracterización de aire y suelo. Es importante resaltar que los principales beneficiados son los alumnos, puesto que también aprenderán nuevas formas de “aprender”.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Diseño Metodológico

Considerando la clasificación propuesta por Campbell y Stanley y retomada por Hernández Sampieri (Hernández *et al.*, 1997: 159), el presente trabajo se ubica como un diseño de investigación experimental verdadero, de corte cuantitativo.

En este experimento, se trabajó con dos grupos equivalentes de 5º cuatrimestre, uno se consideró como grupo control y otro como grupo de prueba. El diseño está representado por el siguiente diagrama:

R_i	O₁	X	O₂
R_c	O₃		O₄

Dónde:

R_i Representa al grupo de prueba

R_c Representa al grupo testigo

O₁ y O₃ Grupo de prueba y grupo control respectivamente antes de la aplicación de la estrategia didáctica (Pretest)

X Aplicación de la estrategia didáctica

O₂ y O₄ Grupo de prueba y grupo control respectivamente, después de aplicar la estrategia didáctica (Postest)

Cabe mencionar que para el GRUPO Ri al cual se le aplicó la estrategia del ABP, está se llevó a cabo mediante las etapas del método occidental descritas por Gómez (s.f.) el cual se resume en el acrónimo AIRE que resume sus cuatro fases: 1) Análisis 2) Investigación 3) Resolución y 4) Evaluación.

4.2. Participantes

4.2.1 Docente o Tutor

La impartición del contenido temático fue llevada a cabo para ambos grupos de trabajo por la profesora.

Docencia en aula (GRUPO Rc): La selección de contenidos se llevó a cabo mediante el programa de la asignatura. Para el trabajo en aula, se utilizaron materiales diseñados exprofeso para este fin, así como actividades experimentales en el laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Universidad. La asignación de evaluaciones fue por unidad y esta se efectuó bajo el modelo basado en competencias de acuerdo al Saber, Saber hacer y el ser.

Docencia bajo ABP (GRUPO Ri): La selección de contenidos se basó en el programa de la asignatura, la docente diseñó actividades de trabajo colaborativo en la que participaron los alumnos en un solo equipo. Se realizó trabajo experimental en el laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Universidad. El papel de la profesora fue el de guía ayudándoles en la resolución del problema, aclarando dudas de manera que pudieran llegar a la solución del mismo. La docente no impartió clase de ningún tipo con los alumnos; se proporcionaron sugerencias sobre donde podrían localizar información relevante para la solución de su problema y clarificando el alcance y enfoque de su investigación.

4.2.2 Alumnos

Los alumnos participantes pertenecieron en todos los casos al 5° cuatrimestre de la carrera de TSU en Química área Biotecnología de la Universidad Tecnológica de

Tecámac, edades entre 17 y 18 años. Cabe mencionar que los mismos corresponden a una población de 10 alumnos inscritos a la asignatura de Optativa de Biotecnología ambiental, de los cuales se les solicitó que formaran 2 equipos al azar (Fig. 2):

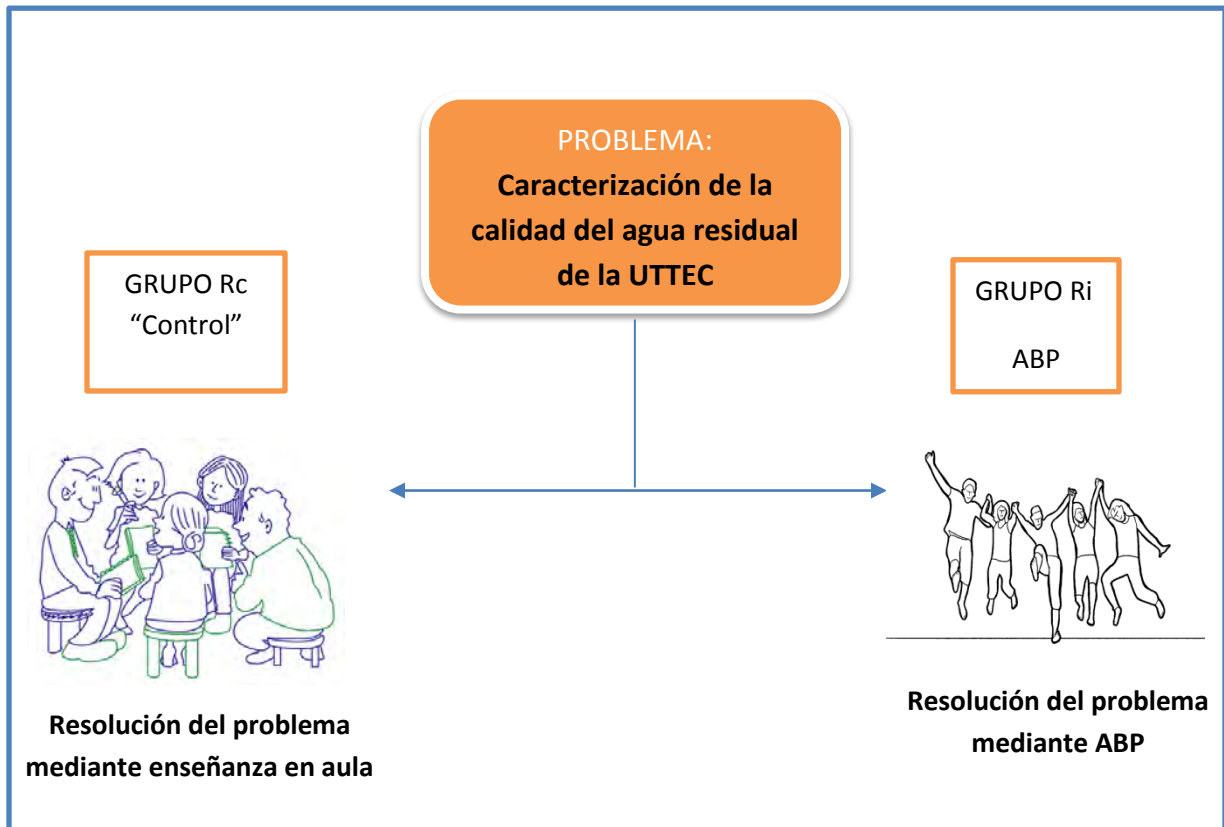


Fig. 2 Matriz de trabajo

GRUPO Rc: Alumnos a los cuales se les impartió clases durante un cuatrimestre del Periodo Mayo-Agosto del 2014, en salón de clase durante 14 semanas, 4 horas por semana, 2 horas por sesión. Se les impartió clase a partir de la Planeación de la Optativa de Biotecnología Ambiental. Cabe mencionar que se les proporcionó el 40% Teoría y el 60% práctica.

Por otro lado, los alumnos desarrollaron la investigación sobre una propuesta de tratamiento de aguas residuales de la UTTEC con la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos; para ello, se realizaron dos exposiciones orales por parte de los alumnos para la presentación del proyecto, en la primera se presentó el protocolo de investigación así como el diagrama de proceso del tratamiento propuesto y en la segunda exposición se presentaron los resultados de dicho tratamiento. Cabe mencionar que durante ambas exposiciones, se invitó a profesores especialistas en el área Ambiental, en Biotecnología y Microbiología, con la finalidad de que cada uno de ellos, evaluara a los alumnos desde la caracterización del agua residual así como los resultados obtenidos del tratamiento, de acuerdo a su especialidad. El proyecto propuesto fue: Tratamiento del Agua Residual de UTTEC por medio de Electrocoagulación.

GRUPO Ri: Alumnos que se les impartió la asignatura mediante el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas durante el mismo periodo Mayo-Agosto 2014. Cabe mencionar que a dichos alumnos se les dio un seguimiento en reuniones de trabajo una vez por semana.

Del mismo modo los alumnos de este grupo, desarrollaron su propuesta de tratamiento de agua residual y fueron evaluados bajo los mismos criterios que el grupo testigo. El proyecto propuesto fue: Tratamiento del Agua Residual de la UTTEC por medio de un biofiltro empacado de tezontle, materia orgánica y lombriz roja californiana.

4.3 Escenario

El escenario en el cual se desarrolló esta investigación fue la Universidad Tecnológica de Tecámac, ubicada en Carretera Federal México-Pachuca km. 37.5, Col. Sierra Hermosa, Municipio de Tecámac, Estado de México. C.P. 55740.

Dentro del perfil del egresado de la carrera de TSU en Químico área Biotecnología, se menciona lo siguiente:

El Técnico Superior Universitario en Química área Biotecnología, podrá desenvolverse en:

1. Industrias enfocadas al desarrollo biotecnológico, industrial y de ciencias de la salud.
2. Sector alimenticio, producción de aditivos, fermentaciones e industrialización de residuos, derivados lácteos, derivados cárnicos, conservas, producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, panificación, aditivos alimenticios y confitería, producción de ácidos orgánicos, etc.
3. En el sector farmacéutico dedicados a la producción de aminoácidos, proteínas recombinantes, vacunas y reactivos biológicos afines, con fines de diagnósticos.
4. En el sector agropecuario dedicados a la producción de vegetales por medios hidropónicos o cultivo de tejidos, biofertilizantes e insumos orgánicos, control biológico de plagas y enfermedades.
5. **Sector ambiental trabajando en plantas de tratamiento de agua y biorremediación de suelos y aguas.**
6. Sector de la Salud: Diagnóstico clínico, Técnicas moleculares de diagnóstico y Medicina Forense. (Coordinación General de Universidades Tecnológicas C.G.U.T., 2010)

La asignatura optativa de Biotecnología Ambiental en el plan de estudios 2010, se encuentra ubicada en el quinto cuatrimestre de la carrera de TSU en química área biotecnología. A continuación se desglosa su contenido temático.

1. NOMBRE DE LA ASIGNATURA: PROCESOS AMBIENTALES (OPTATIVA DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL)
2. HORAS PRÁCTICAS: 36
3. HORAS TEÓRICAS: 24
4. HORAS POR SEMANA: 4
5. HORAS TOTALES: 60
6. OBJETIVO: Medir los parámetros de caracterización en aguas residuales y realizar el aislamiento de microorganismos biodegradadores de petróleo.

UNIDAD	SABER HACER (PRÁCTICA)	HRS.	SABER (TEORÍA)	HRS.
1. Tratamiento de aguas residuales (1ª parte).	- Determinar la demanda química de oxígeno, pH, SST, en aguas residuales.	11	- Analizar el tratamiento de aguas residuales. Parámetros de control (Pruebas fisicoquímicas)	9
2. Tratamiento de aguas residuales (2ª parte).	- Determinar la demanda bioquímica de oxígeno en aguas residuales. - Pruebas microbiológicas.	15	- Revisar los valores de DBO ₅ , DBO ₇ , DBO ₂₁ y en el tratamiento de aguas residuales. - Caracterización de microorganismos presentes en muestra de agua residual.	10
3. Biotecnología ambiental aplicada a contaminantes del ecosistema: plaguicidas y petróleo.	- Aislamiento de microorganismos degradadores de petróleo.	10	- Valorar la presencia de organismos, en el suelo contaminado por hidrocarburos.	5
TOTAL		36		24

De acuerdo a la tabla anterior se necesitaba lograr con los siguientes desempeños:

El alumno:

1. Conoce la definición de agua residual.
2. Comprende la clasificación del agua residual.
3. Comprende las diferencias entre agua potable, residual y tratada.
4. Analiza las principales fuentes generadoras de aguas residuales.
5. Conoce los parámetros que permiten caracterizar un agua residual.
6. Comprende la Normatividad que verifica la calidad del agua residual tratada.
7. Comprende las diferencias entre las pruebas fisicoquímicas y las microbiológicas y su importancia respectiva.
8. Determina los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de una muestra de agua residual.
9. Fundamenta los resultados de las pruebas analíticas de acuerdo al contexto de la muestra.
10. Propone un método de tratamiento de agua residual de acuerdo a los resultados obtenidos en el punto 8.
11. Conoce la clasificación del suelo de acuerdo sus propiedades fisicoquímicas.
12. Aplica pruebas microbiológicas en suelo.

4.4 Variables

En el presente trabajo, las variables fueron definidas de la siguiente forma:

- Variable independiente (VI): el método de enseñanza.
- Variable dependiente (VD): el aprendizaje de los estudiantes a nivel conceptual, procedimental y actitudinal (para la caracterización física, química y microbiológica del agua residual).

