



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**  
**MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**FÍSICA**

***El aprendizaje de la Física a nivel Medio Superior con un enfoque socioformativo a través de proyectos basados en trigonometría***

**TESIS**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR FÍSICA**

**PRESENTA:**

**Mijail Castillo Yescas**

Directora de tesis:

**DRA. SUSANA OROZCO SEGOVIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



Dedico esta obra a mis padres de los cuales aprendí valores para la vida, la perseverancia, el trabajo, la responsabilidad, y sobre todo con mucho esfuerzo y dedicación se puede lograr y alcanzar las metas que me proponga.

## Agradecimientos

A dios por la vida y los padres que me dio, que me guiaron en la vida para convertirme en un profesionista al recibir todo su apoyo incondicional, su amor y sus consejos para la vida. A mis hermanas les agradezco todo el apoyo, el cariño y la fe que depositaron en mí, las cuales admiro y amo mucho. A mis sobrinos que son mi fortaleza y motivación para seguir siempre adelante. Gracias amada familia por impulsarme para llegar a ser la persona que soy y siempre alentarme para seguir adelante sin claudicar en este difícil camino.

A mi asesora la Dra. Susana Orozco Segovia le estoy infinitamente agradecido por todo el apoyo, tiempo y dedicación a lo largo de toda la maestría, por sus consejos, trabajo arduo y guía me ayudo a pulir y terminar mi trabajo de tesis; deseo algún día pueda retribuirle parte de este gran apoyo como una muestra de agradecimiento.

A mi profesora Elena de Oteyza que me dio la oportunidad de ingresar a la docencia en la facultad, de quien he aprendido mucho sobre la enseñanza en las matemáticas como docente pero también por los consejos que siempre me brinda y todo el apoyo, tiempo, dedicación y confianza que ha depositado en mí a lo largo de estos años de haberla conocido, le estoy sinceramente agradecido.

Doy gracias a la MADEMS y a todos los profesores que me impartieron clases, el apoyo, conocimientos, experiencias y consejos que me dieron para salir mejor preparado como docente e investigador.

De igual manera agradezco el apoyo que recibí por parte de mis amigos a lo largo de este transcurso en la maestría y los momentos de convivencia muy divertidos, pero sobre todo el intercambio de experiencias como docentes para llegar juntos a la meta. Por muchas cosas más, a mis amigos Gustavo, Esteban, Héctor, Jose y Carlos muchas gracias.

Un reconocimiento a mis estudiantes de preparatoria los cuales fueron pieza fundamental en este trabajo de investigación para poner en práctica todo lo aprendido a lo largo de estos cuatro semestres.

A mi *alma mater*, la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de pertenecer a esta máxima casa de estudios del país y formarme como un ciudadano y profesionista muy bien preparado.

Agradezco por último al *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* por el apoyo económico que recibí durante la realización de la maestría.

# ÍNDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>vii</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>viii</b>
Planteamiento del problema.....	ix
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. Justificación.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto, ubicación y finalidad de la enseñanza de la asignatura en la EMS.....	1
1.2 Campo de conocimiento de la Física.....	1
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2. Fundamentación Pedagógica.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>3. Propuesta didáctica.....</b>	<b>11</b>
3.1 Importancia de la Física.....	11
3.2 Construcción de un astrolabio.....	12
3.3 Contenidos.....	15
3.4 Actividades para la realización del astrolabio.....	16
3.5 Mecanismos de evaluación.....	20
3.6 Termología.....	21
3.7 Construcción de un horno y una estufa solares.....	22
3.8 Contenidos.....	23
3.9 Actividades para la realización de un horno solar.....	25
3.10 Mecanismos de evaluación.....	28
3.11 Construcción de la estufa solar.....	28
3.12 Contenidos.....	30
3.13 Actividades para la realización de una estufa solar.....	30
3.14 Mecanismos de evaluación.....	33
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>4. Implementación de la estrategia.....</b>	<b>35</b>
4.1 Implementación de la estrategia docente para la construcción de un astrolabio.....	37
4.1.1 Pertinencia de la estructura y secuenciación del contenido temático, así como de las estrategias de enseñanza empleadas en las presentaciones....	37
4.1.2 Actividades específicas que se realizaron durante la secuencia.....	38
4.1.3 Capacidad para generar curiosidad en los alumnos del bachillerato y para abordar las respuestas a sus preguntas y necesidades.....	51
4.1.4 Pertinencia de las técnicas de motivación y de manejo grupal empleadas en las presentaciones.....	53

4.1.5 Recursos y materiales didácticos utilizados y resultados de su empleo en clase.....	54
4.2 Implementación de la estrategia docente para la construcción de un horno solar.....	54
4.3 Implementación de la estrategia docente para la construcción de una estufa solar.....	68
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>5. Análisis, resultados y evaluación de las propuestas.....</b>	<b>77</b>
5.1 Análisis y resultados obtenidos de la primera estrategia didáctica sobre la importancia de la Física.....	77
5.2 Análisis estadístico para la secuencia del astrolabio.....	83
5.3 Análisis y resultados obtenidos de la segunda estrategia didáctica sobre termología.....	95
5.4 Análisis estadístico para la secuencia de los hornos solares.....	98
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>
Test VARK aplicado al inicio de la propuesta.....	113
Examen diagnóstico para el tema de la importancia de la Física.....	116
Examen diagnóstico para el tema de termología.....	118
Rúbrica para evaluar el astrolabio.....	120
Rúbrica para evaluar el horno solar.....	121
Rúbrica para evaluar la estufa solar.....	122
Autoevaluación del alumno.....	123
Evaluación de los alumnos al profesor.....	124
Reconocimientos obtenidos.....	125

## **RESUMEN**

En esta tesis se abordó el aprendizaje de la Física en el nivel Medio Superior con un enfoque socioformativo a través de proyectos basados en la trigonometría. La propuesta didáctica se desarrolló en temas de los programas de Física I y II del bachillerato del Estado de México. La enseñanza de la Física en el bachillerato presenta dificultades de toda índole, sobre todo en comunidades rurales donde la carencia de infraestructura, como la falta de un laboratorio de ciencias, materiales y equipos de medición, limita el desarrollo de estrategias de aprendizaje basadas en clases teórico-prácticas, por lo que la mayoría de las estrategias aplicadas en las escuelas rurales se basan en una enseñanza tradicional, en donde los estudiantes se vuelven espectadores, provocándoles aburrimiento, indiferencia y desinterés por la materia. El objetivo de esta propuesta de enseñanza-aprendizaje es que los estudiantes aprendan física construyendo prototipos hechos de material reciclado, y que la aplicación de los productos obtenidos resuelva problemas propios del contexto de los alumnos. El análisis estadístico de los resultados muestra que la intervención de la propuesta didáctica cumplió con el objetivo principal: el aprendizaje de los contenidos temáticos abordados, se lograron alcanzar también los objetivos actitudinales y procedimentales: esto es, que los alumnos aprendieran a trabajar en equipo, que desarrollaran su creatividad y sus habilidades, asimismo se logró vincular el aprendizaje experiencial con un enfoque socioformativo.

## **ABSTRACT**

In this thesis the Physics learning in the Upper Middle level was treated from the perspective of a sociocultural approach, through projects based on trigonometry. The didactic proposal was developed in topics contained in the Physics I and Physics II programs of the high school senior in the State of Mexico. The Physics teaching in high school presents difficulties of all kinds, especially in rural communities where the lack of infrastructure, such as science laboratories, materials and measuring equipment, limits the development of learning strategies based on theoretical-practical activities, so in rural schools, most of the didactic strategies are based on a traditional teaching, where students become spectators, causing boredom, indifference and disinterest in the subject. The main objective of this teaching-learning proposal is that students learn physics by building prototypes made of recycled material, and that the application of the products obtained solves problems specific to the students' context. The statistical analysis of the results shows that the intervention of the didactic proposal fulfilled the main objective: the learning of the thematic contents addressed, the attitudinal and procedural objectives were also achieved: that is, that the students learned to work as a team, To develop their creativity and skills, it was also possible to link experiential learning with a sociocultural approach.

# INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en escuelas de Educación Media Superior (EMS) presenta dificultades de toda índole. En particular, esta propuesta de intervención se enfoca en una escuela preparatoria ubicada en una comunidad rural, en la cual se presentan dificultades debidas a la carencia de infraestructura, pues no se cuenta con un laboratorio específico para la materia, materiales, ni equipos de medición; adicionalmente, la mayoría de las estrategias de enseñanza son de tipo tradicional, en el sentido de que el docente se encuentra en el aula impartiendo clases magistrales de Física, en la que todo el aprendizaje se centra en el profesor y el alumno, en la mayor parte de las clases, es un simple espectador, lo que induce al aburrimiento, la indiferencia y desinterés por la materia.

Los estudiantes llegan motivados a las primeras sesiones, pero conforme avanza el curso llegan a desesperarse, aburrirse y hasta odiar la materia porque se les hace difícil aprender los temas. A esta percepción sobre la asignatura, contribuyen en gran medida la estrategia de enseñanza y la falta de motivación por parte de los mismos docentes, quienes por lo general no toman en cuenta el contexto de los alumnos, los estilos de aprendizaje, o en el peor de los casos, las ideas previas que los alumnos tienen acerca de temas de física básica.

Los discentes cuando estudian un tema nuevo tratan de vincular estos conceptos con su propia experiencia, desde su contexto, y lo más cercano que ellos tienen como fuente de información científica es la televisión, la radio o el internet; pero sólo ven, escuchan o buscan lo que les interesa y el resto de la información la mayoría de las veces pasa desapercibida para ellos. La información a la que prestaron mayor interés la conciben como coherente con sus propias concepciones, haciendo, por lo general, que interfiera en el proceso de aprendizaje y en la comprensión de conceptos nuevos.

Ante esto surgen las preguntas ¿Cómo puede el docente atraer la atención de los estudiantes de comunidades rurales para motivarlos e incentivarlos en las clases de Física? ¿Por qué y para qué enseñar esta materia? ¿Qué se espera lograr con lo que se enseña? Se pueden plantear las respuestas a estas preguntas considerando que la descontextualización hace que los alumnos no se interesen en las clases de Física, y que los problemas que se resuelven muchas veces no tienen nada que ver con lo que ellos viven a diario. Al final la pregunta que siempre hacen los alumnos es ¿para qué me va a servir todo esto?, ¿algún día lo voy a utilizar?

Para contribuir a la solución de esta problemática es necesario cambiar las estrategias de enseñanza, dependiendo del contexto donde se encuentre el docente, y evaluar el impacto que este cambio tenga en mejorar la aceptación de los alumnos hacia las clases de ciencias, en un ambiente en que la misma cultura y religión que los alumnos tienen influye directamente para no aceptar del todo el conocimiento científico, en particular el relacionado con la Física.

Así pues, en este trabajo se plantea una propuesta de enseñanza-aprendizaje basada en proyectos (ABP). Esta estrategia parte de la premisa que en un proyecto los conceptos una vez explicados y entendidos deben ser aplicados. La gestión de un proyecto arranca con la visión de un producto o presentación final que requiere un aprendizaje concreto. Es decir, durante el desarrollo de un proyecto se crea un contexto y, por lo tanto, un motivo para que

el estudiante quiera aprender y comprender la información y los conceptos que se le presentan. El proceso que se sigue para elaborar el proyecto, consiste en plantear un problema a resolver y planear las actividades que llevarán a la solución del mismo, así como los materiales que se requerirán. Es decir, el proyecto mismo implica, la creación de un contexto para que los alumnos, a través del trabajo colaborativo, resuelvan y den solución a la temática planteada presentando un producto final; el aprendizaje basado en proyectos, es un modelo en el que los estudiantes planean, implementan, y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Harwell, 1997).

En la estrategia didáctica que aquí se presenta se aplican conocimientos de trigonometría y geometría a tareas enfocadas en el diseño de un producto final en el cual los alumnos muestren su capacidad para proponer soluciones a problemas de su comunidad. Así, la estrategia estará centrada en los alumnos, ya que serán ellos los que construyan su propio conocimiento y lo apliquen para dar solución a problemáticas de su propia comunidad. De esta forma, se estará trabajando la parte motivacional, conceptual, y procedimental, haciendo un trabajo integral con el estudiantado.

## **Planteamiento del problema**

Además de las dificultades que se presentan en las escuelas de la ciudad, la enseñanza de la Física en escuelas de educación media superior en un medio rural, tiene como dificultad adicional la carencia de infraestructura. En muchos casos no hay un laboratorio específico para la materia, no hay materiales ni equipos de medición. Por otro lado, al igual que en las escuelas de las zonas urbanas, la mayoría de los ejemplos que se utilizan para mostrar las aplicaciones de la física son ajenos a la experiencia de los alumnos en su propio contexto. Al inicio de los cursos muchos de los estudiantes llegan motivados a la clase, pero conforme se avanza en las unidades, parece que se pierde poco a poco el interés, sobre todo si se trata de realizar cálculos matemáticos. Cuando se resuelven problemas, estos muchas veces están descontextualizados o son idealizados, ya que se copian de algún libro que se lleva como texto para la clase.

Los estudiantes tienen la predisposición a pensar que la materia de Física es difícil, complicada y, una extensión de las Matemáticas, esto hace que el gusto por la Física va disminuyendo y a lo largo del curso se vuelve aburrida (Williams, C., Stanisstreet, 2003). En otros casos, ellos piensan que sólo deben aprender de memoria los conceptos para pasar el examen, aplicar la fórmula para resolver y llegar al resultado, sin analizar éste, ni preguntarse por qué dio negativo, o positivo, por qué ese orden de magnitud o cuál es el la interpretación física del resultado. Por otro lado, una de las dificultades que presentan los alumnos tanto de las zonas rurales como de la ciudad, es que no logran entender el vínculo entre una cantidad física y su representación geométrica-algebraica.

¿Cómo se comparan las habilidades matemáticas usadas en Física con las usadas en los cursos de matemáticas? ¿Cómo se interpretan y usan simbologías en la resolución de problemas cuantitativos de la Física? ¿Cómo se usan estas herramientas matemáticas de la geometría, la aritmética, el álgebra o el cálculo?; A diferencia de Matemáticas, en Física los símbolos que aparecen en las ecuaciones tienen significado conceptual, al tener confusiones conceptuales los alumnos pueden llegar a soluciones numéricas correctas, pero sin una correcta comprensión conceptual de las ecuaciones (Doctor, Mestre, 2006), es decir, las ecuaciones se usan de manera diferente en matemáticas que en física y esto

hace que los estudiantes piensen que es sólo aplicar una fórmula, resolver, y llegar a un resultado numérico, sin buscar una interpretación del problema o fenómeno involucrado.

Es importante, no perder de vista esta parte de la desmotivación. El docente generalmente piensa que el tema no es tan difícil, pero si los estudiantes se comienzan a perder en los conceptos, los ejemplos no quedan claros y no pueden resolver los ejercicios, algo se está haciendo mal, o la estrategia de enseñanza no está funcionando y habrá que cambiarla para volver a captar la atención de los alumnos y que se vuelvan a motivar, para que la actitud hacia la materia no se vuelva negativa. Las emociones negativas limitan la capacidad de aprender, mientras que las emociones positivas favorecen el aprendizaje (Dávila, Cañada, Sánchez, Mellado, 2016).

Se debe buscar la motivación para que la actitud de los estudiantes cambie, de una situación de indiferencia, aburrimiento y desinterés por las materias de ciencias en particular la física, hacia estados emocionales que favorezcan al aprendizaje y la construcción del propio conocimiento, haciendo una conexión entre la ciencia y el mundo real, para mantener en los alumnos el interés por la ciencia, también involucrando a los padres de familia de los discentes (Arandia, Zuza, Guisazola, 2016). Es decir, se debe pedir el apoyo de orientación para acercar más a los padres en la educación de sus hijos; en estas escuelas preparatorias oficiales se dan talleres para padres, y reuniones para informar acerca de sus trayectoria académica después de cada evaluación parcial, pero también se les invita a realizar actividades en conjunto con los estudiantes, marchas por el día de cáncer de mama, semana de la salud, semana de la ciencia y la tecnología, enviarlos a diferentes museos acompañados de sus padres y actividades culturales y deportivas.

Hacer experimentos en clase es una buena estrategia para captar la atención de los discentes; sin embargo, en las escuelas rurales no se cuenta con un laboratorio de ciencias, las clases son impartidas en el aula lo que complica las estrategias experimentales; por ejemplo, al implementar una actividad práctica en la que, los alumnos comprueben algún resultado teórico, es más difícil montar los experimentos en el salón de clases y por supuesto se incrementan los errores al momento de hacer las mediciones.

Todos los aspectos mencionados anteriormente, también tienen un impacto en la decisión de los discentes para hacer la elección de una carrera universitaria que esté relacionada con las ciencias, la ingeniería o con la física y las matemáticas, repercutiendo en la matrícula de las carreras, que a la larga pueden llegar a provocar su extinción como es el caso de la licenciatura de geografía. En la elección de carrera también intervienen otros factores como la oferta de trabajo y la difusión ajena a los medios educativos, por ejemplo programas de televisión, que pueden influir en los estudiantes, de tal manera que licenciaturas como las de física y física biomédica se convierten en licenciaturas de alta demanda; sin que necesariamente esto implique que los estudiantes que ingresan a estas licenciaturas estén suficientemente preparados o verdaderamente motivados por el quehacer científico como para concluir sus estudios con éxito.

Para contribuir a la solución de estas problemáticas, es necesario cambiar las estrategias de enseñanza. En este trabajo se propone una estrategia de enseñanza aprendizaje basada en proyectos (ABP), en la cual se toma en cuenta el contexto en el que se desenvuelven los estudiantes de escuelas rurales. A continuación, se describen la estructura y el modo de presentación de los temas seleccionados para la aplicación de las

secuencias didácticas. El tema que se aborda es el de Importancia de la Física que corresponde a la unidad I de Física I; el siguiente tema es “Termometría y calorimetría”, incluido en la cuarta unidad de Física II, 4to semestre de la Escuela Preparatoria Oficial 308.

El objetivo general de esta propuesta es que los alumnos de un bachillerato rural comprendan y analicen metodologías de la investigación para resolución de problemas y aplicar el método científico al momento de hacer mediciones de cantidades propias de algunos fenómenos mecánicos, astronómicos, ópticos y termodinámicos, para ello, se utilizará un enfoque socioformativo en el desarrollo de proyectos basados en la trigonometría. Para la realización de cada proyecto se utilizará material reciclable en muchos de los casos, dando lugar a que los alumnos desarrollen su creatividad al momento de diseñar sus dispositivos, y con el conocimiento adquirido puedan explicar fenómenos que se presentan en su contexto, desarrollando de esta manera, el saber conocer, el saber hacer, el saber ser, el saber convivir y en un momento determinado llegar al último nivel el de la Meta cognición, elementos centrales de este enfoque.

Consideramos que esta propuesta debe ser un elemento que contribuya a que el alumno a lo largo de sus tres años en el bachillerato alcance la autorrealización, la construcción y afianzamiento del tejido social cubriendo el perfil del egresado de la EMS.

En esta propuesta didáctica, se plantea que los alumnos usen la trigonometría y geometría para llevar a cabo tareas enfocadas al diseño de un producto final en el cual los alumnos sean capaces de proponer soluciones dentro de su contexto. En este cambio metodológico y de paradigma, se busca que el alumno pase de: conocer, comprender y aplicar; a analizar, comprender los conocimientos y a usarlos para resolver un problema propio de su contexto.

Para evaluar la contribución de la propuesta al aprendizaje y formación de los alumnos se usará la forma de evaluación por competencias, mediante ésta se determina el desempeño de los alumnos a través de una evaluación formativa centrada en el proceso de logro de la competencia y una evaluación sumativa centrada en el resultado obtenido en la competencia. Por otra, parte para la evaluación de la estrategia docente se aplicará un pretest y un post-test para evaluar la estrategia enseñanza–aprendizaje aplicado en este trabajo de grado.

# CAPÍTULO 1

## 1. Justificación

### 1.1 Contexto, ubicación y finalidad de la enseñanza de la asignatura en la EMS.

El campo disciplinar de Ciencias Naturales y Experimentales está integrado por diez materias que se trabajan a partir del tercer semestre con Física I; Física II en el cuarto semestre y en el quinto semestre se aborda Física III, y materias de Biología general y Humana, Química I y II, Medio Ambiente, Innovación y Desarrollo Tecnológico, Ciencia Contemporánea y Geografía para completar la currícula mencionada. Todas ellas concatenan un interés por la investigación y la experimentación de los fenómenos y que es uno de los fines primordiales que se busca generar en el estudiante.

La finalidad de la enseñanza de la asignatura es que el estudiante establezca una relación práctica del conocimiento con base en las habilidades que implica desde un contexto científico, tecnológico, social, cultural e histórico; que le permita hacer significativo su aprendizaje, es decir, generar en ellos reflexiones sobre los fenómenos que se estudian en las Ciencias Naturales y Experimentales, permitiendo dirigir su interés hacia la ciencia, la investigación y la experimentación.

### 1.2 Campo de conocimiento de la Física.

La Física aborda el estudio de la naturaleza, la comprensión de la materia y la energía, sus múltiples manifestaciones y transformaciones. Los campos de estudio de la Física en el bachillerato tratan temas de las áreas de la física clásica (mecánica, termodinámica, óptica y electromagnetismo) y la física moderna (Relatividad Especial, Física Cuántica y Estadística). La Física es una de las ciencias que ha contribuido de manera muy importante al desarrollo de la tecnología, por lo que es imprescindible que los estudiantes de bachillerato adquieran conocimientos significativos de ella, que comprendan el comportamiento físico de la naturaleza y sus cambios y que también, en esta etapa, adquieran un lenguaje científico apropiado. También es importante que desarrollen las habilidades necesarias para hacer ciencia en un ambiente colaborativo e interdisciplinario.

En el bachillerato del sistema de educación media superior del Estado de México el mapa curricular de las materias de Física I, II, y III consta de cuatro unidades temáticas cada una. En esta Tesis se retoman sólo temas de Física I y II para implementar la propuesta didáctica planteada.

Para Física I:

- Importancia de la Física
- Álgebra vectorial
- Cinemática
- Dinámica

Para Física II

- Estática

- Elasticidad
- Fluidos
- Termología

Los temas que se eligieron para elaborar este trabajo de grado y desarrollar una estrategia didáctica fueron el de “Importancia de la Física” y el de “Termología”.

Para que el alumno pueda concebir a la física como una materia atractiva y de interés, se deben diseñar y planear actividades que desarrollen el aprendizaje colaborativo, utilizando la creatividad para generar situaciones aplicadas en la vida cotidiana. Para lograr esto se necesita desarrollar habilidades y competencias disciplinares básicas, a partir de los conocimientos que el estudiante adquirió en la materia que antecede, como ciencias I (Física), la cual curso en el segundo año de la educación secundaria. Las actividades que se desarrollan en la unidad “Importancia de la Física” conllevan: nuevas formas de solucionar problemas, desarrollo de proyectos en equipo, capacitación en el manejo de los conceptos y las herramientas matemáticas necesarias para el estudio de la Física, conocimiento de los diferentes tipos de mediciones que se realizan en las ciencias físicas y el aprendizaje de cómo los alumnos pueden aplicar diferentes conceptos aprendidos, como: la precisión, exactitud, sistemas de unidades y conversiones. Se hace énfasis en estas actividades, porque en la comunidad rural en la que viven los estudiantes, la mayor parte de la población se dedica a la siembra para su autoconsumo, mientras que otra parte de la comunidad se dedica a la venta de los productos cultivados para vender en las comunidades vecinas. Por otro lado, gran parte de los pobladores reciben un apoyo gubernamental, en el cual, dependiendo de la extensión de terreno que tengan, se les da el apoyo económico, así pues, es útil para los estudiantes que a partir de prototipos de instrumentos de medición, como el astrolabio y el teodolito, aprendan a medir los terrenos de manera indirecta utilizando la trigonometría y puedan determinar la inclinación que tienen los terrenos donde cultivan, lo que les permite aprovechar el sistema de riego, ya que una ventaja que tienen en su comunidad es la existencia de una presa que les abastece de agua para sus sembradíos. De esta manera, los estudiantes pueden aprovechar sus conocimientos de Física, trigonometría y geometría para calcular distancias, áreas e inclinación del terreno de sus familias. Usando los dispositivos que construyeron pueden obtener un mayor rendimiento en cuanto a técnicas de sistemas de riego y cultivo. Es decir, los alumnos aprenden a utilizar sus conocimientos en situaciones cotidianas.

