



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y  
Tecnología Avanzada

---

**“TÉCNICA POE Y APRENDIZAJE BASADO EN  
PROYECTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE  
DEMOSTRACIONES EXPERIMENTALES DE  
HIDROSTÁTICA Y CALOR”**

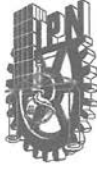
**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO**  
**DE MAestrÍA EN CIENCIAS**  
**EN FÍSICA EDUCATIVA**

**P R E S E N T A :**  
**MARCO AURELIO GUERRERO**  
**ALCO CER**

*Director :Dr. Carlos Israel Aguirre Vélez*



Ciudad de México. Julio de 2017



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 18 horas del día 20 del mes de ABRIL del 2017 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICATA-Legaria para examinar la tesis titulada:  
Técnica POE y aprendizaje basado en proyectos en la implementación de demostraciones experimentales de hidrostática y calor.

Presentada por el alumno:

<u>Guerrero</u> Apellido paterno	<u>Alcocer</u> Apellido materno	<u>Marco Aurelio</u> Nombre(s)							
Con registro: <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </table>			A	1	5	0	2	4	2
A	1	5	0	2	4	2			

aspirante de:


Maestría en Ciencias en Física Educativa

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA


Director de tesis

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Carlos Israel Aguirre Vélez

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Cesar Eduardo Mora Ley

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Mario Humberto Ramirez Diaz

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Isaias Miranda Viramontes

  
 \_\_\_\_\_  
 M. C. E. Ignacio Diaz Mendoza

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

  
 \_\_\_\_\_  
 Dra. Mónica Rosalia Jaime Fonseca





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESIÓN DE DERECHOS*

En la Ciudad de México el día 9 del mes Junio del año 2017, el (la) que suscribe Marco Aurelio Guerrero Alcocer alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Física Educativa con número de registro A150242, adscrito a el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria CICATA-Legaria, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Carlos Israel Aguirre Vélez y cede los derechos del trabajo intitulado Técnica POE y aprendizaje basado en proyectos en la implementación de demostraciones experimentales de hidrostática y calor, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [marco.guerrero@gmail.com](mailto:marco.guerrero@gmail.com), [c\\_aguirre\\_vez@hotmail.com](mailto:c_aguirre_vez@hotmail.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Marco Aurelio Guerrero Alcocer

# ÍNDICE

Resumen	9
Abstract	10
Capítulo 1. Introducción	11
1.1 Antecedentes	12
1.2 Justificación	20
1.3 Preguntas de investigación	21
1.4 Hipótesis	21
1.5 Objetivos	21
1.6 Estado del arte	22
Capítulo 2. Marco teórico	25
2.1 Aprendizaje basada en proyectos	30
2.2 Técnica POE	31
2.3 Demostraciones experimentales en la educación formal	
Capítulo 3. Implementación	35
3.1 Características del objeto de estudio	35
3.2 Implementación	36
3.3 Instrumentos de evaluación / validación	47
Capítulo 4. Resultados y discusión	55
Capítulo 5. Conclusiones y Perspectivas	61
Referencias.	67

# Agradecimientos

- Al CICATA Legaria del Instituto Politécnico Nacional, por la oportunidad de realizar la maestría.
- Al Dr. Carlos Israel Aguirre Vélez, por ser mi asesor en el desarrollo de este trabajo de investigación, que a través de sus sugerencias, recomendaciones y consejos, que fueron invaluable, este trabajo llega a término.
- Al Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz, que con su retroalimentación, sugerencias, y puntos de vista, este trabajo se fue enriqueciendo.
- Al claustro de profesores del posgrado en Física Educativa, por su tiempo y dedicación.
- Al M. C. E. Ignacio Diaz Mendoza, por el apoyo brindado de manera incondicional en la organización de mi tiempo y combinar lo laboral con lo académico.

# Dedicatorias

**A David y Natalia, porque las palabras convencen,  
pero el ejemplo arrastra.**

**A Paty, mi compañera en este viaje llamado vida.**

**A mi madre por ser pilar de mi vida.**

**A mi padre, que se adelantó en el camino.**

## Resumen

El punto de partida de este trabajo de investigación es la ausencia de laboratorio de ciencias, el cual resulta de suma importancia para reforzar lo aprendido en el aula, y por otro lado, el carácter particular del alumno de la Escuela Preparatoria Oficial Núm. 50 de Ecatingo, estado de México, que a grandes rasgos es introvertido, con un nivel bajo en su dominio de las competencias enmarcadas en el bachillerato general, localizado en una zona de alto grado de marginación y con pocas o nulas expectativas de continuar con estudios superiores.

Con este panorama, se hace uso de técnicas basadas en el aprendizaje activo como el aprendizaje basado en proyectos, y el aprendizaje por medio de la predicción, observación, y explicación, para poder afianzar en el alumno el dominio en la habilidad de la expresión verbal, de tal modo que al final de la implementación, este sea capaz de explicar conceptos asociados a demostraciones experimentales de física, específicamente de hidrostática y calor y con ello también cumplir con lo establecido en la RIEMS acerca de las competencias genéricas.

El proceso consta de dos líneas de acción que se mantienen paralelas durante la implementación, por un lado se debe cumplir la adquisición de conocimientos y conceptos de física, que a través de las demostraciones experimentales es posible lograrlo, y por otro lado, mejorar el desempeño en la habilidad de la expresión verbal, por medio de una exposición ante una audiencia que será su interlocutora.

Al final del proceso, resulta evidente que existe un mejor desempeño en cuanto a sus capacidades expositivas, es decir la expresión verbal, se nota la mejora, la cual incluye el uso de términos científicos asociados a los fenómenos físicos que presentan, y así mismo sabemos que el poseer una expresión verbal buena, le permitirá al alumno tener un mejor desempeño, y reforzar cuestiones actitudinales como es la seguridad en si mismo, la autoestima, etc.

# ABSTRACT

The starting point for this research is the absence of a science laboratory, which is extremely important to reinforce what has been learned in the classroom, and on the other hand, the particular character of the student of the Official Preparatory School No. 50 of Ecatingo, state of Mexico, which is basically introverted, with a low level in its domain of competences framed in the general baccalaureate, located in an area of high marginalization and with few or no expectations of continuing higher education.

With this scenario, two techniques based on active learning such as project-based learning, and learning through prediction, observation, and explanation, are used, in order to reinforce in the student the ability of verbal expression, So that at the end of the implementation, it is able to explain concepts associated with experimental demonstrations of physics, specifically hydrostatics and heat and with it also comply with the RIEMS established on generic competences.

The process consists of two lines of action that remain parallel during the implementation, on the one hand the acquisition of knowledge and concepts of physics, which through experimental demonstrations is possible to achieve, and on the other hand, improve performance in the ability of verbal expression, by means of an exposition before an audience that will be its interlocutor.

At the end of the process, it is evident that there is a better performance in terms of their expository abilities, that is to say the verbal expression, the improvement is noticed, which includes the use of scientific terms associated with the physical phenomena they present, and also We know that having a good verbal expression will allow the student to perform better, and reinforce attitudinal issues such as self-confidence, self-esteem, etc.



# Capítulo 1. Introducción

El Bachillerato General en el Estado de México tiene como propósito, de acuerdo a su misión: “...proporcionar educación de buena calidad, que permita a los estudiantes su desarrollo y participación en la sociedad actual. Promover la operación óptima de las instituciones coordinadas por la Dirección General, con base en el compromiso, disciplina, honestidad, responsabilidad, respeto y actitud de servicio...”

El enfoque educativo utilizado de este sistema educativo es el “enfoque por competencias” donde el estudiante al momento de egresar debe cumplir con cierto nivel de dominio de estas. Las competencias denominadas genéricas (o para la vida) abarcan aspectos tales como la capacidad de reflexión, análisis, expresión, valores, ciudadanía, el continuar aprendiendo, etc. y son las que todos los bachilleres deben estar en capacidad de desempeñar; las que les permiten comprender el mundo e influir en él; les capacitan para continuar aprendiendo de forma autónoma a lo largo de sus vidas, y para desarrollar relaciones armónicas con quienes les rodean, así como participar eficazmente en los ámbitos social, profesional y político.

Aunque el modelo señala ciertas directrices básicas, ya en el momento de trasladar esa teoría al aula se debe tomar en cuenta el contexto donde se ubica la población estudiantil a la que se le quiere dar educación. El caso que se trabajó en este estudio corresponde a la Escuela Preparatoria Oficial Núm. 50 (EPO50), la cual, por sus características geográficas y socioeconómicas representó un reto el diseñar y desarrollar las estrategias pertinentes y eficaces que sirvieran al desarrollo en el campo de las competencias de los estudiantes.

La comunidad estudiantil que ingresa a EPO50 entre en promedio con 30 aciertos (de 120 posibles) a través del examen de COMIPEMS para ingreso al bachillerato. Aunque esto no es determinante, nos permite ver un poco el nivel de estudios

previo con el que llegan los alumnos. La comunidad que asiste al plantel antes referido es una comunidad semirural y ante ello se ajustaron y desarrollaron estrategias para este contexto en particular para que los alumnos puedan tener experiencia que les ayuden en el aprendizaje de los contenidos, así el desarrollo de habilidades que le permitan al alumno como individuo remontar las carencias académicas que tiene, además de promover su desenvolvimiento social.

La mayoría de los estudiantes consideran a la Física como una asignatura difícil, abstracta y que, aunque no se comprenda, debe aprobarse a como dé lugar para poder continuar en la escuela. Esta situación que se presenta en diferentes escuelas de muchos lugares del país, incluso en zonas urbanas, tiene como agravante el lenguaje; es complicado para el estudiante traducir palabras a su significado operativo, términos tales como: uniforme, homogéneo, etc., le resultan difícil de definir o no los tiene en su vocabulario.

En este trabajo se considera una propuesta de trabajo que pueda ayudar a conseguir los objetivos marcados en el sistema de bachillerato general, y que mediante técnicas de “Aprendizaje Activo”, les permitan a los estudiantes: 1) una mayor inclusión en su que hacer como alumno, 2) estimular su interés en la ciencia, en los fenómenos físicos que suceden a su alrededor, y 3) poderse comunicar de manera oral usando términos científicos adecuados.

## **1.1 ANTECEDENTES**

### **Sistema de Bachillerato de la EPO50.**

En el año 2008 se publica en el Diario Oficial de la Federación, el acuerdo por el cual se establece el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) en un marco de diversidad, con lo cual, se lleva a cabo el proceso de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (Acuerdo 442, 2008).

En este acuerdo, se trabaja sobre cuatro ejes:

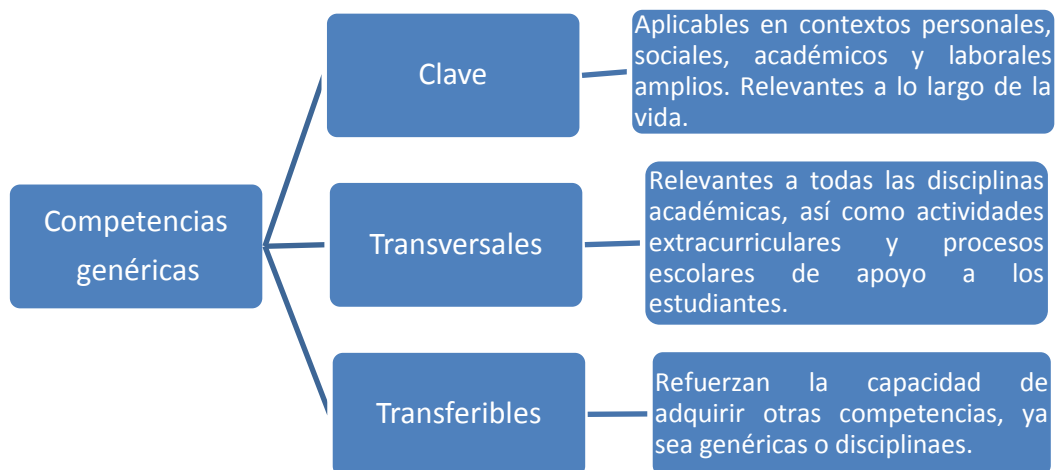
- Marco Curricular Común (MCC) con base en competencias.
- Definición e regulación de las modalidades de oferta.

- Mecanismos de gestión.
- Certificación complementaria del SNB.

El primer eje de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), habla de poder articular en todos los subsistemas de educación media superior del país, un Marco Curricular en común, es decir, busca lograr que los alumnos al término de su pasaje por la educación media superior, hayan adquirido una serie de desempeños expresados como competencias, las cuales divide en:

- Genéricas.
- Disciplinarias básicas.
- Disciplinarias extendidas; y
- Profesionales

Las denominadas Competencias Genéricas constituyen el Perfil de Egreso del alumno dentro del contexto del Sistema Nacional de Bachillerato, y las tipifica de la siguiente manera:



**Figura 1. Esquema de Competencias Genéricas.**

El Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato propone once competencias genéricas, con sus respectivos atributos, y las distribuye de acuerdo a once categorías que pueden ser consultadas en el Acuerdo 444 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de Octubre de 2008 (Acuerdo 444, 2008).

Para efectos del presente trabajo se consideraron las siguientes competencias genéricas:

**Categoría:** Se expresa y comunica

**Competencia:** Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.

**Atributos:**

- Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.
- Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.

**Categoría:** Piensa crítica y reflexivamente.

**Competencia:** Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.

**Atributos:**

- Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones. Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.