4.5 Instrumentos de Evaluación.

Los instrumentos de evaluación utilizados fueron los siguientes:

Evaluación Diagnóstica (Pre-Test y Post-Test)	Anexo 9
Rubrica de Presentación Oral.	Anexo 18
Guía de Observación de laboratorio.	Anexo 20
Rúbrica de Proyecto de Investigación.	Anexo 21
Evaluación entre pares.	Anexo 22

4.6 Hipótesis

“El empleo de la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas produce mejores resultados en la calidad del aprendizaje de habilidades para la caracterización de la calidad del agua residual que el aprendizaje empleando el método de enseñanza tradicional”.

4.7 Procedimiento

4.7.1 GRUPO RC

Las sesiones de trabajo en el grupo Rc (testigo), se llevaron a cabo de acuerdo a la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Actividades realizadas durante 14 semanas con el Grupo Rc (Testigo).

SESIÓN	FECHA	TEMA
1	07/05/2014	Presentación del Proyecto y formación de equipos.
2	08/05/2014	Aplicación de la Evaluación Diagnóstica (Pre-Test). Anexo 9
3	14/05/2014	Definición de agua residual. Presentación del tema por medio de diapositivas de PowerPoint.
4	15/05/2014	Clasificación de las aguas residuales (gris y negra). Análisis del artículo, lectura comentada. http://www.conagua.gob.mx/conagua07/Noticias/Fundamentos_Tecnicos.pdf P.p. 6-12.
5	21/05/2014	Constituyentes orgánicos e inorgánicos. Análisis del artículo http://www.conagua.gob.mx/conagua07/Noticias/Fundamentos_Tecnicos.pdf P.p. 14-17. Elaboración de mapa conceptual.
6	22/05/2014	Microorganismos presentes en el agua residual. Exposición por parte de los alumnos mediante diapositivas de Power Point.
7	28/05/2014	Tratamientos del agua residual (Físicos y Químicos) Presentación por medio de Diapositivas en PowerPoint.
8	29/05/2014	Tratamientos del agua residual (Biológicos) Presentación de videos "Como opera una planta de tratamiento PTAR, del Lago de Chapala". Exposición de tema mediante diapositivas de Power Point.
9	04/06/2014	Exposición Oral de Presentación de Propuesta de Proyecto Protocolo de Investigación.
10	05/06/2014	Normatividad aplicable Presentación del tema por medio de diapositivas de Power Point.
11	11/06/2014	NOM-001-SEMARNAT-1996 Análisis de contenido y estructura.
12	12/06/2014	NOM-002-SEMARNAT-1996 Análisis de contenido y estructura.
13	18/06/2014	NOM-003-SEMARNAT-1997 Análisis de contenido y estructura.
14	19/06/2014	Caracterización fisicoquímica. Análisis de artículos científicos de diferentes aplicaciones de la caracterización del agua residual. Exposición de dicho análisis por parte de los alumnos.
15	25/06/2014	Determinación de DBO (TEÓRICO Y PRÁCTICO) Anexo 10
16	26/06/2014	Determinación de DQO Análisis de artículo científico. Lectura comentada.

		Mapa Conceptual sobre diferenciación de DQO y DBO.
17	02/07/2014	Determinación de grasas y aceites. Presentación de un video sobre los fundamentos del Soxhlet en la determinación de grasas y aceites de una muestra de agua. http://www.youtube.com/watch?v=15RkvEDLVkQ
18	03/07/2014	Determinación de metales pesados. Investigación por parte de los alumnos, sobre los principales métodos para la determinación de metales pesados presentes en una muestra de agua residual.
19	09/07/2014	Determinación de SSV, SST (TEÓRICO Y PRÁCTICO) Explicación mediante una presentación de Power Point. Anexo 11
20	10/07/2014	Determinación de Ph (TEÓRICO Y PRÁCTICO) Anexo 12
21	16/07/2014	Temperatura (TEÓRICO Y PRÁCTICO). Anexo 12
22	17/07/2014	Diferenciación entre agua tratada, potable y purificada. Se dio la explicación en el laboratorio durante la determinación de pH y Temperatura, mediante un ejemplo de un caso práctico.
23	30/07/2014	Caracterización microbiológica. Los alumnos expusieron el tema de técnicas IMVIC y su importancia dentro de la identificación de microorganismos presentes en el agua residual. Anexo 13
24	31/07/2014	Coliformes Fecales (TEÓRICO Y PRÁCTICO) Anexo 14
25	06/08/2014	Huevos de Helminto (TEÓRICO Y PRÁCTICO) Anexo 15.
26	07/08/2014	Pruebas Bioquímicas (Método IMVIC) (TEÓRICO Y PRÁCTICO). Anexo 16
27	13/08/2014	Aplicación de Evaluación Escrita Final (Post-Test)
28	14/08/2014	Exposición Oral de Presentación de Proyecto Etapas Final
29	20/08/2014	Recorrido por la Planta de Agua Residual de Sierra Hermosa, Tecámac, Edo. De México. Anexo 17

Durante los primeros quince días de trabajo, se realizó la exposición del protocolo de investigación por parte de los alumnos de cada equipo (Imagen 1).



Imagen 1. Presentación Oral del Protocolo del Investigación del Grupo Rc (Testigo).

Para la evaluación de la presentación oral de cada equipo, se solicitó la presencia de 3 profesores (además de la profesora), los cuales apoyaron durante la exposición de los alumnos; se seleccionaron de diferentes especialidades con la finalidad de dar su opinión de acuerdo a diferentes puntos de vista: Ambiental, Microbiológico, Evaluación de Proceso (Imagen 2).



Imagen 2. Profesores que apoyaron en la evaluación oral de los alumnos. A) M. en C. Dulce Jazmín Hernández Melchor (especialidad en Biotecnología), b) Ing. Israel J. Rodríguez Meléndez (especialidad área Ambiental), c) M. en C. Jesús Alarcón Bonilla (especialidad en microbiología).

Cabe señalar que la evaluación se llevó a cabo mediante una rúbrica **Anexo 19**.

En relación a la presentación final del proyecto, esta se llevó a cabo en la penúltima sesión de trabajo, en donde cada equipo manifestó los resultados de las pruebas analíticas aplicadas antes y después del tratamiento de agua residual, así como la conclusión de su proyecto. La evaluación se llevó a cabo mediante una rúbrica (**Anexo 18 y 21**) (Imagen 3).



Imagen 3. Evaluación Oral Final del Proyecto de Investigación Grupo 1 Testigo.

4.7.2. GRUPO RI.

4.7.2.1. Fase de Activación

Presenta el problema: La presentación del problema se llevó a cabo mediante el siguiente estudio de caso:

ACTIVIDAD: En equipo lean el siguiente texto, identifiquen las ideas principales y a partir de éstas planteen preguntas, dichas preguntas servirán como punto de partida para determinar el problema a resolver, la hipótesis y los objetivos.

“La Universidad Tecnológica de Tecámac por su gran extensión territorial, no cuenta con suficiente agua para el riego de arbustos, estos solo la reciben en épocas de lluvia, mostrando siempre un aspecto árido. Por otro lado, en ciertas temporadas del año, hay escases de la misma lo que provoca que no haya suficiente para los sanitarios, dando como resultado que cierren los mismos. Por lo anterior, se plantea la necesidad de proponer métodos de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de que estas puedan ser aprovechadas tanto para riego como para el uso de sanitarios”.

A partir de la información anterior, identifiquen:

Datos, hechos orientadores:

Problema (s):

Hipótesis:

Posterior a la explicación del estudio de caso, se aplicó la evaluación diagnóstica al Grupo Ri (Imagen 4).



Imagen 4. Evaluación Diagnóstica al grupo Ri.

Activa al grupo Se llevó a cabo una lluvia de ideas sobre la problemática planteada.

Supervisa el plan

Para el desarrollo de esta etapa, como ya se mencionó en párrafos anteriores, a dichos alumnos se les dio un seguimiento en reuniones de trabajo una vez por semana. Durante las sesiones de trabajo, los alumnos propusieron información como datos, ideas y/o artículos científicos, que sirvieron de apoyo para la realización de su propuesta, así como para la identificación de técnicas para la caracterización de agua residual.

4.7.2.2. Fase de Investigación

Dirige a recursos

Durante esta etapa, los alumnos proporcionaron información acerca del procedimiento de caracterización de agua residual de la Universidad con la finalidad de que dichas técnicas se emplearan para conocer el valor de contaminantes presentes en una muestra de agua; de acuerdo a lo anterior, los alumnos determinaron cuales técnicas serían útiles de acuerdo a la normatividad mexicana vigente y así aplicarlas para la obtención de resultados de su proyecto. La función de la profesora fue, analizar la función presentada por los alumnos y plantear interrogantes las cuales sirvieron de apoyo para que ellos mismos determinaran si iban por el lado correcto de la investigación o no. Así en las siguientes sesiones los alumnos proporcionaron información que diera respuesta a dichas interrogantes.

Proporciona retroalimentación

Durante las sesiones de trabajo tanto teóricas como prácticas, se proporcionó retroalimentación sobre la investigación realizada por los alumnos. Se trabajó con los alumnos tanto de manera teórica como práctica (Anexos 10, 11, 12, 14, 15, 16 y 17) y se fueron esclareciendo sus dudas.

4.7.2.3. Resolución

Pide soluciones

Para la presentación de soluciones por parte de este grupo Ri, se llevó a cabo la presentación oral del protocolo de investigación (Imagen 1), en donde como ya se mencionó, los alumnos fueron evaluados por 3 profesores expertos en el área Biotecnológica, Ambiental y microbiológica. Los alumnos presentaron conceptos básicos, procesos de tratamiento de aguas residuales, normatividad mexicana aplicable, las técnicas de caracterización de agua residual aplicables al proyecto, y la propuesta de tratamiento de aguas residuales a partir de un Biofiltro empacado de tezontle, composta y lombriz roja californiana justificando, cada una de las etapas del mismo. Cabe mencionar que también entregaron un trabajo escrito de dicha propuesta.

Reconduce a los despistados

Para esta actividad, durante los momentos de retroalimentación tanto teórica como práctica, se fueron esclareciendo las dudas y reorientando a los alumnos, principalmente sobre las técnicas aplicables para la caracterización del agua, sobre los límites máximos permisibles aplicables en las normas, así como de los resultados objetivos y coherentes obtenidos en las determinaciones de las pruebas analíticas durante el laboratorio.

4.7.2.4. Evaluación

Para la evaluación de resultados, como ya se mencionó se aplicó la prueba de Pretest y Postest, las evaluaciones durante las sesiones de laboratorio de acuerdo a las guías de observación de cada técnica (Anexos 20) así como la evaluación de presentación oral realizada en dos ocasiones (Anexo 18), las cuales fueron evaluadas junto con la profesora por profesores expertos en el área. Los alumnos durante la presentación final de sus exposiciones, presentaron el método de tratamiento, las técnicas analíticas aplicables para la caracterización del agua residual, los resultados obtenidos y su comparación con las normas, así como el

biofiltro propuesto (Imagen 5 y 6). El trabajo escrito se evaluó bajo rúbrica. (Anexo 21).



Imagen 5. Presentación oral final de la propuesta de caracterización y tratamiento del agua residual de la UTTEC por parte del grupo Rc.



Imagen 6. Biofiltro presentado por el grupo Ri. como propuesta de tratamiento del agua residual de la UTTEC.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Resultados del Pre test y Pos test.

Después de haber aplicado el tratamiento se muestran los siguientes resultados:

Resultados de las calificaciones obtenidas de la prueba Pre test aplicados a ambos grupos (Tabla 5):

Tabla 5. Resultados Pre test de ambos grupos.