El tema de “Termología” es fundamental para entender muchos de los fenómenos físicos que se presentan a diario y que los alumnos todavía no logran vincular con sus actividades cotidianas. La termología es una rama de la física muy importante, sobre todo por sus aplicaciones a la ciencia y la tecnología, y en otras áreas del conocimiento, tales como la medicina, biología, tecnología de instrumentación (equipo de medición de alta precisión y sensibilidad), detectores de calor en infrarrojo, etcétera. De esta manera es primordial retomar este tema, pues es una base fundamental de la física. Desde un punto de vista más formal. Los estudiantes deberán ser capaces de manejar un lenguaje científico que, posteriormente, les servirá para aplicarlo a otras áreas del conocimiento. La Termología se puede vincular muy fácilmente con su comunidad. En una zona rural, los alumnos pueden utilizar sus conocimientos para aplicarlos al desarrollo de dispositivos que utilizan energías renovables, en particular la energía solar. Por otro lado, la falta de tiempo no permite muchas veces revisar este tema completamente ya que se encuentra en la última unidad

(IV) del temario. Además la extensión del programa de la asignatura deja poco tiempo para ver en el aula el tema de Termología, por lo que el desarrollo de un proyecto es una buena alternativa para cubrir la unidad IV (Termología) de Física II de los Planes y Programas de Estudio de las Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México (EPOEM). La construcción de prototipos para utilizar energías renovables o limpias, permite a los alumnos resolver problemáticas de su comunidad, ayudarse económicamente al no consumir gas o combustibles fósiles y a evitar la deforestación y tala de árboles inmoderada y/o clandestina causando un daño al medio ambiente, debido a que todavía utilizan leña para cocinar; lo que provoca, además, el desarrollo de enfermedades respiratorias en mujeres, niños y personas de la tercera edad de la misma población. Por lo tanto, es trascendental abordar el tema de Termología a través de la construcción de prototipos útiles. Los estudiantes usan sus conocimientos de termometría, trigonometría y geometría por lo que, este tipo de proyectos motiva a los estudiantes, los acerca a las carreras afines a la ciencia y las ingenierías y los induce a cambiar su percepción sobre la física.

Para la implementación de la propuesta didáctica de este trabajo, sustentada en el aprendizaje basado en proyectos, es imprescindible la motivación, porque ésta permite que los estudiantes tengan la actitud requerida para investigar un tema relevante, y proponer una solución a un problema real de su propio contexto. Una manera de motivarlos, es que el tema de investigación sea de su interés, que les parezca atrayente o de moda, para despertar en ellos el deseo por investigar el tema. El aprendizaje basado en proyectos (ABP o Project Based Learning PBL por sus siglas en inglés) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que dispone de un problema/proyecto para impulsar a los estudiantes a trabajar en equipos, proponer y dar solución al mismo.

La idea fundamental para desarrollar un proyecto es el diseño de un plan de acción para resolver un problema específico donde los estudiantes identifican y dan respuesta a las siguientes preguntas ¿Qué problema se va a abordar? ¿Cuáles son los objetivos generales y específicos? ¿Con quién se trabajará en la solución? ¿Qué actividades se realizarán? ¿Cómo se llevarán a cabo estas tareas? ¿Cuáles son los recursos de los que se dispone? ¿Cuáles factores externos representan un riesgo? ¿Qué medidas se pueden tomar para asegurar el éxito? ¿Qué productos generará el proyecto? Etcétera. A diferencia del aprendizaje basado en problemas, que en español tendría las mismas siglas (ABP) que tiene como base la solución de problemas idealizados de libro de texto o la realización de actividades relacionadas con los mismos. (sepe.es, 2012).

Se partirá de un problema/proyecto que genere un conflicto cognitivo, utilizando una pregunta detonadora. Ésta debe de ser interesante y motivadora para que el alumno se interese en buscar una solución. Este proyecto debe de ser complejo para que requiera la cooperación de los alumnos del grupo (si quieren completarlo de forma eficaz). La distribución de las actividades debe ser controlada por el profesor para evitar que los estudiantes se dividan el trabajo y se limiten a desarrollar sólo una parte del proyecto. El docente será sólo un guía para que ellos mismos construyan su propio conocimiento y se involucren más en la materia.

Una de las cuestiones a resolver en este trabajo es la viabilidad de conjuntar el aprendizaje de la física y las matemáticas para la enseñanza. Para ello podemos considerar por ejemplo cómo Eratóstenes utilizó la geometría plana para calcular el diámetro de la Tierra, la forma en que Aristarco utilizó el método de triangulación y las proporciones para calcular el diámetro del Sol, mientras que Tycho Brahe utilizó el astrolabio para realizar observaciones

astronómicas, sin telescopio y dejó un legado de datos que después utilizaría Kepler para fundamentar que las orbitas de los planetas no eran circulares sino elípticas. Es decir, se puede utilizar la medición indirecta para encontrar datos relevantes que conduzcan a resultados útiles. Entonces, ¿por qué no utilizar este mismo procedimiento para motivar a los alumnos a construir su propio conocimiento a partir de algunos datos relevantes?

En el caso de las energías renovables, los estudiantes utilizarán los conocimientos adquiridos en trigonometría y geometría analítica para aplicarlos en la construcción de los prototipos que utilizarán energías renovables, aplicando los conceptos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación, y el efecto invernadero para explicar el funcionamiento del horno solar). Para el caso de la estufa solar se diseñará una plantilla que utiliza un círculo y una parte de la parábola, para construir a través de un sólido de revolución un paraboloide que será el armazón para la estufa y aplicarán propiedades óptico-geométricas de la parábola para concentrar los rayos del Sol en un punto llamado foco, en el cual se concentran los rayos del Sol para el correcto funcionamiento, teniendo precaución en la orientación de su prototipo para captar la mayor parte de radiación solar.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una propuesta didáctica, basada en el aprendizaje experiencial con un enfoque socioformativo, mediante la cual los alumnos de un bachillerato rural comprendan y analicen métodos analíticos, hagan mediciones de cantidades propias de algunos fenómenos mecánicos, astronómicos, ópticos y térmicos; desarrollando de esta manera, el saber conocer, el saber hacer, el saber ser, el saber convivir y en un momento determinado llegar al último nivel el de la meta-cognición, elementos centrales de este enfoque.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar diferentes actividades para que los alumnos comprendan y analicen métodos analíticos, inductivos y deductivos, hagan mediciones directas e indirectas de cantidades propias de algunos fenómenos mecánicos, astronómicos, ópticos y termológicos.
- Promover el desarrollo de proyectos que los alumnos puedan entender y explicar con base a sus conocimientos previos y los nuevos conocimientos adquiridos y hacer uso de esto en situaciones cotidianas, donde utilicen preferentemente material reciclable en muchos de los casos, fomentando su creatividad al momento de diseñar sus dispositivos.
- Lograr que los alumnos vinculen la trigonometría con la física para explicar algunos de los fenómenos que se presentan en su diario acontecer.
- Fomentar el desarrollo de un pensamiento científico en los alumnos, a partir de un pensamiento geométrico.

# CAPÍTULO 2

## 2. Fundamentación Pedagógica

El gobierno del Estado de México, a través de las Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México (EPOEM), ofrece el servicio de Educación Media Superior en la modalidad de Bachillerato General con una Formación Propedéutica, sustentado en un Modelo educativo basado en el logro de competencias disciplinarias de acuerdo con la RIEMS (SEP, 2008). Su finalidad, es que el estudiante construya conocimientos aplicables en diversos contextos de la vida cotidiana. EL Plan de estudio está integrado por 58 materias, con una carga horaria de 37 horas/semana/mes, y los alumnos asisten a clases en promedio de 7 horas diarias.

La estructura curricular comprende cinco campos Disciplinarios.

Campo de Comunicación y Lenguaje.

Campo de Ciencias Sociales y Humanidades.

Campo de Matemáticas y Razonamiento complejo.

Campo de Ciencias Naturales y Experimentales.

Campo de Componentes cognitivos y Habilidades del pensamiento.

### Misión

Alcanzar una calidad educativa total, garantizando su incorporación a nivel superior y/o al ámbito laboral, contribuyendo así al desarrollo sustentable, la interculturalidad y la equidad en nuestro país.

### Visión

Ser una institución de Educación Media Superior de vanguardia, con docentes actualizados en el ámbito educativo, que formen jóvenes competentes, desde su ingreso hasta su egreso.

Con base en el Acuerdo núm. 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato, en el Diario Oficial (martes 21 de octubre de 2008), primera sección, Capítulo II. El cual establece 6 categorías, 11 competencias genéricas y 45 atributos los cuales buscan contribuir a que los alumnos egresados cuenten con elementos esenciales para su desarrollo a lo largo de la vida, la enseñanza de la física en el bachillerato en las áreas rurales, debe incluir también el desarrollo de estas competencias.

Las asignaturas de Física I, Física II y Física III, que se imparten en tercer, cuarto y quinto semestre, respectivamente, son de carácter obligatorio, dentro del campo de ciencias naturales y experimentales. Esto resulta relevante, pues se espera que los alumnos adquieran los conocimientos, habilidades y actitudes básicos de esta área tanto en lo conceptual como en lo procedimental.

Las competencias se refieren a todos aquellos comportamientos concernientes a una tarea que implica saber pensar y saber hacer, realizados a la luz de los valores individuales y sociales. Es decir, las competencias se desarrollan a lo largo de la vida y ayudan a las personas a la resolución de problemas. El enfoque socioformativo busca que las personas trabajen de forma colaborativa para resolver problemas que se presentan en un determinado contexto social. Basados en un enfoque socioformativo, es posible que los estudiantes sean capaces de explicar y resolver problemas de su propio contexto, es decir, que puedan aplicar los conocimientos adquiridos en las materias de Física en la solución de problemas de su diario acontecer y buscar una solución lógica, o viable, utilizando estos conocimientos.

La cognición situada representa una de las tendencias actuales más representativas y promisorias de la teoría y la actividad sociocultural (Daniels, 2003). De acuerdo con Hendricks (2001), “la cognición situada asume diferentes formas y nombres, directamente vinculados con conceptos como aprendizaje situado, participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo (*cognitive apprenticeship*) o aprendizaje artesanal”.

Tradicionalmente para la enseñanza de una disciplina se considera al conocimiento de esta como una estructura aislada del contexto social en el que se da el proceso de enseñanza aprendizaje; por lo contrario, el aprendizaje situado plantea la interrelación entre el conocimiento y el contexto en que se desarrolla. En palabras de Díaz Barriga (2003): “Se asume explícita e implícitamente que el conocimiento puede abstraerse de las situaciones en que se aprende y se emplea, su emergencia está en oposición directa a la visión de ciertos enfoques de la psicología cognitiva y a prácticas educativas escolares. Por el contrario, los teóricos de la cognición situada parten de la premisa de que el conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza.”

Díaz Barriga (2003) sostiene que la idea de aprender y hacer son acciones inseparables, y en consecuencia el aprendizaje escolar es visto como un proceso de integración de los estudiantes a una comunidad en la cual existe una cultura de prácticas sociales, “un principio de este enfoque plantea que los alumnos deben aprender en el contexto pertinente, esto ha desembocado en un enfoque instruccional, la enseñanza situada reconoce que el aprendizaje escolar, es ante todo, un proceso de enculturación en el cual los estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales, destacando la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje”.

Díaz Barriga y Hernández (2002) contrastan de manera contundente la propuesta educativa de la cognición situada con la forma en que se aborda el aprendizaje tradicionalmente, esto es *“Los teóricos de la cognición situada parten de una fuerte crítica a la manera cómo la institución escolar intenta promover el aprendizaje. En particular, cuestionan la forma en que se enseñan aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, de relevancia social limitada”*.

Es decir, también es una crítica a cómo se les enseña a los estudiantes de física usando modelos copiados de libros de texto, ejercicios o problemas que están fuera de su contexto, cuando ellos lo que realmente quieren es aterrizar el conocimiento a su vida diaria, sin tantas complicaciones, algo que sea relevante para ellos o sus familias.

De esta forma, en un modelo de enseñanza situado, distintos agentes educativos, autoridades, profesores, programas académicos, entre otros pueden influir para diseñar prácticas pedagógicas que se traduzcan *“en mecanismos de mediación y ayuda ajustada a las necesidades del alumno y del contexto, así como de las estrategias que promuevan un aprendizaje colaborativo o recíproco”* (Díaz barriga, 2002).

Uno de los seis enfoques instruccionales que menciona Díaz Barriga es el aprendizaje in situ, este tipo de aprendizaje es el que nos interesa aplicarl en la propuesta hecha en este trabajo, porque así los alumnos llevan la acción de aprender y hacer, las cuales son inseparables y dejan un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Otro de los problemas a resolver es la permanencia del aprendizaje memorístico en la enseñanza tradicional. Para resolver los problemas que se derivan de este modelo, David Ausubel (1976) propone una alternativa, *“durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas. Es decir, vincula el nuevo conocimiento para poder darle sentido a lo que aprende en el aula y después trasladarlo a una situación que se pueda presentar en su comunidad”*. De esta manera, el aprendizaje significativo supera las limitaciones surgidas de repeticiones memorísticas de contenidos descontextualizados y logra que los estudiantes construyan los significados que le dan sentido a lo aprendido y puedan entender la aplicación y la relevancia del conocimiento adquirido.

El conjunto de procedimientos a los que recurre el profesor para lograr el aprendizaje de sus alumnos definen su estrategia docente. Para trascender un estilo de aprendizaje memorístico y descontextualizado, el profesor deberá enfatizar aquellos procedimientos que sean utilizados *“de manera flexible, adaptativa, autorregulada y reflexiva para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos”* (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Una de las estrategias más destacada para el aprendizaje significativo es el método por proyectos. Esta estrategia se centra en un aprendizaje experiencial y situado, enfocado en la construcción del conocimiento que parte de un contexto real, que impulsa la adquisición de habilidades en los estudiantes, el crecimiento de su capacidad de reflexión y crítica, así como su participación social en el ámbito de su comunidad desde la perspectiva de la aplicación del conocimiento que como estudiantes adquirieron dentro del aula.

De acuerdo con Posner (1998)

*“el enfoque de proyectos puede abarcar al currículo y a la enseñanza de manera conjunta, pero lo importante es que esté organizado alrededor de actividades desde una perspectiva experiencial, donde el alumno aprende a través de la experiencia personal, activa y directa con el fin de iluminar, reforzar y asimilar el aprendizaje cognitivo”*.

En un modelo de enseñanza situada, se resalta la influencia de los agentes educativos: la Secretaría de Educación Pública, las Subdirecciones Generales de Bachillerato, las administraciones de las escuelas, los profesores, los padres de familia y los propios estudiantes, lo que se deberá traducir en prácticas pedagógicas deliberadas, que cuenten con mecanismos de mediación y ayuda ajustada a las necesidades del alumno y del contexto, así como de las estrategias que promuevan un aprendizaje colaborativo o recíproco.

Las competencias por desarrollar en los estudiantes están señaladas en el Acuerdo número 444, en el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato, es el siguiente:

*“Que entre las competencias a que se refiere el presente Acuerdo se concluyó que las competencias genéricas 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. Dada su importancia, dichas competencias se identifican también como competencias clave y constituyen el perfil del egresado del Sistema Nacional de Bachillerato”. (Acuerdo 444, diario oficial, 2008)*

En el modelo por competencias descrito en el documento anterior se manejan 6 categorías, las cuales estarán vinculadas a varios campos disciplinares para lograr los niveles de logro marcados en este modelo, cada categoría tiene sus competencias genéricas, las cuales vienen acompañadas de atributos para vincular éstos con los diferentes campos del conocimiento que los estudiantes desarrollarán a lo largo de su preparación académica en el bachillerato.

**Competencias Genéricas:** “Comunes a todos los egresados de la EMS. Son competencias clave, por su importancia y aplicaciones diversas a lo largo de la vida; transversales, por ser relevantes a todas las disciplinas y espacios curriculares de la EMS, y transferibles, por reforzar la capacidad de los estudiantes de adquirir otras competencias” (Diario oficial, octubre 2008). En total son 11 competencias genéricas y 45 atributos distribuidos de diferente manera para cada competencia.

**Competencias Disciplinarias Básicas:** “Comunes a todos los egresados de la EMS. Representan la base común de la formación disciplinar en el marco del SNB”.

**Competencias Disciplinarias Extendidas:** “No serán compartidas por todos los egresados de la EMS. Dan especificidad al modelo educativo de los distintos subsistemas de la EMS. Son de mayor profundidad o amplitud que las competencias disciplinares básicas.”

Entonces basándose en este modelo una de las categorías se refiere a

### **Trabaja en forma colaborativa**

8. 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.

De aquí se elige un atributo o los tres dependiendo de lo que se quiera conseguir en el aprendizaje y desarrollo de las competencias en los estudiantes.

Para complementar y alcanzar los niveles de logro deseado se le agrega una competencia disciplinar básica y si es necesario una competencia disciplinar extendida que se retoma dependiendo del campo disciplinar que se esté trabajando. En este caso, que está incluido en el Campo de Ciencias Naturales y Experimentales, se puede elegir de entre 14 competencias disciplinares básicas. El modelo de educación por competencias aprobado para el nivel de Educación Media Superior del Estado de México define las competencias disciplinares de las ciencias *experimentales como:*

*“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”.* (Misma referencia)

*“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.”* (Misma referencia)

Para empatar esto con la propuesta didáctica y la estrategia didáctica planteada en este trabajo de grado se elige la competencia disciplinar básica número ocho.

*Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.*

Partiendo de esta premisa la metodología planteada para la secuencia didáctica estará basada en el aprendizaje basado en proyectos (ABP o Project Based Learning PBL por sus siglas en inglés) la cual es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que parte de dos premisas:

- Disponer de un problema/proyecto real planteado al alumnado que impulsa a los estudiantes a trabajar en equipo para buscarle la solución.
- Una integración total y plena del proyecto en el currículo de la unidad o módulo correspondiente de forma que las materias impartidas se sometan a la resolución de este. (sepe.es, 2012).

Es decir, en todo momento se estará trabajando de forma colaborativa, o como más comúnmente se conoce, en equipo.

Si se habla de “trabajo en equipo” se está siendo puntual en que el alumnado deberá mantener una relación muy estrecha con sus compañeros, en el entorno de trabajo académico. Deberán saber colaborar y cooperar por una meta en común.

El trabajo en equipo le ayudará a desarrollar sus competencias y a desarrollar conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes

En la parte de conocimientos se busca que el trabajo en equipo los lleve a lograr un objetivo común.

En la parte de habilidades y destrezas, ellos tomarán decisiones de forma conjunta sobre intereses individuales, es decir, serán interés grupales o de equipo, resolverán problemas de forma constructiva, respetarán puntos de vista entre los integrantes del equipo para

comprender y conjuntar ideas, resolverán problemas de organización y planificación para entregar en tiempo y forma el proyecto, y se plantearán metas a corto plazo para su posterior cumplimiento.

Por último en la parte actitudinal aprenderán a respetar los valores y privacidad de los integrantes del equipo, serán capaces de auto evaluarse y auto regularse, adquirirán responsabilidad con el equipo, establecerán compromisos personales, aceptarán sus errores y una actitud siempre favorable para pensar y trabajar en equipo para alcanzar la meta u objetivo propuesto al inicio del proyecto.

El ABP se implementó inicialmente en la Escuela de Medicina de la Universidad de Case Western Reserve (EUA) y en la Universidad Mc Caster (Canadá) (Lohfeld, 2005).

Su objetivo consistía en mejorar la calidad de la educación médica, organizado de tal forma que incluyera problemas de la vida real en los cuales concurrían las distintas áreas del conocimiento impartidas en la formación.

*“La idea fundamental es el diseño de un planteamiento de acción donde los estudiantes identifiquen el ¿Qué?, ¿Con quién?, ¿Para qué?, ¿Cómo?, ¿Cuánto?, factores de riesgo a enfrentar, medidas alternativas para asegurar el éxito, resultados esperados, y no la solución de problemas o la resolución de actividades.” (sepe.es, 2012).*

La resolución de opiniones y soluciones es uno de los rasgos característicos de los proyectos ABP. Esta estrategia de aprendizaje debe producir cambios significativos en los estudiantes, en este caso se busca que haya un cambio de percepción hacia la Física.

Se partirá de un problema/proyecto que proponga un conflicto cognitivo. Deberá ser interesante y motivador para que los estudiantes se interesen en buscar la solución en este caso se presenta un problema de medición y el uso de las energías renovables dentro de su comunidad.

Además, este proyecto debe de ser lo suficientemente complejo para que requiera la cooperación de los estudiantes del grupo. La complejidad debe ser controlada por el profesor para evitar que los estudiantes se dividan el trabajo y se limiten a desarrollar sólo una parte del proyecto, dejando a un lado el objetivo principal, el cual es el trabajo colaborativo.

## **CAPITULO 3**

### **3. Propuesta didáctica**

En este capítulo se detallan las diferentes etapas del desarrollo de la estrategia. La estrategia se aplicó en dos unidades del programa de las asignaturas de Física I y II. En Física I, la estrategia se implementa en la unidad “La importancia de la Física”, en Física II, se aplica en la unidad “Termología y Calorimetría”. En todas las intervenciones se aplican dos test, uno de ellos para identificar los estilos de aprendizaje, mediante un test “VARK” y el otro es un examen de diagnóstico, para indagar los conocimientos previos de los alumnos. En la primera aplicación los alumnos construyen un astrolabio, y en la segunda los alumnos construyen un horno y una estufa solar.

En la unidad “La importancia de la Física” se abarcan las generalidades, las aportaciones de la Física en el desarrollo científico y tecnológico y las divisiones de la Física, indicando con aspectos básicos como: los sistemas de unidades, magnitudes fundamentales y derivadas así como la conversión de unidades para llegar a las aplicaciones actuales a la ciencia y tecnología, y en otras áreas del conocimiento tales como la medicina, biología, tecnología de instrumentación (equipo de medición de alta precisión y sensibilidad), etcétera. Para comprender las diferentes magnitudes físicas fundamentales y derivadas, así como la medición de las estas, los alumnos deben entender: conceptos, desarrollos numéricos y relaciones algebraicas entre diferentes cantidades físicas, lo que conlleva a la formación de un pensamiento simbólico abstracto y algebraico. Sin embargo, el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial permite que los alumnos se relacionen con el espacio y puedan representar de manera ordenada, diferentes cantidades físicas como: posiciones, velocidades, aceleraciones, fuerzas, campos eléctricos, magnéticos, un rayo de luz, etcétera, en términos de magnitudes y direcciones orientadas en el espacio. Por otro lado, el contexto de un aprendizaje experiencial y situado es trascendental.

A continuación, se describe la estructura y el modo de presentación de los temas seleccionados, comprendiendo objetivos, secuenciación de contenidos, técnicas de enseñanza, formas de evaluación y bibliografía, así como la pertinencia y/o necesidades de cambios detectados como consecuencia de la presentación de dichos temas. Se realizaron dos secuencias didácticas, una para el tema de “Importancia de la Física” y otro para el tema de “Termología”.

#### **3.1 Importancia de la Física**

Para que el alumno pueda concebir a la Física como una materia atractiva y de interés, se deberá programar y planear actividades que desarrollen el aprendizaje colaborativo, utilizando la creatividad para generar situaciones aplicadas en su vida cotidiana, para lograrlo se necesita desarrollar habilidades y competencias disciplinares básicas a partir de los conocimientos que adquirió en la materia que antecede en la secundaria, la cual es Ciencias II (Física), proponiendo maneras de solucionar problemas, desarrollar proyectos en equipo, manejar los conceptos y las herramientas matemáticas necesarias para el estudio de la Física, identificar los principios básicos y conceptuales de la Física y utilizarlos en situaciones cotidianas.

## 3.2 Construcción de un astrolabio

A continuación se describe la estructura y el modo de presentación de los temas seleccionados que se utilizaron para llevar a cabo la secuencia didáctica.