- de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.

**Categoría:** Trabaja en forma colaborativa.

**Competencia:** Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.

**Atributos:**

- Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

Las competencias genéricas que constituyen el perfil de egreso de los alumnos del nivel medio superior a nivel nacional, son comunes a todos los subsistemas de educación media superior, por mencionar algunos: COBACH, Bachillerato General, Bachillerato Tecnológico, CONALEP, etc. Y que todos los alumnos deben de estar en capacidad de desempeñar, porque les permitirán comprender el mundo e influir en él, podrán seguir aprendiendo de manera autónoma a lo largo de su vida y desarrollar relaciones armónicas en su contexto social.

Del mismo modo, las competencias disciplinares básicas, son las nociones que expresan conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en diferentes contextos y situaciones a lo largo de la vida (Acuerdo 444, 2008).

Las competencias disciplinares básicas, son independientes del plan y programa de estudios que se curse, y de la trayectoria académica o laboral que el estudiante elija, de acuerdo a cada subsistema existente, y se organizan de la siguiente manera:

Campo disciplinar	Disciplinas
<b>Matemáticas</b>	Matemáticas
<b>Ciencias Experimentales</b>	Física, química, biología y ecología
<b>Ciencias Sociales</b>	Historia, sociología, política, economía y administración.
<b>Comunicación</b>	Lectura y expresión oral y escrita, literatura, lengua extranjera e informática.

**Tabla 1. Campos disciplinares.**

Las competencias disciplinares que se pretenden incidir con este trabajo de tesis, son las correspondientes al campo de las ciencias experimentales. Las competencias disciplinares básicas de ciencias experimentales están orientadas a que los estudiantes conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno.

Tienen un enfoque práctico se refieren a estructuras de pensamiento y procesos aplicables a contextos diversos, que serán útiles para los estudiantes a lo largo de la vida, sin que por ello dejen de sujetarse al rigor metodológico que imponen las disciplinas que las conforman. Su desarrollo favorece acciones responsables y fundadas por parte de los estudiantes hacia el ambiente y hacia sí mismos.

Competencias:

1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
2. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.

3. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
4. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
5. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
6. Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
7. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
8. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
9. Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de impacto ambiental.

En relación con las competencias disciplinares extendidas, éstas se definirán para cada subsistema en particular, de acuerdo a sus propios objetivos, y cabe mencionar que sirven para ampliar y profundizar en los alcances de las competencias disciplinares básicas, y sustentan la formación de los estudiantes en las competencias genéricas.

La Escuela Preparatoria Oficial Núm. 50, con clave de centro de trabajo 15EBH0110U, cuenta con un tipo de sostenimiento público (estatal), y está adscrita a la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México (SE), a la Subsecretaría de Educación Media Superior y Superior, y finalmente al subsistema de Preparatorias Oficiales, y Oficiales Anexas a las Escuelas Normales, en la modalidad de Bachillerato General, con un total de 37 horas-clase a la semana, y que se cursa en tres años lectivos, en modalidad escolarizada.

Se rige de acuerdo a los lineamientos de la Dirección General de Bachillerato (DGB), dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP). En la Figura 1 se presenta el plan de estudios del bachillerato.

CAMPO DISCIPLINAR	SEMESTRE I	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	SEMESTRE 5	SEMESTRE 6			
COMUNICACIÓN Y LENGUAJE	COMPRESIÓN LECTORA Y REDACCIÓN I (3 HRS.)	COMPRESIÓN LECTORA Y REDACCIÓN II (3 HRS.)	LITERATURA Y CONTEMPORANEIDAD I (3 HRS.)	LITERATURA Y CONTEMPORANEIDAD II (4 HRS.)	INGLÉS V (3 HRS.)	INGLÉS VI (3 HRS.)	47		
	ETNOLOGÍAS OIBCOLATINAS (3 HRS.)	INGLÉS II (3 HRS.)	COMUNICACIÓN Y SOCIEDAD (4 HRS.)	INGLÉS III (3 HRS.)					
	INGLÉS I (3 HRS.)	APRECIACIÓN ARTÍSTICA (2 HRS.)	INGLÉS IV (3 HRS.)	INGLÉS IV (3 HRS.)					
MATEMÁTICAS Y RAZONAMIENTO COMPLEJO	PENSAMIENTO NUMÉRICO Y ALGEBRACO (3 HRS.)	PENSAMIENTO ALGEBRACO (3 HRS.)	TRIGONOMETRÍA (3 HRS.)	GEOMETRÍA ANALÍTICA (3 HRS.)	CÁLCULO DIFERENCIAL (3 HRS.)	CÁLCULO INTEGRAL (3 HRS.)	51		
	INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN I (3 HRS.)	INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN II (3 HRS.)	RAZONAMIENTO COMPLEJO (4 HRS.)	INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN IV (3 HRS.)					
			INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN III (3 HRS.)						
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	FILOSOFÍA (4 HRS.)	LÓGICA (4 HRS.)	SOCIOLOGÍA (4 HRS.)	ECONOMÍA (3 HRS.)	HISTORIA DE MÉXICO (3 HRS.)	ÉTICA (4 HRS.)	54		
		ANTROPOLOGÍA SOCIAL (3 HRS.)		HISTORIA UNIVERSAL (4 HRS.)					
	PROYECTOS INSTITUCIONALES I (4 HRS.)	PROYECTOS INSTITUCIONALES II (2 HRS.)		PROYECTOS INSTITUCIONALES III (3 HRS.)					
CIENCIAS NATURALES Y EXPERIMENTALES	SALUD INTEGRAL DEL ADOLESCENTE I (2 HRS.)		FÍSICA I (3 HRS.)	FÍSICA II (3 HRS.)	BIOLOGÍA GENERAL (4 HRS.)	INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (3 HRS.)	51		
								FÍSICA III (3 HRS.)	GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE (3 HRS.)
								QUÍMICA I (3 HRS.)	BIOLOGÍA HUMANA (4 HRS.)
		SALUD INTEGRAL DEL ADOLESCENTE II (2 HRS.)	CIENCIA CONTEMPORÁNEA (4 HRS.)	SALUD INTEGRAL DEL ADOLESCENTE II (2 HRS.)					
COMPONENTES COGNITIVOS Y HABILIDADES DEL PENSAMIENTO	MÉTODOS Y PENSAMIENTO CRÍTICO I (3 HRS.)	MÉTODOS Y PENSAMIENTO CRÍTICO II (3 HRS.)	TOMA DE DECISIONES (3 HRS.)	CREATIVIDAD (2 HRS.)		PSICOLOGÍA (4 HRS.)	29		
	HABILIDADES BÁSICAS DEL PENSAMIENTO (2 HRS.)	GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO (2 HRS.)							
CARGA ACADÉMICA	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	CARGA ACADÉMICA TOTAL (37 HRS.)	TOTAL 222		

Figura 2. Plan de estudios del bachillerato que sigue la EPO50.

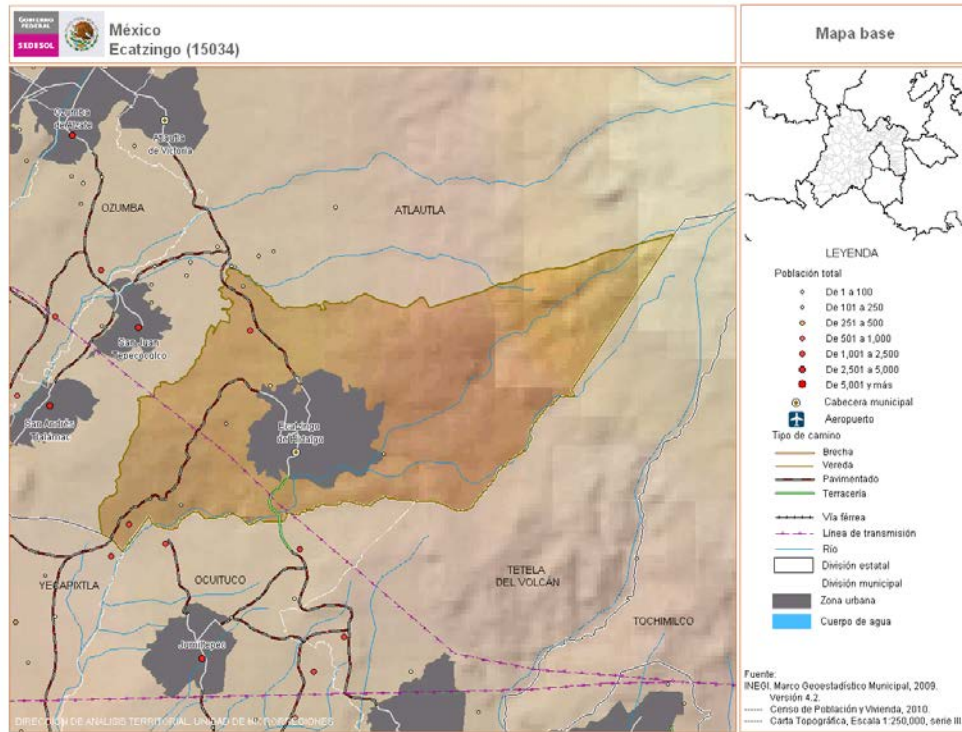
En este plan de estudios se incluye un campo disciplinar más, como resultado de una adecuación de este subsistema en particular, siendo este el campo disciplinar de “Componentes cognitivos y habilidades del pensamiento”, y que para efectos prácticos, toma los atributos de las competencias disciplinares del campo de Comunicación.

### Ubicación Geográfica de la EPO50.

La Escuela Preparatoria Oficial Núm. 50 se encuentra ubicada en el municipio de Ecatzingo, en el Estado de México, cuenta con una población de 9,369 habitantes, según datos del censo 2010, es considerada una población con un grado de marginación alto (SEDESOL, 2013). Colinda al norte con el municipio de Atlautla; al este con el estado de Morelos; al sur con el estado de Morelos; al oeste con el estado de Morelos y con el municipio de Atlautla. Alrededor del 25% de la



población se encuentra en situación de pobreza extrema. (SEDESOL, 2013). Ver Figura 3.



**Figura 3. Ubicación Geográfica de Ecatzingo.**

El municipio cuenta con 5 primarias, 4 secundarias, 1 bachillerato, y en los dos últimos años se incorporó un telebachillerato. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años es de 7.4 (INEGI,2010).

La actividad económica formal es escasa, según datos de los censos económicos del INEGI, Ecatzingo aporta el 0.1 % del total de la entidad federativa, reportando 299 unidades económicas (INEGI, 2014), ocupando el lugar número 109, de 125 municipios. De manera informal, la principal actividad económica es la explotación de la piedra de cantera negra, seguida de la agricultura, principalmente maíz. La explotación maderera es otro de los rubros económicos del municipio, así como también la producción de miel de abeja.

Un número importante de pobladores son beneficiados por distintos programas sociales de carácter federal y/o estatal, como “Oportunidades”, y del mismo modo los programas sociales en forma de becas, son asignados en las diferentes escuelas, como el programa “Yo No Abandono”, “Síguele”, etc.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El contexto sociocultural y económico de la población repercute de manera significativa en las actividades de enseñanza – aprendizaje de la escuela. Por un lado las carencias de la escuela: la escuela no posee un laboratorio de ciencias propiamente dicho, y consecuentemente no existe mobiliario, ni equipamiento que pueda ser utilizado para realizar alguna práctica. Y por el otro lado, como parte de las dinámicas sociales de la comunidad estudiantil, existen problemáticas que inciden en la motivación y ánimo de querer aprender ciencias, tales como: alcoholismo, drogadicción, embarazos adolescentes, ausentismo, falta de interés en la escuela, etc.

Adicionalmente, los estudiantes que asisten de manera regular a la escuela, presentan algunas carencias y/o deficiencias en cuanto a las habilidades de comunicación se refiere, de manera general, el alumno tiende a ser tímido, introvertido, el uso del lenguaje es limitado, su léxico es pobre, y su participación espontánea se podría decir que es casi nula, además de que sus conocimientos del mundo son escasos.

El plan de estudios del Bachillerato General contempla tres cursos de física, y en concordancia con los objetivos de la RIEMS, el alumno a través de las asignaturas debe lograr el desempeño en las competencias genéricas y disciplinares señaladas en el acuerdo 444 (Acuerdo 444, 2008) que, como se indican, son comunes a todo el sistema nacional de bachillerato, esto implica que se deben cumplir independientemente del entorno y/o contexto escolar.

Bajo este panorama, resulta necesario establecer las estrategias pertinentes que permitan cumplir con los objetivos que propone los planes de estudio del bachillerato general, así mismo, para lograr lo anterior, el contexto debe ser

tomado muy en cuenta para el diseño y/o elaboración de dichas estrategias, que le permitan al alumno acceder a niveles satisfactorios del dominio de las competencias, tanto genéricas como disciplinares, y que lo ayuden a integrarse, y ser participativo en la sociedad.

### **1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- A falta de un laboratorio de Física, ¿Qué tipo de actividades prácticas podrían hacer los alumnos que propicien la experimentación, la adquisición de los conceptos y el desarrollo de las competencias en Física?
- ¿Cómo lograr que el alumno en una comunidad semi rural adquiera la habilidad de expresión oral y/o uso de lenguaje científico apropiado?

### **1.4 HIPÓTESIS**

La elaboración de actividades experimentales con materiales de bajo costo y un seguimiento de explicación verbal pueden favorecer la construcción de conocimientos de Física y el desempeño de la expresión oral (adquisición de lenguaje científico) de alumnos de bachilleratos rurales, particularmente de la Escuela Preparatoria Oficial núm. 50.