PRE TEST				
GRUPO R _c (TESTIGO)			GRUPO R _i (ABP)	
No.	ALUMNO	CALIFICACIÓN	ALUMNO	CALIFICACIÓN
1	MAYRA	4,6	MARTIN	7,3
2	VICTORIA	8	GUILLERMO	7,3
3	VÍCTOR	5,3	KASSANDRA	3,3
4	DANTE	6,6	KARINA	8
5	PABLO	5,3	DEYADIRA	8
PROMEDIO		5,96	PROMEDIO	6,78
DES. ESTÁNDAR		1,35	DES. ESTÁNDAR	1,98

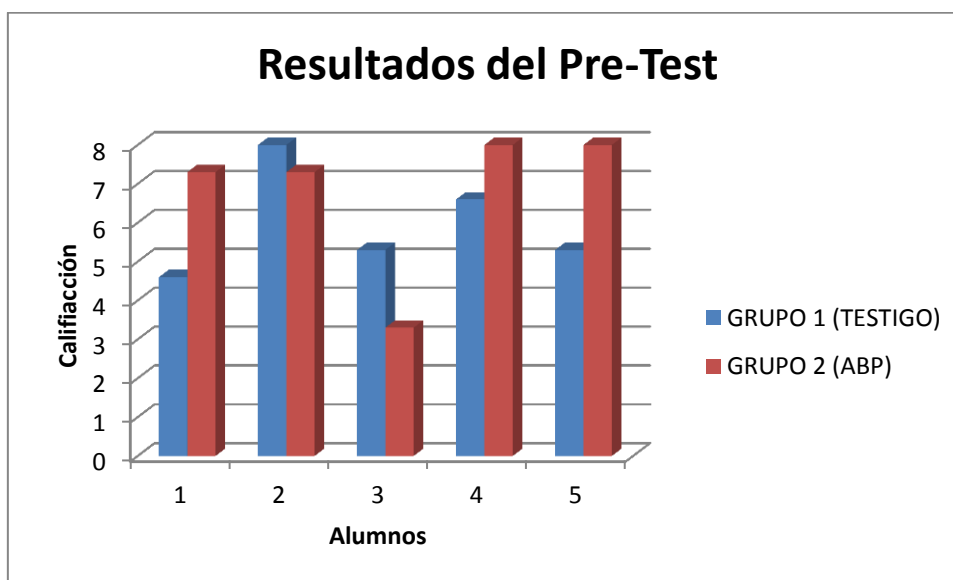


Gráfico 1. Comparación del resultado del Pre test de ambos grupos.

Como se observa en el Gráfico 1, los alumnos del GRUPO Ri son los que en su mayoría obtuvieron las evaluaciones más altas. Cabe mencionar que como ya se especificó en apartados anteriores, los alumnos corresponden a una población de 10 alumnos, a los cuales se les solicitó que se repartieran al azar para conformar ambos grupos. Dicha población de alumnos no habían recibido ninguna asignatura relacionada con el tema.

En relación a la prueba Pos test los resultados son los siguientes (Tabla 6) (Gráfico 2):

Tabla 6. Comparación de resultados de la prueba Post test de ambos grupos.

POST- TEST				
GRUPO Rc (TESTIGO)			GRUPO RI (ABP)	
No.	ALUMNO	CALIFICACIÓN	ALUMNO	CALIFICACIÓN
1	MAYRA	8	MARTIN	8,6
2	VICTORIA	9,3	GUILLERMO	9,3
3	VÍCTOR	9,3	KASSANDRA	6,6
4	DANTE	8,6	KARINA	7,3
5	PABLO	9	DEYADIRA	8,6
PROMEDIO		8,84	PROMEDIO	8,08
DES. ESTÁNDAR		0,55	DES. ESTÁNDAR	1,10

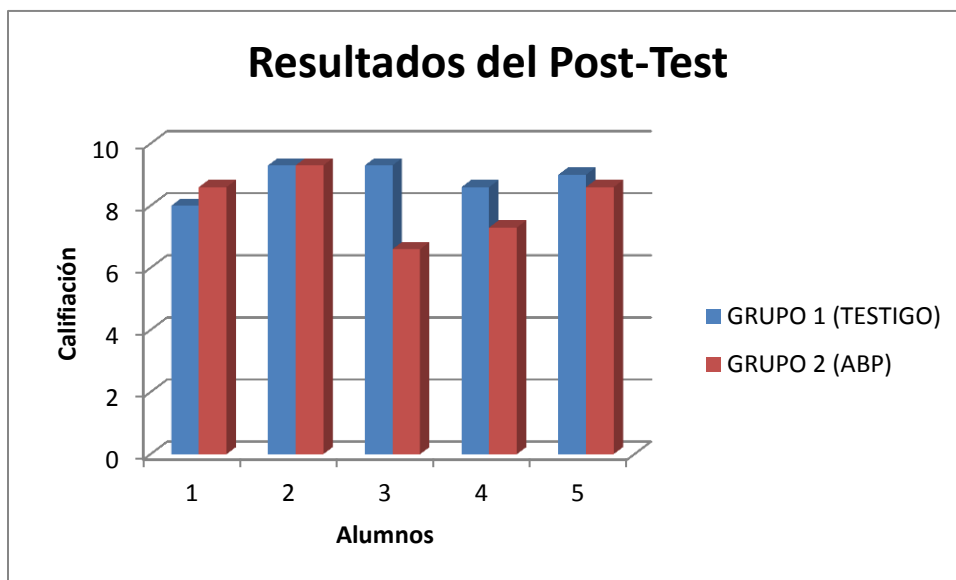


Gráfico 2. Comparación del resultado Post test de ambos grupos.

De acuerdo al gráfico 2, se observa que el grupo con mejores resultados fue el Grupo Rc (TESTIGO), aunque ambos grupos obtuvieron evaluaciones similares y el promedio arroja resultados muy cercanos (Rc 8.84 y Ri 8.08); el Grupo Rc cuenta con 4 alumnos que obtuvieron evaluaciones iguales o superiores a las del Grupo Ri.

Realizando la comparación del grupo Rc (TESTIGO), antes y después de haber realizado la prueba, se obtuvieron los siguientes resultados (Gráfico 3):

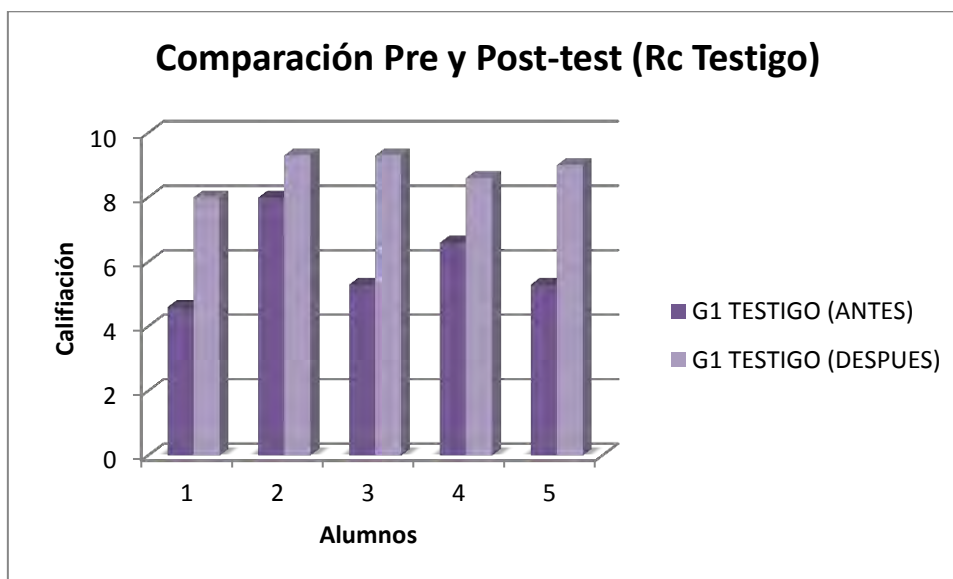


Gráfico 3: Comparación del antes y después de haber aplicado la prueba al grupo testigo.

Se observa que hubo un aprendizaje en los alumnos, puesto que obtuvieron mejores calificaciones que al inicio del curso. Cabe mencionar que los alumnos siempre fueron muy dedicados en su trabajo, tanto en la parte teórica como en la práctica.

Para los alumnos del Grupo Ri (ABP), los resultados se muestran en el gráfico 4:

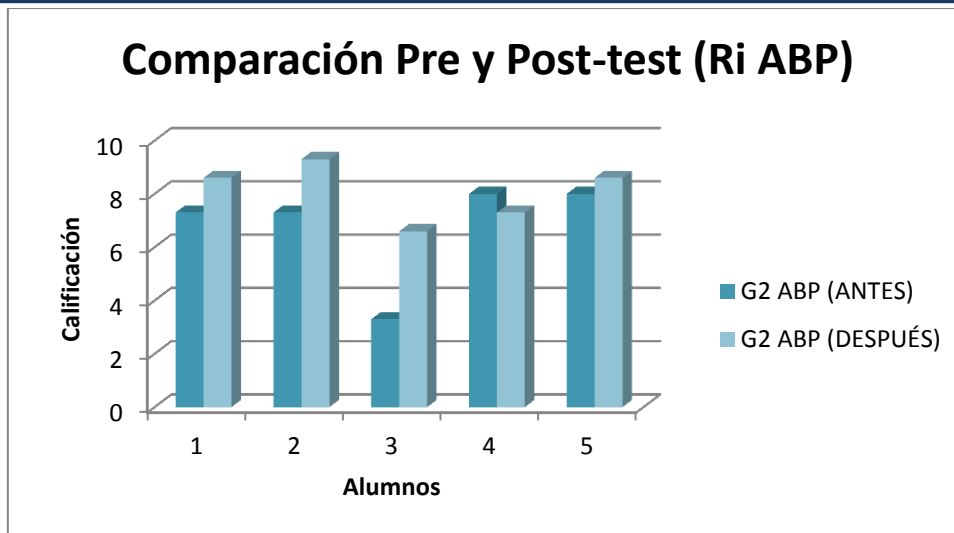


Gráfico 4. Comparación del antes y después de haber aplicado la prueba al grupo Ri (ABP).

El gráfico 4 muestra que se obtuvo un aprendizaje por parte de la mayoría de los integrantes del grupo, exceptuando a la alumna número 4 (Karina), lo anterior fue debido a que la alumna en particular trabajaba por las tardes y fines de semana y en alguna de las sesiones de trabajo, mencionó que se le dificultaba un poco este método, pues no contaba con mucho tiempo para realizar investigación; sin embargo, pensaba que era un buen método, si se contaba con el tiempo y las herramientas disponibles para hacerlo. Asimismo, en ocasiones no entregaba la información que se solicitaba.

Por otro lado, se calcularon las medidas de dispersión y tendencia central a partir de los resultados obtenidos en el pretest y postest tanto del grupo Rc (testigo) como en el grupo Ri (ABP) (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de medidas de tendencia central y variabilidad.

Grupo/Estadística	X Media	Me Mediana	M Moda	S Desviación	S ² Varianza
Grupo Testigo (Pretest)	5.96	5.30	5.30	1.35	1.82
Grupo Testigo (Postest)	8.84	9.0	9.30	0.55	0.30
Grupo ABP (Pretest)	6.78	7.30	7.30	1.98	3.91
Grupo ABP (Postest)	8.08	8.60	8.60	1.10	1.21

De esta manera se tiene una visión más general de como varían los resultados en ambos grupos. Si se graficaran los datos obtenidos dentro de una curva de distribución normal, cuya medida fuera 5 (equivale al punto medio de una calificación de 0 a 10), se observaría que la media para todos los casos esta desplazada hacia la derecha, siendo más alto los valores para los resultados del postest de ambos grupos y más significativo para el grupo testigo. Lo anterior quiere decir que se obtuvo un incremento en las calificaciones obtenidas para ambos grupos despues del tratamiento.

Asimismo, se aplicó la prueba t con un intervalo de confianza del 95%.

Comparación de los resultados del pretest tanto del grupo Rc (Testigo) como del grupo Ri (ABP):

“t” calculada con 95% de confianza	“t” de tablas para 8 gl con un 95% de confianza
0.76	1.860

Como $t_{TAB} > t_{Cal}$ lo que indica que no hay diferencia significativa entre ambos grupos.

Comparación de los resultados del postest tanto del grupo Rc (Testigo) como del grupo Ri (ABP):

“t” calculada con 95% de confianza	“t” de tablas para 8 gl con un 95% de confianza
1.3829	1.860

Como $t_{TAB} > t_{Cal}$ indica que no hay diferencia significativa entre ambos grupos.

Comparación de los resultados del pretest y postest del grupo Rc (Testigo):

“t” calculada con 95% de confianza	“t” de tablas para 8 gl con un 95% de confianza
4.42	1.860

Como $t_{TAB} < t_{Cal}$ indica que si hay diferencia significativa entre los resultados de ambas pruebas. Lo anterior refleja que si se presento un aprendizaje considerable en los alumnos.