### Tema

El tema que se aborda es el de “Importancia de la Física”, incluido en la asignatura Física I, 3er semestre de la Escuela Preparatoria Oficial 308

### Primera Unidad

En particular el tema “Importancia de la Física” es fundamental para entender muchos de los fenómenos físicos que se presentan a diario y que los alumnos todavía no logran vincular con sus actividades cotidianas. Es primordial retomar este tema, puesto que la falta de tiempo no permite muchas veces abarcarlo completamente ya que se encuentra en el temario de Física I, unidad I de los Planes y Programas de Estudio de las Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México (EPOEM). En la unidad “la importancia de la Física” se abordaron aspectos básicos de la Física como el tema de magnitudes físicas fundamentales y derivadas y las conversiones entre unidades, y se discutieron aplicaciones actuales de la ciencia y la tecnología, instrumentación, y aplicaciones de la física a otras disciplinas. En esta unidad se propuso a los estudiantes que desarrollaran un proyecto en el que ellos construyeran un instrumento de medición con materiales muy sencillos que estuvieran a su alcance. Uno se podría preguntar la razón por la cual se les pide a los estudiantes que construyan equipos que utilizaron las civilizaciones antiguas en Grecia y en Roma para hacer mediciones, y no se les pidió utilizar equipos modernos cuyo funcionamiento está basado en la tecnología. La razón es que construyendo estos instrumentos los alumnos pueden experimentar de manera directa cómo usar principios básicos de trigonometría para determinar distancias y posiciones, en el contexto de su vida cotidiana. El desarrollo de este proyecto les facilitó comprender las diferentes magnitudes físicas fundamentales y derivadas así como la medición de estas. Para ello, los alumnos tuvieron que entender los conceptos, desarrollos numéricos y las relaciones algebraicas entre diferentes cantidades físicas, lo que conlleva a la formación de un pensamiento simbólico abstracto y algebraico. El desarrollo del pensamiento geométrico y espacial que se favoreció con esta actividad de la propuesta docente, previo a la introducción del formalismo abstracto permitió que los alumnos se relacionaran con el espacio y pudieran representar de manera ordenada, diferentes cantidades físicas, posiciones, velocidades, aceleraciones, fuerzas, etcétera, en términos de magnitudes y direcciones orientadas en el espacio, en el contexto de un aprendizaje experiencial y situado. Por lo tanto, en esta propuesta se plantea que los alumnos conozcan la importancia de la Física a través de la construcción de prototipos basados en trigonometría y geometría y de esta forma, se quiere motivar a los estudiantes, acercarlos a las carreras afines y cambiar su percepción sobre la Física.

## **Propósito**

Al finalizar la unidad se busca que los alumnos:

- Identifiquen los conceptos de mayor relevancia
- Relacionen estos conceptos de la Física con otras materias y su contexto.
- Apliquen los conocimientos adquiridos para la construcción de prototipos (un astrolabio y un teodolito).

## **Objetivo(s) General(es).**

- ▶ Que los alumnos de un bachillerato rural obtengan un aprendizaje de la física utilizando un aprendizaje basado en proyectos utilizando la trigonometría y la geometría.

## **Objetivo(s) específico(s).**

- ▶ Lograr que los alumnos usen la trigonometría para llevar a cabo tareas enfocadas al diseño de un producto final en el cual los alumnos sean capaces explicar fenómenos dentro de su propio contexto.
- ▶ Diseñar diferentes estrategias para que comprendan y analicen métodos analíticos, deductivos e inductivos y hagan mediciones de cantidades propias de algunos fenómenos mecánicos y astronómicos.
- ▶ Usar materiales disponibles en la comunidad, para que los alumnos desarrollen la creatividad al momento de diseñar sus dispositivos, y que con el conocimiento adquirido puedan explicar los fenómenos que se presentan en su contexto.

En la tabla 1 se muestran los conceptos, que se deben abordar en el tema “Importancia de la Física” y los aprendizajes que se deben alcanzar al implementar la estrategia propuesta, tomados del programa de EPOEM.

Se requirieron dos semanas, equivalentes a 5 sesiones, de las cuales 4 fueron de 2 horas y 2 sesiones de una hora, porque la materia tiene una carga horaria de 5 horas por semana en este subsistema.

En la secuencia didáctica de la unidad se utilizaron instrumentos para establecer un diagnóstico previo, el desarrollo de la propuesta y la evaluación de esta, estos instrumentos se describen a continuación:

### **1. Pretest de formas de aprendizaje**

En función del test VARK se puede identificar entre tres tipos de aprendizaje, los cuales son: visual, auditivo, kinestésico, auditivo y lecto-escritura o una combinación de dos tipos de aprendizaje, por ejemplo, visual kinestésico, a partir de los resultados obtenidos con este pretest, se formaron equipos de trabajo, eligiendo diferentes estilos de aprendizaje para que los equipos quedaran equilibrados, para el caso en donde se tenía solamente un estilo de aprendizaje privilegiado se buscaron diferentes estrategias para que se pudieran desarrollar los otros estilos, con tal de satisfacer las necesidades de aprendizaje del equipo completo.

2. Examen diagnóstico

Se aplicó un examen diagnóstico sobre los conceptos necesarios para el tema y aquellas ideas previas acerca del tema. Con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que presentaron los alumnos y por otro lado para reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas. En el anexo se presenta el examen diagnóstico utilizado.

Concepto	Aprendizaje	Estrategia
Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mostrar un panorama de la Física y de las aportaciones en el desarrollo científico y tecnológico</li> </ul>	<p>Se genera una lluvia de ideas entre los alumnos del grupo para discutir sobre las aportaciones de la Física en el desarrollo científico y tecnológico.</p> <p>Investiga diferentes aplicaciones de la Física en otros campos disciplinares como la medicina, la biología, la economía, etc.</p> <p>Realiza un comic donde se muestren las divisiones de la Física.</p>
Mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identifica los sistemas de unidades más utilizados en el campo de la Física, diferenciando entre una magnitud fundamental y una magnitud derivada, realizando conversiones de unidades y conoce e investiga las aplicaciones actuales a la ciencia y tecnología.</li> </ul>	<p>Investiga sobre los sistemas de unidades y construye un cuadro comparativo entre las distintas magnitudes fundamentales y derivadas de cada sistema.</p> <p>Realiza ejercicios de conversión de unidades utilizando problemas de su propio contexto.</p> <p>Investiga las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en su contexto.</p>

**Tabla 1. Panorama general de la propuesta a implementar en la práctica docente sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje.**

### 3. Pregunta detonante o generadora

**¿Cuál es la relación que hay entre un astrolabio o un teodolito que permite medir distancias o alturas de un astro, o simplemente medir la altura o distancia de cualquier objeto?**

Con esta pregunta se buscó que los alumnos entraran en un conflicto cognitivo para que vincularan los temas de la materia y la relación que hay con su contexto, ya que viven en una comunidad rural, y que pudieran vincular la física con su vida cotidiana para resolver problemas de su contexto.

4. Diseño de actividades de enseñanza aprendizaje enfocadas a la construcción de un prototipo que utiliza como base la geometría y la trigonometría para medir de forma directa e indirecta (astrolabio y teodolito), para lo cual se formaron equipos de 4 a 5 alumnos. A partir de la colaboración del trabajo en equipo adquirieran la habilidad de responder la pregunta generadora.
5. Rúbricas de evaluación  
Las rúbricas evaluaron  
El trabajo colaborativo durante la construcción del prototipo del astrolabio y el teodolito (para los equipos).
6. Examen (Examen diagnóstico), con algunas modificaciones al examen inicial.
7. Cuestionario de evaluación final de los alumnos hacia la propuesta de enseñanza.

## 3.3 Contenidos

Los contenidos de la propuesta didáctica se dividen en tres categorías que son necesarias cubrir con las actividades académicas que se desarrollaron para la unidad 1. La importancia de la Física, los contenidos son: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

### Conceptuales

Los contenidos conceptuales se refieren a los temas de la unidad 1 que se abordaron en la práctica docente, estos fueron:

1. Unidad 1. La importancia de la física
  - 1.1 Generalidades
    - 1.1.1 Aportaciones de la física en el desarrollo científico y tecnológico.
    - 1.1.2 División de la física.
  - 1.2 Mediciones
    - 1.2.1 Sistemas de unidades
    - 1.2.2 Magnitudes fundamentales y derivadas
    - 1.2.3 Conversión de unidades

## Procedimentales

Los contenidos procedimentales se refieren a la metodología que se siguió durante las actividades desarrolladas en la propuesta. La estrategia está basada en el aprendizaje basado en proyectos. En este sentido, se construyó el prototipo de un astrolabio. Mediante esta actividad, se buscó que los alumnos pudieran aplicar los conocimientos de los temas abordados para responder la pregunta generadora, con la intención de que los alumnos propusieran soluciones a problemas reales. Con esta estrategia se buscó reforzar la parte cognitiva, el trabajo colaborativo y la motivación para la investigación de temas actuales.

La formación de equipos, aproximadamente de 4 a 5 integrantes, se realizó con el apoyo del instrumento VARK "Tipo de aprendizaje", con la intención de que cada equipo quedara equilibrado con los cuatro estilos de aprendizaje.

Al final expusieron su prototipo construido, explicando la física aplicada en el funcionamiento de su astrolabio. Entregaron un reporte escrito donde describieron detalladamente el proceso de construcción, materiales utilizados y la teoría involucrada en la construcción y funcionamiento del astrolabio y el teodolito.

## Actitudinales

Los contenidos actitudinales van más allá de los temas y las actividades académicas que se llevan a cabo en la propuesta docente que buscan impactar en la formación de los estudiantes como personas y buscan que los alumnos muestren actitudes como: responsabilidad, respeto, ética, honestidad, disposición para el trabajo colaborativo.

### 3.4 Actividades para la realización del astrolabio

Las actividades que se desarrollaron durante la práctica docente se enlistan en la Tabla 2

Estrategias de enseñanza aprendizaje	Instrumentos Y Objetivos	Recursos	Evaluación
<b>SESIÓN 1(1 horas)</b> Presentación: 15 min  Aplicación del pretest VARK y evaluación: 15 min Formación equipos (15 min)  Diagnóstico: 20 min Examen diagnóstico Obtener información de lo que saben y no del tema para reforzar conceptos.	Examen VARK Conocer el tipo de aprendizaje de los alumnos para formar equipos homogéneos.  Examen diagnóstico Obtener información de lo que saben y no del tema para reforzar conceptos.  Se plantea la pregunta generadora	Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz.	Diagnostica. Tipos de aprendizaje.

<p>Pregunta generadora y escenario didáctico (15 min).</p> <p>Lluvia de ideas por equipos para plantear posibles respuestas (15 min).</p> <p>Explicación sobre el proyecto y entrega de rúbrica para la evaluación del trabajo.</p> <p>Tarea: Investigar sobre las ramas de la Física y buscar tres ejemplos de cada una de éstas que se apliquen en la vida real. Investigación: Historia de la Astronomía y una línea de tiempo sobre este tema.</p>	<p>para crear un conflicto cognitivo.</p> <p>Tener un panorama sobre el tema.</p> <p>Aprender a hacer un Astrolabio (Buscador de estrellas) y un Teodolito con material reciclado.</p> <p>Hacer una línea de tiempo.</p>		
<p><b>SESIÓN 2 (1 horas)</b></p> <p>Se explican las ramas de la Física retomando la investigación que hicieron los estudiantes sobre este tema y se dan algunos ejemplos de cada rama con aplicaciones a la vida real</p> <p>Se deja una actividad, la cual consiste en que realicen un comic sobre las ramas de la Física, en donde coloquen lo más relevante de cada una y que ejemplifiquen las aplicaciones de cada una de ellas, por ejemplo la Mecánica, quién la desarrollo y qué aplicaciones existen en la vida real.</p>	<p>Hacer la distinción entre las ramas de la Física</p> <p>Los alumnos mencionan y explican qué importancia tienen cada rama de la Física en la vida cotidiana.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Evaluación continua.</p>

<p>Tarea: se les deja que investiguen la tabla de conversiones y las unidades fundamentales y derivadas.</p>			
<p><b>SESIÓN 3 (2 hora)</b>  Se comienza la clase con una breve discusión sobre la importancia de los sistemas de unidades y por qué estandarizar sobre esto.  Se pide que utilicen su tarea de sistemas de unidades y magnitudes fundamentales para explicar cómo se realizan conversiones entre sistemas de unidades.  El profesor realiza unos ejemplos y ejercicios, se pasa a algunos alumnos al pizarrón para que ellos realicen algunas conversiones y después se deja un banco de ejercicios para que realicen las conversiones trabajando en equipos.</p> <p>Tarea: Se entrega una hoja con ejercicios para realizar conversiones.</p> <p>Investigación: Qué es un astrolabio?  Se pide material reciclado para la construcción de su prototipo (astrolabio y teodolito)</p>	<p>Los estudiantes identifican las unidades fundamentales y las unidades derivadas.</p> <p>Los estudiantes realizan ejercicios sobre conversiones de unidades de forma individual y por equipos.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Evaluación continua.</p>
<p><b>SESIÓN 4 (2 horas)</b>  Se lleva a cabo una breve discusión sobre la importancia de la astronomía en la vida</p>	<p>Se realiza una lluvia de ideas sobre la importancia de la Astronomía y se</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Lista de cotejo.  Evaluación continua.  Rúbrica.</p>

<p>diaria y las teorías que han aportado sobre el origen del universo.</p> <p>Se procede a construir y el astrolabio en el salón de clases, para después probarlo en el patio, calculando la distancia de algunos objetos, por ejemplo, un poste de luz, la altura del edificio principal de la escuela, el tablero de basquetbol, un árbol, etcétera</p> <p>Después, se explica la relación entre las funciones trigonométricas y cómo calcular esta altura por un método indirecto usando esta herramienta matemática para obtener la distancia. Se realizan unos ejemplos en el pizarrón y con los datos que obtuvieron con las mediciones de sus aparatos, se realizan los cálculos y los estudiantes resuelven ejercicios.</p> <p>Tarea: Se pide un reporte escrito de laboratorio en donde explique el desarrollo de sus prototipos y las mediciones que realizaron con sus instrumentos. Investigar: ¿cómo utilizar su buscador de estrellas (astrolabio), para localizar la estrella Polar del Norte?</p>	<p>escribe una breve reseña en el cuaderno</p> <p>Evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos a través del prototipo construido.</p> <p>Revisión de la construcción del prototipo, sugerencias para su construcción y corrección de errores en el armado del astrolabio y el teodolito.</p> <p>Observación del trabajo en equipo, aportación de ideas de manera individual y colectiva para la construcción de su prototipo.</p> <p>Los estudiantes realizan ejercicios de manera individual y por equipos sobre el cálculo de una distancia de forma indirecta usando los datos que obtuvieron con sus instrumentos construidos.</p>	<p>Material reciclado para la construcción de sus prototipos.</p> <p>Pegamento, tijeras, regla, y otros insumos.</p>	
<p><b>SESIÓN 5 (2 horas)</b></p>	<p>Evaluar la aplicación de los conocimientos</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material</p>	<p>Lista de cotejo. Evaluación continua. Rúbrica.</p>

<p>Cada equipo presenta ante el grupo la construcción y funcionamiento de su prototipo del astrolabio y teodolito. Entregan los reportes escritos. Se evalúa a los alumnos con la rúbrica que se les dio al inicio de la estrategia y se hace una autoevaluación, una coevaluación y una heteroevaluación. Con base en los criterios acordados al inicio de la estrategia. Se aplica el examen final (El mismo diagnóstico inicial).</p> <p>Se aplica el instrumento de autoevaluación de los alumnos. Se aplica el instrumento de evaluación de los alumnos al profesor sobre la estrategia aplicada.</p> <p>Se da por cerrada la estrategia.</p>	<p>adquiridos a través del prototipo construido.</p> <p>Retroalimentación por parte de sus compañeros y del docente</p> <p>Mejorar la propuesta de enseñanza en todos los aspectos.</p>	<p>impreso, bolígrafos, lápiz y la presentación del prototipo.</p>	<p>Instrumento de autoevaluación de los alumnos. Instrumento de evaluación de los alumnos al profesor sobre la estrategia aplicada.</p>
--	---	--	---

***Tabla 2. Se presentan las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se implementaron, los instrumentos, objetivos a desarrollar, recursos y la forma de evaluación a los alumnos con la propuesta presentada.***

### **3.5 Mecanismos de evaluación**

La evaluación se lleva a cabo utilizando distintos instrumentos que se aplican tanto para la autoevaluación de los estudiantes (escala tipo Likert 1-3), como para evaluar la estrategia docente. Esta última evaluación la realizan los alumnos (escala Tipo Likert de 1-5), mediante participaciones anónimas.

También se utiliza un instrumento de evaluación para el supervisor de la práctica docente, con una escala tipo Likert de 1-5. (En caso de que el supervisor propusiera otro tipo de evaluación, se considera su propuesta para mediar el instrumento.)

La evaluación consta de varias etapas:

Primero se aplica un examen diagnóstico sobre los conceptos que se tratan en el tema y las ideas previas acerca del tema, con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que presentan los alumnos y por otro lado reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas. Un segundo mecanismo son las rúbricas de evaluación relativas al prototipo que se construye. Las rúbricas también evalúan el trabajo colaborativo de los equipos durante la construcción del prototipo del astrolabio y teodolito. El tercer mecanismo consiste en una lista de cotejo y guía de observación para evaluación continua en clase. El cuarto consiste de un examen final similar al del diagnóstico inicial solo que con algunas modificaciones, es decir, se cambian algunas preguntas que son relevantes en los temas abordados. El quinto instrumento es la autoevaluación de los alumnos y un instrumento de evaluación de los alumnos al profesor sobre la estrategia aplicada. El sexto instrumento de evaluación lo lleva a cabo el supervisor de práctica docente. Y por último se realiza una videograbación de las sesiones para hacer una autoevaluación objetiva sobre mi práctica docente, utilizando una lista de cotejo para corregir errores en la aplicación de la estrategia, así como otros aspectos relevantes para seguir mejorando día a día como profesor.

### **3.6 Termología**

A continuación, se describe la estructura y el modo de presentación de los temas seleccionados que se utilizaron para llevar a cabo la secuencia didáctica.

#### **TEMA**

El tema que se aborda es el de Termometría y calorimetría, corresponde a la asignatura Física II, del 4to semestre de la Escuela Preparatoria Oficial 308

#### Cuarta Unidad

En particular el tema “Termología” es fundamental para entender muchos de los fenómenos físicos que se presentan a diario y que los alumnos todavía no logran vincular con sus actividades cotidianas. Es primordial retomar este tema, puesto que la falta de tiempo no permite muchas veces abarcarlo completamente ya que se encuentra al final del temario de Física II, unidad IV de los Planes y Programas de Estudio de las Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México (EPOEM). La termología es una rama de la física muy notable, sobre todo por sus aplicaciones en otras ramas de la ciencia y tecnología y en otras áreas del conocimiento tales como la medicina, la biología y la tecnología de instrumentación en donde se utiliza para el desarrollo de equipo de medición de alta precisión y sensibilidad, detectores de calor en infrarrojo, etcétera. Por lo tanto es trascendental conocer el tema de Termología. En la presente propuesta docente se aborda este tema a través de la construcción de prototipos basados en trigonometría y geometría, desarrollando de esta manera el saber conocer, el saber hacer, el saber ser y el saber convivir, para finalmente motivar a los estudiantes y acercarlos a las carreras afines y cambiar su percepción sobre la Física.

## Propósito

Al finalizar la unidad se logrará que los alumnos

- Identifiquen los conceptos de mayor relevancia.
- Relacionen estos conceptos de Física con otras materias y con situaciones de su propio contexto.
- Apliquen los conocimientos adquiridos para la construcción de prototipos que utilicen energías renovables.
- Resuelvan problemas de su contexto y planteen propuestas de solución.

## 3.7 Construcción de un horno y una estufa solares

En la siguiente Tabla 3 se muestran los conceptos y aprendizajes que se deben abordar en el tema Termología. Esta información está tomada del programa de Las Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México.

Concepto	Aprendizaje	Estrategia
Termometría	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Explica la relación entre el calor y la termometría.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se genera una lluvia de ideas entre los alumnos del grupo para discutir sobre los conceptos de calor y temperatura.</li><li>• Se realizan algunos experimentos demostrativos para generar una discusión con el grupo para realizar una definición formal a los conceptos del tema.</li><li>• Investiga los conceptos de Calor y Temperatura, y las diferentes escalas utilizadas en la actualidad.</li><li>• Resuelve problemas de conversión de escalas.</li></ul>
Calorimetría	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Estima los cambios en la materia provocados por la alteración de la temperatura y el impacto en algunos procesos cotidianos de su contexto.</li></ul>	Investiga sobre las formas de transmisión de calor en los procesos donde interviene dicha magnitud física y realiza algunos experimentos demostrativos.

**Tabla 3. Panorama general de la propuesta a implementar en la práctica docente sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje.**

Estos temas se imparten en tres semanas, pero debido a que sólo se tratarán algunos subtemas en la propuesta de enseñanza, éstos se impartieron en una semana y media.

## INSTRUMENTOS

En la aplicación de la estrategia docente se utilizaron diversos instrumentos que se enlistan a continuación

1. Pretest de estilos de aprendizaje.  
En función del test VARK se forman equipos de trabajo, eligiendo diferentes estilos de aprendizaje para que los equipos queden equilibrados, para el caso en donde se tenga un estilo de aprendizaje privilegiado. Se buscan diferentes estrategias para que los alumnos puedan desarrollar los otros estilos y de esta manera el equipo pueda satisfacer sus necesidades de aprendizaje.
2. Examen diagnóstico.  
Se aplica un examen diagnóstico sobre los conceptos involucrados en el tema y conocer aquellas ideas previas acerca del tema con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que los alumnos presentaron y por otro lado reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas de la unidad.
3. Pregunta detonante o generadora.  
¿Cuál es el beneficio que proporciona el conocer, utilizar y aplicar nuevos tipos de energías renovables, en tu beneficio y el de tu comunidad?  
Con esta pregunta se busca que los alumnos entren en un conflicto cognitivo para que vinculen los temas de la materia con su contexto cotidiano, ya que viven en una comunidad rural, y que de esta manera también pudieran relacionar la física con su vida diaria y usar el conocimiento adquirido para resolver problemas de su contexto.
4. Diseño de actividades de enseñanza aprendizaje enfocadas a la construcción de un prototipo que utiliza energías renovables (Horno solar). Esta actividad se realiza en equipos de 4 a 5 alumnos. A partir de la colaboración del trabajo en equipo pudieron responder la pregunta generadora con argumentos teóricos a partir de los temas aprendidos.
5. Rúbricas de evaluación.  
Las rúbricas se utilizaron para evaluar por equipo  
El trabajo colaborativo durante la construcción del prototipo, la idoneidad de los materiales utilizados, la funcionalidad del dispositivo, la bitácora y el conocimiento científico aplicado en la construcción del prototipo Horno solar
6. Examen (Examen diagnóstico)  
Al examen diagnóstico inicial se le agregó una última pregunta en la cual los alumnos debían describir el principio de funcionamiento de un horno solar.
7. Cuestionario de evaluación final de los alumnos hacia la propuesta de enseñanza.

## 3.8 Contenidos

Los contenidos de la propuesta didáctica consisten en tres categorías diferentes que se cubren en todas las actividades académicas que se desarrollan en la unidad 4. "Termología", estos son: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Cada uno de ellos se describe a continuación:

Los contenidos conceptuales se refieren a los temas de la unidad 4 que son abordados

### **Conceptuales**

#### 4.1 Termometría

- Concepto de temperatura.
- Escalas termométricas.

#### 4.2 Calorimetría

- Concepto de calor
- Conceptos y formas de propagación del calor.
- Conceptos de capacidad calorífica, efecto invernadero.

### **Procedimentales**

Los contenidos procedimentales se refieren a la metodología que se siguió durante las actividades desarrolladas en la propuesta. Para el desarrollo de la propuesta se utilizará el aprendizaje basado en proyectos (ABP o *Project Based Learning* ABL por sus siglas en inglés) la cual es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que parte de dos premisas:

- Disponer de un problema/proyecto real planteado al alumnado que impulsa a los estudiantes a trabajar en equipo para buscarle solución.
- Una integración total y plena del proyecto en el currículo de la unidad o módulo correspondiente de forma que las materias impartidas se supediten a la resolución de este.

Para diseñar el plan de acción que servirá de guía a los estudiantes se plantean las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Con quién?, ¿Para qué?, ¿Cómo?, ¿Cuánto?, factores externos de riesgo y las medidas alternativas para asegurar el éxito del proyecto, cuáles son los resultados esperados y productos a lograr, etcétera. (sepe.es, 2012).

En este sentido se construirá el prototipo de un horno solar, en el cual ellos serán capaces de aplicar los conocimientos de estos temas abordados para responder a la pregunta generadora y con la intención de que los alumnos propongan soluciones a problemas reales. Con esta estrategia se estaría reforzando la parte cognitiva, el trabajo colaborativo y la motivación a la investigación de temas actuales.

Al final los estudiantes expondrán su prototipo construido, explicando la física aplicada en el funcionamiento de su horno. Se entregará un reporte escrito donde describan detalladamente el proceso de construcción, materiales utilizados y la teoría involucrada en la construcción y funcionamiento.

### **Actitudinales**

Los contenidos actitudinales van más allá de los temas y actividades académicas que se llevan a cabo en la propuesta docente y que buscan impactar en la formación de los estudiantes como personas, además buscan que los alumnos muestren actitudes como: Responsabilidad, respeto, ética, honestidad, trabajo colaborativo.