### **1.5 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Que los estudiantes sean capaces de explicar conceptos de hidrostática y calor usando lenguaje científico apropiado en base a dinámicas de trabajo experimental en el contexto del aprendizaje activo, particularmente Aprendizaje Basado en Proyectos y la técnica POE.

#### **Objetivos Particulares**

- Seleccionar actividades experimentales accesibles en materiales para los temas de hidrostática y calor que los alumnos pudieran llevarlas a cabo.

- Diseñar rubricas para evaluación de exposición oral y para evaluación de un poster.
- Organizar una feria de ciencias para la exposición al público de los trabajos realizados.

## **1.6 ESTADO DEL ARTE**

Mantener un laboratorio equipado y con una funcionalidad total, requiere un esfuerzo enorme si tomamos en cuenta la cantidad de recursos tanto humanos como económicos, además de la voluntad de la autoridad educativa de autorizar dichos recursos. De este modo, existen una gran cantidad de laboratorios escolares que no presentan las condiciones necesarias para poder realizar algún tipo de práctica que promueva el aprendizaje de los alumnos.

Navarro dice: "Justificar la enseñanza de las ciencias no es difícil, basta simplemente mencionar que el enseñarla abre una amplia gama de posibilidades relacionadas tanto con los conocimientos como en el aspecto personal de quien la aprende. Si los alumnos aprenden ciencias se logrará un cambio en su educación, misma que se volverá más integral y les ayudará a tomar conciencia de los diferentes fenómenos que ocurren a su alrededor". (Navarro, 2014).

Por otra parte González afirma que "las actividades experimentales en el laboratorio son parte fundamental para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y sin embargo, muchas veces su implementación puede verse limitada por la carencia de materiales, de instrumentos, por el costo de los reactivos y los riesgos que conlleva una deficiente manipulación, entre otros factores. Como una forma de favorecer la implementación de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias y ayudar a disminuir algunos de los factores que las limitan, y propone una serie de experimentos que utilizan materiales de fácil acceso, reducido costo y de uso cotidiano" (González A, 2012).

Guillarón acerca de las actividades experimentales dice: "El uso de actividades experimentales en la enseñanza de las Ciencias puede contribuir a que los alumnos desarrollen y comprendan los conceptos científicos, despierten la

curiosidad, susciten discusiones, reflexionen sobre los conceptos involucrados, elaboren hipótesis y adquieran espíritu crítico. Además, favorece una mejor percepción de la relación entre ciencia y tecnología y posibilita a los alumnos construir y desarrollar conceptos”.

Y hablando de competencias Lozano comenta: “las competencias son una de las últimas novedades terminológicas incluidas en el sistema educativo. Trasladas desde su origen en el mundo laboral, aparecen explícitamente en el currículo de bachillerato”. Y que en su trabajo plantea una hipótesis interesante: “El uso de elementos de ciencia recreativa en la práctica docente, tales como juegos, juguetes y experiencias demostrativas de marcado carácter lúdico, mejora los aspectos motivacionales en las clases de ciencias, y facilita la adquisición de competencias científicas argumentativas”. Y para él la argumentación consiste en: “básicamente en la evaluación de los enunciados en base a las pruebas y evidencias, justificando con ellas los razonamientos o, dicho de otra manera, la capacidad de relacionar datos y conclusiones, Pero además, la argumentación contiene más elementos típicos del trabajo científico y, también, aglutina muchas de las competencias básicas” (Lozano, 2012).

En definitiva, se ha creado un ambiente de aprendizaje de competencias argumentativas, donde los alumnos exponen sus ideas, sus predicciones y sus conclusiones y las defienden, las argumentan o refutan las que son contrarias, utilizando las pruebas que ofrece la experiencia planteada, incluyendo nuevas experiencias que aportan nuevos datos, realizando sus justificaciones en base a los conceptos teóricos aprendidos, etc.

Bajo este panorama, y analizando los textos citados anteriormente, resulta crucial establecer, que el alumno después de todo este proceso donde él es el principal protagonista, resulta enriquecido en muchos aspectos, dando pauta a que en posteriores aplicaciones de la implementación, se sienta más familiarizado, y por consecuencia, comience a dominar y tener mayor seguridad en sí mismo.



## Capítulo II. Marco Teórico

En los métodos de enseñanza tradicional, el alumno asume un rol de estudiante pasivo, en el sentido de solo ser un receptor de información, y no se ponen en práctica las habilidades de comunicación, de trabajo colaborativo y la creatividad. Limitando con esto la apropiación del conocimiento, y más allá, impidiendo al estudiante construir su propio conocimiento, y en consecuencia no ser capaces de resolver problemas de la vida real.

Diversos autores han postulado que es mediante la realización de actividades que les brinden experiencias diferentes puede ayudar a la construcción de aprendizajes significativos por parte del alumno y de este modo enriquecer su conocimiento del mundo físico y social, potenciando así su crecimiento personal (Díaz Barriga & Hernández, 2010).

De acuerdo con Coll (1990: 441-442), la concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

1. El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje. Él es quien construye los saberes y puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de otros.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.
3. Y la función docente es articular los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.

Hoy más que nunca se tiene una gran cantidad de información a través de los medios es apabullante, y por ello tiene que ser organizada y transformada para los alumnos de modo que puedan establecer las relaciones de dicha información con sus ideas y conocimientos previos. La información que tiene el joven de niveles previos al bachillerato es de donde se parte para empezar la nueva información, y si esta es escasa, pues se requiere un mayor esfuerzo para avanzar más rápido y lograr que el egresado adquiera las competencias que se tienen planeadas.

Otro elemento importante en el aprendizaje es considerar la actividad social, en el cual influye fuertemente el contexto. Las personas aprendemos de muchos lugares y no sólo en la escuela, la comunidad determina mucho de la personalidad, gustos, hábitos, costumbres, saberes y de los individuos en un proceso de aculturación permanente, que en muchos casos se contrapone con las ideas que se pretende transmitir en la escuela.

Así mismo, el lenguaje es un instrumento social que le permite al individuo ser parte de la realidad. En general, la escuela es considerada el lugar donde se construyen las bases del uso formal del idioma. En particular la expresión oral tiene más relevancia en el contexto del tipo de alumnos con el que se trabaja porque, una mejora en este tipo de comunicación, incidirá directamente en la identidad del alumno; ya que, al hacer un uso correcto y adecuado del lenguaje, podrá: desarrollar una autoestima adecuada, incrementar su autoconfianza, establecer lazos de empatía, y en pocas palabras desempeñarse como un ciudadano.

Además de las habilidades que se deben desarrollar en un individuo, independientemente de la asignatura, están también los conocimientos técnicos. El saber hacer, o saber procedimental es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera, es decir es práctico, porque se basa en la realización de varias acciones u operaciones.



Valls (1993) plantea que durante el aprendizaje de procedimientos es importante que el aprendiz comprenda cuál es el objetivo deseado, la secuencia de acciones que se llevarán a cabo y la evolución temporal de las mismas, y establece una serie de etapas, que comprenden:

- La apropiación de datos relevantes respecto a la tarea y sus condiciones. Ésta es una etapa donde se resalta el conocimiento declarativo, sin ser todavía de ejecución de la tarea; se centra en proporcionar al aprendiz la información o conocimiento factual relacionado con el procedimiento en general y las tareas puntuales que se van a desarrollar, así como explicar las propiedades y condiciones para su realización, y las reglas generales de aplicación.
- La actuación o ejecución del procedimiento, donde al inicio el aprendiz procede por tanteo y error, mientras que el docente lo va corrigiendo mediante episodios de práctica con retroalimentación. En esta etapa se utiliza un doble código, declarativo y procedimental, y culmina con la fijación del procedimiento.
- La automatización del procedimiento, como resultado de su ejecución continuada en situaciones pertinentes. Una persona que ha automatizado un proceso muestra facilidad, ajuste, unicidad y ritmo continuo cuando lo ejecuta.
- El perfeccionamiento indefinido del procedimiento, para el cual en realidad no hay final. Marca claramente la diferencia entre un experto (que domina el procedimiento) y un novato (que se inicia en su aprendizaje).

En la enseñanza de un procedimiento no sólo es necesario plantearle al aprendiz el desarrollo ideal del mismo o las rutas óptimas y correctas que conducen a su realización exitosa. También es importante confrontarlo con los errores prototipo, las rutas erróneas y las alternativas u opciones de aplicación y solución de problemas cuando se presenten. A todo lo anterior subyace la noción de fomentar la metacognición y autorregulación del procedimiento, por lo que es indispensable

inducir una reflexión y análisis continuos de las actuaciones procedimentales del aprendiz en un contexto determinado.

El aprendizaje de los procedimientos, o el desarrollo de la competencia procedimental, consiste en un proceso gradual en la que deben considerarse varias dimensiones y que son las siguientes:

- De una etapa inicial de ejecución insegura, lenta e inexperta, hasta una ejecución rápida y experta.
- De la ejecución del procedimiento realizada con un alto nivel de control consciente, hasta la ejecución con un bajo nivel de atención consciente y una realización casi automática.
- De una ejecución con esfuerzo, desordenada y sujeta al tanteo por ensayo y error de los pasos del procedimiento, hasta una ejecución articulada, ordenada y regida por representaciones simbólicas.
- De una comprensión incipiente de los pasos y de la meta que el procedimiento pretende conseguir, hasta una comprensión plena de las acciones involucradas y del logro de una meta plenamente identificada.

Psicólogos de la educación y especialistas en la enseñanza tales como Bonwell y Eison (1991) y Johnson, Johnson y Smith (1991) destacan la importancia de involucrar de forma activa a los alumnos en el proceso educativo. El aprendizaje activo es ahora una parte esencial en la enseñanza de las ciencias, en la que el objetivo fundamental es ayudar a los estudiantes a “pensar como científicos”.

El aprendizaje activo presenta ventajas tanto para los estudiantes, como para los docentes, entre las que resaltan las siguientes:

1. Los estudiantes logran una comprensión más profunda de los conceptos de la asignatura. Trabajan con los conceptos a los niveles cognitivos más elevados (Salemi,2002).
2. Durante la sesión los estudiantes dedican más tiempo a comprender y entender los conceptos, es decir a lograr que las ideas funcionen, en lugar de copiar al pie de la letra lo que el profesor está diciendo (Salemi, 2002).

3. Correcta utilización del vocabulario específico y técnico de la materia. Los estudiantes escuchan y comentan los razonamientos de sus compañeros, lo cual les ayuda a darse cuenta de cuándo necesitan mejorar su comprensión y les da la oportunidad de aprender unos de otros (Kurfiss, 1988).
4. Los profesores reciben una retroalimentación continua respecto a lo que los estudiantes entienden y no entienden (Cross y Angelo, 1993).
5. El aprendizaje activo promueve una actitud positiva ante el aprendizaje y en consecuencia una mayor motivación hacia la materia (McGregor, 2000).
6. Los estudiantes se benefician de la interacción en clase con sus compañeros. Aprenden a escuchar de forma crítica, a preguntar aquello que no entienden y a plantear dudas cuando no están de acuerdo (Johnson, Johnson y Smith, 1998).

El aprendizaje activo tiene como principal característica el que propicia una actitud activa del alumno en la clase, en contraposición de lo que ocurre con la enseñanza tradicional, donde el estudiante se limita a tomar notas del pizarrón. Es decir, para que exista aprendizaje activo los estudiantes deben hacer mucho más que simplemente oír pasivamente, ellos y ellas deben: leer, cuestionarse, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y principios, resolver problemas.

El aprendizaje activo implica también que el estudiante este expuesto continuamente a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior: análisis, síntesis, interpretación, inferencia y evaluación, (González, 2000). Con este método los estudiantes adquieren un mayor compromiso en las actividades, aprenden a reconocer cuánta información se necesita y en qué momento, propicia el desarrollo de habilidades, aprenden a aprender, incrementa su nivel de motivación, desarrollan habilidades de orden superior y están preparados para transferir lo que se ha aprendido a problemas y escenarios nuevos.

Los métodos de enseñanza que promueven el aprendizaje activo se enmarcan dentro de la teoría constructivista del aprendizaje. Según esta teoría los estudiantes son el eje y los protagonistas del proceso y son ellos quienes deciden cuándo y cómo quieren aprender, mientras que el docente guía, planea, orienta, motiva, retroalimenta y evalúa a los estudiantes.

Entre todas las técnicas didácticas que se circunscriben en el aprendizaje activo se encuentra el “Aprendizaje mediante proyectos”, conocido también como “Enfoque de proyectos”. En esta técnica didáctica los proyectos que desarrolla el alumno dependen en gran medida de sus intereses académicos y personales.

Un proyecto puede ser considerado como:

- a) Una actividad propositiva que los alumnos realizan.
- b) Para su logro, supone cierta libertad de acción dentro de los marcos curriculares en que se trabaja.
- c) Orienta a una actividad o producto concreto.
- d) Y es valioso como experiencia pedagógica porque permite el desarrollo o adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes (competencias) determinadas.