Comparación de los resultados del pretest y postest del grupo Ri (ABP):

“t” calculada con 95% de confianza	“t” de tablas para 8 gl con un 95% de confianza
1.284	1.860

Como $t_{TAB} > t_{Cal}$ indica que no hay diferencia significativa entre ambas pruebas.

De acuerdo con Hernández y col. (1997), la aplicación de un pretest ofrece dos ventajas: primero, las puntuaciones del pretest pueden usarse para fines de control en el experimento, al compararse los pretest de los grupos, se puede evaluar qué tan adecuada fue la aleatorización.; segundo, se puede analizar el puntaje ganancia de cada grupo (la diferencia entre las puntuaciones del pretest y postest). El diseño de investigación experimental requiere, para tener validez interna, que los grupos sean similares, esto es, que los alumnos hayan sido aleatoriamente seleccionados y equiparables en cuanto a número de personas, inteligencia, aprovechamiento, disciplina, memoria, sexo, edad, nivel socioeconómico, alimentación, conocimientos previos, estado de salud, interés por los contenidos, etc.

Aunque el diseño mismo controla todas las fuentes de invalidación interna, pues reúne los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: 1) grupos de comparación y 2) equivalencia de los grupos, debido a que en esta investigación se trabajó con 2 grupos conformados al azar de una población de alumnos inscritos para la materia de optativa de Biotecnología Ambiental; la comparación de los resultados obtenidos en el pretest tanto del grupo Rc (testigo) como del grupo Ri (ABP), demuestra que ambos grupos son equivalentes al no encontrarse diferencia significativa entre ellos.

Por otro lado, los resultados de la comparación entre postest, refleja si hubo o no efecto de la manipulación. Si ambas difieren significativamente, indica que el tratamiento experimental tuvo un efecto a considerar. (Hernández y col., 1997).

El resultado obtenido, demuestra que no hubo una diferencia significativa entre el grupo Rc (testigo) y el grupo Ri (ABP) para el postest, esto debido a que sus medias son muy cercanas: Testigo = 8.84 y ABP = 8.08; sin embargo, aunque esta prueba denota que no hay una diferencia significativa entre ambos grupos, las puntuaciones para el grupo Rc (Testigo) fueron mejores y se demostró con esta prueba de T Student que antes y después de esta investigación, si se presentó una diferencia significativa en este grupo y en el de grupo Ri (ABP) no. De acuerdo a lo anterior, la hipótesis de investigación se rechaza.

5.2 Resultados de la evaluación de las prácticas de laboratorio.

Los resultados arrojados de las guías de observación de las prácticas de laboratorio, son los siguientes (Tabla 8):

Tabla 8. Resultados de la evaluación de las guías de laboratorio.

PORCENTAJE OBTENIDO EN LAS PRACTICAS DE LABORATORIO									PROMEDIO TOTAL	Student con 95% y 8 gl
GRUPO	ALUMNO	COLIFORMES	PH	TEMP	DQO	SST	H.H.	IMVIC		
TESTIGO	VICTORIA	9.6	10	10	10	10	9.6	10	9.57	T TAB = 1.860
	VÍCTOR	10	9.2	10	9.6	9.6	8.4	9.2		
	DANTE	8.8	9.6	10	10	9.6	10	10		
	MAYRA	10	9.2	7.6	10	10	10	9.6		
	PABLO	8	10	10	10	10	8.4	10		
	PROMEDIO	9.28	9.60	9.52	9.92	9.84	9.28	9.76		
	VARIANZA	0.75	0.16	1.15	0.03	0.05	0.67	0.13		
DESVIACIÓN	0.87	0.40	1.07	0.18	0.22	0.82	0.36			
ABP	DEYADIRA	9.2	10	10	8.8	10	9.2	10	9.15	T CAL = 0.934
	KARINA	9.2	10	10	8	10	9.2	10		
	KASSANDRA	8	10	10	8	10	9.6	10		
	MARTIN	10	9.6	8	9.2	9.6	8.8	9.2		
	GUILLERMO	9.2	9.2	7.6	8	7.2	8.8	10		
	PROMEDIO	9.12	9.76	9.12	8.40	9.36	9.12	9.84		
	VARIANZA	0.51	0.13	1.47	0.32	1.49	0.11	0.13		
DESVIACIÓN	0.72	0.36	1.21	0.57	1.22	0.33	0.36			

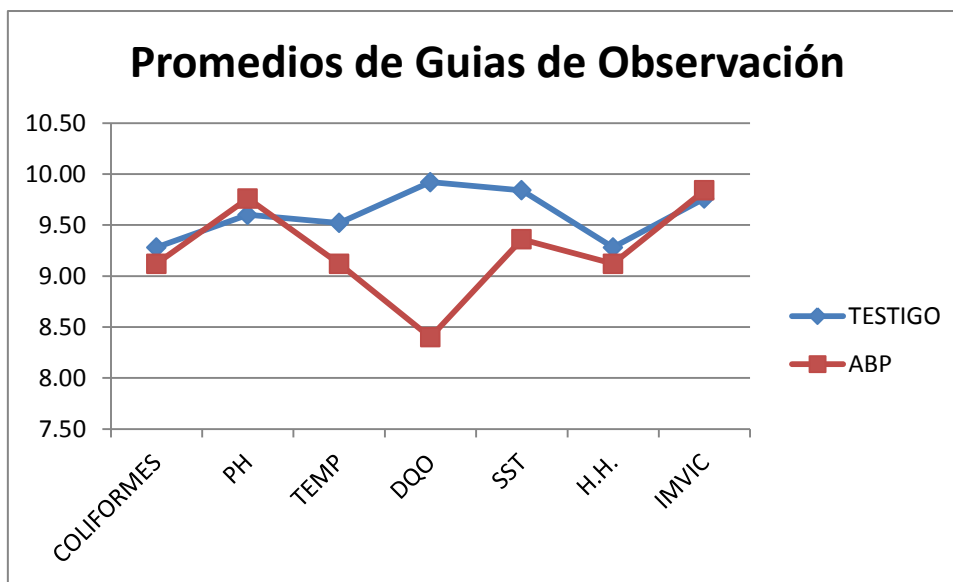


Gráfico 5. Comparativo de los promedios de ambos grupos de las Evaluaciones de las prácticas de laboratorio.

Como puede observarse en la tabla 9, la $T_{CAL} < T_{TAB}$ lo que indica que no hay diferencia significativa entre ambos grupos. Sin embargo, aunque los promedios son muy similares entre ambos, el del grupo Rc (Testigo) esta por arriba al del grupo Ri (ABP). Por otro lado, en el gráfico 5 se corrobora que los promedios de los alumnos del grupo Testigo, en su mayoría son superiores a los del grupo Ri (ABP).

5.3 Evaluación entre pares.

Como ya se mencionó en capítulos anteriores para la evaluación entre pares se utilizó una escala tipo Likert, en donde se realizaron 13 preguntas y se establecieron 4 categorías como: 1= Totalmente en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= De acuerdo y 4= Totalmente de acuerdo. El puntaje mayor de esta prueba es de 52 puntos. Los resultados se presentan a continuación (Tabla 9):

Tabla 9. Resultados de la evaluación entre pares.

PUNTAJE OBTENIDO DE LA EVALUACIÓN ENTRE PARES			T Student con 95% y 8 gl
GRUPO	ALUMNO	PUNTAJE	
TESTIGO	VICTORIA	49	T TAB = 1.860
	VÍCTOR	41	
	DANTE	41	
	MAYRA	39	
	PABLO	48	
	PROMEDIO	43.60	
	VARIANZA	20.80	
	DESVIACIÓN	4.56	
ABP	DEYADIRA	43	T CAL = 0.733
	KARINA	42	
	KASSANDRA	43	
	MARTIN	39	
	GUILLERMO	43	
	PROMEDIO	42.00	
	VARIANZA	3.00	
	DESVIACIÓN	1.73	

Como se observa en la tabla anterior, el promedio refleja que el grupo Rc (Testigo) supera al grupo Ri (ABP), aunque el resultado de $T_{CAL} < T_{TAB}$ lo que indica que no hay diferencia significativa entre ambos grupos.

5.4. Resultados de la evaluación de los profesores expertos.

Como se explicó en el apartado de la Metodología, tres profesores expertos más la profesora, evaluaron a ambos grupos en la exposición oral durante la presentación final de su proyecto de investigación. Los resultados arrojados fueron los siguientes (Tabla 10):

Tabla 10. Puntaje obtenido en la evaluación de la presentación del proyecto final.

PUNTAJE OBTENIDO DE LA EVALUACIÓN ENTRE PARES								T Student con 95% y 8 gl	
GRUPO	ALUMNO	D. EN BIOTECNOLOGÍA	C.	M. EN MICROBIOLOGÍA	C.	ING. AMBIENTAL	PROFESORA		PROMEDIO TOTAL
TESTIGO	VICTORIA	10		17		15	14		T TAB = 1.860
	VÍCTOR	9		14		15	12		
	DANTE	10		17		16	14		
	MAYRA	11		14		14	12		
	PABLO	12		14		13	12		
	PROMEDIO	10.4		15.2		14.6	12.8	13.25	
	VARIANZA	1.3		2.7		1.3	1.2	1.63	
DESVIACIÓN	1.14		1.64		1.14	1.10	1.25		
ABP	DEYADIRA	10		14		16	12		T CAL = 1.72
	KARINA	10		10		14	12		
	KASSANDRA	9		11		13	11		
	MARTIN	10		11		15	10		
	GUILLERMO	10		14		15	11		
	PROMEDIO	9.8		12		14.6	11.2	11.90	
	VARIANZA	0.2		3.5		1.3	0.7	1.43	
DESVIACIÓN	0.45		1.87		1.14	0.84	1.07		

Como se muestra en la tabla, el promedio del grupo Rc (Testigo) como en las anteriores evaluaciones, supera al grupo Ri (ABP). También, $T_{CAL} < T_{TAB}$ lo que indica que no hay diferencia significativa entre ambos grupos.

5.5 Resultados del estudio de caso en alimentos.

Con la finalidad de evaluar el aprendizaje de los alumnos aplicado en otro contexto, se les expuso a los alumnos la problemática de un estudio de caso en el área de alimentos y se solicitó a los mismos, plantear una propuesta de solución al mismo. El estudio de caso es el siguiente:

ESTUDIO DE CASO:

Las diferentes empresas siguen estándares de control de calidad durante la producción como en el producto terminado, el cual se monitorea a partir de entidades acreditadoras. Para ello, se requiere que dichos productos terminados cumplan con ciertos estándares de calidad para su venta.

- 1.- Elegir una empresa y producto alimenticio.
- 2.- Determinar cuáles son los parámetros a controlar para que el producto cumpla con los estándares de calidad y pueda salir al mercado.
- 3.- De acuerdo a los parámetros que hayas elegido, fundamenta cual es la importancia del control de los mismos en el producto.
- 3.- Desarrollar la estrategia de control para que la empresa logre que el producto cumpla con los estándares de calidad.

Cabe mencionar que el ejercicio se llevó a cabo 16 meses después de la aplicación del método ABP, expuesto en la presente investigación. Los resultados se evaluaron de acuerdo a la siguiente tabla de niveles:



Tabla de niveles para la evaluación de Estudio de Caso

AUTÓNOMO	DESTACADO	SUFICIENTE	AUN NO SUFICIENTE
(Resuelve la situación de manera notoriamente sobresaliente, con independencia y con todos los requerimientos de calidad)	(Resuelve la situación de manera sobresaliente, requiere cierto apoyo y cubre la mayoría de los requerimientos de calidad.	(Resuelve la situación solamente para cubrir algunas metas y requiere del apoyo más constante para cubrir los requerimientos.	(Casi no resuelve la situación, apenas logra alcanzar alguna o parte de una meta.
Cumple con todos los desempeños.	Del total de los desempeños, se presentan la mayoría.	Del total de los desempeños, se presentan algunos.	Del total de los desempeños, se presentan pocos o ninguno.
(5)	(4)	(3)	(2-0)

DESEMPEÑOS A LOGRAR:

- 1.- Argumenta su respuesta bajo el criterio de normatividad vigente.
- 2.- Menciona al menos 5 parámetros para el control de la calidad de los alimentos.
- 3.- Menciona al menos 5 pruebas analíticas aplicables al producto.
- 4.- Interpreta los datos de una prueba analítica con respecto al control de los parámetros elegidos.
- 5.- Explica la estrategia de control en función de los parámetros de calidad durante el proceso.