### 3.9 Actividades para la realización de un horno solar

Las actividades que se desarrollan durante la práctica docente se enlistan en la siguiente Tabla 4, en donde se describen con detalle la duración de las estrategias de enseñanza aprendizaje, los objetivos particulares, los instrumentos empleados para su desarrollo, los recursos utilizados y las evaluaciones que se hacen.

Estrategias de enseñanza aprendizaje	Instrumentos Y objetivos	Recursos	Evaluación
<p><b>SESIÓN 1(1 horas)</b>  Presentación: 15 min  Aplicación del pretest VARK y evaluación: 15 min  Formación equipos (15 min)</p> <p>Diagnóstico: 20 min</p> <p>Pregunta generadora y escenario didáctico: 15 min</p> <p>Lluvia de ideas para plantear posibles respuestas: 15 min</p> <p>Explicación sobre el proyecto y entrega de rúbrica para la evaluación del trabajo</p> <p>Investigación de cómo se hace un horno y los tipos de energías renovables</p>	<p>Examen VARK  Conocer el tipo de aprendizaje de los alumnos para formar equipos homogéneos</p> <p>Examen diagnóstico  Obtener información de lo que saben y no del tema para reforzar conceptos</p> <p>Se plantea la pregunta generadora para crear un conflicto cognitivo</p> <p>Tener un panorama sobre el tema</p> <p>Aprender a hacer un horno con material reciclado</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Diagnóstica  Tipos de aprendizaje</p>
<p><b>SESIÓN 2 (1 horas)</b>  Se abordan los temas termometría con un experimento sencillo, utilizando hielo, agua, cubeta, y un termómetro digital y otro de mercurio para mostrar el concepto</p>	<p>Hacer distinción entre los conceptos de calor y temperatura.</p> <p>Conocer las diferentes escalas termométricas.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz, dos botes con agua, resistencia eléctrica (calentador de agua) multímetro digital,</p>	<p>Evaluación continua.</p>

<p>de calor y temperatura Ejemplos y ejercicios de conversiones. Se deja una tarea de investigación sobre los tipos de transferencia de calor.</p>	<p>Conversión de escalas, resolución de problemas.</p>	<p>refresco boing congelado.</p>	
<p><b>SESIÓN 3 (2 hora)</b> Se inicia con un experimento demostrativo usando un martillo y una placa de metal, unos focos y una resistencia (para calentar agua en una cubeta) con la finalidad de mostrar los diferentes tipos de transferencia de calor; Una piola para mostrar la frecuencia y la longitud de una onda para entender el concepto de radiación. Y conceptos de capacidad calorífica. Un cable de cobre calentado por unas velas para demostrar la dilatación de los cuerpos para explicar los fenómenos causados por el calor, y la reflexión de la energía radiante a través de otro experimento, utilizando una caja forrada por dentro de papel blanco y haciendo un orificio a la caja para que observen los alumnos lo que pasa sin decirles que la caja es blanca por dentro y expliquen que sucede o que observan y por último explicar el fenómeno del efecto invernadero. Relación de todos estos conceptos para que expliquen el</p>	<p>Conceptos y Formas de propagación del calor. Tipos de transferencia de calor: Conducción, convección, radiación. Concepto de capacidad calorífica, reflexión de energía radiante (radiación de cuerpo negro) y efecto invernadero. Preguntas conceptuales referentes al tema.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz, resistencia eléctrica (calentador de agua), una piola de 2 m, velas de parafina, encendedor, papel, cono de papel, caja de un celular con un orificio y forrado por dentro con papel blanco.</p>	<p>Evaluación continua.</p>

<p>funcionamiento de un horno solar. Preguntas detonantes para explicar el efecto invernadero y la relación con los tipos de transferencia de calor para explicar este efecto en una discusión por equipos. Ejemplos, preguntas y problemas del tema. Se indica cómo deberán reportar el trabajo escrito sobre la construcción del horno.</p>			
<p><b>SESIÓN 4 (2 horas)</b> En clase el profesor indaga sobre la investigación sobre la construcción de un horno solar y vigilar y retroalimentar a los equipos cuando se lleve a cabo la construcción de éste en el salón de clases para corregir posibles errores.</p>	<p>Evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos a través del prototipo construido. Revisión de la construcción del prototipo, sugerencias para su construcción y corrección de errores en el armado del horno. Observación del trabajo en equipo, aportación de ideas de manera individual y colectiva para la contribución de la construcción de su prototipo.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Lista de cotejo. Evaluación continua. Rúbrica.</p>
<p><b>SESIÓN 5 (2 horas)</b> Se lleva a cabo la presentación de los hornos, después de que los alumnos prueban sus hornos para saber si son funcionales. A cada equipo se le sortea una pregunta relacionada con el funcionamiento y construcción del horno para indagar sobre los conocimientos aplicados y una</p>	<p>Evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos a través del prototipo construido.  Retroalimentación por parte de sus compañeros y del docente  Mejorar la propuesta de enseñanza en todos los aspectos.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, bolígrafos, lápiz y la presentación del prototipo.</p>	<p>Lista de cotejo. Evaluación continua. Rúbrica.</p>

<p>propuesta para mejorar su prototipo, así como el tipo de material que utilizaron para su construcción y el porqué de ese material. Aplicación del examen diagnóstico y de la evaluación al docente.</p>			
--	--	--	--

**Tabla 4. Se presentan las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se implementaron, los instrumentos, objetivos a desarrollar, recursos y la forma de evaluación a los alumnos con la propuesta presentada.**

### 3.10 Mecanismos de evaluación

La solución a la pregunta generadora al inicio del tema es importante, porque se vinculan los temas abordados con la construcción del prototipo de horno solar, el cual fue evaluado mediante una rúbrica, y el argumento planteado a la solución de la pregunta generadora. De esta manera se evaluó tanto el desempeño individual como el colaborativo.

El trabajo individual fue evaluado continuamente en las sesiones, donde se tomaron en cuenta aspectos como la participación en clase, integración en el equipo, colaboración con sus compañeros, tareas, ejercicios en clases y el examen.

El trabajo colaborativo fue evaluado mediante la rúbrica, la exposición del prototipo, el trabajo realizado por el equipo en el desarrollo de este, el conocimiento científico adquirido y el reporte escrito de la construcción del horno solar.

Se llevó a cabo una heteroevaluación, una coevaluación y una autoevaluación al final de las exposiciones.

El examen final, la encuesta de evaluación de los alumnos hacia la propuesta y el prototipo construido, junto con las observaciones de mi supervisor, se usaron para evaluar la propuesta de enseñanza, las respuestas se utilizarán para mejorar tanto el desempeño del profesor como la propuesta docente.

### 3.11 Construcción de la estufa solar

A continuación se describe la estructura y el modo de presentación de los temas seleccionados que se utilizaron para llevar a cabo la secuencia didáctica.

En la siguiente tabla 5 se muestran los conceptos y aprendizajes que se deben abordar en el tema Termología. Esta información está tomada del programa de EPOEM.

En la estrategia que se implementó para la construcción de una estufa solar se abordaron estos temas de termometría y calorimetría, se retoma este aprendizaje para construir una estufa solar parabólica semiesférica, aquí se hace uso de la geometría analítica y de los aprendizajes que los estudiantes adquiere sobre la distancia entre dos puntos, el plano cartesiano, las circunferencias, las parábolas, las cuales son herramientas útiles para la física y en este caso para construir un prototipo.

Concepto	Aprendizaje	Estrategia
Termometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Explica los fenómenos relacionados con el calor y la temperatura estableciendo estrategias para aprovechar la energía.</li> </ul>	<p>Se genera una lluvia de ideas entre los alumnos del grupo para discutir sobre los conceptos de calor y temperatura.</p> <p>Se realizan algunos experimentos demostrativos para generar una discusión con el grupo para realizar una definición formal a los conceptos del tema.</p> <p>Investiga los conceptos de calor y temperatura</p>
Calorimetría	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estima los cambios en la materia provocados por la alteración de la temperatura y el impacto en algunos procesos cotidianos de su contexto.</li> </ul>	<p>Investiga sobre las formas de transmisión de calor en los procesos donde interviene dicha magnitud física, y realiza algunos experimentos demostrativos.</p>

**Tabla 5. Panorama general de la propuesta a implementar en la práctica docente sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje.**

## INSTRUMENTOS

En la aplicación de la estrategia docente se utilizaron diversos instrumentos que se enlistan a continuación

1. Pretest de estilos de aprendizaje.  
Los equipos ya habían sido seleccionados y conformados anteriormente.
2. Examen diagnóstico.  
Aquí sólo se les pregunta específicamente cómo se calcula la distancia entre dos puntos, la definición de circunferencia y sus elementos (centro y radio) y la definición de la parábola y sus elementos (vértice, foco, directriz y el parámetro p)
3. Pregunta detonante o generadora.  
**¿Por qué en las antenas de telecomunicaciones, antenas de recepción de televisión, radares, estufas solares o lentes de corrección visual tienen una forma geométrica específica y cuál es la ventaja de usar esta configuración geométrica?**  
Con esta pregunta se buscó que los alumnos entraran en un conflicto cognitivo para que vincularan los temas de la materia con su contexto cotidiano, ya que viven en

una comunidad rural, y de esta manera también pudieran relacionar la física con su vida diaria y usar el conocimiento adquirido para resolver problemas de su contexto.

4. Diseño de actividades de enseñanza aprendizaje enfocadas a la construcción de un prototipo que utiliza energías renovables (estufa solar); esta actividad la realizaron equipos de 4 a 5 alumnos. A partir de la colaboración del trabajo en equipo pudieron responder la pregunta generadora con argumentos teóricos a partir de los temas aprendidos.
5. Rúbricas de evaluación  
Las rúbricas evaluaron las actividades realizadas por equipo  
El trabajo colaborativo durante la construcción del prototipo, la idoneidad de los materiales utilizados, la funcionalidad del dispositivo, la bitácora y el conocimiento científico aplicado en la construcción del prototipo Horno Solar
6. Examen final  
Aquí sólo se les pide que construyan la plantilla de su estufa solar utilizando los conceptos de geometría analítica, es decir, hacer la construcción geométrica de la parábola, la circunferencia y de ahí obtener las ecuaciones que modelan la plantilla de su estufa solar.
7. Cuestionario de evaluación final de los alumnos hacia la propuesta de enseñanza.

### **3.12 Contenidos**

Los contenidos de la propuesta didáctica consisten en tres categorías diferentes que se cubren en todas las actividades académicas que se desarrollaron en la unidad 4. Terminología, estos son los contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, cada uno de ellos se describe a continuación:

Los contenidos conceptuales se refieren a los temas de la unidad 4 que se abordaron en la práctica docente, fueron:

#### **Conceptuales**

##### 4.1 Termometría

- Distinguir entre los conceptos de calor y temperatura.

##### 4.2 Calorimetría

- Conceptos y formas de propagación del calor.

Los contenidos procedimentales y actitudinales son los descritos anteriormente

### **3.13 Actividades para la realización de la estufa solar**

Las actividades que se desarrollaron durante la práctica docente se enlistan en la Tabla 6 donde se describen con detalle la duración de las estrategias de enseñanza aprendizaje, los objetivos particulares, los instrumentos empleados para su desarrollo, los recursos utilizados y las evaluaciones que se hicieron.

Estrategias de enseñanza aprendizaje	Instrumentos Y objetivos	Recursos	Evaluación
<p><b>SESIÓN 1(1 horas)</b>  Presentación: 15 min  Aplicación del pretest VARK y evaluación: 15 min  Formación equipos (15 min)</p> <p>Diagnóstico: 20 min.</p> <p>Pregunta generadora y escenario didáctico 15 min.</p> <p>Lluvia de ideas para plantear posibles respuestas 15 min.</p> <p>Explicación sobre el proyecto y entrega de rúbrica para la evaluación del trabajo.</p> <p>Investigación de cómo se construye una estufa y los tipos de energías renovables, así como definiciones de circunferencia y parábola.</p>	<p>Examen VARK  Conocer el tipo de aprendizaje de los alumnos para formar equipos homogéneos.</p> <p>Examen diagnóstico  Obtener información de lo que saben y no del tema para reforzar conceptos.</p> <p>Se plantea la pregunta generadora para crear un conflicto cognitivo</p> <p>Tener un panorama sobre el tema.</p> <p>Aprender a construir una estufa con material reciclado.</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz.</p>	<p>Diagnóstica.  Tipos de aprendizaje.</p>
<p><b>SESIÓN 2 (1 horas)</b>  Se aborda el tema de transferencia de calor por radiación, usando un experimento demostrativo con lupas y lentes de diferentes tamaños y graduaciones.  Se deja una tarea de investigación sobre</p>	<p>A partir del experimento demostrativo que realizan los estudiantes en equipos de 4 en el patio de la escuela, llevan una hoja de papel, regla y cinta métrica para medir la distancia focal de las</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz, cuatro lupas de diferentes tamaños y cuatro lentes de diferentes graduaciones.</p>	<p>Evaluación continua.</p>

<p>las propiedades ópticas geométricas de la parábola, y también sobre la circunferencia como lugar geométrico y sus elementos.</p>	<p>lupas y lentes, pero también observar qué pasa cuando se concentra la radiación solar en un solo punto utilizando las lupas y lentes.</p>		
<p><b>SESIÓN 3 (2 hora)</b>          Se inicia con la retroalimentación acerca de cuáles son las propiedades ópticas geométricas de la parábola y cuál es la relación con las lentes y lupas que se usaron en el experimento demostrativo realizado en la clase anterior.          Se revisa el concepto de transferencia de calor por radiación y cómo llega la radiación solar a la Tierra.          Después con el uso del juego geométrico (Regla, escuadra y compas) se procede a la construcción geométrica de la plantilla de la estufa solar que será la base de su prototipo.          Construcción de su estufa solar a partir de la plantilla dibujada geoméricamente en un cuadro de cartón, la cual servirá para construir la estructura principal de la estufa.          En clase, el profesor indaga sobre la investigación para construir una estufa solar, vigilar y retroalimentar a los equipos cuando se lleve a cabo la construcción de ésta en el salón de clases</p>	<p>Conceptos y Formas de propagación del calor.          Tipos de transferencia de calor: radiación, convección y conducción.          Concepto parábola y sus propiedades óptico geométricas.          Concepto de circunferencia y sus elementos, y como lugar geométrico en el plano.</p> <p>Los estudiantes realizan la construcción geométrica de su plantilla utilizando como base la circunferencia y la parábola, así como sus elementos para obtener después las ecuaciones que modelan la plantilla de su estufa.          En equipos de cuatro estudiantes, proceden a construir su estufa solar, dibujando la plantilla en un cuadro de cartón para después usarla como molde para las demás piezas de la estructura de la estufa.          Evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos a través del prototipo construido.          Revisión de la construcción del</p>	<p>Pintarrón, marcadores, material impreso, cuaderno, bolígrafos, lápiz, juego geométrico, hojas blancas, tres cajas de cartón grandes, pistola de silicón y barras de silicón las necesarias, tijeras, cúter, pegamento, diurex, cinta canela, aluminio, un tubo de cartón y papel américa.</p>	<p>Lista de cotejo.          Evaluación continua.</p>

para corregir posibles errores.  Se indica cómo deberán reportar el trabajo escrito sobre la construcción de su estufa solar	prototipo, sugerencias para su construcción y corrección de errores en el armado de la estufa.		
<b>SESIÓN 4 (2 horas)</b> Se lleva a cabo la presentación de las estufas, después de que los alumnos prueban sus estufas para saber si son funcionales. A cada equipo se le sortea una pregunta relacionada con el funcionamiento y construcción de la estufa para averiguar sobre los conocimientos aplicados y una propuesta para mejorar su prototipo, así como el tipo de material que utilizaron para su construcción y el porqué de ese material. Aplicación del examen diagnóstico y de la evaluación al docente.	Evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos a través del prototipo construido.  Retroalimentación por parte de sus compañeros y del docente.  Mejorar la propuesta de enseñanza en todos los aspectos.	Pintarrón, marcadores, material impreso, bolígrafos, lápiz y la presentación del prototipo.	Lista de cotejo. Evaluación continua. Rubrica.

**Tabla 6. Se presentan las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se implementaron, los instrumentos, objetivos a desarrollar, recursos y la forma de evaluación a los alumnos con la propuesta presentada.**

### 3.14 Mecanismos de evaluación

La solución a la pregunta generadora al inicio del tema es importante, porque se vinculan los temas abordados con la construcción del prototipo de la estufa solar, el cual es evaluado mediante una rúbrica, y el argumento planteado a la solución de la pregunta generadora. De esta manera se evalúa tanto el desempeño individual como el colaborativo.

El trabajo individual es evaluado a través de una evaluación continua en las sesiones, donde se toman en cuenta aspectos como la participación en clase, integración en el equipo, colaboración con sus compañeros, tareas, trabajo en clases y el examen.

El trabajo colaborativo es evaluado mediante la rúbrica, la exposición del prototipo, el trabajo realizado por el equipo en el desarrollo del mismo, el conocimiento científico adquirido y el reporte escrito de la construcción de la estufa solar.

Se lleva también a cabo una heteroevaluación, una coevaluación y una autoevaluación al final de las exposiciones. El examen final, la encuesta de evaluación de los alumnos hacia

mi propuesta y el prototipo construido, junto con las observaciones de mi supervisor, son los elementos para evaluar mi propuesta de enseñanza, las cuales serán usadas para mejorar tanto mi desempeño como la propuesta docente, tomando en cuenta las críticas y observaciones recibidas.

# CAPÍTULO 4

## 4. Implementación de la estrategia

En este apartado se describe la manera en que se fue desarrollando y aplicando la estrategia enseñanza-aprendizaje de la práctica docente para obtener toda la información necesaria para el desarrollo y análisis de la investigación sobre la propuesta del trabajo de grado.

### **Papel como docente en el aula durante las presentaciones.**

El papel como docente dentro del aula es ser un guía que involucre a los estudiantes en cada sesión, atrapar su atención utilizando diferentes herramientas, las cuales pueden ser un experimento demostrativo, una actividad individual o por equipos y sobre todo conocer al grupo para rectificar la planeación de la estrategia de enseñanza aprendizaje para despertar en los estudiantes la curiosidad de los temas que se abordan, inculcar esa semilla de investigar, de buscar, de resolver o de plantearse preguntas de los temas que se abordan, con el fin de integrar a todos los alumnos a la clase para que no se sientan relegados o excluidos sólo porque cada uno tienen un diferente estilo de aprendizaje.

### **Concepción sobre las condiciones requeridas para propiciar un ambiente de trabajo con los alumnos.**

El ambiente de trabajo con los alumnos se debe formar desde el momento de iniciar la presentación del tema, darles la confianza para que ellos se involucren en los procesos de enseñanza aprendizaje, el docente tiene la responsabilidad de crear estos ambientes, sin esperar a saber cómo es el grupo, o cuáles son sus estilos de aprendizaje; sin embargo, es importante detectar a tiempo todos estos aspectos, desde su contexto, entre ellos la manera de cómo aprende cada uno de los estudiantes para que sea capaz de modificar la estructura de la secuencia que tiene contemplada en cada tema que se desarrollará, esta debe de ser una prioridad para lograr las condiciones que propicien un buen ambiente de trabajo con los alumnos dentro y fuera del aula, en el que el profesor pueda involucrarlos a todos por igual, darles mucha confianza y motivación para que poco a poco ellos mismos se sientan cómodos en el aula, participen y se integren no sólo en la clase, sino con sus propios compañeros y participen en la generación del conocimiento a través de sus opiniones y participaciones. Estas emociones positivas se notaron mucho en la parte en la que los alumnos debieron presentar experimentos demostrativos para ilustrar conceptos de los temas que se desarrollaron durante la secuencia temática o en la parte donde ellos generaron una lluvia de ideas para contestar la pregunta detonadora.

### **Pertinencia de las técnicas o estrategias empleadas en las presentaciones.**

La pertinencia se basa en el tipo de aprendizaje elegido para la secuencia, éste fue a través de aprendizaje basado en proyectos, dado que es una comunidad rural del Estado de México, se formuló desde el principio que se utilizaran materiales reciclados para construir un instrumento de medición como una solución al problema planteado desde un inicio, en donde a los alumnos se les fue guiando en el proyecto para que al final de la estrategia implementada se entregara un producto el cual sería la construcción de un astrolabio y un teodolito hecho con material reciclado utilizando las tres R, las cuales tratan de **Reducir**: es decir, comprar objetos que pronto terminarían en la basura y por lo tanto contaminarían el ambiente, **Reutilizar**: se trata de utilizar al máximo las cosas que ya tenemos, alargar la

vida de estos productos al máximo para disminuir la contaminación, por último, se trata de **Reciclar**: es conseguir un equilibrio entre lo que se produce, se consume y se desecha, al intentar generar la menor cantidad de basura, es decir, reincorporar la materia prima para crear cosas nuevas a través de un ciclo que genere nuevo material utilizable sin aumentar el volumen de desechos. Se buscaron experimentos demostrativos para ejemplificar los conceptos más difíciles del tema como medición, errores o incertidumbres, conceptos de precisión y exactitud, y la diferencia entre estas definiciones, así como los diferentes errores sistemáticos que se presentan al medir, el cual tiene que ver con el que está midiendo (error de paralaje), y el instrumento que se utiliza para medir tiene una incertidumbre que puede provocar errores en la medición al no estar bien calibrado o hacer mal uso de éste al medir.

### **Dominio de los conocimientos de los temas presentados.**

El dominio de los temas se reforzó, ya que se utilizó una amplia bibliografía, pero sobre todo se usaron varias estrategias de enseñanza para mostrar a los alumnos diferentes maneras de abordar los temas y que los estudiantes los comprendieran mejor. Aun cuando los sistemas de unidades, las conversiones entre sistemas y sobre todo la parte conceptual es uno de los temas más difíciles de física a mi parecer, pues se debe abordar el método científico, todo este tema se trabajó utilizando experimentos demostrativos y ejemplificando con analogías o experiencias cotidianas del contexto de los estudiantes. Mediante esta metodología se logró que los alumnos comprendieran el concepto de medición, los errores que se presentan al medir, así como que hicieran un uso correcto del vocabulario para aplicar conceptos como exactitud y precisión, y además hicieran uso correcto de los mismos en el contexto científico de la Física.

### **Formas de fomentar el interés y la reflexión de los alumnos del bachillerato y procedimientos empleados para explicar, ejemplificar, demostrar y plantear actividades respecto a los temas impartidos.**

Lo primero que se hizo fue aplicar el test VARK para que ellos supieran qué tipo de estilo de aprendizaje tenían, con el propósito de reforzar sus debilidades e incrementar sus fortalezas; en segundo lugar se realizó un examen diagnóstico para averiguar cuáles eran los conceptos o ideas que tenían acerca del tema, con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que presentan los alumnos y por otro lado en reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas. En esta evaluación se les mencionó que no hay respuestas malas ni buenas sólo respuestas de lo que ellos creyeran que contestaba la pregunta hecha en el diagnóstico. Para fomentar el interés en el tema se planteó una pregunta que podría resolver una problemática de su comunidad, utilizando instrumentos de medición y cómo esto la beneficiaría. La pregunta les planteaba construir un dispositivo que utilizara trigonometría y geometría para aplicar este conocimiento y explicarlo desde el punto de vista de la Física.

Se llevó a cabo una lluvia de ideas para contestar esta pregunta haciendo un cierre al final, después de la participación de los equipos que se formaron. En estos equipos se incluyó un estilo de aprendizaje de cada tipo, para que se tuviera un equilibrio en todos ellos. De esta manera se evitó que no prevaleciera un solo estilo de aprendizaje, como hubiera ocurrido al formar los equipos al azar. Estos mismos equipos son los mismos que trabajarían a lo largo de las sesiones contempladas para la entrega del proyecto. Se hizo un cierre con las ideas que los equipos aportaron, mencionando la importancia y ventajas de saber utilizar diferentes instrumentos de medición para encontrar una precisión en las mediciones en Física.

## **4.1 Implementación de la estrategia docente para la construcción de un astrolabio**

Esta estrategia se aplicó a un grupo de alumnos de tercer semestre de bachillerato, con edades entre 14 y 16 años.