Las características básicas como estrategias de enseñanza para que los alumnos las realicen colaborativamente, son las siguientes (Diaz Barriga, 2006):

- a) Establecer el propósito y el por qué del proyecto. En este caso lo que origina el proyecto es un tema o idea general que deberá depurarse y plasmarse en la formulación de metas y objetivos.
- b) Documentación del tema a abordar. Es necesario recurrir a fuentes de información impresas y digitales, para plantear el proyecto de una forma más clara y viable.
- c) Planificar el proyecto. Se requiere dejar por escrito una estrategia del abordaje del proyecto que permita conseguir las metas que lo presiden.
- d) Realizar el proyecto. Puesta en marcha del proyecto de acuerdo con lo planificado en el paso anterior.

- e) Valoración de la experiencia. Pueden realizarse algunas actividades reflexivas sobre la experiencia y derivarse algunas conclusiones finales.
- f) Publicación del proyecto. Conviene hacer, para darle mayor importancia al trabajo y el esfuerzo invertido en cada proyecto, una actividad colectiva en la que se publiquen los productos conseguidos por medio de una feria o coloquio, en las que participe la comunidad educativa.

Resulta conveniente que para la evaluación de proyectos habría que centrarse no sólo en los productos finales, sino también atender en tiempo los trabajos parciales y el proceso seguido durante la realización de los mismos.

Otra técnica también de aprendizaje activo es la denominada POE (Predicción-Observación-Explicación) en la cual se le presenta a un alumno un fenómeno físico y se le invita a que proponga ideas para hacer una predicción acerca de lo que espera que ocurra, para, después de observar el fenómeno, encontrar una explicación de lo que ha observado basada en un modelo.

Predecir, observar y explicar (POE) es una estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprenden los alumnos sobre un tema al ponerlos ante tres tareas específicas:

1. El alumno debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta o que él mismo realiza, a la vez que debe justificar su predicción;
2. Después, debe observar lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente, y,
3. Finalmente, debe explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones (Hernández, 2011).

Una manera de aplicar la técnica POE es mediante la realización de demostraciones experimentales. En este tipo de actividades prácticas se carece de toma de datos y de tratamiento de los mismos, ya que el objetivo es dar a conocer un fenómeno físico o ilustrar un aspecto de la teoría. En la implementación de las demostraciones experimentales bajo la técnica POE, el profesor debe exponer claramente lo que pretende, lo que hace y lo que pasa en

todo momento, y debe invitar a los alumnos a que se involucren en el experimento que puede tener un resultado no tan fácil de predecir en su resultado. Los resultados inesperados deben resaltarse. Las paradojas suelen ser importantes para mantener el interés.

Para Márquez (1996) son muchas las ventajas pedagógicas que se derivan de las demostraciones de aula:

- Ponen de manifiesto el carácter experimental de las ciencias físicas.
- Ayudan a la comprensión de los conceptos científicos, para que sean adquiridos, siempre que sea posible, por vía de la experimentación.
- Ilustran el método inductivo, ya que van desde el caso particular y concreto al mundo de las leyes generales, desarrollando la intuición del estudiante. Con ayuda de las demostraciones de aula los procesos inductivos y deductivos quedan integrados en un único proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la Física y los fenómenos del mundo real.
- Permiten mantener una conexión cronológica entre teoría y experimentación, ya que las prácticas de laboratorio por dificultades de organización no se suceden con los conceptos explicados en las clases teóricas. Las demostraciones de aula se insertan en el momento oportuno, en el que el nuevo concepto físico se introduce o se explica.

Las demostraciones de aula tienen otras virtudes pedagógicas intrínsecas además del apoyo que suponen a la teoría, ya que motivan al estudiante, promoviendo la interacción alumno-profesor, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor y los alumnos y de estos entre sí, etc. Si en las actividades se utilizan materiales de bajo costo o accesibles a los estudiantes, existe la posibilidad de reproducirlas posteriormente en casa. Algunas que son muy espectaculares, dejan un estímulo emotivo intenso en los alumnos que lo recuerdan durante más tiempo que una simple clase expositiva.

Las demostraciones presentan ventajas como las siguientes (Riveros, 1995):

- 1 Comunicación: Se establece una comunicación entre el profesor y los alumnos cuando antes de hacer la demostración, se pregunta "¿qué creen ustedes que suceda si ...? La demostración subsecuente debe ser clara y concisa para que el alumno pueda encontrar la respuesta.
- 2 Ilustración de conceptos Existe la tendencia de usar principalmente demostraciones cualitativas, simples y de poca duración, de tal manera que se ilustre un concepto físico bien definido.
- 3 Motivación Una demostración sirve de motivación para estudiar un fenómeno. También sirve de ejemplo para que el alumno se vea tentado a diseñar o idear demostraciones con equipo y material lo más sencillo posible o de fácil adquisición. El alumno se da cuenta que con equipo casero puede realizar experimentos.

Es importante señalar que para que la comunicación tenga éxito, el profesor debe tener un alto grado de conocimiento pedagógico para que pueda responder creativamente a las preguntas inesperadas de los estudiantes, y de esta manera enriquecer el trabajo en la demostración experimental.

En las demostraciones es necesario que los estudiantes hagan predicciones basadas en sus puntos de vista, en sus conocimientos previos y que estas se contrasten con las predicciones hechas por sus propios compañeros o bien de las que se hayan hecho desde el punto de vista científico y que son propuestas por el profesor en caso de que no hayan sido expuestas.







# Capítulo 3. Implementación

## 3.1 Características del objeto de estudio.

Caracterizando a la población estudiantil de la Escuela Preparatoria Oficial Núm. 50, si bien no se puede considerar homogénea, si comparte algunas características en común, las cuales se toman como línea base para poder adecuar el presente trabajo y de allí partir con la implementación.

Algunas de las características que se mencionan son: Pertenecen a familias de economías bajas; bajo nivel académico de los núcleos familiares; pocas o nulas expectativas de cursar estudios superiores; familias numerosas. En consecuencia los alumnos presentan: Baja autoestima; dificultades en la expresión verbal en general; pocas expectativas de un futuro profesional.

Adicionalmente a las carencias socioeconómicas de los alumnos, el otro factor que impacta en el desempeño de los estudiantes es la falta de infraestructura adecuada para el aprendizaje de ciencias: Los laboratorios constan de mesas de cemento con algunas instalaciones y no habilitadas, bancos insuficientes en número, sin equipamiento, ni materiales, que se utilizan para diferentes materias de ciencias, es decir no son espacios exclusivos para Física, hay carencias también en recursos de cómputo y tampoco hay acceso a internet.

En el pueblo se cuenta con comercios pequeños (tiendas, papelerías, ferreterías) con limitada variedad de productos, pero en el que se pueden conseguir materiales para poder llevar a cabo las demostraciones experimentales como las que aquí se presentan. Así mismo hay lugares en los que se rentan equipos de cómputo (ciber-cafés) con conexión a internet y es la manera en que los alumnos pueden consultar información.

Así, con elementos de uso cotidiano, y aunque sea con equipo rentado, los alumnos pudieron llevar a cabo las actividades que se les solicitaron en la actividad.

### **3.2 Implementación.**

La finalidad de las actividades es que, a través de la aplicación de ciertas técnicas del aprendizaje activo, particularmente aprendizaje basado en proyectos utilizando la Técnica POE, pudieran llevar a cabo la construcción de prototipos y mostrar las demostraciones experimentales. Estas actividades además de tratar de solventar la falta de laboratorios experimentales, pretenden ayudarles a tener un mejor desempeño en sus habilidades de expresión verbal, de tal forma que fuera evidente que el alumno incorporaba a su léxico, palabras y tecnicismos relacionados con la materia que nos ocupa, además ser capaz de explicar ante una audiencia un fenómeno físico e incluso poderlo recrear.

Previamente a la construcción de cualquier cosa, se les explicó a los estudiantes la metodología del aprendizaje basado en proyectos y en qué consistía la técnica POE. Se llevó a cabo una demostración experimental a modo de ejemplo, para que el alumno pudiera percatarse de qué era lo que se esperaba de él, es decir, trazar la hoja de ruta de su proyecto de demostración experimental, la recopilación de información y en su momento de llevar a cabo la realización del experimento marcar las etapas de predicción, observación y de explicación, acorde al experimento, y contrastar con sus ideas previas.

El plan de estudios, como ya se ha mencionado anteriormente, incluye tres cursos de física (Física I, II y III) se imparten en los semestres tercero, cuarto y quinto respectivamente. Se trabajó con dos grupos de escolares del curso de Física II, particularmente los temas de hidrostática y calor, se creó una lista de experimentos, y se organizaron equipos de trabajo. La metodología consistió en organizar los grupos en equipos de trabajo de 4 integrantes, de tal forma que a cada equipo le fuera asignada una actividad experimental diferente. Cada equipo se encargó de buscar información del tema, y de preparar dos evidencias de aprendizaje: un cartel informativo que plasmara toda la información relevante y una exposición donde llevaran a cabo la demostración experimental utilizando la estrategia POE.

La selección de la demostración experimental a realizar fue hecha al azar, pero cada uno de los equipos de trabajo debería tener información de cada uno de los experimentos a realizar, esto con la finalidad de que en el momento de llevarse a cabo las demostraciones experimentales, los momentos de la explicación, pudiera surgir como espacios de preguntas y respuestas y debate de ideas en el sentido de dejar clarificado el fenómeno físico presentado.

En una primera ronda de exposiciones, los alumnos llevaron a cabo las demostraciones experimentales asignadas ante sus compañeros de grupo, quienes participaron de manera activa de acuerdo a los lineamientos de la técnica POE. Posterior a esto, en cada clase, hubo un periodo de retroalimentación por parte del profesor a cada uno de los equipos para corregir errores de concepto, de ejecución, y de expresión oral. Además se afinaron detalles de la exposición final, que fue ante un público distinto de sus compañeros de clase, y a modo de una feria de ciencias, se expuso un cartel con la información referente a su experimento. De esta manera los alumnos tuvieron la oportunidad de expresarse de manera verbal al menos en dos ocasiones.

Los experimentos elegidos fueron: Palanca Hidráulica, Trasvase de agua por efecto sifón, Fuente de Herón, Temperatura y dilatación lineal, Conducción térmica, Cómo calentar agua en un vaso de papel, Creación de hielo instantáneo y regelación. Es de resaltar que la construcción de los prototipos con los cuales se llevó a cabo cada demostración experimental, son de elaboración de los propios alumnos, utilizando materiales de bajo costo y fácil adquisición.

Cada actividad pueden ser clasificada de acuerdo al tipo de concepto que se desea aborda y/o resaltar, y cada una posee mayor o menor dificultad en su elaboración. A continuación se describen las demostraciones experimentales que se trabajaron con los alumnos y que fueron tomadas de algunos textos consultados como los expuestos en (Aguirre et al, 2007).

## 1. PALANCA HIDRÁULICA

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará una aplicación del principio de Pascal.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es la presión?
2. ¿Qué es un fluido incompresible?

### Introducción:

Ley de Pascal: la presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a todas las partes del fluido y las paredes del recipiente.

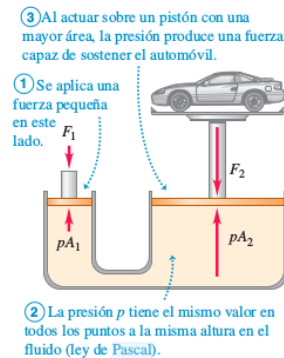
Pascal enunciaba: *Si en un recipiente lleno de agua y completamente cerrado, que tenga sólo dos aberturas, una de las cuales es cien veces mayor que la otra, se pone un émbolo en cada una de ellas, que ajuste perfectamente, y si un hombre empuja el émbolo pequeño, entonces ejercerá una fuerza igual a la de cien hombres que empujen el émbolo que es cien veces mayor, y superará la fuerza de noventa y nueve hombres.*

El elevador hidráulico que se representa en la figura 1 ilustra la ley de Pascal. Un pistón con área transversal pequeña  $A_1$  ejerce una fuerza  $F_1$  sobre la superficie de un líquido (aceite). La presión aplicada  $P = \frac{F_1}{A_1}$  se transmite a través del tubo conector a un pistón mayor de área  $A_2$ . La presión aplicada es la misma en ambos cilindros, así que:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{y} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

El elevador hidráulico es un dispositivo multiplicador de la fuerza con un factor de multiplicación igual al cociente de las áreas de los pistones. Las sillas de los dentistas, los gatos hidráulicos para autos, muchos elevadores y los frenos hidráulicos se basan en este principio.

El elevador hidráulico es una aplicación de la ley de Pascal. El tamaño del recipiente lleno de fluido se ha exagerado por claridad.



### Demostración:

El equipo investigó y decidió llevar a cabo la demostración a través de una aplicación de la palanca hidráulica. En este caso en específico se construyó un brazo articulado el cual tenía movimiento a través de jeringuillas que hacían el papel de un cilindro hidráulico.



## 2. TRASVASE DE AGUA POR EFECTO SIFÓN

### Objetivo:

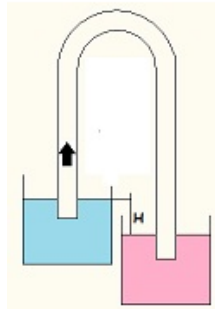
El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará qué es el efecto sifón y diferenciará las diferentes tipos de presiones.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es un sifón?
2. ¿Qué es presión hidrostática?
3. ¿Qué es la presión atmosférica?

### Introducción:

Un sifón es un dispositivo hidráulico que se utiliza para trasvasar un líquido de un recipiente a otro. Consiste simplemente en un tubo en forma de U invertida, en la que una de las ramas es más larga que la otra. Queremos trasvasar agua entre dos depósitos (vasos), uno más alto que el otro, hasta que se igualen los niveles de agua. El problema que se nos presenta es que necesitamos que el agua ascienda. Funciona como lo muestra la figura.