Los resultados son los siguientes:

PONDERACIÓN OBTENIDA DEL ESTUDIO DE ALIMENTOS							
GRUPO	ALUMNO	NUM. DE DESEMPEÑOS	AUTONOMO	DESTACADO	SUFICIENTE	AUN SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO
Rc (TESTIGO)	VICTORIA	5	X				
	VICTOR	3			X		
	DANTE	3			X		
	MAYRA	2					X
	PABLO	3			X		
PROMEDIO		3.2					
Ri (ABP)	DEYADIRA	5	X				
	KARINA	3			X		
	KASSANDRA	3			X		
	MARTIN	3			X		
	GUILLERMO	3			X		
PROMEDIO		3.4					

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que los datos no difieren considerablemente entre un grupo y otro, ya que los promedios son muy similares. Sin embargo, en el grupo Rc (Testigo), se presentó un resultado “Aun no satisfactorio”, puesto que la respuesta de la alumna, no fue argumentativa al problema, de acuerdo a lo solicitado.

Por último, según los resultados obtenidos durante todo el proceso, es importante comentar los de otras investigaciones que emplearon dicho método y los cuales son muy parecidos a los de la presente investigación. Los datos son los siguientes:

Cedillo (2009) realizó un estudio utilizando el método del ABP, aplicado a la capacitación sobre higiene y sanitización en la industria alimentaria, utilizando un grupo de 12 personas (se formaron dos equipos de trabajo uno experimental y uno control) dentro del cual el objetivo fue que los participantes adquirieran habilidades el desarrollo de “Buenas Prácticas de Manufactura” y “Limpieza y sanitización del área

de producción”, se llevó a cabo la capacitación grupo control por método tradicional y grupo experimental por ABP, dentro de los resultados obtenidos, se manifestó que no se presentaron diferencias significativas entre ambos grupos en su momento, sin embargo; los participantes del grupo ABP, aprendieron a desarrollar mejor las técnicas de limpieza y sanitización en sus áreas de trabajo y obtuvieron mejores evaluaciones; lo anterior se verificó tiempo después de haber impartido el curso de capacitación por el tesista.

Servin (2001) realizó una comparación del método de enseñanza tradicional y el de Aprendizaje basado en problemas en dos grupos de alumnos de la asignatura de laboratorio de farmacología de la carrera médico cirujano, se llevaron a cabo evaluaciones pre-test y posttest. Los resultados arrojados señalaron que en ambos grupos se presentó un incremento en las calificaciones en retención teórica, técnica, metodológica y trayectoria de solución. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre ambos grupos (en su momento); es importante resaltar que en asignaturas posteriores los alumnos a los cuales se les aplicó el tratamiento, en la práctica los resultados de sus evaluaciones fueron mejores, por lo que se concluyó el ABP, es mejor que el método de Enseñanza tradicional; asimismo se menciona que es indispensable una buena formación docente, ya que los resultados obtenidos pudieron haber sido influenciados por la falta de la familiarización del método por el tesista.

Cañedo (2011) realizó un estudio con 12 alumnos para los cuales, se formaron dos grupos de trabajo, uno se le llamo experimental y uno control, al grupo experimental se le aplicó el tratamiento ABP y el otro fue por método de enseñanza tradicional, para la asignatura de psicofarmacología. Se utilizó evaluación pre-test y post-test Los resultados obtenidos muestran que no se encontraron diferencias significativas en la comparación de ambos métodos de enseñanza.; sin embargo menciona que existe una tendencia hacia el ABP como método que motiva a los estudiantes a preparar las clases. Se concluye que es necesario evaluar a los residentes por periodos más prolongados de tiempo y considerar las características personales y el estilo de aprendizaje individual con diferentes métodos de enseñanza.

Robles (2008) trabajó con dos grupos de 20 alumnos cada uno por tradicional y uno por ABP, los resultados obtenidos: se aplicó pre-test y post-test, no se muestran diferencias significativas entre ambos grupos por lo que se concluyó: que a pesar de que los resultados del grupo ABP son similares a los del grupo tradicional, por ser relativamente bajos, según el autor, pudo ser que la intervención didáctica se llevó a cabo sin una transición entre el modelo de docente del docente titular del grupo y la intervención del ABP por el tesista. Además de que la prueba utilizada tiene limitaciones para medir los aprendizajes, aunado a que tiempo que trabajaron el ABP fue muy corto. Los resultados del ABP, pueden mejorarse, según el autor, para ello es necesario desarrollar actividades que permitan la reflexión y la creación de un conflicto cognitivo.

VI. CONCLUSIONES

Después de los datos obtenidos en ambos grupos, no se encontró en ellos algún factor que pudiera influir significativamente en los resultados de la presente investigación, puesto que como se mencionó en capítulos anteriores, los alumnos fueron elegidos al azar de una población de estudiantes inscritos para la asignatura de Optativa ambiental; además se encontró que no existen diferencias significativas entre los resultados de la evaluación diagnóstica y final (respectivamente) lo que se refleja en los promedios similares para ambos grupos.

Al obtener un promedio mayor en la evaluación final (en comparación con la diagnóstica) en ambos grupos, refleja una adquisición de conocimientos. Es importante resaltar que los métodos de trabajo sirvieron para que los alumnos se involucraran en la investigación y resolución del problema. Asimismo, es importante considerar que los resultados pudieron influir en que solo se trabajó con una muestra para grupo ABP y una muestra para grupo Testigo, lo que indica que si se tuvieran al menos dos grupos de cada uno, los resultados podrían ser más significativos, puesto que ya se tendrían otros valores para hacer la comparación. Es importante resaltar que no se pudieron conformar otros grupos, ya que al ser una asignatura optativa, por lo general otros alumnos, se inscriben en áreas de salud o procesos agroindustriales.

Por otro lado, se promovió la motivación en los alumnos de ambos grupos; principalmente en el grupo Ri (ABP) al sentirse estos capaces de encontrar, seleccionar y analizar la información por sí solos, haciéndose responsables y conscientes de la construcción de su aprendizaje. En ambos casos, se consiguió que la mayoría se involucrara en la solución del problema del agua residual y se plantearon dos buenos proyectos, de los cuales uno de ellos, se expuso en el Congreso Agro-Industrial Alimentario y Biotecnológico 2015 en la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca.

Se cumplió con los objetivos propuestos en la presente investigación y con relación a la hipótesis, esta se cumplió de manera parcial, puesto que aunque en los resultados estadísticos no se presenta una diferencia significativa en los resultados de los diferentes aspectos evaluados entre ambos grupos, el grupo Rc (testigo) obtuvo mejor puntuación; pero como ya se mencionó, después de haber aplicado el estudio de caso en alimentos, se denota que en ambos casos, pueden aplicar lo aprendido en otros contextos, por lo que hay un aprendizaje significativo.

Asimismo, en los resultados también influyó la parte actitudinal de los alumnos, ya que hay características personales que se ven reflejadas en sus hábitos de estudio y en sus formas de trabajo, haciendo que se obtengan mejores resultados en unos que en otros. Lamentablemente no se alcanzó lo esperado con todos los alumnos.

Es importante resaltar que en la última sesión de trabajo, al finalizar la exposición de los proyectos, se platicó con los alumnos de ambos grupos acerca del proceso trabajado durante el cuatrimestre. En particular, los alumnos del Grupo Rc (testigo), mencionaron que para ellos fue fácil la adquisición de conocimientos, puesto que la materia les agrada y sobre todo están familiarizados con el hecho de aprender con un profesor al frente de grupo impartiendo clase; asimismo, comentaron que es importante que se empleen métodos como el ABP, puesto que eso les permitiría ser más autodidactas; sin embargo, sería un proceso lento, puesto que en realidad no están familiarizados con dicho método. En relación al grupo Ri (ABP), en particular a los alumnos que trabajan, se les dificultó el proceso, puesto que no cuentan con tiempo suficiente para la investigación, les es más fácil aprender de la forma tradicional (con profesor frente a grupo), además de que es importante resaltar que no solo se trata de buscar información en la web, sino que se necesita tiempo para visitar bibliotecas o otras fuentes de consulta, que apoye a lo que se está investigando.

En relación con la opinión personal de la autora de la presente tesis, fue agradable trabajar de las dos formas, ya que el impartir clases frente a grupo es enriquecedor y siempre se buscan las estrategias de enseñanza-aprendizaje, así como los recursos didácticos propios, que permitan que el conocimiento adquirido en los alumnos tenga

un verdadero impacto. Sin embargo, en relación al método ABP, también fue una experiencia agradable, aunque más difícil, puesto que en algunos alumnos, no se presenta el gusto por la lectura (quizás como muchos alumnos del área), no les gusta analizar, ser críticos de la información, es más fácil que el docente les proporcione la información que ir más allá. Es por ello, que se considera que además de tener gusto por la asignatura, se deben buscar estrategias necesarias que permitan crear en el alumno ABP, un verdadero interés y “conflicto cognitivo” para que éste se interese por la investigación.

Por otro lado, de acuerdo a las diferencias entre el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional y del ABP (Tabla 1) para este ejercicio fueron: para el grupo Rc (testigo) tener una mejor cercanía con los alumnos, realizar una planeación anticipada de todas las sesiones de trabajo, buscar las estrategias adecuadas para la transmisión de los conocimientos con respecto a cada tema, utilizar ejemplos que generaran motivación en los alumnos, elaborar el material didáctico de acuerdo a cada sesión, establecer los parámetros adecuados para poder llevar a cabo una evaluación, por mencionar los más importantes. En relación al grupo Ri (ABP), familiarizar a los alumnos con el método, buscar un caso real que permitiera despertar la motivación de los alumnos, ser guía en el proceso de búsqueda de información y orientación de la misma, ser facilitador y crítico en la conducción de la solución al problema, entre otros.

De acuerdo a lo anterior, se deduce que el ABP no es aplicable a cualquier alumno, ya que se necesita que sean alumnos con capacidad de asumir la responsabilidad de su aprendizaje, puesto que ellos solos tendrán que buscar la información, leerla, analizarla, resumirla, relacionarla con la problemática; sin embargo, gran porcentaje de estos, como ya se mencionó en el párrafo anterior, no cuentan con esas habilidades, algunos de ellos, se conforman con lo que el docente les proporciona en el pizarrón, con tal de no tener que realizar algún esfuerzo. Asimismo, se necesita que dichos estudiantes estén comprometidos con sus estudios, que tengan capacidad de trabajo en equipo, gusto por la investigación, con hábitos de lectura y redacción.

Por último, en la presente investigación se manifiesta que por el método ABP y por el de impartición de clase frente a grupo (por algunos autores llamada “tradicional”), los resultados obtenidos fueron muy similares y al ser estos favorables puesto que como ya se mencionó, los alumnos pueden aplicar lo aprendido tanto en el área ambiental como la de alimentos; el tradicional, no es del todo malo, puesto que si se emplean buenas estrategias de enseñanza-aprendizaje, material didáctico atractivo, útil y específico para cada contenido y grupo de alumnos, si se realiza una buena identificación de conocimientos previos, si se relaciona el contenido de la asignatura con problemas o situaciones reales que despierten el interés y motivación de los estudiantes, si se tiene un control adecuado y disciplina del grupo y si el docente tiene la visión de ser más que un docente ser un facilitador, entre otras cosas, se pueden obtener excelentes resultados dentro del quehacer docente.

LISTA DE REFERENCIAS.