### **4.1.1 Pertinencia de la estructura y secuenciación del contenido temático, así como de las estrategias de enseñanza empleadas en las presentaciones.**

La pertinencia de la estructura se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos (ABP o ABL) que se está utilizando para crear la secuencia del contenido temático. Se utilizó una pregunta generadora para crear un conflicto cognitivo, de la cual los estudiantes parten como un detonante para buscar soluciones a un problema real de su comunidad, en este caso se habló de la importancia de la Física, de las mediciones y por qué es importante medir correctamente y utilizar este conocimiento para el beneficio de su comunidad, la pregunta hecha fue la siguiente:

**¿Cuál es la relación entre un astrolabio o un teodolito que permite medir distancias o alturas de un astro, o simplemente medir la altura o distancia de cualquier objeto?**

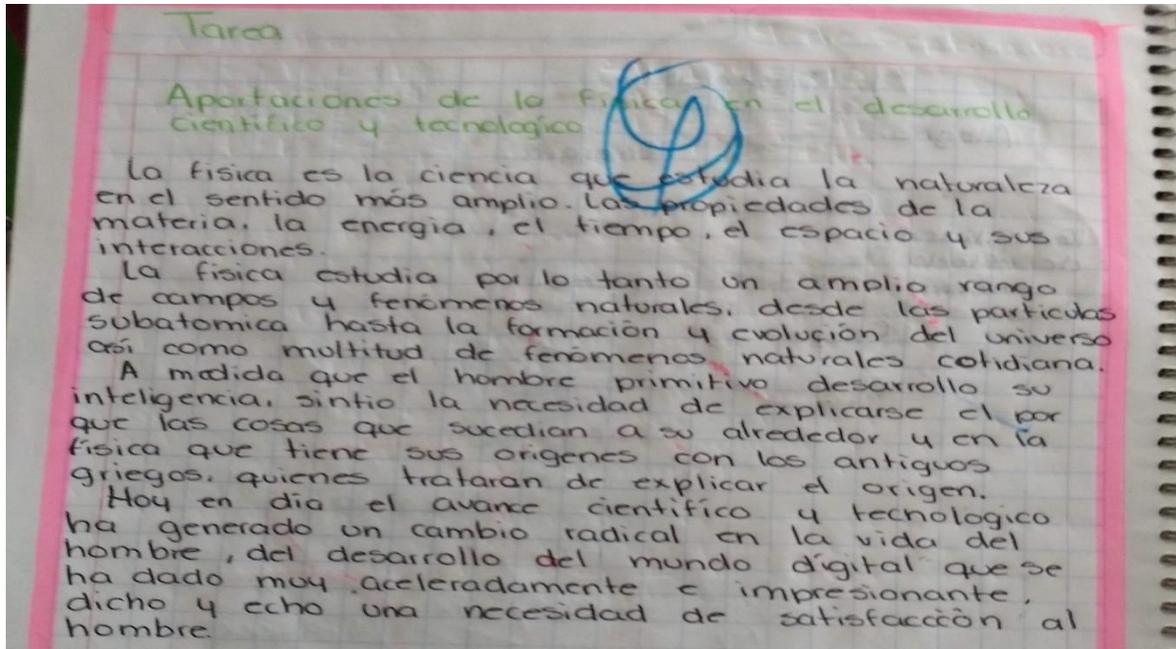
A partir de esta pregunta se desarrolló el contenido temático de la secuencia para que los alumnos, como actividad final pudieran crear un astrolabio y un teodolito, para medir una altura o una distancia y sobre todo, con esta actividad se busca llevarlos de un pensamiento geométrico, al desarrollo de un pensamiento científico y que la aplicación de los saberes que adquirieron dentro del aula, a la solución de un problema propio del contexto en el que viven, permita hacer este conocimiento significativo como lo menciona Ausubel. (Ausubel, 1976).

El contenido temático fue impartido por el docente mediante una presentación en clases expositivas para motivar a los estudiantes, pero después se realizaron interacciones con los mismos, es decir, intercambio de ideas, discusiones sobre definiciones y experimentos demostrativos para captar su atención, así como problemas y ejercicios para reforzar los temas, en éstas clases el profesor resaltó los conceptos más relevantes del contenido, haciendo un resumen de lo visto en cada clase, sin perder de vista en ningún momento el objetivo de cada tema o subtema. Los estudiantes hicieron una investigación sobre los aspectos generales sobre tecnología y ciencia, y los conceptos vistos en cada tema con el propósito de reforzar los aprendizajes. También realizaron actividades donde los conceptos trigonométricos y geométricos en la medición de magnitudes en física pudieran ser aplicados a situaciones propias de su propio contexto, como medir un terreno, o la inclinación que éste tiene para sacar provecho al momento de implementar un sistema de riego para algún cultivo que se quiera realizar en el lugar. En estas actividades se involucraron todos los conceptos abordados en cada presentación que se realizó en la estructura de la estrategia de enseñanza.

#### 4.1.2 Actividades específicas que se realizaron durante la secuencia

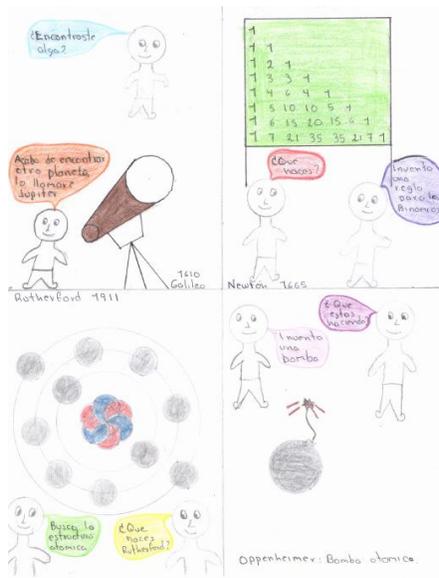
Se dejó de tarea que investigaran sobre las aportaciones de la Física al desarrollo tecnológico.

Se abordó el tema de aportaciones de la física, utilizando como actividad la tarea para que ellos participaran y enriquecieran la clase, basados en la investigación que realizaron sobre las aportaciones de la Física al desarrollo tecnológico, haciendo énfasis en la utilidad de la materia en muchos aspectos cotidianos, como se muestra en la Figura 1.

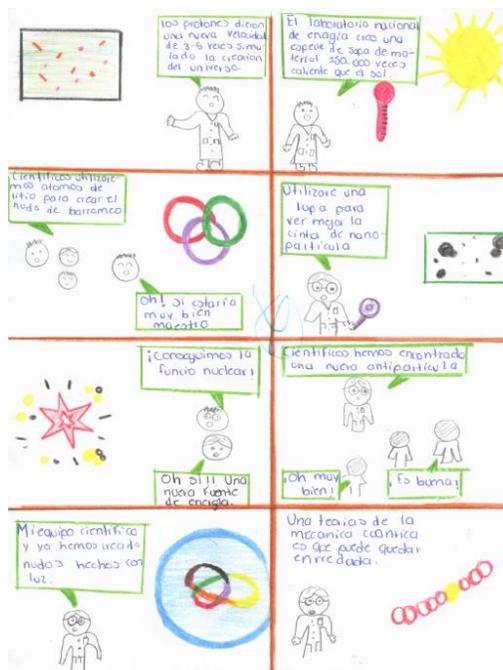


**Figura 1. Tarea realizada por un alumno, donde se muestra la investigación que realizó sobre las aportaciones de la Física en el desarrollo científico y tecnológico.**

Se les pidió además que realizaran un comic sobre la concepción que tenían de la Física o alguna historia sobre el desarrollo de la Física a través del tiempo. Se les pidió que realizarán sólo una cuartilla de cuatro a ocho cuadros.

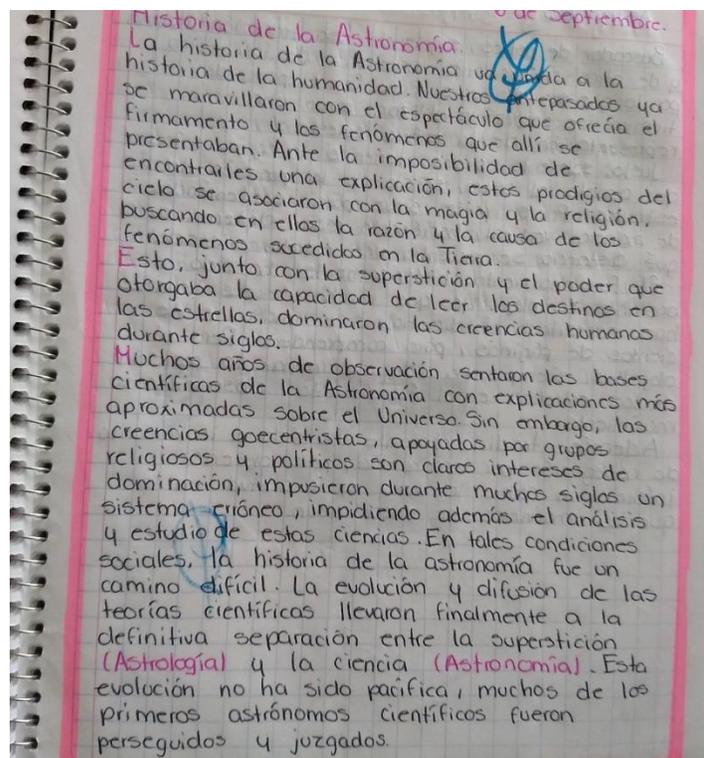


**Figura 2. Comic realizado por un estudiante, él sólo realizó cuatro cuadros para expresar sobre la concepción que tiene sobre la Física.**



**Figura 3. En este comic se aprecia más detalladamente su concepción sobre las diferentes ramas de la Física y la percepción que tiene sobre ésta.**

Se dejó también que investigaran brevemente sobre la historia de la astronomía. Algunas de las contribuciones de los alumnos se muestran en la Figura 4.

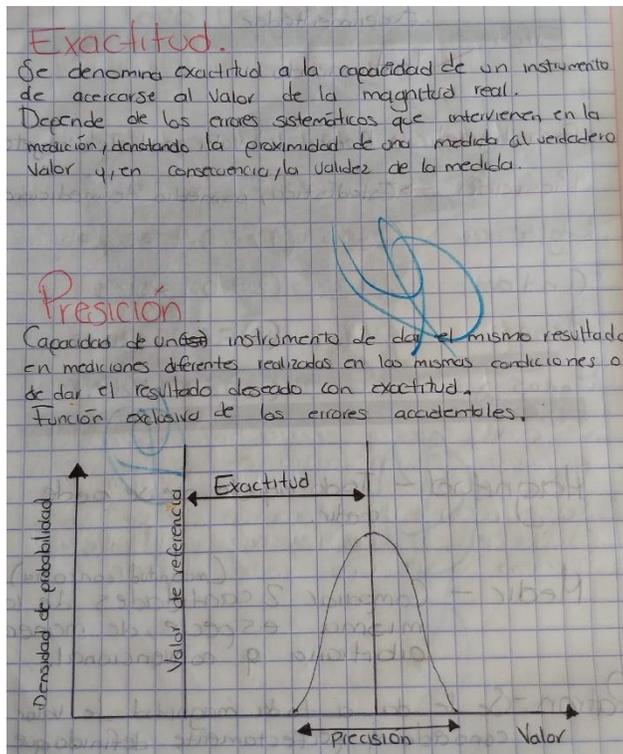


**Figura 4. Tarea de investigación sobre la historia de la astronomía.**

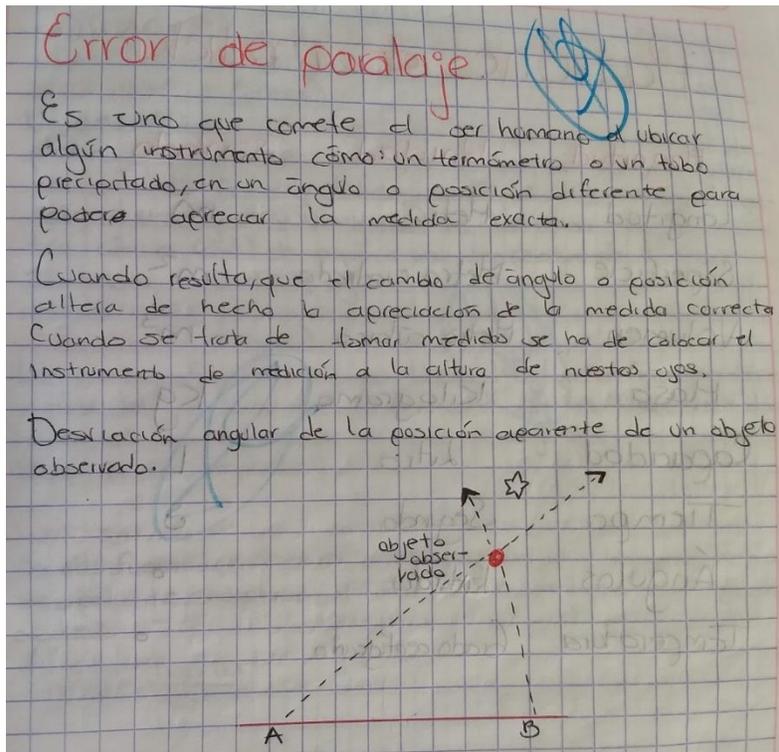
Con esta investigación se les preguntó a los alumnos en clase cuáles fueron las principales aportaciones de la astronomía a la física, a lo que ellos respondieron que fue la curiosidad de saber que hay más allá del cielo, del misterio que se encerraba en la oscuridad de la noche y qué eran esas luces brillantes en el cielo. Se hizo énfasis en la capacidad de observación que tenían las diferentes culturas, desde los griegos, culturas mayas, o egipcios que intentaron dar una explicación con sus observaciones y estudio de los astros hasta llegar a una formalidad de las teorías científicas para separar la superstición y la ciencia.

Se dejó investigar sobre las ramas de la Física y en clase se hizo mención, de lo que cada rama investiga y dónde se aplica, dando algunos ejemplos y haciendo distinción entre cada rama.

Los estudiantes investigaron sobre los conceptos de precisión, exactitud, y error de paralaje. Algunas de las definiciones que los alumnos hicieron de estos conceptos se muestran en las Figuras 5 y 6.



**Figura 5. Definiciones que buscaron los alumnos sobre exactitud y precisión.**



**Figura 6. Se muestra la definición sobre el error de paralaje que se comete al medir con algún instrumento de medición.**

Se hicieron preguntas para iniciar la discusión sobre qué es medir y cómo se presentan los errores en la medición. Con la investigación que los alumnos realizaron sobre exactitud,

precisión y error de paralaje, se definió el error en la medición y se realizó una actividad sobre medición, pero antes se les pidió que trabajarán en equipos de 4, y que ellos inventaran un patrón de medición, para salir del salón y medir alguna longitud u objeto en el patio de la escuela. Y que reportaran las mediciones de cada uno de los cuatro integrantes del equipo en su cuaderno. Para esto usaron una regla de 30 cm, una cinta métrica, un flexómetro y el patrón que ellos propusieron, en las Figuras 7, 8 y 9 se muestra la actividad realizada en el patio de la escuela.



***Figura 7. Las estudiantes utilizan diferentes instrumentos de medición para realizar la actividad de medir, en este caso ellas midieron el ancho de un cuadro del pavimento del patio.***



**Figura 8. Dos estudiantes miden, otra apunta la medición. También toma una foto como evidencia de la actividad.**



**Figura 9. Otro estudiante utiliza un flexómetro para medir la altura del salón.**

Se hizo énfasis en la clase que hay dos tipos de mediciones en la Física, de forma directa y de forma indirecta, siendo esta última la que más se utiliza. En esta actividad ellos midieron de forma directa poniendo en práctica sus habilidades para medir y sobre todo cuidando el error de paralaje y la incertidumbre de su instrumento de medición. En la Figura 10 se muestran los datos que los estudiantes midieron, agregando su respectivo error del instrumento de medición. Se reportaron los datos en su cuaderno con la incertidumbre del instrumento, en este caso es de 0.05 cm la incertidumbre de la regla, flexómetro y cinta métrica.

**Error**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Experimentador} \\ \text{Instrumento} \end{array} \right.$

**Exactitud**  $\rightarrow$  Cerca del valor real del objeto.

**Precisión**  $\rightarrow$  Estadística, promedio de mediciones.

Regla	235	(8) = 0.4 $\rightarrow$ 235.4
Cinta	243	(2) = 0.1 $\rightarrow$ 243.1
Metro	246	(1) = 0.05 $\rightarrow$ 246.05
Manos (se lina)	267	(2) = 0.1 $\rightarrow$ 267.1

**Figura 10. Datos registrados por los alumnos y los cálculos que realizaron para agregar el error del instrumento de medición.**

Se explicó sobre las cifras significativas, la notación científica y los criterios utilizados para el orden de magnitud. Realizaron una actividad, en la cual contaron el número de pulsaciones que tienen, tomándose ellos mismos el pulso durante un minuto e hicieron una proyección a 70 años, para saber cuántas pulsaciones realizarán a lo largo de este tiempo. Con esta actividad también se abarcó el tema de conversiones. Hicieron la misma actividad también con el número de respiraciones en un minuto y lo proyectaron a 70 años también, para encontrar el orden de magnitud.

**Cifras significativas:** Es el valor número de cada medida observada, es una aproximación.

15.7 cm  $\rightarrow$  3 cifras significativas  
 15.6  $\rightarrow$  3 cifras  
 15.8  $\rightarrow$  3 cifras  
 15.75  $\rightarrow$  4 cifras  
 15.70  $\rightarrow$  4 cifras  
 9800 lb  $\rightarrow$  4 cifras, 2 CS

**REGLA PARA LA MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN.**

Cuando se multiplican o dividen muchas cantidades, el número de cifras significativas en la respuesta final es el mismo que el número de cifras significativas en la cantidad que tiene el número más pequeño de cifras significativas.

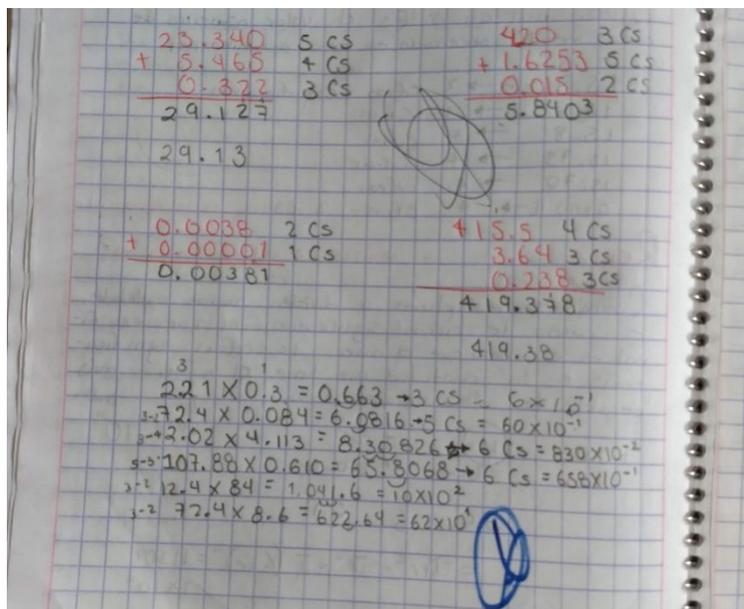
+0.05  $\left( \begin{array}{l} 10^0 \\ r=6\text{cm} \end{array} \right)$  + 0.1  $\left( \begin{array}{l} 10^1 \\ r=6\text{cm} \end{array} \right)$  + 0.05 cm  $\left( \begin{array}{l} 10^0 \\ r=6\text{cm} \end{array} \right)$

5.9 6 6.1

$= \pi r^2 = \pi (6\text{cm})^2 = 113.04$   
 $1 \times 10^2$

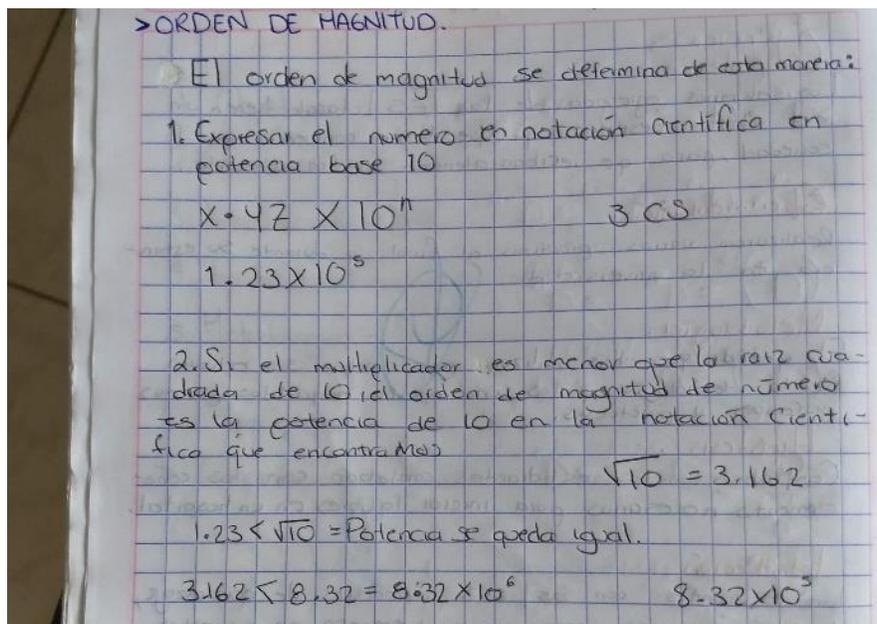
**Figura 11. Explicación sobre las cifras significativas y cómo usarlas en la suma, resta, multiplicación y división.**

Se realizaron ejercicios sobre cifras significativas, y cómo utilizarlas dependiendo de la operación básica que utilicen. En la Figura 12 se muestran algunos ejercicios resueltos por los estudiantes.



**Figura 12. Operaciones de suma y multiplicación, los estudiantes aplican los criterios dependiendo del ejercicio.**

En la figura 13 se muestra cómo los alumnos deberían utilizar los criterios que se explicaron en el pizarrón para resolver diversos ejercicios, uno de ellos fue una actividad donde se tomaban el pulso y después hacían una proyección de cuántas pulsaciones daría su corazón en un promedio de vida de 70 años, ver Figura 14.