Si le damos la vuelta al sifón y llenamos completamente de agua (o de fluido a trasvasar), tapamos los extremos, y los introducimos en cada uno de los recipientes. Comprobamos que el

agua fluye de un recipiente a otro, hasta que se igualan las alturas de los depósitos. ¿Qué ha sucedido?

Como sabemos los puntos a la misma altura tienen igual presión hidrostática. Estamos comunicando dos depósitos de distinta presión por lo que circulará del de mayor presión al de menor, hasta que el nivel de los fluidos se iguale.

Si el tubo está inicialmente lleno, el líquido comienza a fluir. El movimiento del líquido se describe por la ecuación de Bernoulli:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{constante}$$

Mediante esta ecuación es posible determinar la velocidad de salida del líquido en el extremo libre del tubo, así como la presión en cualquier punto de su interior.

### Demostración:

El equipo investigó y decidió llevar a cabo la demostración a través de un sifón simple, haciendo succión por el extremo de una manguera mientras que el otro extremo se encuentra sumergido en el líquido, la cohesión del agua y la diferencia de presiones permiten el transvase del líquido de un recipiente a otro.



### 3. FUENTE DE HERÓN

#### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará un prototipo denominado Fuente de Herón, donde se aprecian las presiones hidrostática y neumática en acción.

#### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es la presión?
2. ¿Qué es presión hidráulica?
3. ¿Qué es presión neumática?

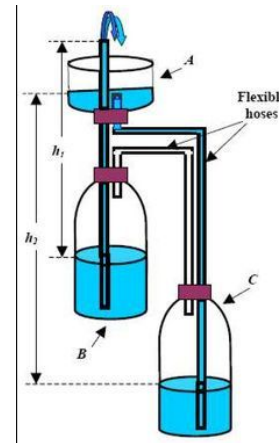
#### Introducción:

Herón de Alejandría, según varios escritos, presentó muchos modelos de fuentes utilizando flotadores, palancas y poleas para mover estatuas y aire comprimido para producir un sonido silbante. Escribió la neumática, un tratado que incluía descripciones de sifones, válvulas, bombas y una rudimentaria máquina de vapor. Uno de estos ingenios era una fuente que funcionaba "a presión" sin ninguna fuente energética suplementaria, a esta fuente se le llamaría la Fuente de Herón.

Tenemos que apreciar que:

- Es siempre más el agua que desciende que la que asciende y sale en forma de chorro.
- Por lo tanto, si se va más agua de la fuente superior que la que entra, el proceso de realimentación no es eterno, sino temporal.
- El circuito seguirá retroalimentándose hasta que el nivel del agua del recipiente intermedio quede por debajo de la apertura del tubo que asciende hasta la bandeja superior.

El agua asciende del recipiente intermedio a la bandeja superior empujada por la presión que ejerce el aire que es desplazado del recipiente inferior al intermedio debido al agua que va llenando el recipiente inferior a partir de la bandeja superior. La clave está en que tanto el recipiente inferior como el intermedio estén herméticamente cerrados.



#### Demostración:

El equipo investigó como construir una fuente de Herón, y adaptó con materiales de bajo costo, una de estas fuentes.



#### 4. TEMPERATURA Y DILATACIÓN LINEAL

##### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará cómo pueden variar las dimensiones de un cuerpo por efecto de la temperatura.

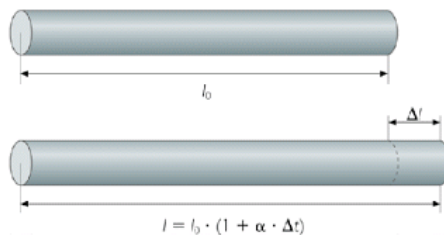
##### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es temperatura?
2. ¿Qué es la dilatación por efecto de temperatura?
3. ¿Qué ocurre a nivel molecular en un material cuando se dilata térmicamente?

##### Introducción:

La dilatación es el aumento de volumen de un cuerpo por la separación de sus moléculas y disminución de su densidad al elevarse su temperatura o disminuir la presión a la que está sometido, sin que se produzca ningún cambio en su naturaleza.

La dilatación lineal es aquella en la cual predomina la variación en una única dimensión, o sea, en el ancho, largo o altura del cuerpo.



Y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$

Donde:

$\Delta L$  = Es el incremento en la longitud.

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal.

$\Delta t$  = Diferencia de temperaturas.

##### Demostración:

El equipo decidió llevar a cabo una demostración utilizando monedas y un recipiente, en el cual a través de una rendija, pasaban la moneda, posteriormente se calentaban las monedas y con esto se producía un aumento de la longitud de la moneda, con lo que resultaba imposible entrar por la rendija





## 5. CONDUCCIÓN TÉRMICA

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará la conducción térmica.

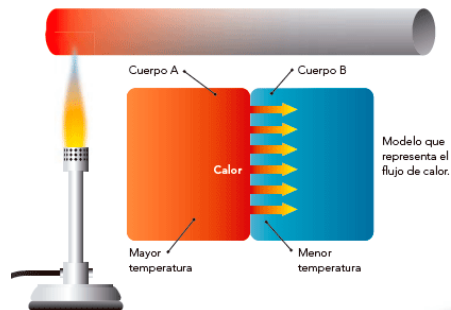
### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es el calor?
2. ¿cómo se transmite el calor?

### Introducción:

La diferencia de temperatura entre distintos puntos de un medio genera procesos de intercambio de calor. Ellos pueden ser debidos a tres mecanismos: conducción, convección y radiación. La capacidad de conducir calor es una propiedad que depende de la estructura interna de cada sustancia. En el proceso de conducción térmica, la transferencia de calor puede ser interpretada en la escala atómica como un intercambio de energía entre las partículas microscópicas (moléculas, átomos ó electrones libres), en la cual las partículas más energéticas entregan energía a las menos energéticas a través de colisiones.

La conducción es uno de los tipos de transferencia térmica que permite que el calor se transmita de un objeto caliente a uno frío.



La conducción difiere de la convección en que, en conducción, no hay transporte de materia. El calor, que es una forma de energía, corresponde a la agitación de los átomos de la materia.

La conducción térmica involucra propagación, por contacto, de esta agitación, y por ello del calor. La posición media de los núcleos se mantiene fija. Éste es así el principal modo de transferencia de calor en sólidos.

### Demostración:

En este caso el equipo realizó una demostración con un alambre de cobre que previamente adhirió clips metálicos con cera de una vela, espaciados cada 5 cm, y en el proceso de la demostración, el calor iba derritiendo la cera en medida que “avanzaba” sobre el alambre.



## 6. AISLANTES TÉRMICOS

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará una aplicación de los materiales con baja capacidad de transmisión del calor a los que comúnmente se les denomina aislantes térmicos.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es un aislante térmico?
2. ¿Qué aplicaciones existen?

### Introducción:

La diferencia de temperatura entre distintos puntos de un medio genera procesos de intercambio de calor. Ellos pueden ser debidos a tres mecanismos: conducción, convección y radiación. La capacidad de conducir calor es una propiedad que depende de la estructura interna de cada sustancia. En el proceso de conducción térmica, la transferencia de calor puede ser interpretada en la escala atómica como un intercambio de energía entre las partículas microscópicas (moléculas, átomos ó electrones libres), en el cual las partículas más energéticas entregan energía a las menos energéticas a través de colisiones. La conducción es uno de los tipos de transferencia térmica que permite que el calor se transmita de un objeto caliente a uno frío.

La conducción difiere de la convección en que, en conducción, no hay transporte de materia. El calor, que es una forma de energía, corresponde a la agitación de los átomos de la materia.

La conducción térmica involucra propagación, por contacto, de esta agitación, y por ello del calor. La posición media de los núcleos se mantiene fija. Éste es así el principal modo de transferencia de calor en sólidos. Un aislante térmico, es un material que se opondrá al flujo de calor, de tal manera que la conductividad térmica sea casi nula.

Materiales aislantes:



### Demostración:

El equipo se dio a la tarea de recabar materiales aislantes, y compararlos entre sí, para ver cuál era mejor aislante térmico, ya sea con agua caliente, o con agua fría.



## 7. COMO CALENTAR AGUA EN UN VASO DE PAPEL

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará la importancia del calor específico y como este influye en el comportamiento de los materiales.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es calor específico?
2. En la práctica ¿qué implica que un material tenga un alto o bajo valor de calor específico?

### Introducción:

El agua absorbe la energía calorífica antes que el papel, y la temperatura del vaso no aumenta por encima de la temperatura del agua. El agua es un líquido con una gran capacidad de absorber calor antes que ella misma se caliente, gracias a la estructura y ordenamiento de sus moléculas.



### Demostración:

El equipo investigó y decidió llevar a cabo la demostración a través de un recipiente de papel conteniendo agua, donde este al calentarse no se quemaba. Se sabe que el agua tiene un alto calor específico.



## 8. CREACIÓN DE HIELO INSTANTÁNEO

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará cómo se puede crear hielo de manera instantánea a través de un proceso de superenfriamiento.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es superenfriamiento?
2. ¿qué es solidificación?
3. ¿qué es punto de congelamiento?

### Introducción:

El superenfriamiento consiste en enfriar un líquido por debajo de su temperatura de fusión, sin que este llegue a solidificarse. Si en nuestro caso, el agua se enfría paulatinamente y no presenta impurezas, su temperatura puede bajar por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$ , que es su temperatura de fusión (por ejemplo llevar el agua a temperatura entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $-4^{\circ}\text{C}$ ). Se dice entonces, que el agua ha sobrepasado su temperatura de fusión, lo que hace que entre en un estado que puede parecer estable (líquido superenfriado), pero que a la más mínima perturbación, este va a decaer a un estado completamente estable (sólido), esto es suficiente para que con un simple golpe se produzca el fenómeno que se pretende demostrar.



### Demostración:

Ya en la práctica, el equipo encontró que el fenómeno se lleva a cabo de mejor manera si utiliza botellas de agua nuevas que se colocan 30 minutos al congelador previamente a realizar la demostración. Si se llenan botellas no sucede el fenómeno tal vez por el contenido de sales del agua local.



## 9. REGELACIÓN

### Objetivo:

El alumno a través de esta demostración experimental, mostrará qué es la regelación.

### Preguntas Previas:

1. ¿Qué es la regelación?
2. ¿Qué aplicaciones tendría la regelación?

### Introducción:

La regelación es el fenómeno físico de derretir un material bajo presión y que se congele nuevamente cuando la presión se reduce. La regelación puede ser mostrada colocando un alambre fino sobre un bloque de hielo con dos pesas suspendidas en los extremos. La presión sobre el hielo derrite lentamente la parte en contacto con el alambre, permitiendo que éste pase a través de todo el bloque. El camino seguido por el alambre a medida que va derritiendo el hielo se va recongelando a medida que la presión disminuye, lo que permite que el bloque permanezca sólido incluso cuando el alambre lo haya atravesado completamente.



### Demostración:

El equipo investigó y decidió llevar a cabo la demostración utilizando un bloque de hielo, y un bloque de concreto a modo de pesa. El alambre se coloca encima del bloque de hielo y los extremos se atan al bloque de concreto, para que el peso del bloque ejerza una fuerza y junto con la diminuta área transversal del alambre se genere en la superficie en contacto una presión suficiente para fundir el hielo a temperatura ambiente de modo que el alambre traspase el material pero no lo corta porque la misma baja temperatura vuelve a congelar la porción de hielo derretida



### 3.3 Instrumentos de evaluación

Resulta necesario que en el proceso de evaluación de las competencias, se establezcan criterios que permitan conocer el nivel de desempeño de estas, y que sean lo más objetivos posible.

Es así que el contexto donde se pretende evaluar una competencia, debe cubrir dos requisitos esenciales: por un lado la competencia debe ser evaluada en el plano de la acción, y por el otro se debe de plantear en situaciones realistas, es decir, cercanas a lo que el alumno se podría enfrentar en su vida cotidiana.

Coll y Valls (1992) dicen sobre la evaluación de procedimientos:

1. Los procedimientos no deben ser evaluados como acontecimientos memorísticos. La evaluación que solicite que los alumnos “reciten” los pasos de un determinado procedimiento está valorando una parte muy limitada del mismo.
2. Debe evaluarse la significatividad de los mismos (funcionalidad y flexibilidad).

El alumno aprende que un procedimiento es un conjunto de acciones que tienen una relación de orden, y que van encaminadas a obtener una meta o un fin, y para lograr una valoración integral de los procedimientos, se deben contemplar las siguientes dimensiones (Valls, 1998):

- La adquisición de la información sobre el procedimiento. Los alumnos deben conocer la información del procedimiento en forma suficiente y relevante, esto le permitirá saber qué y cuándo hacer uso de él, así como en qué condiciones usarlo y que decisiones tomar (dimensión del conocimiento del procedimiento).
- El uso o conocimiento y el grado de comprensión de los pasos involucrados en el procedimiento. Qué el alumno sepa cómo ejecutarlo y que logre un dominio apropiado de las acciones que lo componen (dimensión de uso del procedimiento).

- El sentido otorgado al procedimiento. Que los alumnos sean capaces de apreciar o valorar su actuación al ejecutarlo, dándole un sentido (dimensión valorativa del procedimiento).