1. Cañedo, R. J. (2011) Comparación del método tradicional y el método de aprendizaje basado en problemas en la enseñanza en la psicofarmacología. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina (UNAM), México.
2. Cedillo, M. J. (2009) El trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en problemas, aplicado a la capacitación sobre higiene y sanitización en la industria alimenticia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química (UNAM), México.
3. Cuellar, R. M. (2016) Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia para la enseñanza del tema “Evolución” en el Bachillerato. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM), México.
4. Estepa, A. Antonio y Rafael (2011) Trabajar con la incertidumbre del mundo laboral: análisis de una experiencia con Aprendizaje Basado en Problemas en Redes de Ordenadores. Revista de Docencia Universitaria, Vol. 9 (2), -mayo-Septiembre 2011, 213-232, ISSN: 1887-4592. Artículo pdf.
5. Ficha metodológica coordinada por la Universidad de Valencia. Mayo 2006. Versión 1. Disponible en: <http://health.cat/open.php?url=http://www.recursoseees.uji.es/fichas/fm1.pdf>
6. Flores, C. (2009) Trayectoria del modelo de Universidades Tecnológicas en México. Cuadernos de trabajo de la Dirección General de Evaluación Institucional, Año 1. Pp. 10. Archivo pdf.
7. González, F. y Castro, L. (2011) Impacto del ABP en el Desarrollo de la Habilidad para formular preguntas de aprendizaje en estudiantes universitarios. Revista de Docencia Universitaria Vol. 9 Enero-Abril 2011. 57-66. ISSN: 1887-4592. Artículo pdf.
8. Gómez, E. (s.f.) Aplicación interdisciplinaria del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en ciencias de la salud: Una herramienta útil para el

desarrollo de competencias profesionales. Red U. Revista de Docencia Universitaria. Número 4. http://www.um.es/ead/Red_U/4. Artículo pdf.

9. Hernández, S.; Fernández C. y Baptista L. (1997) Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill/Interamericana.

10. Molina, O., García, G., Pedraz, M. y Nárdiz, A. (2002) "Aprendizaje Basado en Problemas: Una alternativa al método tradicional". Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria. Vol. 3 N° 2. Artículo pdf.

11. Morales, B. y Landa, F. (2004) Aprendizaje Basado en Problemas. Revista Teoría, Vol. 13: 2004. ISSN 0717-196X. Artículo pdf.

12. Robles, H. C. (2008) Aprendizaje basado en la solución de problemas una propuesta de aplicación de la definición de problema de Toulmin en la segunda unidad del curso de Química II del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. Tesis de Maestría. Facultad de Química (UNAM), México.

13. Rios, Z. E. (2009) Aprendizaje Basado en Problemas, elaboración y validación de casos para la enseñanza-aprendizaje de genética en educación media superior. Tesis de maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM). México.

14. Restrepo, G. (s.f.) Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. Educación y Educadores, Vol. 8. Artículo pdf.

15. REVISTA DIGITAL ENFOQUES EDUCATIVOS (2009) No. 30 15/01/2009 ISSN: 1988 – 5830 Consultado el 15 de Septiembre del 2015 de: http://www.enfoqueseducativos.es/enfoques/enfoques_30.pdf

16. Ríos, Z. E. (2009). *Aprendizaje basado en problemas, elaboración y validación de casos para la enseñanza-aprendizaje de genética en educación media superior*, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, citado el 04-01-14, disponible en internet: http://132.248.9.195/ptd2009/noviembre/0651398/0651398_A1.pdf#search=%20EVELYN%20RIOS%20ZARATE%22

-
- 17.** Rué J. (2011) El ABP, un enfoque estratégico para la formación en Educación Superior. Aportaciones de un análisis de la formación en Derecho. Revista de Docencia Universitaria Vol. 9 (1), Enero-Abril 2011, 25-44 ISSN 1887-4592. Artículo pdf.
 - 18.** Ruíz, B. (2008). «El proceso de evaluación y certificación de la competencia profesional». Formación XXI, 10. Artículo pdf.
 - 19.** Servicio de Innovación Educativa (UPM) 2008. Aprendizaje Basado en Problemas. “Guías rápidas sobre nuevas metodologías”. Artículo pdf.
 - 20.** Servin, H. D. (2001) Estrategia de aprendizaje basado en problemas o enseñanza tradicional. Evaluación del desempeño de los alumnos en el laboratorio de farmacología. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina (UNAM), México.
 - 21.** Tobón, S. (2006) Aspectos básicos de la formación basada en competencias, Proyecto Mesesup. Consultado el 15 de Septiembre del 2015 de: http://www.urosario.edu.co/CGTIC/Documentos/aspectos_basicos_formacion_basada_competencias.pdf

NORMAS.

1. Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales- Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
2. Norma Mexicana NMX-AA-004. Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales, método del cono Imhoff, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 1977.
3. Norma Mexicana NMX-AA-007. Determinación de la temperatura, método visual con termómetro, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 1980.
4. Norma Mexicana NMX-AA-008. Determinación de pH, método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
5. Norma Mexicana NMX-AA-028. Determinación de demanda bioquímica de oxígeno, método de incubación por diluciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1981.
6. Norma Mexicana NMX-AA-051. Determinación de metales, método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación 1982.
7. Norma Mexicana NMX-AA-005. Determinación de grasas y aceites en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, publicada en el Diario Oficial de la Federación 2000.

ANEXOS

Anexo 1. Determinación de Sólidos Sedimentables de acuerdo a NMX-AA-004-1997. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/conagua07/noticias/nmx-aa-004-scfi-2000.pdf>

Anexo 2. Determinación de la temperatura de acuerdo a NMX-AA-007-1980. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-007-SCFI-2000.pdf>

Anexo 3. Determinación de pH de acuerdo a NMX-AA-008-1980. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-008-SCFI11.pdf>

Anexo 4. Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno de acuerdo a NMX-AA-028-1980. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-028-SCFI-2001.pdf>

Anexo 5. Determinación de metales de acuerdo a NMX-AA-051-1982. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-051-SCFI-2001.pdf>

Anexo 6. Determinación de grasas y aceites recuperables de acuerdo a NMX-AA-005-SCFI-2000. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-005-SCFI-2000.pdf>

Anexo 7. Determinación de Coliformes totales y fecales, de acuerdo a la NMX-AA-42-1987. Consultar metodología en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-042-1987.pdf>

Anexo 8. Pruebas bioquímicas por método IMVIC. Consultar metodología en:

http://www.revistavirtualpro.com/files/ti22_200512.pdf Pp. 13-16.

Anexo 9. Evaluación Pre-Test y Postest.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA “OPTATIVA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL: LÍNEA AGUAS RESIDUALES”



ALUMNO (A): _____ MATRICULA: _____

I. SUBRAYA LA RESPUESTA CORRECTA.

1.-Es parte de la definición de agua residual:

- a) Agua que por su procedencia no tiene valor inmediato.
- b) Agua para uso exclusivo de las industrias.
- c) Agua con valor inmediato para el ser humano, utilizada en su beneficio.
- d) Las tres anteriores.

2.- ¿Cuál es la finalidad de caracterizar un agua residual?

- a) Conocer el lugar de origen del agua residual.
- b) Identificar los contaminantes presentes en el agua residual.
- c) Obtener un beneficio económico.
- d) Conocer el volumen de agua que puede ser utilizada para riego.

3.- ¿Cómo se llevaría a cabo una caracterización de agua residual?

- a) Tomar una muestra de agua de acuerdo a una norma, observar su color y olor y medir el volumen.
- b) Obtener una muestra de agua de acuerdo a una norma, tomar su temperatura y color y medir el volumen.
- c) Obtener una muestra de agua de acuerdo una norma y aplicar las pruebas analíticas, según lo indicado por la normatividad mexicana.
- d) Tomar una muestra de agua de acuerdo a una norma y compararla físicamente con muestras de agua residual de otra procedencia.

4.- ¿Cuál es la diferencia entre un agua tratada y un agua potable?

- a) Que la primera solo se puede utilizar para riego y la segunda para el consumo humano.
- b) Que una es clorada y la otra no.
- c) Que la primera contiene materia orgánica e inorgánica y la segunda no.
- d) Que una se puede beber y la otra no.

5.- ¿Cómo se podría llevar a cabo un tratamiento de agua residual?

- a) Solo se le agregaría cloro al agua residual para eliminar bacterias y virus.
- b) Solo se le agregaría un microorganismo al agua residual para eliminar tóxicos.
- c) Utilizar métodos físicos, biológicos y químicos, para descontaminar el agua residual.
- d) Utilizar métodos biológicos y químicos para descontaminar el agua residual.

6.- Es un ejemplo de tratamiento biológico.

- a) Fitoremediación.
- b) Cribado
- c) Desarenado
- d) Cloración

7.- ¿Cómo se debe tomar una muestra de agua residual de un canal de aguas negras?

- a) Considerando que las muestras deben de ser representativas de las condiciones que existan en el punto de muestreo y se debe de tener un volumen de agua representativo.
- b) Considerando que las muestras debe de tomarse únicamente de la superficie del punto de muestreo en un volumen no mayor de 10 ml.
- c) Considerando que las muestras deben de tomar a una profundidad de 10 metros en cualquiera de las laterales del punto de muestreo.
- d) Considerando que las muestras deben de tomar a los 10 cm de profundidad en un volumen no mayor de 1 L.

8.- ¿Cómo se tomaría una lectura de pH de una muestra de agua residual con un potenciómetro de manera adecuada?

- a) Lavar el electrodo, sumergir en solución amortiguadora, calibraría el equipo y tomar la lectura.
- b) Sumergir en solución amortiguadora, lavar el electrodo, tomar la lectura.
- c) Encender el equipo, lavar el electrodo, calibrar el equipo y tomar la lectura.
- d) Encender el equipo, lavar el electrodo, tomar la lectura y calibrar el equipo.

9.- ¿Qué es una dilución en serie?

- a) Es aquella en donde se acomodan los tubos de ensaye en forma lineal.
- b) Es la reducción progresiva de la concentración de una sustancia en disolución.

- c) Es la reducción progresiva de la concentración de una sustancia en solución.
- d) Es aquella en donde se agrega más cantidad de solvente que de soluto.

10.- ¿Cuál es la forma adecuada de preparar un medio de cultivo para la determinación de microorganismos en agua residual?

- a) Se inicia por lavar el matraz, se calienta en una parrilla, se agrega el agar y se espera a que disuelva por completo y se coloca a esterilizar.
- b) Se inicia por lavar el matraz, se calienta en una parrilla, se pesa el agar y se agrega, se espera que se disuelva por completo y después se esteriliza.
- c) Se inicia por lavar el matraz, se le agrega el volumen de agua según lo que se desee preparar, se calienta en una parrilla, se pesa el agar y se le agrega al mismo, se agita hasta que éste se disuelva por completo y por último se esteriliza.
- d) Se inicia por lavar el matraz, se pesa el agar según lo que se desee preparar, se agrega al matraz, se adiciona el volumen de agua necesario y se calienta en la parrilla, este se agita hasta que el medio se disuelva por completo y por último se esteriliza.

11.- ¿Cómo se interpretarían los resultados de una determinación de DQO (Demanda Química de Oxígeno) en una muestra de agua residual?

- a) El resultado se debe relacionar con la cantidad de sulfatos que tiene la muestra de agua residual.
- b) El resultado se debe relacionar con la cantidad de yoduros que tiene la muestra de agua residual.
- c) El resultado se debe relacionar con la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por métodos químicos.
- d) El resultado se debe relacionar con la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por métodos físicos.

12.- ¿En base a que se valoraría la importancia de determinar la cantidad de coliformes fecales y totales en una muestra de agua residual?

- a) Es importante para saber la cantidad de microorganismos patógenos presentes en la muestra para saber qué tipo de tratamiento se le debe dar a la misma.
- b) Es importante conocer el tipo y cantidad de microorganismos patógenos para saber si la muestra se puede utilizar para consumo humano.
- c) Es importante conocer la cantidad de microorganismos patógenos para determinar el tiempo de cloración que debe de llevar la misma.
- d) Es importante conocer la cantidad de microorganismos patógenos para determinar el tiempo de desazolve de la muestra de agua residual.

13.- ¿Cómo se usaría una bomba de vacío para la extracción de la fracción líquida en una muestra de agua residual?

- a) Se conecta un embudo buchner a un matraz kitazato y este a su vez a la bomba de vacío, se enciende y se espera a que se elimine la fracción líquida.

- b) Se conecta el embudo buchner directamente a la bomba, se enciende durante 10 minutos y espera a que se elimine el agua.
- c) Se conecta un embudo buchner a un matraz Erlenmeyer y durante 10 minutos se extrae la fracción líquida del agua residual.
- d) Se conecta la bomba a un embudo buchner y a un vaso precipitado, se enciende la bomba y se espera a que se elimine el agua.

14.- ¿Para qué se utilizaría un resultado de sólidos suspendidos y sales disueltas en una muestra de agua residual?