**Figura 13. Ejercicio sobre orden de magnitud y cuáles son los criterios que se deben de utilizar, dependiendo del multiplicador y de la notación científica.**

$62 \frac{p}{m.}$ 

$$62 \frac{p}{m.} \left( \frac{60 m}{1 hr} \right) \left( \frac{25 hr}{1 dia} \right) \left( \frac{400 dias}{1 año} \right) (70 años) = 2,604,000,000$$

$$= 2.60 \times 10^9$$

$32 \frac{p}{minuto} = \left( \frac{60 m}{1 hr} \right) \left( \frac{25 hr}{1 dia} \right) \left( \frac{400 dias}{1 año} \right) (70 años) =$ 

$$1,344,000,000 = 1.34 \times 10^9$$

**Figura 14. Ejercicio sobre orden de magnitud usando el número de sus pulsaciones en un minuto y calculando cuántas pulsaciones daría su corazón en un promedio de 70 años.**

Se realizó una actividad para aprender a medir de manera indirecta utilizando proporciones. Para esto se les pidió una cartulina, que sería dividida y recortada en cuatro partes, en cada cuarto se hizo una perforación utilizando una aguja o una perforadora, y dibujaron cuadros, triángulos, corazones o cualquier otra figura que no fuera simétrica. Salieron al patio y proyectaron esas figuras con la ayuda del Sol. Midieron la distancia de la cartulina al piso, el diámetro de la sombra proyectada (círculos, cuadrados, rectángulos y otras figuras hechas por ellos). Un dato extra que se les dio es la distancia de la Tierra al Sol, para que después utilizaran la siguiente relación de proporción.

$$\frac{D}{H} = \frac{d}{h} \quad (1)$$

donde

- D= diámetro del Sol
- H= distancia del Sol a la Tierra
- d= diámetro de la sombra proyectada por la cartulina
- h= distancia de la cartulina al piso

Circulo de Maggie → Pluma

1 cm - regla (diámetro)  
57.5 - metro (h)

$$h = \frac{57.5}{100} = 0.575 \text{ m}$$

$$d = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ m}$$

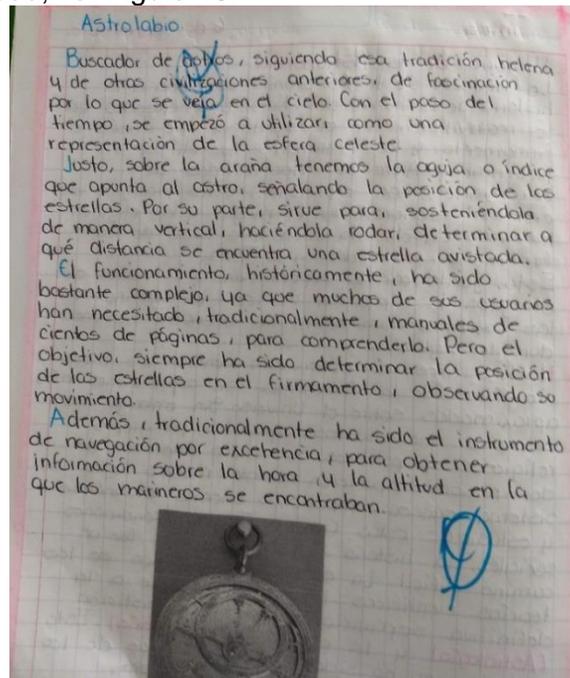
$$D = \left(\frac{d}{h}\right) H = \left(\frac{0.01 \text{ m}}{0.575 \text{ m}}\right) (1.5 \times 10^8 \text{ m})$$

2608695652.2

$2.6 \times 10^9 - 1.3 \times 10^9$

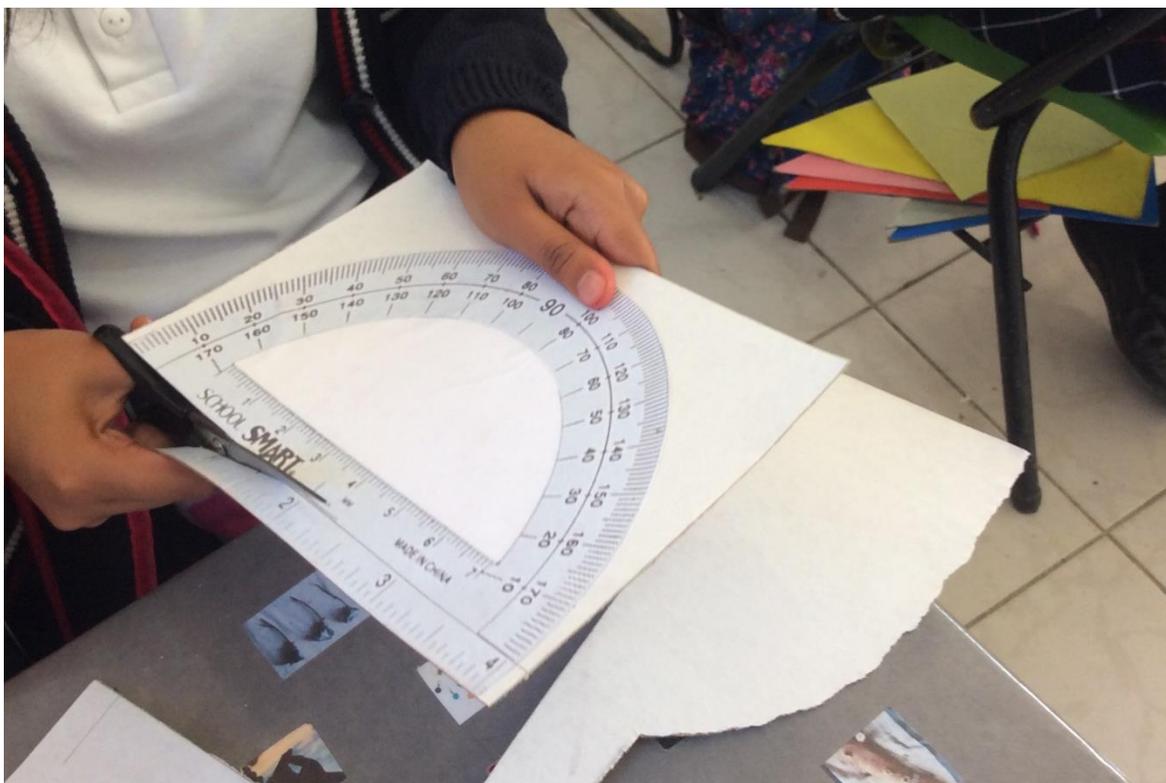
**Figura 15. Calculando el diámetro del Sol y el orden de magnitud del cálculo realizado.**

En la siguiente sesión se les pidió que llevaran material para la construcción de su astrolabio, para que lo hicieran en el salón de clases y después salieran al patio a medir diferentes alturas. También se les pidió que investigaran qué es un astrolabio y cómo se utilizaba en la antigüedad, ver Figura 16.



**Figura 16. Se muestra la investigación que hicieron sobre el astrolabio y la transcribieron en su cuaderno.**

En las Figuras 17, 18 y 19 se observa cómo construyeron sus astrolabios.



**Figura 17.** Se observa cómo fueron construyendo su astrolabio con la imagen de un trasportador.



**Figura 18.** Las estudiantes se muestran motivadas al construir su astrolabio, utilizando papel cascarón para darle mayor soporte.



**Figura 19. Un astrolabio terminado, utilizando cartón, hilo, plastilina, un popote y la imagen de un transportador.**

En las siguientes Figuras (20 a la 22) se muestra cuando salieron al patio de la escuela a medir diferentes alturas y distancias para probar su instrumento de medición, el astrolabio.



**Figura 20. Los estudiantes prueban sus astrolabios en equipos. Unos miden la altura de algún objeto elegido y otros toman el registro de la medición del aparato en grados, para después hacer los cálculos correspondientes.**



**Figura 21. Los estudiantes miden la distancia del observador al objeto medido.**



**Figura 22. Las estudiantes miden la distancia de los ojos al piso, como dato relevante para los cálculos posteriores.**

Realizando los cálculos para encontrar el valor de las diferentes alturas, que se midieron en el patio, utilizando funciones trigonométricas, en este caso la tangente, con la siguiente fórmula

$$H = \tan(90^\circ - \alpha) \cdot d + h \quad (2)$$

donde

H= altura buscada

$\alpha$  = ángulo complementario medido con el astrolabio

d= distancia del observador al objeto medido

h= altura del observador medida desde los ojos al piso.

Cabe resaltar que aquí ellos estaban aprendiendo a medir de manera indirecta, usando el instrumento que ellos mismos construyeron. En la Figura 23 se muestran algunos cálculos que realizaron los estudiantes después de obtener los datos con la ayuda de su astrolabio, un flexómetro y la fórmula explicada en el pizarrón.

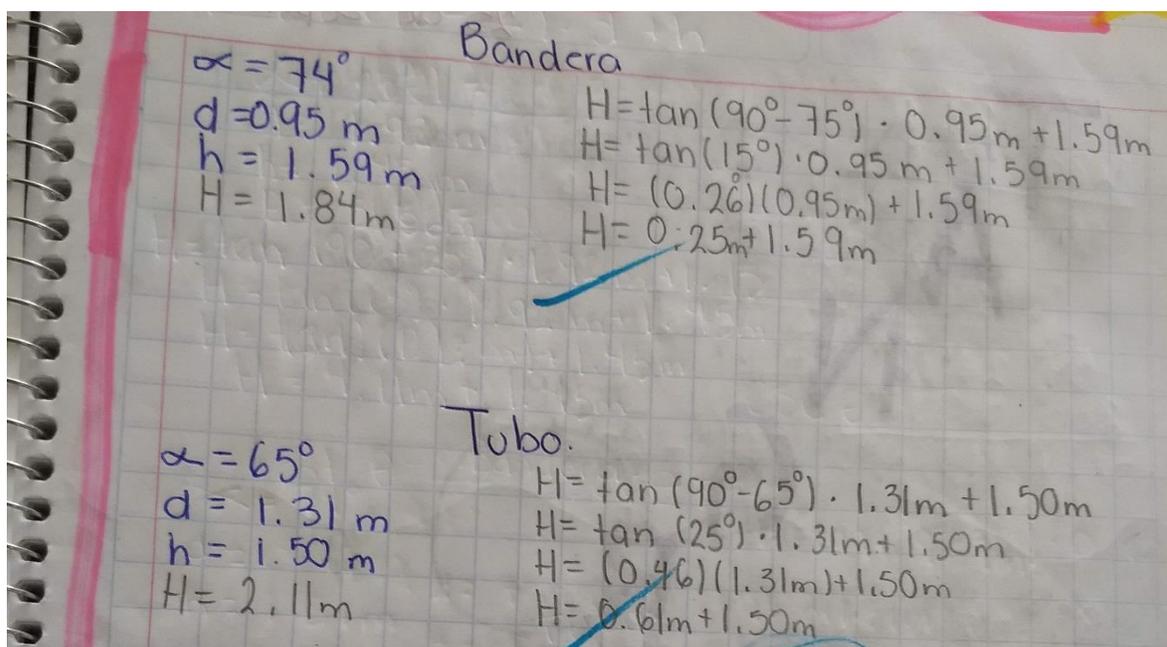


Figura 23. Los estudiantes realizaron los cálculos correspondientes, después de haber medido con su astrolabio y el flexómetro para calcular la altura del objeto.

#### 4.1.3 Capacidad para generar curiosidad en los alumnos del bachillerato y para abordar las respuestas a sus preguntas y necesidades.

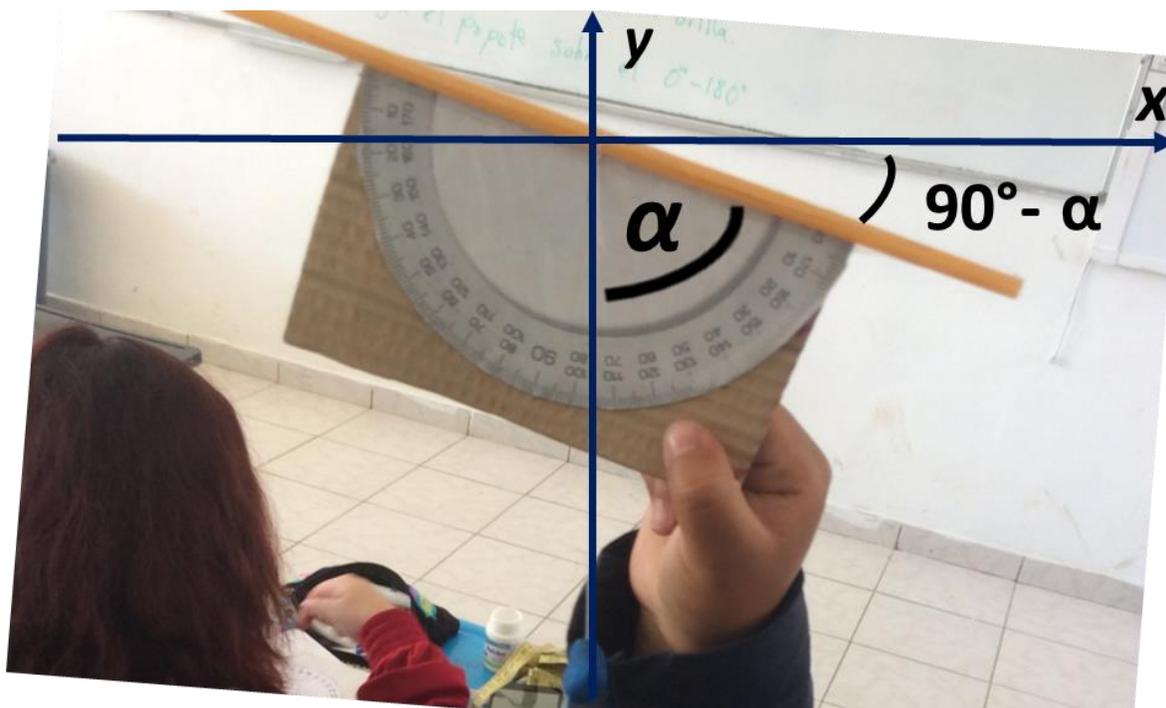
La curiosidad surgió desde el inicio de la pregunta generadora al inicio de la secuencia, al plantearles un problema real de su comunidad y cómo podrían ellos proponer una solución al construir un prototipo como el astrolabio y el teodolito para aprender a medir de manera directa e indirecta.

Al principio les causó sorpresa el saber que para construir un astrolabio basta con una impresión en una hoja de un transportador de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , un pedazo de cartón, un popote, un hilo y un pedazo de plastilina o algún objeto que hiciera contrapeso, para que el hilo quedará tensado y sirviera como aguja indicadora.

Cuando se llevó a cabo la construcción del astrolabio hubo muchas preguntas, desde el momento de pegar la impresión al cartón para darle rigidez a la escala que serviría como

graduación del instrumento, hasta la posición del popote en el lado superior, tomando en cuenta que el transportador quedaría invertido. Y cómo centrar el hilo para que al momento de medir éste no se recorriera o no quedará lo suficiente tensado para que la lectura fuera la correcta.

Se hizo énfasis en el error de paralaje al momento de utilizar su instrumento cuando se salieran al patio de la escuela a medir diferentes alturas. También se explicó que el ángulo que se registraba en la medición con el astrolabio no era el que se necesitaba para los cálculos de la altura o distancia, se tenía que tomar siempre el ángulo más pequeño registrado en el astrolabio al momento de inclinar el instrumento. En la siguiente figura 24 se muestra cómo lo utilizaban y se medía el ángulo  $\alpha$ , para obtener el complemento. Es decir, la plomada indicaba con respecto al popote el ángulo  $\alpha$ , pero ellos necesitaban el complemento del ángulo, éste es el formado por la horizontal paralela al piso donde se estaba midiendo, se fijaba un sistema de referencia paralelo al piso, el cual sería el eje x y la plomada estaría paralela al eje y, para ello utilizaban el siguiente método, el cual consistía en medir directamente el ángulo  $\alpha$  y después hacían una resta de  $90^\circ - \alpha$  para obtener el complemento del ángulo medido como se muestra abajo en la figura.



**Figura 24.** El estudiante coloca su ojo en la mira (popote) y otro compañero mide lo que marca la plomada y este será el ángulo  $\alpha$ , se fija un sistema de referencia paralelo al piso, el cual será el eje x y la plomada estará paralelo al eje y.

Surgieron más dudas cuando se presentaron las funciones trigonométricas y cómo se calculaba al valor en la calculadora. Se les explicó que tuvieron cuidado al momento de ingresar el ángulo en la función trigonométrica en sus calculadoras o celulares, sobre todo en estos últimos, ya que la mayoría de estas aplicaciones vienen activado en modo de radianes y no en grados.

Al final de la prueba los estudiantes estaban sorprendidos por el funcionamiento de sus astrolabios. Estaban incrédulos al principio y después estaban felices y motivados porque lo que ellos construyeron funcionó muy bien. Sobre todo, al momento de hacer sus cálculos mostraron un aprendizaje más significativo, propiciado por el hecho de hacer sus propias mediciones y no estar limitados a la aplicación de una fórmula con datos idealizados proporcionados por el profesor.

#### **4.1.4 Pertinencia de las técnicas de motivación y de manejo grupal empleadas en las presentaciones.**

Acercas de la motivación, se puede mencionar que en esta estrategia se manejó la motivación extrínseca porque los estudiantes, se preocuparon porque en la materia de Física los temas que habían visto antes de la estrategia eran de mecánica o muchos de ellos no recordaban nada de esos cursos. Uno de los comentarios más recurrentes de los alumnos es que no les gustan las matemáticas. Al plantearles el proyecto, primero les pareció que habría mucho trabajo, pero cuando se les mencionó que el proyecto se tomaría en cuenta también para la materia de trigonometría, porque se estaba desarrollando un proyecto en conjunto con dicha materia y que se escogerían los mejores alumnos de los tres grupos de segundos para presentar sus aparatos en la Feria de las Ciencias que se llevaría a cabo en las próximas semanas, les pareció una buena propuesta.

Los logros de la motivación intrínseca se observaron a medida que se fueron realizando las actividades que se plantearon en la secuencia. Los experimentos fueron muy llamativos para los alumnos y la forma de llevar los temas los fue atrayendo, porque ellos nunca habían tenido una clase de física de este tipo, los estudiantes mencionaron que en la mayoría de sus clases debían de callarse, poner atención al profesor y resolver problemas aunque no entendieran mucho de qué se trataba. El examen igualmente era resolver problemas y cubrir con esto la evaluación sumativa, pero nunca habían trabajado con un proyecto en clase de Física.

El interés y el entusiasmo fue lo que hizo que los alumnos se interesaran en el tema, al plantearles experimentos demostrativos, y ejemplos de su propio contexto: como la situación de una visita al médico para hacerse unos estudios del corazón, de la sangre o de orina, reflexionar sobre lo que hace el médico para determinar si los datos que se muestran en el estudio están dentro de los parámetros establecidos para una persona saludable, interpretar un análisis de azúcar en la sangre, o cómo interpretar un electrocardiograma del corazón; o una situación más común que se presenta al ir al mercado y darse cuenta de que los vendedores pesan kilos incompletos, reflexionar sobre la forma de alterar la báscula usada por los comerciantes y cometer actos ilícitos, que perjudican la economía de sus clientes.

El propiciar que los alumnos contestaran las preguntas abiertas que se planteaban después de cada experimento, les pareció más interesante que simplemente darles la fórmula y la tabla de valores de las diferentes constantes físicas o coeficientes de algunos materiales. Darles oportunidad de participar y, sobre todo, de generar un ambiente de competencia sana, donde los diferentes equipos podían desarrollar su creatividad para alcanzar el éxito sobre los otros equipos al construir su astrolabio y teodolito fue una gran motivación dentro del grupo. El reto de que su instrumento de medición de ángulos funcionara mejor que el de sus compañeros los motivó y les dio más confianza, todo esto favoreció el interés del

grupo. Al final mostraron mucha motivación y expectativa cuando probaron sus astrolabios y cuando pudieron comprobar que éstos funcionaron estaban sorprendidos de lo que ellos habían construido. El test de estilos de aprendizaje me sirvió para saber que no todos los alumnos aprenden igual, los resultados de esta prueba me sirvieron para plantear estrategias de enseñanza, una de las actividades principales era que los estudiantes construyeran un prototipo para medir, con su respectivo reporte escrito en donde ellos fundamentaban lo que estaban haciendo, como lo utilizaban para medir y obtuvieran un aprendizaje significativo.

#### **4.1.5 Recursos y materiales didácticos utilizados y resultados de su empleo en clase.**

Los recursos y materiales didácticos utilizados fueron diversos, desde el pintarrón, plumones, borrador, cuadernos y libros, hasta popotes, cartón, papel, hilo y diurex para fijar su mira en el astrolabio, así como el juego geométrico, cinta métrica y flexómetro para medir distancias en el patio, o la altura de su compañero. Estos datos fueron relevantes para poder hacer la comparación entre medidas directas y comprobar si sus cálculos de su medición indirecta con el astrolabio eran correctos.

## **4.2 Implementación de la estrategia docente para la construcción de un horno solar**

La implementación de la estrategia se realizó en un grupo de cuarto semestre de bachillerato formado por 30 alumnos con edades entre 15 y 17 años. Lo primero que se hizo fue aplicar el test VARK para conocer el estilo de aprendizaje de los alumnos, y de esta manera los alumnos pudieran reforzar sus debilidades e incrementar sus **fortalezas**; en segundo lugar se realizó un examen diagnóstico para averiguar cuáles eran los conceptos o ideas que tenían acerca del tema, con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que presentaron los alumnos y por otro lado reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas, aquí se les mencionó que no hay respuestas malas ni buenas sólo respuestas sobre lo que ellos creyeran que contestaba a la pregunta hecha en el examen diagnóstico; para fomentar el interés en el tema se planteó una pregunta que podría resolver una problemática de su comunidad utilizando energías renovables y como esto, traería beneficios a su comunidad al plantearles construir un dispositivo que utilizara energía solar.

Se llevó a cabo una lluvia de ideas para contestar a esta pregunta haciendo un cierre al final, después de la participación de los equipos que se formaron, incluyendo un estilo de aprendizaje de cada tipo en los equipos para que se tuviera un equilibrio en todos ellos, utilizando el test VARK que se acababa de aplicar en la primera sesión y no prevaleciera un solo estilo de aprendizaje al formar equipos al azar. Estos mismos equipos son los que trabajarían a lo largo de las sesiones contempladas para la entrega del proyecto. Se hizo un cierre con las ideas que los equipos aportaron, mencionando la importancia y ventajas de usar energías renovables, en particular la energía del sol. En la Figura 25 se muestra el trabajo realizado por los estudiantes dentro del aula, con los equipos que se formaron, para hacer una lluvia de ideas y dieran una posible respuesta a la pregunta generadora.



**Figura 25. Los estudiantes se integraron a los equipos que se formaron, a partir del test VARK para comenzar a trabajar.**

Se abordaron los temas de termometría con un experimento sencillo, utilizando hielo, agua, cubeta y un termómetro digital para mostrar los conceptos de calor y temperatura. Se eligieron dos voluntarios para que sumergieran sus manos en agua, previamente calentada por una resistencia eléctrica ( $47^{\circ}\text{C}$ ) y después metieran la misma mano en agua a temperatura ambiente, seguido de esto sostuvieron con la otra mano un vaso con hielo por unos segundos y volvieron a meter esa mano en el agua a temperatura ambiente ( $20^{\circ}\text{C}$ ). En la Figura 26 se muestra el experimento demostrativo que se hizo en el aula.



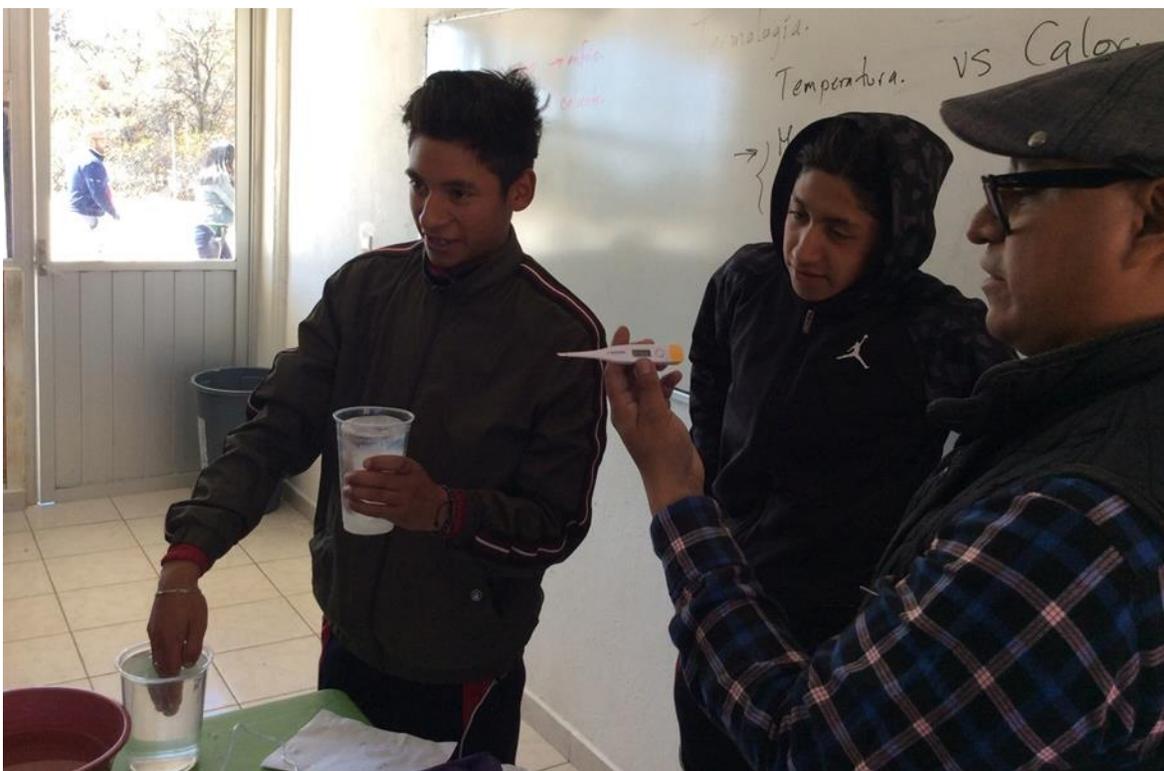
**Figura 26 Experimento demostrativo donde el estudiante sumerge la mano en agua fría, agua caliente y agua a temperatura ambiente.**

Se midió la temperatura de la mano de uno de los estudiantes con el multímetro, el cual registró una temperatura de  $24^{\circ}\text{C}$ , ver figura 27, y también se midió la temperatura corporal de un estudiante para comparar con la temperatura corporal normal promedio aceptada, la cual generalmente se encuentra en un rango que va desde los  $36.1^{\circ}\text{C}$  hasta los  $37.2^{\circ}\text{C}$ , ver

figura 28. Por último, se realizó la discusión para abordar el concepto de calor y temperatura, para llegar a una definición tentativa y diferenciar entre estos dos conceptos.



**Figura 27. Se midió la temperatura de la mano de un estudiante con el multímetro digital, para compararla con la temperatura del agua caliente, fría y a temperatura ambiente.**



**Figura 28. Se mide la temperatura corporal de un estudiante con un termómetro digital.**

Se realiza un experimento sobre ebullición y enfriamiento del agua, ver Figura 29. En el que los estudiantes llevan un calentador eléctrico y se les proporciona un termómetro de varilla de alcohol para que midan la temperatura. La lectura se toma en intervalos de 10 en 10 segundos hasta que consiguen que el agua llegue al punto de ebullición.