Para lograr que el procedimiento sea aprendido en forma completa, se deberán contemplar en la enseñanza todas las dimensiones que componen dicho procedimiento, para que el alumno lo llegue a ejecutar de manera autónoma y autorregulada.

En el momento de la evaluación, del mismo modo se deben de considerar las dimensiones antes descritas, y tomarse en cuenta cada una de ellas, tomando como ejemplo las siguientes estrategias:

- Evaluación por observación. El profesor identifica si el alumno conoce los pasos del procedimiento.
- Solicitar a los alumnos que nombren los pasos del procedimiento, si están todos y si están en el orden adecuado.
- Solicitar a los alumnos que expliquen a otros el procedimiento. Aquí se podrá observar si el alumno indica los pasos adecuadamente, si sigue las instrucciones de forma correcta.

Saber ejecutar el procedimiento es importante y se pueden considerar tres aspectos esenciales:

- La composición y organización de las operaciones que conforman el procedimiento. Se refiere a que los alumnos sean capaces de ejecutar todos los pasos.
- El grado de automaticidad de la ejecución. El alumno deberá llegar a dominar el procedimiento al grado de ser capaz de automatizarlo.
- Saber utilizar de manera generalizada o discriminada el procedimiento y emplearlo de forma reflexiva y condicional.

La observación y seguimiento directo de la ejecución del procedimiento, durante la etapa de la enseñanza, la evaluación formativa y formadora resulta crucial, para

que el alumno aprenda a ejecutarlo. Posteriormente el análisis de los productos logrados después de aplicar el procedimiento, utilizando una serie de criterios claramente definidos sobre lo que nos interesa valorar.

Se debe valorar el esfuerzo, el grado de interés mostrado, el gusto por ejecutar la tarea, la implicación personal, el cuidado en la ejecución, la persistencia, el afán de superar dificultades, etc., que son aspectos que el alumno demuestra después de un periodo de aprendizaje.

Las rúbricas son guías de puntaje que permiten describir el grado de dominio que un alumno tiene al ejecutar una tarea (proceso o producto) (Airasian, 2001). Este tipo de instrumento se ajusta adecuadamente al presente trabajo, porque:

- Está basada en criterios de desempeño claros.
- Se usa para poder evaluar los productos y los procesos de los alumnos.
- Describe lo que se aprenderá.
- Ayuda a que el alumno supervise y reflexione acerca de su propio trabajo.
- Coadyuva a eliminar la subjetividad en la evaluación.

Y algo muy importante a resaltar, que la rúbrica permite obtener una retroalimentación casi de manera inmediata, porque permite acortar el tiempo de retorno al ofrecer resultados cualitativos y cuantitativos basados en los criterios previamente definidos.

El proceso de desarrollo/adquisición de las competencias se monitorea a través de una rúbrica diseñada ex profeso para las demostraciones experimentales, con ella se pretende tener un parámetro de partida o línea de base, sobre la cual, después del proceso se hará una comparativa, teniendo como expectativa que el alumno haya incrementado su habilidad en las competencias involucradas.



## RÚBRICAS PARA EVALUAR DEMOSTRACIONES

		Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	puntos
Puntaje		4	3	2	1	
<b>DISEÑO</b>	<b>Objetivos</b>	<p>El propósito u objetivo de la demostración se presenta con claridad.</p> <p>Se presenta con claridad una hipótesis.</p> <p>El alumno identifica con claridad los elementos conceptuales que involucra la demostración.</p>	<p>Se presentan algunos elementos que indican el objetivo o propósito de la demostración.</p> <p>Se esbozan elementos de una hipótesis, pero no es clara ni completamente estructurada.</p> <p>Se ubican la mayoría de los elementos conceptuales que involucra la demostración.</p>	<p>Sólo se menciona algún elemento relativo al propósito u objetivo de la demostración, sin identificarse claramente.</p> <p>Existen elementos de la hipótesis, pero no se presenta estructurada ni delineada.</p> <p>Se ubica sólo un elemento conceptual involucrado en la demostración.</p>	<p>No se identifica el propósito u objetivo de la demostración.</p> <p>No se presentan elementos de hipótesis.</p> <p>No se identifican elementos involucrados en la demostración.</p>	
	<b>Planteamiento</b>	<p>Se entienden con precisión los conceptos esenciales involucrados en la demostración.</p> <p>Se determinan con claridad los procedimientos para la demostración.</p> <p>Se seleccionan con precisión los elementos a demostrar.</p>	<p>Se entienden la mayoría de los conceptos esenciales involucrados en la demostración.</p> <p>Se identifican de forma general los procedimientos para llevar a cabo la demostración.</p> <p>Se esbozan de forma general los procedimientos para la demostración.</p> <p>Se seleccionan de forma vaga los elementos a demostrar.</p>	<p>Se entienden sólo uno o dos conceptos esenciales involucrados en la demostración.</p> <p>Se identifican los procedimientos, siendo algunos inadecuados para llevar a cabo la demostración.</p> <p>Se esbozan con algunos errores los procedimientos para la demostración.</p> <p>Se seleccionan de forma vaga sólo algunos de los elementos a demostrar.</p>	<p>No se entienden los conceptos esenciales involucrados en la demostración.</p> <p>No se identifican procedimientos o son completamente erróneos.</p> <p>No se determinan los procedimientos para la demostración.</p> <p>No se seleccionan los elementos a demostrar.</p>	
	<b>Procedimiento</b>	<p>El procedimiento está correctamente diseñado para cumplir con el objetivo.</p> <p>El procedimiento es congruente con la hipótesis planteada.</p> <p>El procedimiento está estructurado con pasos claros y secuenciales. Cada paso está enumerado y es una oración completa.</p> <p>Se seleccionan los métodos adecuados para la demostración.</p>	<p>El procedimiento tiene algunos errores de diseño para cumplir con el objetivo.</p> <p>El procedimiento es congruente con la hipótesis planteada.</p> <p>El procedimiento está estructurado con pasos claros. Los pasos son completos, aunque no están enumerados.</p> <p>Se seleccionan los métodos no idóneos o poco adecuados para la demostración.</p>	<p>El procedimiento contiene varios errores de diseño para cumplir con el objetivo.</p> <p>El procedimiento está poco relacionado con la hipótesis planteada.</p> <p>El procedimiento presenta pasos incompletos o poco claros.</p> <p>Se seleccionan los métodos inadecuados para la demostración.</p>	<p>No se diseña un procedimiento para cumplir con el objetivo.</p> <p>No se presentan pasos claros a seguir.</p> <p>No se selecciona un método para la demostración.</p>	
	<b>Adecuación del Material</b>	<p>Todos los materiales usados en la demostración son descritos clara y precisamente.</p> <p>Los bosquejos de los aparatos y la preparación son ordenados, fáciles de leer y están completamente etiquetados.</p>	<p>Todos los materiales usados en la demostración son descritos de forma comprensible.</p> <p>Los bosquejos de los aparatos y la preparación son ordenados, pero difíciles de leer o están mal etiquetados.</p>	<p>Se describen la mayor parte de los materiales usados en la demostración de forma comprensible.</p> <p>Los bosquejos de los aparatos y la preparación están desordenados y mal etiquetados.</p>	<p>Se describen sólo algunos de los materiales de forma poco comprensible.</p> <p>No existen bosquejos de los aparatos ni la preparación y se encuentran mal etiquetados.</p>	

		Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	puntos
<b>DESARROLLO</b>	<b>Estructura de la demostración</b>	<p>La demostración se presenta mediante operaciones paso por paso, identificando la intencionalidad de cada acción.</p> <p>La demostración da cuenta de estrategias orientadas por el objetivo.</p> <p>La demostración toma en cuenta todo el procedimiento, sin obviar o eliminar acciones.</p>	<p>La demostración se presenta paso a paso, sin identificar claramente la intencionalidad de cada acción.</p> <p>La demostración da cuenta de alguna estrategia orientada por el objetivo.</p> <p>La demostración toma en cuenta todo el procedimiento, sin obviar ni eliminar más de una acción.</p>	<p>La demostración se presenta en pasos generales, poco determinados y sin intencionalidad expresa de cada acción.</p> <p>La demostración sugiere estrategias poco orientadas por el objetivo.</p> <p>La demostración no toma en cuenta todo el procedimiento, obviando o eliminando varias acciones.</p>	<p>La demostración no se presenta organizada por pasos ni se expresan intencionalidades de las acciones.</p> <p>La demostración no da cuenta de estrategias.</p> <p>La demostración no toma en cuenta todo el procedimiento, obviando o eliminando varias acciones.</p>	
	<b>Comprensión del fenómeno demostrado</b>	<p>Se establece la relación entre variables.</p> <p>Se analizan de forma lógica las tendencias.</p> <p>Se predicen posibles resultados si las condiciones de lo demostrado cambian.</p>	<p>Se establecen algunas relaciones correctas entre variables.</p> <p>Hay un análisis poco claro de las tendencias.</p> <p>Se predicen posibles resultados si las condiciones de lo demostrado cambian.</p>	<p>Se establecen pocas relaciones correctas entre variables.</p> <p>Existe un análisis incompleto de las tendencias.</p> <p>Hay dificultad para identificar posibles resultados si las condiciones de lo demostrado cambian.</p>	<p>Se establecen relaciones incorrectas entre variables.</p> <p>No existe un análisis de las tendencias.</p> <p>No se pueden predecir resultados bajo condiciones distintas.</p>	
	<b>Reproducción</b>	<p>Los procedimientos elegidos pueden ser reproducibles.</p> <p>Los pasos están definidos en orden y están adecuadamente detallados.</p> <p>Los procedimientos son ajustados o corregidos de acuerdo con los resultados obtenidos.</p> <p>El procedimiento es reproducido con resultados idénticos.</p>	<p>Los procedimientos necesitan algunas adecuaciones para ser reproducidos.</p> <p>Los pasos están definidos con algunos errores de orden, pero bien detallados.</p> <p>Sólo se identifican algunos ajustes o correcciones de acuerdo con los resultados obtenidos.</p> <p>El procedimiento es reproducido con resultados similares.</p>	<p>Los procedimientos necesitan muchas adecuaciones para ser reproducidos.</p> <p>Los pasos se encuentran mal definidos, con errores de orden y poco detalle.</p> <p>Se identifican errores o correcciones, pero los procedimientos no se ajustan de acuerdo con los resultados obtenidos.</p> <p>El procedimiento es reproducido con resultados notoriamente distintos.</p>	<p>Los procedimientos no pueden ser reproducidos.</p> <p>Los pasos no se encuentran bien definidos, se presentan en desorden y no se detallan.</p> <p>Los procedimientos no se ajustan ni corrigen de acuerdo con los resultados obtenidos.</p> <p>El procedimiento no es reproducido o arroja resultados completamente distintos.</p>	
	<b>Conclusiones</b>	<p>Se expresa claramente la aceptación o el rechazo de la hipótesis.</p> <p>Se da la justificación de la decisión tomada respecto a la hipótesis, tomando como referencia todos los datos obtenidos.</p> <p>Se expresa claramente lo que se concluye en la demostración.</p>	<p>Se expresa la aceptación o rechazo de la hipótesis de forma poco precisa, pero congruente.</p> <p>Se da la justificación de la decisión tomada respecto a la hipótesis, tomando en cuenta sólo algunos de los datos obtenidos.</p> <p>Se expresan algunas ideas de lo que se concluye en la demostración.</p>	<p>Se expresa de forma confusa la aceptación o rechazo de la hipótesis.</p> <p>Se basa la justificación de la decisión tomada respecto a la hipótesis vagamente en los datos obtenidos.</p>		
<b>Puntaje</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		

CARTEL		Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	puntos
	Síntesis	<p>El cartel describe el objetivo, el desarrollo y las conclusiones de la demostración.</p> <p>El cartel describe las habilidades desarrolladas, la información aprendida y algunas aplicaciones a situaciones de la vida real.</p>	<p>El cartel describe el objetivo y el desarrollo o las conclusiones de la demostración.</p> <p>El cartel describe la información aprendida y una posible aplicación a situaciones de la vida real.</p>	<p>El cartel describe el desarrollo, pero no presenta el objetivo ni las conclusiones de la demostración.</p> <p>El cartel describe la información aprendida.</p>	<p>El cartel no guarda relación con el objetivo, el desarrollo ni las conclusiones de la demostración.</p> <p>El cartel no existe o no presenta información ni descripciones de la demostración.</p>	
	Presentación	<p>El cartel está mecanografiado en computadora.</p> <p>Usa títulos y subtítulos para organizar visualmente las secciones del material.</p>	<p>El cartel está escrito a mano con esmero</p> <p>Usa títulos para organizar visualmente las secciones del material.</p>	<p>El cartel está escrito a mano con esmero.</p> <p>El formato no presenta una organización visual de las secciones del material.</p>	<p>El cartel está escrito a mano de forma descuidada, con marcas o enmendaduras visibles.</p> <p>El formato no presenta una organización visual de las secciones del material.</p>	
	Puntaje	4	3	2	1	