- a) Para saber si esta puede ser utilizada para contacto directo con el ser humano.
- b) Para saber si puede ser utilizada de forma directa por las industrias y/o riego.
- c) Para saber si se relaciona con el grado de turbidez y color de la muestra.
- d) Para saber si la cantidad de sólidos y sales afecta al pH de la muestra.

15.- ¿En base a que se justifica el buen uso de las técnicas aplicables para la caracterización de una muestra de agua residual?

- a) En que permiten tener una confiabilidad de los resultados obtenidos para la cuantificación de contaminantes en la muestra.
- b) En que permiten tener certeza de la cantidad de materia orgánica.
- c) En que permiten tener certeza de los resultados obtenidos para la identificación de microorganismos en la muestra.
- d) El tener buenas prácticas permite cumplir con la normatividad vigente.

Anexo 10. Determinación de DQO.



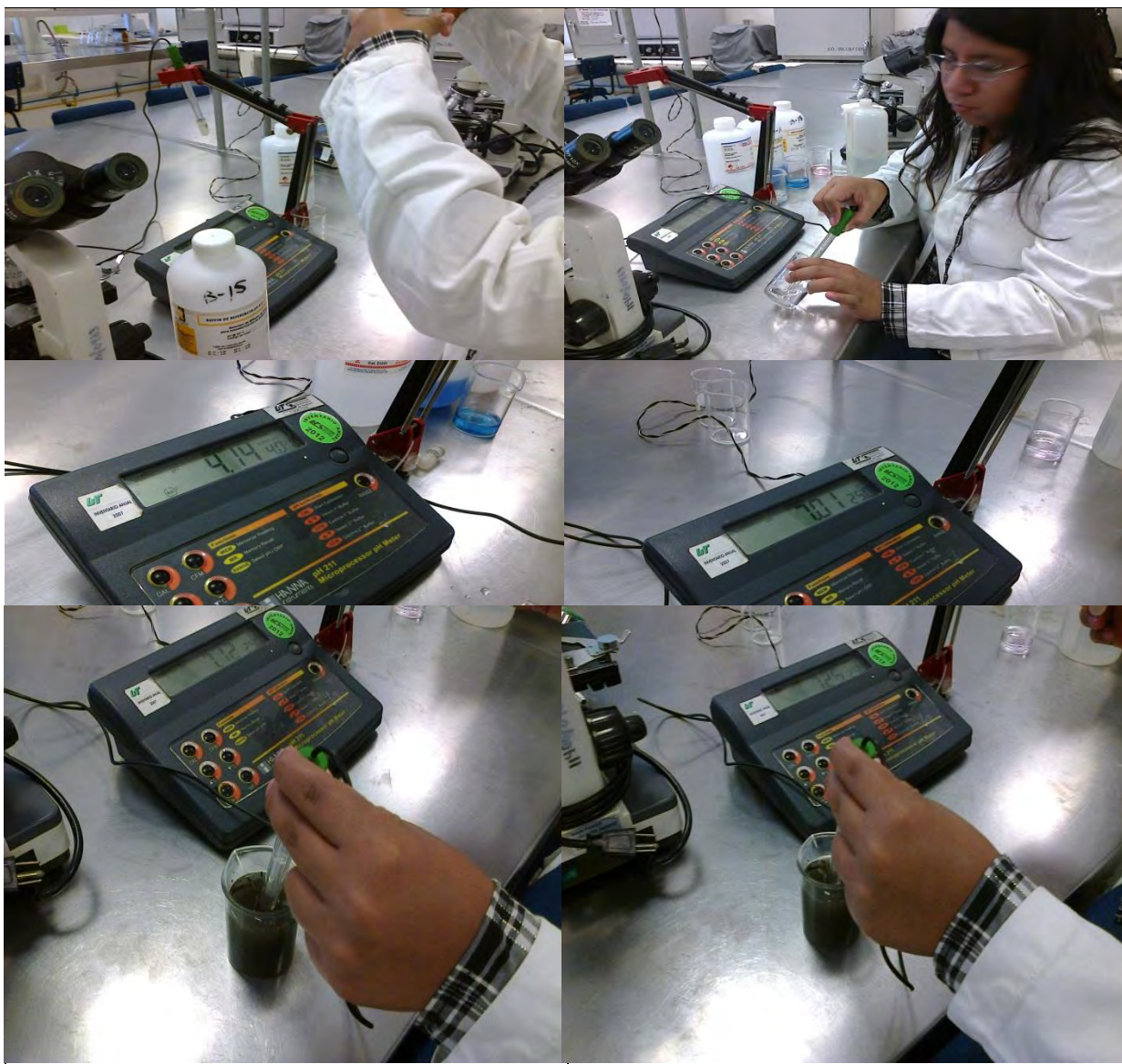
Fotografías de determinación de DQO en una muestra de agua residual, preparación de reactivos, vaciado de los tubos, titulación de la muestra. (Grupo Testigo)

Anexo 11. Determinación de SST.



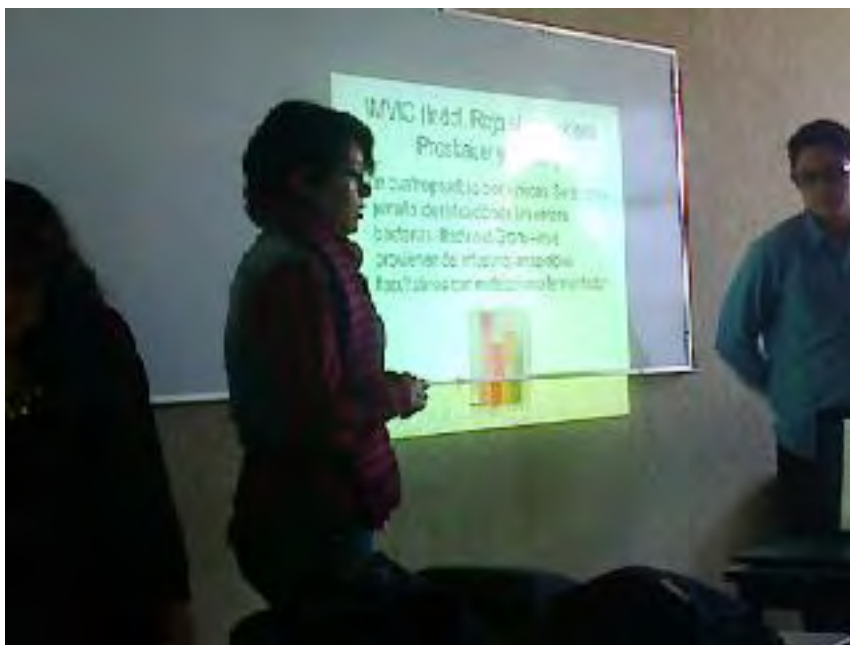
Fotografías sobre la determinación de SST, lavado de material, filtrado del agua residual, preparación de la muestra.

Anexo 12. Determinación de pH y Temperatura.



Fotografías de la determinación de pH en una muestra de agua residual, calibración del equipo, con soluciones buffer y toma de lectura de dicha muestra. (Grupo Testigo)

Anexo 13. Presentación de PowerPoint sobre pruebas IMVIC, por parte de los alumnos (Grupo testigo)



Fotografía sobre la presentación del tema IMVIC por parte de los alumnos.

Anexo 14. Determinación de Coliformes Fecales.



Fotografías de la sesión de Determinación de Coliformes totales y fecales, preparación de medios de cultivo, esterilización y vaciado de medios en los tubos de ensaye. (Grupo ABP).

Anexo 15. Determinación de Huevos de Helminto.



Anexo 16. Determinación de Pruebas Bioquímicas IMVIC.



Fotografías sobre la determinación de pruebas IMVIC. Preparación de los medios de cultivo, esterilización del material de laboratorio, sembrado de las cajas y resultados en placa y tubo.

Anexo 17. Visita a la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Sierra Hermosa, Tecámac, Edo. De México.





Fotografías de la visita a la PTAR de Sierra Hermosa, Tecámac, Edo. De México, explicación proporcionada por el Ing. Enrique Plata (playera amarilla) Grupos 1 y 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR



Datos generales

RUBRICA DE EXPOSICIÓN ORAL

CARRERA	TEMA	DOCENTE

Ubique en la tabla que se encuentra a continuación el nombre de cada uno de los alumnos que participan en la exposición y califique de acuerdo a la característica que describa mejor el desempeño de esa persona en la columna coincidente con el número. **Asegúrese de contestar todas las categorías.**



NO.	NOMBRE DEL ALUMNO		NO.	NOMBRE DEL ALUMNO	
1			4		
2			5		
3					

CATEGORIA	EXCELENTE 3 PUNTOS	BUENO 2 PUNTOS	SUFICIENTE 1 PUNTO	INSUFICIENTE 0 PUNTOS	1	2	3	4	5
CONTENIDO	Demuestra un completo entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento en partes del tema.	No parece entender muy bien el tema.					
DESTREZAS VERBALES	Volumen de la voz apropiado, el ritmo es constante y pronuncia correctamente las palabras (dicción). Tiene buena postura y muestra contacto visual continuo con la audiencia. Además, es entusiasta, proyecta seguridad. No utiliza muletillas. Habla con precisión. Se observa que ensayó la presentación. Muestra bastante dominio del tema.	El volumen de la voz, el ritmo y la pronunciación son bastante apropiados. Tiene buena postura y mantiene contacto visual con la audiencia casi todo el tiempo. Es entusiasta. Además, proyecta seguridad. Utiliza muy pocas muletillas y comete muy pocos errores gramaticales. Se observa que ensayó la presentación. Muestra dominio del tema.	Murmulla un poco o grita a veces. El ritmo y la pronunciación son razonables. Necesita mantener mejor postura. Tiene contacto visual con la audiencia alrededor de la mitad del tiempo. El entusiasmo y la seguridad son aceptables. El lenguaje no es apropiado. Utiliza algunas muletillas y comete errores gramaticales. Se observa que requiere ensayar más la presentación. Su dominio del tema es satisfactorio.	Volumen de la voz muy bajo o muy alto. No mantiene la postura ni el contacto visual con la audiencia. No muestra entusiasmo ni cambia el tono de la voz. El lenguaje es muy poco apropiado. Utiliza demasiadas muletillas y tiene demasiados errores gramaticales. Se observa muy poca o ninguna preparación para la presentación. Tiene muy poco o ningún dominio del tema.					

CAPACIDAD DE RESPUESTA	3 PUNTOS	2 PUNTOS	1 PUNTO	0 PUNTOS					
	El estudiante puede con precisión contestar todas las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar a la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar unas pocas preguntas planteadas sobre el tema por parte de sus compañeros de clase.	El estudiante no puede contestar las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.					
APOYOS AUDIOVISUALES (ELECCIÓN Y USO)	3 PUNTOS	2 PUNTOS	1 PUNTO	0 PUNTOS					
	Eligió acertadamente los apoyos didácticos para presentar la información, además de tener una adecuada utilización de estos.	Eligió acertadamente los apoyos didácticos para presentar la información, no utiliza adecuadamente estos apoyos.	No eligió acertadamente los apoyos didácticos para presentar la información, pero utilizó de la mejor manera lo elegido.	No eligió acertadamente los apoyos didácticos para la presentar la información, no utiliza adecuadamente los apoyos seleccionados.					
CONCLUSIONES DEL TEMA EXPUESTO	3 PUNTOS	2 PUNTOS	1 PUNTO	0 PUNTOS					
	Termina la presentación con un resumen muy claro donde incluye el propósito y los objetivos del tema. La transición entre el cuerpo de la presentación y la conclusión tiene fluidez.	Termina la presentación con un resumen bastante claro. La transición entre el cuerpo de la presentación y la conclusión tiene bastante fluidez.	Termina la presentación con un resumen satisfactorio. La transición entre el cuerpo de la presentación y la conclusión tiene alguna fluidez	El resumen es limitado o no lo incluyó. La transición entre el cuerpo de la presentación y la conclusión es muy pobre o no existe.					
DURACIÓN DE LA PRESENTACIÓN	3 PUNTOS	2 PUNTOS	1 PUNTO	0 PUNTOS					
	Realizó la presentación dentro del tiempo estipulado (variación máxima de 2 minutos) a la vez que mantuvo el ritmo constante.	Realizó la presentación dentro del tiempo estipulado (variación máxima de 4 minutos) a la vez que mantuvo el ritmo bastante constante.	Realizó la presentación dentro con una variación de tiempo 6 minutos con respecto al tiempo establecido. El ritmo se mantuvo razonablemente constante.	Muy poca o mucha duración. La presentación tuvo una duración de 10 minutos o más con respecto al tiempo establecido. No mantuvo el ritmo constante.					