**Figura 29. Los estudiantes comprueban el comportamiento de la ebullición del agua, midiendo con un termómetro de varilla de alcohol y con su celular toman la lectura del tiempo transcurrido cada 10 segundos hasta que el agua empieza a hervir.**

Se abordó el tema de escalas de temperatura usadas en la actualidad, las cuales son grados Celsius, grados Fahrenheit y Kelvin. Se hizo la observación acerca de la escala Kelvin, no se le debe agregar la connotación de grados, porque es una escala absoluta, ver Figura 30.



**Figura 30. Se explica el proceso de conversión de temperaturas, de Kelvin a Celsius y viceversa, y también de Celsius a Fahrenheit.**

En la Figura 31 se muestra el trabajo en clase de los estudiantes, cuando realizaron ejemplos de conversiones entre escalas y se trabajó con unos ejercicios que los estudiantes hicieron en sus cuadernos.



**Figura 31. Ejercicios sobre conversión de escalas.**

Se hizo otro experimento demostrativo para mostrar y abordar el tema de capacidad calorífica, utilizando unos conos de papel. Para ello, se eligió uno de estos y se llenó con agua, para después con un encendedor intentar quemarlo y que los alumnos describieran lo que pasaba. Al observar que éste no se encendió, aunque se le estaba acercando el fuego a diferencia del otro cono que no tenía agua adentro y que si se quemó con el fuego del encendedor. En la figura 32 se muestra la forma en que se desarrolló el experimento con la ayuda de un estudiante.



**Figura 32. Experimento demostrativo en el cual se utiliza un cono con agua y se le aplica fuego directo de un encendedor.**

En la figura 33 se muestra cuando se envolvieron unas monedas de 10 y 20 centavos, aproximadamente 8 monedas en cada envoltura, utilizando papel negro y papel blanco con la ayuda de dos estudiantes, para que fueran expuestos al sol por unos minutos para después medir su temperatura. Posteriormente se discutió sobre lo que ocurrió con los paquetes de monedas en la clase para introducirlos a los diferentes tipos de transferencia de calor y también se dejó una tarea de investigación sobre los tipos de transferencia de calor.



**Figura 33. Las estudiantes envuelven las monedas en papel de color negro y papel de color blanco.**

En la siguiente sesión se mostraron los conceptos de capacidad calorífica y transferencia de calor a través de un experimento que consistió en calentar agua desde la temperatura ambiente y medir el tiempo que tardó en hervir y por otro lado calentar un cable de cobre sumergido en agua, desde la temperatura ambiente hasta que el agua comenzó a hervir. También se midió el tiempo que tardó en aumentar la temperatura del sistema (agua-cable de cobre) desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de ebullición del agua. Con estos experimentos se introdujeron los conceptos de capacidad calorífica y transferencia de calor, se mostró el concepto algebraico de la capacidad calorífica, pero no se realizaron ejercicios sobre este tema para dedicarle tiempo a otros experimentos donde los alumnos pudieran observar otros tipos de transferencia de calor.

Se realizaron otros experimentos sobre transferencia de calor, utilizando una vela, un rehilete de cartulina, las manos para mostrar la transferencia por convección. En las siguientes figuras: 34, 35, y 36 se pueden observar los experimentos demostrativos que se llevaron a cabo con ayuda de algunos estudiantes.



**Figura 34.** Se hizo un rehilite con cartulina e hilo y se colocó debajo de este una vela encendida, al paso de unos minutos el aire se calentó produciendo corrientes de convección con el aire que se encontraba alrededor y debajo del rehilite, lo que provocó que comenzara a girar.



**Figura 35.** Con la misma vela encendida se acercó la mano por encima de la flama y se puede sentir el aumento de la temperatura conforme se iba acercando la mano a la flama.



**Figura 36. Un estudiante acercó la mano a la vela encendida para comprobar la transferencia de calor por convección.**

Se puede observar en la figura 37 un experimento demostrativo en el que se utilizó una piola de dos metros, con la ayuda de una estudiante se mostró cómo se genera una oscilación y se explicó el concepto de onda mecánica, y que a través de este fenómeno ondulatorio, pero de origen electromagnético es que se transfiere el calor por radiación que nos llega del sol



**Figura 37. Con la ayuda de una estudiante se generó una onda mecánica con una piola, para explicar el fenómeno ondulatorio pero de origen electromagnético.**

También se utilizó un foco para mostrar otro tipo de transformación de la energía como se muestra en la figura 38, que viene de la conversión de la energía eléctrica en energía lumínica y también se transforma en calor a través de la radiación que emite la lámpara.



**Figura 38. Se utilizó un foco, para explicar otro tipo de radiación la que se genera por medio de la energía eléctrica y a su vez hay una conversión en energía lumínica y que también se transforma en calor por la radiación que emite la lámpara.**

Seguido de esto se explicó la frecuencia de una onda y su relación con la longitud de onda, la representación gráfica de una onda, cual es la cresta y el valle de la onda y cómo se define la longitud de onda a partir de esto, es decir de cresta a cresta o de valle a valle se mide la longitud de la onda y se representa por la letra griega lambda  $\lambda$ . Se generó nuevamente la discusión al mencionarles qué sucede si la longitud de onda se hace más pequeña grande, o qué sucede si la frecuencia de la onda se incrementa (frecuencia alta) o disminuye (frecuencia baja). Se mencionó cómo usar estos conceptos en el caso de las ondas electromagnéticas para hacer referencia a cómo se trasfiere la energía del Sol a la Tierra. Se mencionó como el Sol emite todo el rango de frecuencias de 0 hasta infinito porque el espectro del Sol es continuo, entre las que están la radiación que percibimos como calor y las que vemos como luz, y lo que pasa cuando la onda cambia de un medio a otro.

Por último, se les proporcionaron dos cajitas forradas de blanco por dentro, con antelación se les hizo un orificio para que observaran a través del mismo y dijeran de qué color era el interior de la caja como se muestra en las figuras 39 y 40; los estudiantes al observar por el orificio de las cajitas, dijeron que el interior era negro pero al destapar las cajita se llevaron una sorpresa porque éste era de color blanco, con esto se ilustró el concepto de reflexión y absorción de la luz.



**Figura 39.** Se les proporcionaron dos cajitas forradas de papel blanco por dentro y un orificio hecho en cada caja, para que pudieran observar a través de este.



**Figura 40.** Un estudiante observaba con atención el interior de la cajita para averiguar de qué color sería.

Se les dejó de tarea que investigaran los tipos de transferencia de calor: conducción, convección, radiación y el efecto invernadero. También se dejó de tarea que investigaran sobre las energías renovables y los hornos solares.

Se concluyó con la explicación del efecto invernadero en el pizarrón y después los alumnos explicaron este efecto, trasladando estos conocimientos para explicar cómo el efecto invernadero participa en el funcionamiento de los hornos solares, esto se hizo de manera grupal, con la participación de la mayor parte del grupo.

Se les pidió de tarea que consiguieran el material que utilizarían para la construcción de sus hornos, y además que llevaran los insumos necesarios para cortar, pegar, recortar, medir, unir, etcétera.

En la siguiente sesión se comenzó la elaboración de los hornos dentro del aula. En las siguientes figuras 41 y 42 se muestra el proceso de construcción de los hornos solares.



**Figura 41. Los estudiantes trabajan en la construcción de sus hornos solares.**



**Figura 42. Casi terminaban sus hornos y se preparaban para probarlos.**

Por último se hizo la prueba de los hornos en el patio de la escuela como se muestra en las figuras 43 a la 47.



**Figura 43. Se muestra el entusiasmo y la motivación de los estudiantes al momento de probar sus hornos con la expectativa de saber si se cocerían sus alimentos.**



**Figura 44.** Los estudiantes sellaban sus hornos para evitar fugas y buscaban la mejor orientación para captar la mayor cantidad de radiación solar para obtener un resultado óptimo para la eficiencia de su horno solar y cocción de los alimentos.



**Figura 45.** Se midió con un multímetro digital la temperatura del interior de los hornos, en la foto de la izquierda el multímetro mostraba una lectura de 43 °C y en el horno de la derecha el registro de temperatura fue de 49 °C.



**Figura 46.** En la foto de la izquierda la temperatura registrada en el multímetro fue de 51 °C, en la foto de la derecha se puede observar cómo se empañaba el hule cristal. Esto indicaba que se estaba llevando a cabo el efecto invernadero dentro del horno y estaba funcionando correctamente.



**Figura 47.** Solo faltaba probar el alimento ya cocido.

La mayor parte de las actividades que se realizaron dentro del aula fueron de discusión grupal, después de presentarles los experimentos demostrativos que se llevaban, aquí se elegían dos o tres voluntarios para que me ayudaran con estos experimentos, aunque varios querían participar no se podía que participaran todos, por el tiempo del que se disponía, para pasar a más estudiantes, lo importante a resaltar es que mi supervisor de la práctica docente mencionó que observaba que los estudiantes mostraban empatía y deseos de participar en las clases.

Las actividades en casa eran para que ellos reforzarán los conceptos buscando en internet o libros, los conceptos que en el salón se habían discutido, que los transcribieran en sus

cuadernos, para evitar el copiar y pegar, y que de alguna forma leyeran cuando menos lo que investigaban y no solo imprimir la información. Además de fomentar la investigación el aprendizaje basado en proyectos, los incentiva para resolver el problema real planteado al inicio de la secuencia.

### **4.3 Implementación de la estrategia docente para la construcción de una estufa solar**

La ventaja que se tiene sobre este nuevo proyecto es que los estudiantes ya tenían algunos conceptos como calor, temperatura, tipos de transferencia de calor, los cuales usaron para la construcción de su horno solar, ahora sólo faltaba ver las propiedades de la circunferencia como lugar geométrico y sus elementos, las propiedades óptico-geométricas de la parábola y sus elementos y vincular esto con la construcción y funcionamiento de su estufa solar.

Se hizo un experimento demostrativo usando lentes de diferentes distancias focales y lupas de diferentes tamaños, se salió al patio de la escuela para que ellos encontraran y midieran el foco de cada lente y lupa, esta actividad se llevó a cabo en equipos de 4 estudiantes.

El objetivo era medir la distancia focal con un flexómetro o regla, hasta ese momento ellos no sabían qué era el foco de una parábola, ni la forma que tienen las lentes o lupas, así como la distancia focal y tampoco cuáles eran las propiedades óptico-geométricas que tiene una parábola.

En las siguientes figuras 48 y 49 se muestra a los estudiantes experimentando con las lupas y lentes y midiendo la distancia focal.



**Figura 48. Se muestra el experimento demostrativo donde los estudiantes utilizaron lupas de diferentes tamaños y lentes para encontrar el foco y medir la distancia focal.**



**Figura 49. Los estudiantes muestran interés al realizar la actividad y se dan cuenta que hay diferencia entre usar una lupa y una lente.**

Al realizar los experimentos en el patio los alumnos hacen preguntas, ¿por qué con las lentes no era tan fácil concentrar los rayos del sol y hacer que el papel se encendiera?, ¿por qué con la lupa era más fácil poder hacer esto? Y que cada lente o lupa tenía una distancia focal diferente, otra fue que ellos al alejar o acercar la lupa, ésta proyectaba una imagen en el papel cuando aparecían nubes en el cielo y tapaban momentáneamente el sol. En la siguiente Figura 50 se muestra este aspecto.

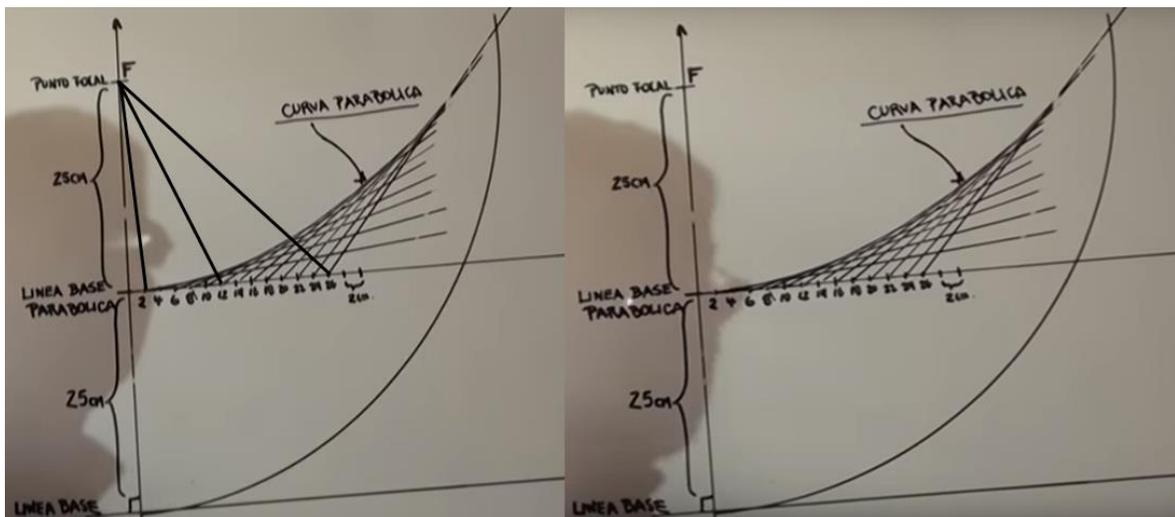


**Figura 50. Ellos logran proyectar la imagen del cielo con las nubes y el sol utilizando una de las lupas.**

Regresando al salón se hizo una ronda de preguntas sobre lo que observaron al probar con las diferentes lentes y lupas y porque la distancia focal de cada una era diferente. Ellos dijeron que dependiendo del tamaño cambiaba esa distancia cuando se trataba de lupas y que en el caso de las lentes la distancia focal era todavía más grande.

Por último, se les mencionó que las lentes y lupas utilizaban las propiedades óptico-geométricas de la parábola, de esta forma se utilizaba la forma geométrica porque al incidir los rayos de manera perpendicular sobre la parábola, después de reflejar en la parábola los rayos son enviados al foco de ésta; el cual es el principio de funcionamiento de su estufa solar parabólica que ellos construirían, utilizando lo aprendido en su curso de geometría analítica.

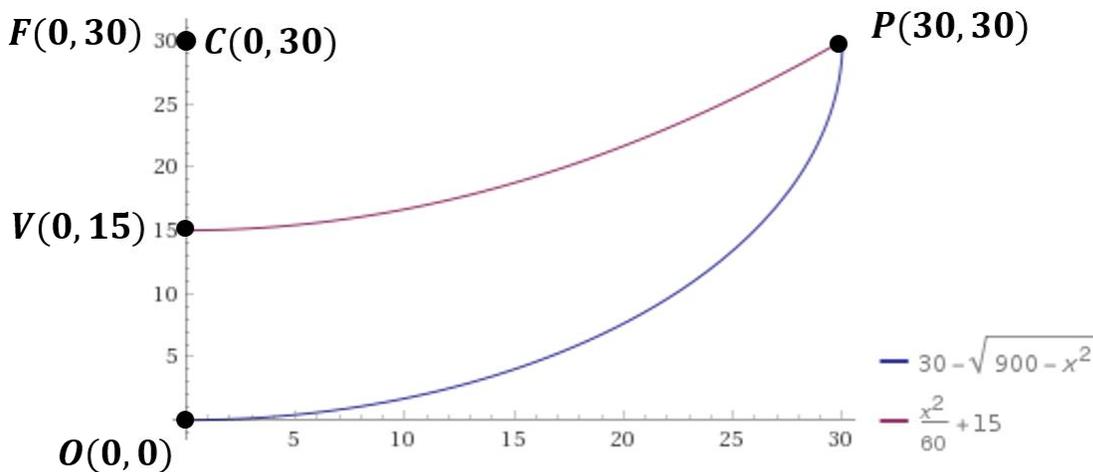
Se les enseñó en el pizarrón cómo dibujar una parábola en el plano cartesiano (en el primer cuadrante) cuando se tienen las coordenadas del vértice y el foco. Los puntos que se eligieron para el vértice fueron  $V(0,15)$  y para el foco  $F(0,30)$ , para esto se utilizó una escuadra y regla para trazar líneas perpendiculares que parten de una recta paralela al eje  $x$ , a una altura del eje y que mide 15 unidades, esta línea se dividió en segmentos de dos unidades para ir trazando a partir de cada punto una línea perpendicular, usando el foco como guía, y así construir totalmente de forma geométrica la parábola. Se usan otros dos puntos para construir un cuarto de circunferencia en el primer cuadrante, después de dibujar la parábola, el radio de la circunferencia fue de  $r = 30$  unidades y el centro de la circunferencia  $C(0,30)$ , las cuales eran las mismas que las coordenadas del foco. Ver figura 51 de la construcción geométrica.



**Figura 51. Construcción geométrica de la parábola y de la circunferencia para hacer la plantilla de la estufa solar.**

La circunferencia que sería intersectada por la parábola en un punto estratégico en el plano para formar una plantilla, la cual serviría como base para la construcción del esqueleto de la estufa solar; con esto ellos estarían formando un sólido de revolución para hacer la mitad de una esfera como base y un paraboloides, el cual serviría de lente para captar la radiación del sol y concentrarla en el foco, en el cual se colocaría la parrilla para cocinar sus alimentos.

A continuación se muestra la plantilla que los estudiantes realizaron para la construcción de su estufa, después de darles las medidas con los puntos estratégicos para que después de hacer su plantilla en el plano cartesiano (primer cuadrante) ellos fueran capaces de escribir las ecuaciones de la circunferencia y de la parábola, identificando los elementos correspondientes de cada lugar geométrico hecho en el plano. Ver Figura 52 de la plantilla y su descripción.



**Figura 52.** Se muestra la plantilla con los elementos que se utilizaron para la construcción geométrica, el foco y el centro tienen las mismas coordenadas, el vértice de la parábola y el punto donde se intersectan las gráficas de las dos funciones, es decir la parábola y la circunferencia.

Después de que los alumnos dibujaron sus plantillas en su cuaderno se procedió a obtener las ecuaciones que modelaban su plantilla utilizando las ecuaciones estándares para una parábola y una circunferencia cuando el vértice y el centro respectivamente se encuentran trasladadas fuera del origen.

Para la circunferencia se conocían el radio y el centro; para la parábola se conocía el vértice, el foco y el parámetro  $p$ - A continuación, se presentan las ecuaciones que modelaban la plantilla

*Datos para la circunferencia y la ecuación estándar*

$$r = 30$$

$$C(0,30)$$

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \quad (3)$$

*Sustituyendo en la ecuación 3 se obtiene la ecuación deseada*

$$(x - 0)^2 + (y - 30)^2 = 30^2$$

$$x^2 + (y - 30)^2 = 900$$

*Y para la parábola se tenían los siguientes datos*

$$V(0,15)$$

$$F(0,30)$$

*Para el parámetro se obtienen la distancia entre dos puntos*

$$p = |\overline{VF}| = |30 - 15| = |15| = 15$$

$$p = 15$$

$$x^2 = 4py \quad (4)$$

*Sustituyendo los datos en la ecuación (4) se obtienen la ecuación deseada*

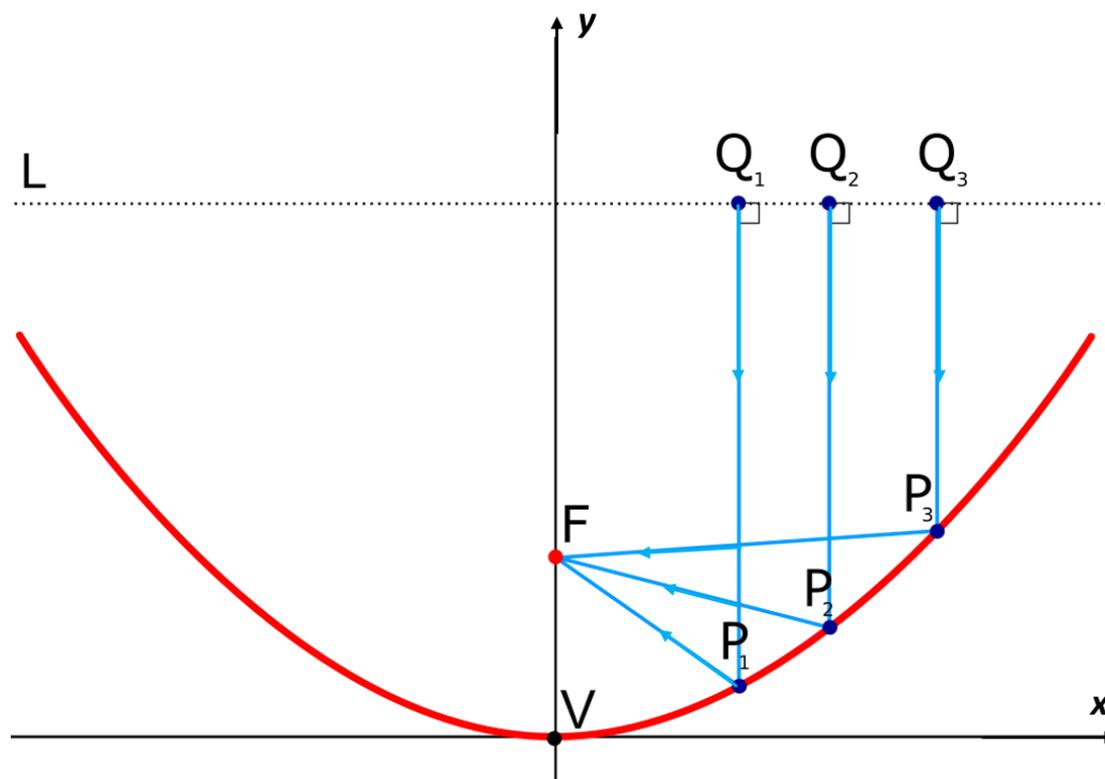
$$x^2 = 4(15)y$$

$$x^2 = 60y$$

En este caso los alumnos estaban aplicando el segundo principio fundamental de la geometría analítica que dice:

*Dado un lugar geométrico, se puede definir por determinadas condiciones, la ecuación matemática de la gráfica de ese lugar geométrico.*

Una vez que se construyó la parábola se utilizó la información que los estudiantes investigaron para saber cuáles eran las propiedades óptico-geométricas de la parábola y como sería utilizada esta propiedad para el funcionamiento de su estufa. Se realizó una gráfica en el pizarrón y se dibujó la siguiente figura 53, utilizando los elementos de la parábola y rayos perpendiculares que al ser proyectadas sobre la parábola, estos serían reflejados al foco de esta.



**Figura 53. Al incidir un rayo perpendicular sobre la parábola, éste es reflejado hacia el foco de la parábola.**

Los estudiantes utilizarían esta propiedad de la parábola para el funcionamiento de su estufa solar, la radiación la podíamos ver como varios rayos que llegaban del Sol e incidirían sobre el papel reflejante que se le colocaría a su estufa y estos serían enviados al foco, siempre orientando la posición de su estufa perpendicular al sol para lograr captar la mayor cantidad posible de radiación, en caso contrario, esto no sucedería y la estufa no funcionaría correctamente.

Entonces los estudiantes no sólo serían capaces de escribir la ecuación de la plantilla que habían dibujado, sino que ahora serían capaces de construir con esa plantilla un prototipo utilizando las propiedades óptico-geométricas de la parábola al captar energía solar (energía renovable) para resolver un problema real de su comunidad, la cual es proponer una solución alternativa al uso de energías no renovables como el caso de combustible fósil, gas o leña, las cuales afectan la salud de sus familiares y vecinos de la comunidad.

La siguiente actividad fue que ellos investigaran cómo se construía una estufa solar y llevar el material para comenzar con la construcción de su prototipo. Los estudiantes comenzaron dibujando la plantilla en el cartón que llevaron para después utilizarla como guía y calcarla

y así obtener las demás plantillas restantes que ellos necesitarían para armar el esqueleto de su estufa, como se muestra en la Figura 54.



**Figura 54. Se muestra cómo los estudiantes dibujaban sus plantillas en el cartón para comenzar con la construcción del esqueleto de la estufa solar.**

Los estudiantes trabajan en equipos, de cuatro integrantes, trazando con ayuda de escuadra y regla para realizar la construcción geométrica de su plantilla y comenzar con la elaboración de su prototipo, como se muestra en la Figura 55.



**Figura 55. Los estudiantes después de hacer la plantilla original recortan las demás piezas para después unirlos.**

Una vez que tenían las plantillas recortadas ellos unieron las piezas utilizando un tubo de cartón, el cual tenía una longitud de 15 cm en donde pegarían sus plantillas para formar el esqueleto de la esfera y el paraboloide. En la Figura 56 se muestra la construcción de sus estufas solares en el salón de clases.