PRESENTACIÓN		Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	puntos
	Expresión oral	<p>Se presenta la demostración con conceptos claros, ordenados y completos.</p> <p>El tono de voz es comprensible y fluido; el volumen es alto.</p> <p>La presentación se hace sin leer y se contestan preguntas de forma precisa.</p>	<p>Se presenta la demostración de forma clara y ordenada, aunque omite algunos detalles de menor importancia.</p> <p>El tono de voz es comprensible, suficientemente fluido y el volumen es audible.</p> <p>Hay apoyo en tarjetas o documentos sólo para precisar datos y se contestan las preguntas de forma general.</p>	<p>Se presenta la demostración con conceptos claros, con poco orden y se omiten varios detalles.</p> <p>El tono de voz es bajo, presentando varios tropezos o correcciones.</p> <p>Se lee la mayor parte de la presentación y se desconoce la respuesta a varias preguntas.</p>	<p>Se presenta la demostración de forma imprecisa, en desorden y omitiendo conceptos esenciales.</p> <p>El tono de voz es bajo, con múltiples tropezos, nerviosismo y corrigiendo en varias ocasiones.</p> <p>La presentación es leída completamente y no se responden la mayor parte de las preguntas.</p>	
	Expresión corporal	<p>Se expresa seguridad, demuestra expresiones, explicaciones y ademanes precisos y congruentes con su discurso.</p> <p>El expositor se dirige a la audiencia todo el tiempo y está atento a sus reacciones.</p>	<p>Se expresa seguridad; existe poca utilización de ademanes.</p> <p>El expositor se dirige a la audiencia la mayor parte del tiempo y percibe algunas de sus reacciones.</p>	<p>Se percibe nerviosismo; existe poca utilización de ademanes o se exageran los movimientos, los cuales distraen del discurso.</p> <p>El expositor centra su atención en la pantalla, las diapositivas, el pizarrón y demás objetos de apoyo, observando a la audiencia muy pocas veces, sin percibir sus reacciones.</p>	<p>Hay nerviosismo evidente, movimientos nulos o exagerados, con poca relación con el discurso y que distrae a la audiencia.</p> <p>El expositor no observa a la audiencia ni percibe sus reacciones.</p>	
	Actitud	<p>Se percibe disposición e interés en la presentación, que se transmite a la audiencia.</p> <p>Se describen los errores y las dificultades presentadas y se aceptan las observaciones y críticas de la audiencia, contemplando posibles soluciones.</p>	<p>Se percibe disposición, pero poco interés en la presentación, que se transmite a la audiencia.</p> <p>Se describen algunas dificultades y errores presentados y se escuchan las observaciones y críticas de la audiencia, justificándose.</p>	<p>Se percibe poca disposición e interés en la presentación; no logra generar en la audiencia atención por la demostración.</p> <p>Se mencionan sólo uno a dos errores o dificultades presentadas; se justifica ante las observaciones y críticas de la audiencia.</p>	<p>No se percibe interés ni disposición en la presentación; no se busca generar atención en la audiencia por la demostración.</p> <p>No se mencionan errores o dificultades presentadas y no se muestra apertura a observaciones y críticas de la audiencia.</p>	
Puntaje	4	3	2	1		

El puntaje máximo que se puede obtener es de 56 puntos y el mínimo es de 14 puntos. Esta rúbrica presenta diversos criterios articulados en cuatro ejes:

- Diseño del prototipo.
- Desarrollo en la ejecución.
- Presentación gráfica (cartel).
- Presentación oral.

La valoración reconoce que los estudiantes tienen diferentes potencialidades, no se centra únicamente en la cantidad de conocimientos adquiridos, sino en las capacidades y procesos íntimamente relacionados con el trabajo y las capacidades orientadas al desarrollo de los estudiantes.

Cuando se hace uso de la rúbrica como forma de evaluación, es importante proporcionar una copia a los alumnos, con la finalidad de que evalúen sus propios avances en su proyecto, y recalcar que la evaluación no está encaminada a obtener una calificación, sino más bien que está dirigida a ayudar al estudiante a aprender más y a mejorar sus habilidades y desempeños.

Las rúbricas fueron aplicadas dos fases, la primera dentro del aula, por el profesor y por los alumnos que en ese momento tuvieron el papel de audiencia. Y en la segunda fase, durante la exposición de los experimentos en el ámbito de la feria de ciencias, donde se invitó a otros docentes a presenciar las exposiciones, y a la vez apoyar con la aplicación de las rúbricas.



## Capítulo 4. Resultados y discusión.

Uno de los aspectos que saltan a la vista en este trabajo de investigación es que pone de manera muy evidente la heterogeneidad del grupo, en un inicio los contrastes son muy marcados, pero conforme avanza la estrategia, se va orientando hacia una uniformidad.

Algo que no se consideró en un inicio, es la enorme diferencia que existe en el grado de dominio de las competencias genéricas por parte del alumnado, es decir, no existe una uniformidad en cuanto a su dominio considerando su perfil de egreso de la secundaria. Esto es debido a que la matrícula de la escuela, en función de resultados de COMIPEMS, acepta a alumnos desde 30 aciertos en el examen, mientras que en otras instituciones de la misma zona ingresan alumnos de 70 o más aciertos.

Esto es significativo al momento de abordar los contenidos programáticos de las diferentes asignaturas, porque las diferencias son visibles, y marcan la pauta del ritmo a seguir. Ya que en muchas ocasiones se tienen que retomar temas que se supone vistos, para poder avanzar en los distintos programas de las asignaturas, y esto es palpable en materias como física, química, matemáticas, etc.

Así mismo, es importante mencionar que los alumnos no cuentan con experiencia previa de prácticas de laboratorio, ni de demostraciones experimentales. Por los cuales sus prototipos fueron un tanto precarios en términos de acabados de calidad.

Desarrollar un ciclo de exposiciones con sus respectivas demostraciones experimentales, y después la feria de ciencias con sus respectivos carteles, es una tarea ardua que depende mucho de la voluntad y entusiasmo de los alumnos. Para este efecto, se requiere que las actividades experimentales, además de ser congruentes con los objetivos de la asignatura, sean de gran interés para ellos, ya que en ocasiones la apatía predomina en el grueso del alumnado.

Esta forma en la que se trabajó, también es causa de desconcierto inicial, ya que los alumnos están acostumbrados al esquema tradicional de enseñanza, donde ellos son sujetos pasivos y están a la espera de que se les suministre todo el material necesario para trabajar. Romper esta inercia representa todo un desafío, en el sentido de insertar a los alumnos en una nueva dinámica de trabajo, donde ellos tienen que presentar resultados al final del proceso, pero es de gran ayuda, porque permite la integración de grupos y en suma la participación con trabajo en equipo, donde más allá de delegar responsabilidades, existe una participación equitativa en las distintas etapas del trabajo, de los involucrados en el tema.

En una primera aproximación, se encontró que el alumno muestra más interés y tiene un mejor desempeño si primero realiza por cuenta propia una búsqueda de información del fenómeno físico que abordará, para después contar con una explicación de parte del profesor. Esto es debido a que inicialmente los equipos de trabajo se encuentran ante una situación desconocida, y tratan de allegarse de la mayor cantidad de información posible al respecto, en un afán de tener los elementos necesarios que se habrán de utilizar, tanto técnicos como materiales.

Las actividades asignadas previas a la realización de las demostraciones y a la exposición (investigación de información y reunión de materiales) son adecuadas y pertinentes, ya que permite que a través de materiales de fácil adquisición y de bajo coste, los alumnos puedan ir desarrollando sus propios prototipos de manufactura casera, y que con ellos puedan llevar a cabo demostraciones experimentales que cumplan con los objetivos y permitan abordar los conceptos de física marcados en el programa de la asignatura.

Otro tema es el dominio del lenguaje científico, ya que al no estar acostumbrado, aún conserva ciertas deficiencias en su uso, y correcta aplicación. La primera ronda de exposiciones cumplió con diversas funciones dentro de este proyecto, que permitieron al alumno llevar a cabo un proceso de mejora en el sentido de ir corrigiendo los posibles errores que se presentaron durante la etapa de las demostraciones experimentales, y así como también que el estudiante fuera perdiendo el temor inicial a poder expresarse en público.

Hubo un lapso de tiempo entre la primera y segunda ronda de exposiciones, donde se siguió atendiendo al grupo con clases expositivas, aclaración de dudas y solución de problemas técnicos referentes a las demostraciones experimentales. Fue un periodo de retroalimentación importante, ya que en buena medida se fueron corrigiendo algunos errores, desde aquellos que tenían que ver con los conceptos, en el sentido de no estar lo suficientemente claro para el alumno, problemas técnicos y de elaboración de los diferentes prototipos, hasta aquellos de carácter aleatorio que permitieron mostrar cómo afectan las condiciones iniciales de los equipos, materiales e insumos.

Un ejemplo de esto fue en la demostración científica de la creación de hielo instantáneo, donde los alumnos colectaban botellas de PET para rellenarlas con agua y someterlas al proceso de subenfriamiento para después hacer la demostración de cómo ocurre la cristalización del agua. Los resultados eran bastante variados, desde botellas que no ocurría efecto alguno, aquellas otras donde solo hubo una cristalización parcial, otras más donde ya había iniciado el congelamiento del agua mucho antes de lo previsto y que para efectos de la demostración, ya no servían, etcétera. Hasta que se dieron cuenta que si compraban una botella de agua nueva, sin abrirse en ningún momento, se podía llevar a cabo la demostración científica sin ningún problema, y que además esta experiencia pudo quedar como un objeto de investigación paralela, por cuenta del alumno de por qué era esto así con la botella nueva, y no con las rellenas.

Una vez superada la primera etapa de exposiciones de las demostraciones experimentales, fue de suma importancia que los alumnos se dieran cuenta de donde estaban las deficiencias en sus respectivos proyectos, retroalimentados por parte del profesor, para que en esa medida fueran corrigiéndolos y agregando o quitando elementos para una posterior exposición.

La segunda ronda de exposiciones, se dio aproximadamente 1 mes después de concluida la primera. Esta consistió en llevar a cabo las demostraciones experimentales a modo de feria de ciencias haciendo partícipe a toda la institución, incluso se pidió el apoyo de la planta docente de la escuela para que



se pudiera hacer uso del tiempo destinado a las clases en llevar a cabo las exposiciones.

El programa de la asignatura de Física II contempla cuatro unidades, siendo las dos últimas las correspondientes a fluidos y termología respectivamente. Durante dos semanas (segunda y tercera de Mayo) de clase (10 hrs) se lleva a cabo la primera fase de exposiciones, es decir, cada equipo cuenta con una hora para llevar a cabo su demostración experimental. Posteriormente durante la fase de la feria de ciencias, que se realizó se solicita a la dirección escolar disponer de todo el día para llevarla a cabo (última semana de Junio), y los equipos presentan las exposiciones a un público más amplio, y de manera continua, es decir exponen dos o más veces de acuerdo a la afluencia de personas.

A cada equipo se le dio un horario específico para realizar la demostración, y el resto del tiempo hacían mención de su experimento auxiliándose del cartel que habían elaborado para el evento, es decir, si había público que se perdió la demostración experimental, era posible que vieran de que se trataba el experimento a través de la explicación verbal de los miembros del equipo.

La exposición a modo de feria de ciencias, también resultó novedosa al resto de los alumnos ya que por curiosidad se acercaban a los stands, y al desarrollarse las demostraciones, surgían de manera espontánea algunas preguntas hacia los exponentes. Ellos a su vez lograron responder de manera satisfactoria las dudas que surgían del público. Ver Figura 4.

Para las rúbricas de evaluación, participaron docentes de la institución, así como alumnos del último año de la escuela, y algunas personas que se integraron para apoyar la actividad. Se integraron como un equipo evaluador externo al aula, considerando con esto que sería más objetivo al momento de evaluar, y que se encargó de evaluar a todos los equipos durante el transcurso de las exposiciones.

Como resultado de toda esta serie de actividades, resultó evidente que los alumnos pudieron expresarse de manera verbal con más fluidez demostrando que tenían ya un cierto grado de dominio de la temática a exponer, con más seguridad

y convencidos de lo que están haciendo. Además del uso de lenguaje científico y terminología adecuada, comprendieron de mejor manera los fenómenos físicos que presentaron.

Cabe hacer mención que en los equipos de trabajo, la mejora en la competencia de habilidad verbal no fue una constante, ni una cuestión generalizada. Hubo alumnos que aún presentan una introversión y una timidez acentuada, y que necesita ser trabajada posiblemente desde otra perspectiva de trabajo, para que el alumno en realidad pueda vencer ese temor a hablar ante el público, y que pueda establecer un diálogo con quien sea su interlocutor.



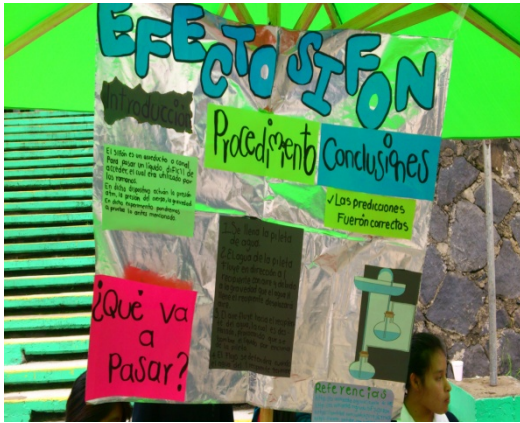


Figura 4. Imágenes de los alumnos de la EPO 50 participando en la feria de ciencias.

## Capítulo 5. Conclusiones.

Mientras en otras esferas se sigue debatiendo lo que significa la calidad educativa, y quien es el responsable de garantizarla, y además de brindar los elementos necesarios en cuanto a recursos, infraestructura, insumos, etcétera, muchas generaciones de estudiantes han logrado concluir el tramo obligatorio de la educación en México, en instituciones que presentan un gran rezago en lo que a equipamiento, e infraestructura se refiere.