Puntaje más alto 18 puntos equivalentes al 100%. Realizar la regla de tres correspondiente.

Adaptado de: <http://chihuahuaibros.org/lsarmiento/Rubrica%20exp.%20oral%20complementada.pdf>

Anexo 20. Guía de observación de Laboratorio de la determinación de Coliformes Fecales y totales.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LABORATORIO

Nombre de la práctica:	“Coliformes Fecales y totales”	Fecha:	
Nombre del alumno (a):		Asignatura:	
Nombre del profesor (ra):		Grupo:	

INSTRUCCIONES: Este formato será debidamente llenado por el profesor acorde a los criterios propuestos anotando el porcentaje y las observaciones pertinentes. El alumno será responsable de proporcionar dicho documento al profesor, cada vez que tenga práctica de laboratorio.

MOMENTOS DE EVALUACIÓN	DESEMPEÑO DEL ALUMNO	% TOTAL	% OBTENIDO	OBSERVACIONES
ANTES DE LA PRÁCTICA	Asiste al laboratorio de manera puntual.	1.0		
	Cuenta con el equipo de protección adecuado para ingresar al laboratorio (Bata, guantes, cubre boca, etc. Según sea el requerimiento de la práctica)	1.0		
	Cuenta con el material de uso común de laboratorio completo (franela, algodón, jabón, fibra, etc.)	1.0		
	Conoce el protocolo de la práctica.	1.0		
	Prepara de manera correcta el material y el área de trabajo (limpieza adecuada)	1.0		
DURANTE LA PRÁCTICA	Trabaja en los tiempos establecidos.	1.0		
	Realiza adecuadamente su toma de muestra de agua residual.	2.0		
	Prepara adecuadamente su medio de cultivo de acuerdo al parámetro establecido en el frasco.	2.0		
	Prepara adecuadamente su material de cristalería para ser esterilizado.	2.0		
	Realiza adecuadamente las diluciones correspondientes. Utiliza adecuadamente su micropipeta.	2.0		
	Esteriliza su material de acuerdo a la temperatura y presión solicitadas. Utiliza adecuadamente el autoclave.	2.0		
	Introduce adecuadamente las campanas de Durham en cada uno de los tubos.	2.0		
	Prepara la incubación de los tubos con la temperatura adecuada.	2.0		
	Muestra disposición para el trabajo en equipo y colabora en el equipo aportando ideas.	2.0		
AL TÉRMINO DE LA PRÁCTICA	Entrega el material y cristalería limpio.	1.0		
	Entrega áreas y equipos de laboratorio en condiciones adecuadas.	1.0		
	Presenta resultados conforme a las metas planeadas y en los tiempos acordados.	1.0		
PORCENTAJE (%) TOTAL OBTENIDO		25%		
Firma del alumno (a) evaluado:		Firma del profesor:		

Para las demás pruebas analíticas, se utilizó la misma guía de observación; sin embargo, variaron los aspectos a evaluar entre prueba y prueba (durante el desarrollo de la práctica), describiéndose en la siguiente tabla:

pH	Temperatura	DQO	SST	H.H.	IMVIC
Trabaja en los tiempos establecidos.	Trabaja en los tiempos establecidos.	Trabaja en los tiempos establecidos.	Trabaja en los tiempos establecidos.	Trabaja en los tiempos establecidos.	Trabaja en los tiempos establecidos.
Toma la temperatura de las disoluciones amortiguadoras de pH	Calibra el medidor de pH de acuerdo a las soluciones amortiguadoras.	Lava su material de laboratorio de manera adecuada.	Lava su material de laboratorio de manera adecuada.	Lava su material de laboratorio de manera adecuada.	Lava su material de laboratorio de manera adecuada.
Ajusta el control de la temperatura del potenciómetro.	Lava el electrodo con la precaución posible.	Prepara los reactivos de acuerdo a las proporciones adecuadas.	Pesa sus crisoles en la balanza analítica y tara la misma.	Filtra su muestra de agua de acuerdo a lo establecido por el protocolo de la norma	Prepara sus medios de cultivo de manera correcta.
Calibra el medidor de pH o potenciómetro de acuerdo a las soluciones amortiguadoras.	Toma la lectura de temperatura de forma adecuada.	Llena sus tubos con reactivos y la muestra de agua en el orden y las proporciones adecuadas.	Anota sus pesos en su bitácora	Utiliza el equipo de protección necesaria para el manejo adecuado de la muestra	Realiza sus pruebas de esterilidad.
Lava el electrodo con la precaución posible.	Lava el electrodo nuevamente con la precaución posible.	Verifica que sus tubos estén bien sellados y toma las precauciones necesarias antes de introducirlos a la estufa.	Utiliza el equipo de protección para introducir sus crisoles a la mufla	Utiliza la centrifuga de manera adecuada	Realiza la siembra de la muestra en cuestiones de esterilidad.
Toma la lectura de pH de forma adecuada.	Maneja adecuadamente el equipo, materiales, reactivos involucrados en	Deja enfriar sus tubos. Prepara el material para titulación, coloca adecuadamente	Utiliza el equipo de protección para introducir sus crisoles	Sigue el protocolo de manera adecuada en cada uno de los días de trabajo	Realiza el conteo de colonias.

	la práctica.	la bureta en el tripie.	a la estufa		
Lava el electrodo nuevamente con la precaución posible.	Muestra disposición para el trabajo en equipo y colabora en el equipo aportando ideas.	Titula sus muestras de manera adecuada.	Utiliza el desecador de forma adecuada	Utiliza el microscopio de manera adecuada para la identificación de microorganismos.	Prepara los reactivos para la identificación de colonias
Maneja adecuadamente el equipo, materiales, reactivos involucrados en la práctica.		Realiza las operaciones y los cálculos adecuados para la determinación de DQO.	Filtra su muestra de agua residual de acuerdo a lo establecido en el protocolo	Realiza sus frotis de acuerdo a lo establecido en el protocolo.	Realiza el vaciado de sus tubos de acuerdo al protocolo
Muestra disposición para el trabajo en equipo y colabora en el equipo aportando ideas.		Muestra disposición para el trabajo en equipo y colabora en el equipo aportando ideas.	Maneja de manera adecuada las muestras de agua residual	Realiza las tinciones de la muestra.	Incuba sus muestras el tiempo necesario

Anexo 21. Rubrica de Proyecto de Investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

RUBRICA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del maestro/a:		Fecha:	
Nombre de los integrantes del equipo:			
Nombre del proyecto:			

No.	CATEGORÍA / NIVEL	EXCELENTE	BUENO	SATISFACTORIO	INSUFICIENTE
1	REDACCIÓN	No hay errores de gramática, ortografía o puntuación.	Casi no hay errores de gramática, ortografía o puntuación.	Unos pocos errores de gramática, ortografía o puntuación.	Muchos errores de gramática, ortografía o puntuación.
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	El planteamiento del problema está fundamentado y existe relación coherente entre objetivos, preguntas de tiempo y espacio, justificación y viabilidad de estudio y perfectamente soportados.	El planteamiento del problema tiene ligeras ambigüedades, los objetivos, preguntas tiempo y espacio, justificación y viabilidad de estudio casi en su totalidad soportados.	El planteamiento del problema es deficiente; los objetivos, preguntas de tiempo y espacio, justificación y viabilidad de estudios tienen coherencia regular.	Falta de coherencia entre objetivos, preguntas de tiempo y espacio, justificación y viabilidad de estudio.
3	MARCO TEÓRICO	Se argumentan, analizan, conceptualizan y contextualizan las perspectivas teóricas, generando una postura propia.	Se argumenta, con un análisis de información adecuado, en un contexto teórico suficiente con una postura parcialmente propia.	La información se expone con un análisis parcial sin llegar a una perspectiva teórica propia.	La información se expone sin coherencia ni análisis propio con ausencia de postura propia.
4	ALCANCE E HIPÓTESIS	Se delimita con claridad el alcance de la investigación y se formula la hipótesis en función de las variables y su relación con los puntos 2 y 3.	Delimitación clara del alcance y la coherencia de la hipótesis es aceptable en función de las variables con los puntos 2 y 3.	Deficiente delimitación del alcance y de la coherencia entre la hipótesis, variables y los puntos 2 y 3.	Nula delimitación del alcance y falta de coherencia entre la hipótesis, variables y los puntos 2 y 3.
5	REGISTRO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	Presentación clara de resultados. Existe un análisis soportado con el marco teórico.	Presentación de resultados acertada con un análisis parcialmente acorde al marco teórico.	Ambigüedad en los resultados y análisis de éstos con poca congruencia.	Presentación errónea de resultados y análisis.
6	CONCLUSIONES	Las conclusiones contestan de manera clara las preguntas de investigación.	Las conclusiones contestan de manera parcial las preguntas de investigación.	Algunas de las conclusiones contestan las preguntas de investigación.	Las conclusiones no contestan de manera clara las preguntas de investigación.
7	DIAGRAMAS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES	Los diagramas, gráficas e ilustraciones están identificados, ordenados, y contribuyen explícitamente al entendimiento del tema.	Los diagramas, gráficas e ilustraciones están identificados, no están ordenados, y contribuyen parcialmente al entendimiento del tema.	Los diagramas no están identificados y no se encuentran ordenados en el texto lo que dificulta el entendimiento del tema.	Uso escaso de diagramas, gráficas e ilustraciones, los cuales no se encuentran identificados ni ordenados por lo que no contribuyen al entendimiento



					del tema.
8	FUENTES Y CITAS TEXTUALES	Relaciona todas las fuentes utilizadas así como las citas textuales, figuras, tablas, gráficas, etc., incluidas en el trabajo, de acuerdo al modelo APA.	Relaciona casi en su totalidad las fuentes utilizadas y las citas textuales figuras, tablas, gráficas, etc., incluidas en el trabajo, de acuerdo al modelo APA.	Relación parcial de las fuentes utilizadas y las citas textuales figuras, tablas, gráficas, etc., incluidas en el trabajo, de acuerdo al modelo APA.	Nula relación de las fuentes utilizadas. No se incluyen las citas textuales figuras, tablas, gráficas, etc., incluidas en el trabajo, de acuerdo al modelo APA.
TOTAL PARCIAL		() (3 puntos)	() (2 puntos)	() (1 punto)	() (0 puntos)
PUNTAJE OBTENIDO					
Firma del maestro:				Firma del alumno:	

INSTRUCCIONES: Marque el criterio que corresponda y calcule el resultado final.

Nota profesor (a): Es necesario que una vez obtenido el total se aplique una regla de tres a fin de generar la ponderación definitiva, para este caso el máximo puntaje es de 80 mismo que equivale al 100%.

Anexo 22. Evaluación entre pares.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TECÁMAC

DIVISIÓN DE BIOTECNOLOGÍA



EVALUACIÓN DEL COMPAÑERO

INSTRUCCIONES: Por cada una de las categorías de evaluación, mostradas a continuación, coloca una “X” en el cuadro que más se aproxime, en cuanto a la descripción de la persona que estás evaluando.

Categorías de Evaluación	1 = Totalmente en desacuerdo	2 = En desacuerdo	3 = De acuerdo	4 = Totalmente de acuerdo
1. Asiste a las actividades de grupo, aunque se retrase un poco en la hora de llegada a la actividad.				
2. Termina todos los trabajos asignados al grupo a tiempo.				
3. Asiste a clase con el material leído y necesario para avanzar satisfactoriamente en las discusiones de grupo.				
4. Escucha atentamente las presentaciones de los demás.				
5. Contribuye a las discusiones en grupo.				
6. Tiene dominio sobre la información que se discute.				
7. Aporta información nueva y relevante en las discusiones que realiza el grupo.				
8. Utiliza el pizarrón para hacer más clara la presentación.				
9. Utiliza recursos apropiados para investigar sobre sus presentaciones.				
10. Presenta ideas lógicas y argumentos.				
11. Realiza preguntas que promueven un entendimiento con mayor claridad y profundidad en lo que respecta a la comprensión.				
12. Comunica ideas e información claramente.				
13. Te ayuda a identificar e implementar técnicas en las que el grupo pueda funcionar mejor.				