En particular y concretamente en las áreas destinadas a las asignaturas del campo disciplinar de las Ciencias Naturales y Experimentales se requiere de laboratorios, equipos de medición, reactivos, material, balanzas, etcétera, para que los alumnos tengan experiencias vivenciales, por lo menos alguna pequeña práctica de laboratorio, y que entiendan la relación existente entre el aspecto teórico y el práctico.

A esta problemática se le suma lo que al parecer es un círculo vicioso del sistema educativo, el hecho recurrente de que estas escuelas carenciadas, se encuentran localizadas en zonas de alto grado de marginación, rurales, o semirurales, en las periferias de los núcleos urbanos (llamados también cinturones de miseria), en poblaciones dispersas, con problemas de acceso a recursos como lo es energía eléctrica, agua potable, drenaje, etc. lo que trae como consecuencia un núcleo poblacional con características muy particulares, y que tienen una idiosincrasia con una raigambre tan tenaz, que intentar cambiar, o efectuar alguna modificación, por pequeña que esta sea, supone todo un desafío.

Para la población objeto de este estudio, una comunidad considerada semi rural, con alto grado de marginación, el alumno promedio es generalmente introvertido y muy reacio a participar abiertamente de las actividades académicas, pero se observó que con la implementación de las herramientas de aprendizaje activo se pudieron subsanar algunas cosas.

El hecho de utilizar demostraciones experimentales realizadas por los alumnos en conjunto con la aplicación de herramientas como el POE, les permitió la aprehensión del conocimiento y un desarrollo de la expresión verbal a cierto nivel aceptable, en comparación con un esquema de enseñanza tradicional, tal y como lo han descrito otros trabajos de investigación de nuevos enfoques de enseñanza versus enseñanza tradicional.

Los alumnos de manera general han estado dispuestos a participar de esta nueva dinámica, se trata de grupos bastante cohesionados, y que muestran un comportamiento similar en cuanto a disciplina y comportamiento. Se aplicó la misma implementación a ambos grupos, y lo que se pudo observar fue que los rasgos distintivos se ubicaban en la habilidad de cada equipo por encontrar los materiales y construir el modelo con el cual se hizo la demostración.

En esta parte, salta a la vista que existen alumnos con una mayor habilidad manual, y que al momento de estar construyendo y fabricando los distintos modelos, fueron los protagonistas de la dinámica de trabajo. Todo ello sin dejar de lado a los alumnos menos hábiles, que en todo momento fueron alentados por sus mismos compañeros para involucrarse en la elaboración del trabajo. En conclusión, involucrar a los alumnos en estas dinámicas refuerza las habilidades preexistentes de los alumnos, e incentiva a aquellos que no poseen tanta habilidad, a incursionar en ellas, y con esto de igual forma, desarrollarse.

Para una siguiente implementación una forma de mejorar, sería incrementando el nivel de dificultad de las demostraciones, ya que los alumnos nuevos fueron ya testigos de la feria de ciencias, y tienen ya la idea de en que consisten dichas demostraciones. En este sentido es importante rotar las actividades e incrementar el nivel de dificultad, ya sea técnico o conceptual, a los grupos posteriores.

El alumno es ahora capaz de expresarse de mejor manera, ya sin tanto temor, utilizando términos correctos (uso del lenguaje científico), para poder explicar un fenómeno físico y llevar a cabo una demostración experimental, ante cualquier persona que sea su interlocutor. Sin embargo existen algunos conceptos clave en

los temas de calor que siguen presentando algunas dificultades de asimilación por parte de los estudiantes.

También los alumnos logran construir utilizando materiales de bajo costo, y asequibles, los elementos necesarios para llevar a cabo su demostración experimental, movilizandorecursos que tienen que ver con la innovación, la implementación y uso adecuado y eficiente de sus recursos.

Además, se fomentan otro tipo de valores actitudinales, como es el trabajo en equipo, colaborativo, aporte de soluciones para los diversos problemas que se presentaron, interacción con sus compañeros favoreciendo la socialización con sus pares, la expresión de ideas y conceptos, la toma de decisiones, el seguir instrucciones y procedimientos, la reflexión de su hacer, etcétera, en total concordancia con lo que dictan las competencias genéricas de la RIEMS.

Se concluye que las actividades experimentales implementadas bajo la Técnica POE y el aprendizaje basada en proyectos llevadas a cabo por los alumnos de la Escuela Preparatoria Núm. 50, les ayudaron en la comprensión de los conocimientos sobre fenómenos de hidrostática y calor ya a la vez se favoreció el desempeño de la expresión oral en general, y una adquisición de un lenguaje científico (aunque limitado), al menos para poder dar explicación de lo que están presentando.

Una característica intrínseca de las competencias genéricas es que son transversales, y esto permite que puedan ser vinculadas en otras áreas, no exclusivamente de las ciencias naturales, dando con esto la generación de nuevas propuestas de trabajo, didácticas y de desempeño que permitan aprovechar lo ya existente y mejorar los modelos aquí realizados.

Es evidente que las demostraciones experimentales no pueden sustituir al laboratorio, sobre todo por los enfoques de cada una de estas actividades, es decir el carácter cuantitativo del laboratorio contra el carácter cualitativo de la demostración experimental. Pero lo que sí pueden hacer es acercar al alumno al componente práctico de la física, al menos de manera conceptual; pues es

verdaderamente frustrante que la enseñanza de una ciencia con raíces experimentales no pueda vérselo así en la escuela.

Se probó que este tipo de dinámica que se implementó, es posible extenderla a los temas de todo el curso, ya que las carencias en infraestructura permanece, y en ese escenario sería más fácil ver la evolución en el desarrollo de los alumnos tanto en la parte de expresión verbal como para que vayan adquiriendo habilidades experimentales al final del curso.

La feria de ciencias supuso un soporte adecuado para la conclusión de las actividades, ya que permite promover un cambio cultural, y que en cierta forma enriquece las actividades realizadas en pro del desarrollo de competencias en los alumnos, porque estos emprenden procesos de estudio de un hecho, evento o fenómeno natural, para el logro de una formación integral. En esta modalidad de enseñanza los estudiantes adquieren conocimiento a partir de las preguntas o indagaciones que realizan del mundo que los rodea. Las Ferias de Ciencia abren un panorama alentador para que gradualmente el aprendizaje por la investigación ocupe un papel más importante en la educación

Queda pendiente observar qué tanto perdura a través del tiempo el nuevo conocimiento adquirido, así mismo, qué tanto es capaz el alumno de poder resolver problemas de su vida cotidiana con los conocimientos construidos y las competencias adquiridas durante su estancia en el bachillerato.

Para poder lograr llevar a cabo una implementación de todo el curso, se requiere que los alumnos de cierta forma hayan estado expuestos a estas dinámicas, es decir que empiecen a conocer la metodología de trabajo, y que se habitúen a ella (las generaciones posteriores que han sido testigos de la feria, se familiarizan con la dinámica). Se debe también crear y organizar un instrumento lo más integral posible que nos permita de una manera precisa y puntual conocer el grado de avance de los alumnos durante el semestre completo, que contemple las esferas ya mencionadas en la rúbrica de evaluación, y que también se pueda extraer de ella una calificación en virtud de cumplir con ese requisito.

También existe la posibilidad de adecuar este trabajo para integrarlo en el currículo y como un proceso de la formación continua del docente, ya que esta herramienta didáctica permite explorar otros campos en la adquisición de las competencias en el área de ciencias por parte de los estudiantes.

Pero para esto es necesario que el profesor:

- Elija actividades adecuadas y pertinentes para los alumnos, acuerdo al contexto, ya que para ellos será difícil proponer y problematizar la situación de aprendizaje
- Considere la facilidad de los insumos necesarios para cada actividad experimental, a fin de que el factor tiempo no sea determinante en la correcta realización del experimento
- Retroalimente las veces necesarias las dudas de los alumnos.
- Asuma un rol de facilitador del conocimiento, liderazgo de las actividades, y guía de apoyo para problemas técnicos
- Modifique -sobre la marcha- y haga los cambios y ajustes necesarios que se vayan requiriendo ante lo inesperado para la correcta implementación

Sabemos que como todo procedimiento, es perfectible, y de esta manera todo cambio que se pueda realizar a este proyecto, en aras de mejorar la calidad, es totalmente aceptable.

El aprendizaje basado en Proyectos (PBL por sus siglas en inglés), la técnica POE (predicción, observación, explicación), y en general el aprendizaje activo, son posibles de ser adaptados al total del programa de la asignatura para llevar a cabo demostraciones experimentales que abarquen todo el curso, y no sólo una parte de este. Es un arduo trabajo, pero para efectos de poder adquirir competencias y destrezas, esta tendencia de trabajo puede funcionar de manera tal que los alumnos se sientan más involucrados y por lo tanto lleven a cabo las actividades con mayor entusiasmo.

Podemos destacar también el hecho de que, el poseer ciertas habilidades de expresión verbal, el manejo adecuado de palabras que sean utilizadas en



determinados contextos, el dominio de competencias donde posea crítica, reflexión, expresión y comunicación, le permitirá una mejor y mayor integración a los diferentes núcleos sociales en donde pueda convivir. Esto se extiende a diferentes procesos, desde los afectivos hasta los laborales, es decir, se pretende que, con una mejor preparación académica, pueda acceder a mercados laborales donde la remuneración sea mejor.

## Referencias.

Secretaría de Educación Pública. (26 de Septiembre de 2008)  
ACUERDO número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. DOF: 26 de Septiembre de 2008.

Secretaría de Educación Pública. (21 de Octubre de 2008)  
ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato. DOF: 21 de Octubre de 2008.

Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL. (2013). Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional. Catálogo de Localidades. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=034>

Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL. (2013). Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional. Cédula de información municipal. Recuperado de: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=15&mun=034>

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI (2014). Censos Económicos. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/cce2014/>

Airasian, P. W. (2001). Classroom assesment. Concepts and applications. Boston: McGraw-Hill.

Perrenoud, Ph (2004) Diez nuevas competencias para enseñar. Barcelona, Graó.

Hernández, G. Lopez, N. (2011) Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. Educación Química EduQ número 9 (2011), p. 4-12

Díaz Barriga, F., Hernández, G. (2010) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. 3ra edición. México, McGraw-Hill.

Coll, C. (1990). Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Barcelona: Paidós Educador.

Valls, E (1998). Evaluación de aprendizaje de los contenidos procedimentales. Madrid. UNED.

Navarro M, Leticia G. (2014) Logros de la educación en ciencias en comunidades rurales del distrito de Tuxtepec. (P. 31) Tomado de Tejiendo redes para el conocimiento multidisciplinario en Educación y Emprendurismo. [http://www.academia.edu/9814579/Tejiendo\\_redes\\_para\\_el\\_conocimiento\\_multidisciplinario\\_en\\_Educaci%C3%B3n\\_y\\_Emprendurismo](http://www.academia.edu/9814579/Tejiendo_redes_para_el_conocimiento_multidisciplinario_en_Educaci%C3%B3n_y_Emprendurismo)

Alexis González; Carlos Urzúa (2012) Experimentos químicos de bajo costo: un aporte desde la microescala. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9 (3), 401-409, 2012

Guillarón, J. J., Lourenço, A. B., Méndez, L. M., Hernandez, A. C. (2013) Alcances y limitaciones actuales de la actividad experimental en escuelas de Enseñanza Media de la provincia Santiago de Cuba: criterios de alumnos y profesores. [http://www.lajpe.org/march13/16\\_LAJPE\\_741\\_Juan\\_Guillaron\\_preprint\\_corr\\_f.pdf](http://www.lajpe.org/march13/16_LAJPE_741_Juan_Guillaron_preprint_corr_f.pdf)

Lozano, Oscar R. (2012).La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorar la adquisición de competencias argumentativas. <http://roderic.uv.es/handle/10550/25138>

Coll, C. Valls, E. (1992). "El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos". Madrid. Santillana.

Bonwell, C. Y Eison, J. A. (1991): "Active learning: creating excitement in the classroom", asheeric higher education report no 1, George Washington university, school of education and human development, Washington.

Johnson, David W.; Johnson, Roger t. Y Smith, Karl a. (1991): "Active learning: cooperation in the college classroom", interaction book company, edina.

Aguirre C, Posada J, Neri L. (2007) "Actividades Experimentales de Física II". Trillas.

Salemi, Michael K. (2002), An illustrated case for active learning, The Southern Economic Journal, vol. 68, No 3, pp. 721-731.

González z. Ph.d, Hipólito, (2000) "La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente" publicaciones del crea. [http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla\\_evaluacion.pdf](http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf)

Kurfiss, Joanne G. (1988): "Critical thinking: theory, research, practice and possibilities", Asheeric higher education report no 2, association for the study of higher education, Washington.

Cross, Patricia K. Y Angelo, Thomas A. (1993): "Classroom assessment techniques: a handbook For college teachers", Jossey-bass publishers, San Francisco.

Macgregor, Jean; Cooper, James I.; smith, Karl a. Y Robinson, Pamela (2000): "Strategies for energizing large classes: from small groups to learning communities", jossey-bass publishers, San Francisco

Márquez R. (1996). Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Revista Española de Física, V-10, nº 1, 1996, pp. 36-40.

Riveros, Héctor G.; (1995). El papel del laboratorio en la enseñanza de la física en el nivel medio superior.. Perfiles Educativos, abril-junio.

Diaz Barriga, F. (2006). Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw-Hill.