**Figura 56** Los estudiantes pegan las plantillas al tubo de cartón para formar el esqueleto de la estufa solar.

Los estudiantes utilizaron rectángulos pequeños de 12 x 6 cm para unir los picos del esqueleto y darle mayor soporte a la estructura como se muestra en la Figura 57.



**Figura 57.** El esqueleto ya casi estaba armado

Por último, forraron la estructura con cartón por fuera y por dentro y pegaron el aluminio por el lado opaco por la parte interior al cartón y el lado brillante del aluminio serviría como reflejante para utilizar las propiedades óptico-geométricas de las parábolas, se llevaron al patio para probar su funcionamiento, como se muestra en la Figura 58.



**Figura 58.** Los estudiantes hacen prueba en el patio de la escuela.

En la Figura 59 se muestra cómo siguieron haciendo más pruebas en los siguientes días para comprobar la eficiencia de sus prototipos.



**Figura 59. Esperaron a que el clima mejorara para seguir probando sus estufas solares.**

Debido al lugar donde se localiza la comunidad, hay granjas piscícolas donde crían truchas, entonces algunos equipos empapelaron unas truchas para probar la eficiencia de su estufa, se llevaron una grata sorpresa y se incrementó su motivación al observar lo que sucedió después de dos horas de exponer su comida en la estufa, como se observa en la Figura 60.



**Figura 60. Las truchas que pusieron en la estufa, se cocinaron y con esto comprobaron el funcionamiento de su estufa solar.**

La mayor parte de las actividades que se realizaron dentro del aula fueron de discusión después de haber realizado algún experimento o preguntar por la investigación que habían realizado. Algo importante a resaltar, son las preguntas que realizaban, una de ellas fue acerca de la parábola. un estudiante mencionó que si sólo esas cuatro posiciones eran las únicas que se podían trazar en el plano cartesiano dependiendo del parámetro  $p$ , por ejemplo cuando el eje de simetría es el eje  $x$ , si el parámetro  $p$  es mayor que cero entonces la parábola abría hacia la derecha y si el parámetro  $p < 0$  la parábola abría hacia la izquierda y así para el caso de la ecuación de la parábola cuando el eje de simetría de ésta es el eje  $y$ , si el parámetro  $p > 0$  la parábola abría hacia arriba y si el parámetro  $p < 0$  la parábola abría hacia abajo, la duda era si la parábola podía tener un ángulo de inclinación y ser colocada en cualquier lugar del plano cartesiano, como se puede ver en una antena de televisión de paga, la cual su orientación es hacia cualquier parte del cielo, en este caso

le mencioné que la pregunta que había realizado era muy interesante y muy acertada, sobre todo cuando estaban realizando las pruebas de sus estufas, ya que el Sol no está fijo en el cielo, entonces nosotros estaríamos constantemente orientando nuestra estufa para que siempre estuviera apuntando hacia el Sol. Entonces lo que estábamos haciendo sería una rotación del plano cartesiano, dándole un ángulo de inclinación para poder orientar y reorientar la estufa solar para captar la mayor cantidad de radiación solar, es decir ellos ya estaban siendo capaces de manipular su parábola a conveniencia, utilizando lo que en geometría se llama rotación y traslación de una gráfica en el plano cartesiano. Algo que también se notó mucho fue que ellos ya sabían en dónde colocar su comida para que se cocinara, y ésta debía estar siempre en el foco. También se midió el área efectiva de algunas estufas, en la cual la temperatura marco  $110^{\circ}C$  en el centro del foco y en un radio de 10 cm partiendo del foco la temperatura llegaba hasta  $89^{\circ}C$  como se observa en la Figura 61, esto los incentivó para resolver el problema real planteado al inicio de la secuencia.



**Figura 61.** Se muestra la medición de la temperatura en el foco de la estufa y en un radio de 10 cm a partir del foco, al realizar las pruebas de los prototipos.

# CAPÍTULO 5

## 5. Análisis, resultados y evaluación de las propuestas

### 5.1 Análisis y resultados obtenidos de la primera estrategia didáctica sobre la importancia de la física

En relación con las actividades productivas de la localidad, la mayor parte de los pobladores se dedican al comercio mientras que otras personas se dedican al cultivo de papa y maíz para el autoconsumo. En la localidad también se encuentran algunos criaderos de truchas, que atraen turistas. Algunos otros pobladores tienen que salir a trabajar a otros municipios cercanos. La mayor parte de los estudiantes llegan en transporte público a la escuela, tardan en llegar 40 minutos aproximadamente, mientras que otros llegan caminando y tardan 15 minutos. Los estudiantes de esta localidad no tienen acceso a la biblioteca municipal y el servicio de internet en la escuela es casi nulo por la ubicación en la que se encuentra el centro de estudios. Sin embargo, la mayoría puede acudir a un café internet o usar el servicio de internet del celular de algún familiar. Tomando en cuenta todos estos aspectos se aplicó un test de estilos de aprendizaje.

Mediante el test VARK se detectó el estilo de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de este test se usaron para formar los distintos equipos de 4-5 integrantes. La Tabla 5 muestra los estilos de aprendizaje que se obtuvieron de la aplicación del test VARK en una muestra de 30 alumnos que participaron en este ejercicio, de los cuales 12 eran hombres y 18 eran mujeres.

TEST VARK	
VISUAL	0
AUDITIVO	5
LECTO-ESCRITOR	0
KINESTÉSICO	7
V-A	6
A-K	10
V-K	2
TOTAL	30

**Tabla 5. Resultados del test VARK**

La tabla 5 nos muestra que hay una tendencia de estilo de aprendizaje auditivo- kinestésico. Entonces se plantearon clases más auditivas y después ejercicios y ejemplos en el pizarrón, para que después ellos realizaran algunos experimentos sencillos, y de este modo abarcar los tres estilos que predominaban en el grupo.

El examen diagnóstico inicial fue usado para obtener información referente a los conceptos e ideas previas acerca del tema que se abordó y algunos otros conceptos necesarios para comprender los conceptos nuevos. Los resultados de este test fueron útiles para reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas nuevos.

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en el examen diagnóstico consistente en quince preguntas cualitativas de respuesta abierta. Muchas respuestas mostraban deficiencias y un vocabulario más coloquial que científico o técnico acerca de lo que se les preguntaba.

Aciertos	Frec. Inicial	Cal Inicial
1	3	0.67
2	10	1.33
3	7	2.00
4	6	2.67
5	3	3.33
6	1	4.00
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>2.33</b>

**Tabla 6. Aciertos y calificación del examen diagnóstico inicial.**

Como se puede observar el promedio general del grupo, de 30 alumnos a los que se aplicó el examen fue de 2.33, con un número máximo de seis aciertos y un mínimo de uno, de las quince preguntas abiertas que contenía el examen. Las preguntas del examen fueron las siguientes

1. Menciona una aportación de la Física al desarrollo científico y tecnológico.

La pregunta hace relevancia de las aportaciones que la Física ha hecho al desarrollo científico, es decir al conocimiento que se ha aportado a la humanidad y la tecnología que se ha desarrollado al aplicar la teoría en muchas otras áreas del conocimiento, como la medicina, ingeniería, química, biología, etcétera.

2. ¿Qué entiendes por medir?

Esta pregunta aborda el tema de medición en la Física y su relevancia. Puesto que la Física es una ciencia que usa mediciones en todas sus ramas, los estudiantes deben de conocer este concepto. La definición sería: medir es comparar una magnitud con otra, utilizando una de ellas como patrón.

3. ¿Qué relevancia tienen hacer mediciones en Física?

Esta pregunta se refiere a cómo la Física ha utilizado las mediciones para la construcción y desarrollo del conocimiento, sobre todo en el área experimental al reproducir experimentos, en la mayoría de los casos utilizando el método científico para comprobar hipótesis, después proponer teorías o leyes para explicar y predecir fenómenos.

4. ¿Cuál es la diferencia entre precisión y exactitud?

Una de las confusiones que comienzan a tener los estudiantes es la diferencia entre precisión y exactitud. La exactitud se aplica a la medida directa de una magnitud con un aparato o instrumento de medición y nos indica que tan cerca del valor real se encuentra

el valor medido. La precisión se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud, es decir que tan cerca están estos valores entre ellos y la aproximación al valor real. La precisión se aplica a muchos datos estadísticos y la exactitud se aplica a un solo dato.

5. ¿Qué es el error o incertidumbre en la medición?

Esta pregunta hace referencia a la medición como una técnica depurada en la que los errores sistemáticos están presentes siempre y al hecho de que se deben de tomar en cuenta al momento de realizar la medición. Uno de estos errores es el que puede cometer el experimentador u observador, llamado error de paralaje, y otro error que se presenta es el que tienen el instrumento, en el cual éste puede estar mal calibrado, o tener la batería baja, la precisión inherente al aparato (ya sea analógico o digital) o que se haga mal uso de éste, lo que puede provocar que el valor de la medición no sea correcto.

6. Escribe las siete unidades fundamentales de la Física con su unidad y símbolo.

Uno de los problemas que presentan los alumnos es confundir una unidad, o magnitud fundamental, con una magnitud derivada. En este caso se hace uso de su memoria para que los estudiantes retengan esta información que será valiosa para la construcción de nuevos aprendizajes. En la Tabla 7 se muestran las unidades fundamentales de la Física.

UNIDAD FUNDAMENTAL	UNIDAD	SÍMBOLO
LONGITUD	Metros	m
MASA	Kilogramo	Kg
TIEMPO	segundo	s
TEMPERATURA	Kelvin	K
COULOMB	Coulomb	C
INTENSIDAD LUMINOSA	Candela	Cd
CANTIDAD DE SUSTANCIA	MOL	mol

**Tabla 7. Unidades fundamentales de la física con su respectiva unidad y símbolo.**

7. ¿Qué es el error de paralaje?

Uno de los errores que más cometen los estudiantes al momento de hacer una medición es el error de paralaje. Para evitarlo en clase se realizó un ejercicio sencillo para que lo entendieran. Se les pidió que cerraran un ojo y estiraran su mano con el puño cerrado y sólo el pulgar levantado tapando la lámpara del salón. En seguida se les indicó que sin mover la mano, cerraran el ojo y abrieran el que tenían cerrado. Los alumnos se sorprenden porque el dedo ya no tapa el objeto que tenían en la mira, la pregunta es ¿se movió el objeto, la mano o qué paso?.

Cuando medimos con un instrumento que tiene una precisión muy alta (un calibrador vernier, un instrumento de aguja) o un instrumento que tiene una graduación muy diminuta, al leerlo, puede que no se haga coincidir la medición real con la escala del instrumento, es decir, el observador se desvía cierto ángulo con respecto a la aguja o indicador de la escala que se está leyendo, provocando un error en la medición.

8. ¿Qué expresa el número de cifras significativas en una medición?

Cuando se mide se debe tener cuidado al momento de escribir el resultado, en Física se manejan números muy grandes o muy pequeños, pero para representar estos números se hace uso de la notación científica para no cometer errores al momento de escribir un

resultado. Por ello la importancia de las cifras significativas, ya que éstas expresan la precisión que se está reportando en el laboratorio o al realizar un cálculo.

9. ¿Cuáles son los criterios para determinar el orden de magnitud en una medición y que es hacer una estimación?

En clase se hizo mención sobre la importancia de la precisión en las mediciones y de utilizar un criterio para determinar el orden de magnitud en una medición. Como se mencionó anteriormente, la Física es la ciencia de la medición, por lo tanto, cuando se mide, el resultado puede ser de escala macro o micro, para ello se debe de utilizar un criterio para reportar correctamente el resultado.

Se realiza lo siguiente:

Primero: Se escribe en notación científica el resultado, utilizando sólo tres cifras significativas, un entero y dos decimales.

Segundo: Si las tres cifras significativas se comparan con la raíz cuadrada de diez como sigue

Sea  $x$  un número entero entre 1 al 9, sean  $y, z$  que pertenecen a los números enteros entre 0 al 9

Si  $x.yz \leq \sqrt{10} \sim 3.16$  el exponente de la potencia de 10 se queda igual

Ejemplo:  $2.74 \times 10^7 \leq \sqrt{10} \sim 3.16$  entonces se reportaría como  $2.74 \times 10^7$

Si  $x.yz > \sqrt{10} \sim 3.16$  entonces se le suma un 1 al exponente de la potencia 10

Ejemplo:  $3.23 \times 10^7 > \sqrt{10} \sim 3.16$  entonces se reportaría como

$$3.23 \times 10^{7+1} \sim 3.23 \times 10^8$$

10. Escribe tres ejemplos de unidades derivadas con su símbolo y unidad.

Se mencionó que los estudiantes confunden o no se aprenden las 7 unidades fundamentales de la Física, y no distinguen una unidad derivada de una fundamental, por eso se hace énfasis en que a partir de éstas, se pueden generar otras magnitudes derivadas. Las cuales pueden ser magnitudes escalares o magnitudes vectoriales.

11. ¿Cómo medirías el diámetro del Sol o la Luna utilizando un flexómetro y una regla?

Uno de los retos de la Física es el desarrollo de la creatividad, utilizando herramientas de matemáticas para realizar mediciones, ya sea de manera directa o indirecta. La más usada en Física es la segunda. A partir de algunos datos se puede calcular un dato que de forma directa no sería posible, aquí los alumnos hacen uso de la geometría (proporciones) para calcular el diámetro del Sol, el cual no se puede medir de manera directa, usando una cartulina u hoja de papel de su cuaderno, una aguja, una perforadora, para hacer un orificio en estos materiales y con la ayuda de la luz del Sol, proyectar estos círculos en el piso del patio de la escuela, ellos miden dos datos, uno es la distancia del papel al piso, teniendo cuidado con el error de paralaje y la forma en que se mide, porque se realiza conforme a

los rayos del sol, tomando en cuenta que estamos midiendo la trayectoria de un haz de luz del sol, la otra medición sería el diámetro del círculo que se proyecta en el piso, cuidando que esta imagen proyectada sea lo más redonda posible, porque estamos suponiendo que el Sol es redondo y al hacer esto, se forma un círculo en el piso, pero si no se toman las precauciones se puede proyectar una elipse, y esto no es lo que se quiere observar. El tercer dato se proporciona, pues se sabe que la distancia de a Tierra al Sol equivale a 149, 597, 870,700 metros. En orden de magnitud representada en notación científica es de  $1.50 \times 10^{11} m$ .

La relación de proporcionalidad que se utilizó fue la siguiente

$$\frac{D}{H} = \frac{d}{h} \quad (5),$$

Donde

$D =$  *diámetro del Sol*

$H =$  *distancia de la Tierra al Sol*

$d =$  *diámetro del círculo proyectado en el piso*

$h =$  *distancia de la cartulina o papel al piso*

Aquí la incógnita es la  $D$  y los alumnos midieron dos datos y el tercer dato se les proporcionó para encontrar una estimación sobre el diámetro del Sol.

## 12. ¿Qué es un astrolabio y cómo se utiliza?

Un astrolabio es un instrumento antiguo que se utilizó para medir ángulos y calcular el tiempo. Tycho Brahe lo utilizó para buscar estrellas en el firmamento. También se pueden utilizar para calcular altitud (alturas) o distancia entre estrellas. Para el cálculo de una altura se utiliza la medición por triangulación, es decir, se mide de manera indirecta, siendo la fórmula que se aplica la siguiente

$$H = \tan(\theta - \alpha) \cdot d + h \quad (6)$$

Donde

$H$  es la altura que se busca calcular

$\theta = 90^\circ$

$\alpha$  es el ángulo medido por el astrolabio. Siempre se toma el ángulo más pequeño .

$d$  es la distancia del objeto que se mide al observador

$h$  es la altura de la persona que está midiendo con el astrolabio

13. ¿Qué es un teodolito?

El teodolito es un instrumento de diseño antiguo que puede medir tanto ángulos verticales como horizontales. También se utiliza para la medición por triangulación, haciéndolo un aparato muy utilizado en la topografía, donde se utiliza para calcular desniveles, así como distancias y alturas.

14. Convierte a grados las siguientes medidas en radianes

Aquí se hace uso de las conversiones, utilizando el factor de conversión, dependiendo si son grados a radianes o viceversa, es decir,

Para convertir radianes a grados, se multiplican los radianes por  $\frac{360^\circ}{2\pi rad}$

Para convertir grados a radianes, se multiplican los grados por  $\frac{2\pi rad}{360^\circ}$

Aquí se está haciendo una equivalencia entre unidades de grados a radianes y de radianes a grados.

$$\frac{360^\circ}{2\pi rad} = \frac{2\pi rad}{360^\circ} \quad (7)$$

En este caso se utiliza el primer miembro de la igualdad

$$\frac{3\pi}{2} \left( \frac{360^\circ}{2\pi} \right) = 270^\circ \quad \frac{4\pi}{3} \left( \frac{360^\circ}{2\pi} \right) = 240^\circ \quad \frac{\pi}{2} \left( \frac{360^\circ}{2\pi} \right) = 90^\circ$$
$$\frac{5\pi}{2} \left( \frac{360^\circ}{2\pi} \right) = 450^\circ$$

El hecho de utilizar conversiones de grados a radianes, se debe a que en Física se utilizan comúnmente los radianes para manipular correctamente las unidades entre los desplazamientos lineales y los desplazamientos angulares. También más adelante en otras ramas de la física como la electrostática o magnetismo se hace uso de los radianes, y estereorradianes o ángulo sólido, por el estudio de las simetrías que se presentan en estas ramas de la Física.

15. Convierte en radianes las siguientes medidas en grados

Usando otra vez el factor de conversión de la pregunta anterior se tiene

$$45^\circ \left( \frac{2\pi rad}{360^\circ} \right) = \frac{\pi}{4} \quad 120^\circ \left( \frac{2\pi rad}{360^\circ} \right) = \frac{2\pi}{3} \quad 180^\circ \left( \frac{2\pi rad}{360^\circ} \right) = \pi$$

$$360^\circ \left( \frac{2\pi rad}{360^\circ} \right) = 2\pi$$

Aquí sólo es para que ellos aprendan que es más fácil recordar ciertos ángulos especiales que se utilizan en trigonometría, cuando se está en el círculo unitario y que se utilizarían más adelante al resolver diagramas de cuerpo libre en problemas de dinámica y otras ramas de la Física que verán en cursos más avanzados de tronco común de materias en el bachillerato.

La solución a la pregunta generadora al inicio del tema es importante, porque en la respuesta se vinculan los temas relativos a la construcción del prototipo, éste es evaluado mediante una rúbrica que también califica el trabajo del equipo, mientras que la pregunta generadora es evaluada de manera individual. De esta manera se evalúan tanto la parte individual como la colaborativa. El seguimiento al trabajo individual se realiza también a través de la evaluación continua en las sesiones, como la participación en clase, integración en el equipo, colaboración con sus compañeros, tareas, ejercicios en clases y el examen. El trabajo colaborativo se evalúa mediante la rúbrica, la exposición del prototipo, trabajo aportado al equipo en el desarrollo de este, el conocimiento científico y el reporte escrito de la construcción del astrolabio y teodolito.

Se llevó a cabo también una heteroevaluación, una coevaluación y una autoevaluación al final de las exposiciones. El examen final individual es el mismo que el examen inicial, sólo se quitó la pregunta 10 y se agregó una pregunta sobre la aplicación del astrolabio

10. Un astrolabio mide un ángulo de  $60^\circ$  con respecto a una lámpara que se encuentra en un poste a una distancia  $d = 3 \text{ m}$  del observador, el observador tiene una altura de  $1.58 \text{ m}$ . Calcular la altura  $H$  de la lámpara que se encuentra en el poste.

Ésta tiene el propósito de que los estudiantes realicen una sustitución de datos, algo que ya habían hecho, cuando construyeron su astrolabio y salieron al patio a medir con él, utilizando también un flexómetro y regla de  $30 \text{ cm}$  para calcular distintas alturas.

Finalmente, se quitaron cuatro ejercicios de los ocho que se habían puesto en el examen inicial, puesto que en clase realizaron ejercicios de este tipo.

A continuación se presenta en la Tabla 8 un comparativo del examen diagnóstico inicial con el examen diagnóstico final, en el cual después de aplicar la estrategia de enseñanza se ve una marcada diferencia en las respuestas, como en el lenguaje científico que utilizan los estudiantes.

ACIERTOS Y CALIFICACION EXAMEN DIAGNOSTICO ED 1				
ALUMNOS	AC IN	CAL INICIAL	AC FI	CAL FINAL
PROMEDIO	3.59	2.33	10.24	7.33

**Tabla 8. Aciertos obtenidos al inicio y al final de la aplicación y el promedio inicial y final del examen diagnóstico.**

## 5.2 Análisis estadístico para la secuencia del astrolabio

Se aplicó un examen diagnóstico a 30 estudiantes del grupo 2-1 de una escuela preparatoria oficial, de la materia de Física I, donde los alumnos mostraron un bajo nivel de conocimientos, operacional y de análisis respecto a los conocimientos previos que debían tener para comenzar los temas básicos en la materia de Física I.

Para la parte de “importancia de la Física” se les hicieron preguntas como: la importancia de la física en el desarrollo científico y tecnológico; los alumnos no sabían qué contestar o contestaron algo muy básico sobre todo en relación a la electricidad o electrónica y no había más aplicaciones de la Física que ellos conocieran. De esta manera se advierte que su bagaje de la Física es casi nulo, es decir, ellos no saben ni siquiera que estudia la Física o si tienen aplicaciones en la vida real, mucho menos en un contexto rural donde ellos habitan.

Otras preguntas tenían que ver con medir, la importancia de medir correctamente, los errores que se presentan al momento de medir y la diferencia entre precisión y exactitud. En este caso los estudiantes tenían muy vagas ideas acerca de medir, pues sólo se remitieron a contestar que se puede medir con una regla, es decir, solo conocían la longitud como una unidad para medir, nunca mencionaron otras unidades y cómo poder medirlas, no mencionaron unidades como masa o tiempo, esto hace referencia a que los estudiantes tenían muy poca información y si algo habían aprendido en la secundaria se les había olvidado, o que realmente no tenían ideas acerca de hacer mediciones en física, cuáles errores se cometen, porqué se cometen errores al medir y cómo se hace para medir bien en física.

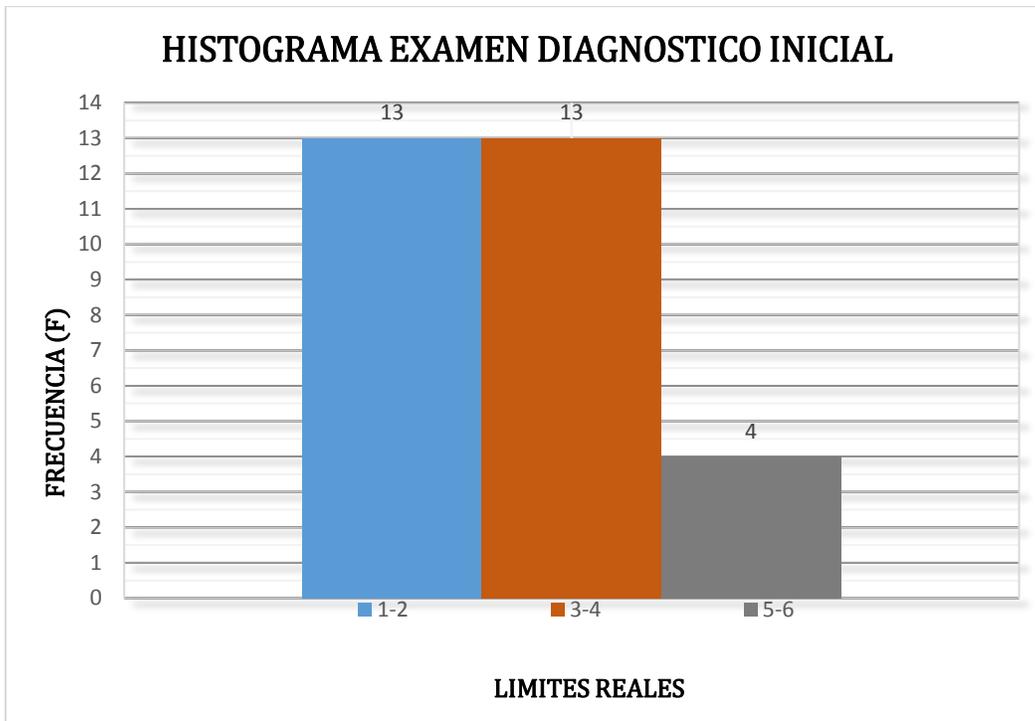
Se les hicieron otras preguntas acerca de las unidades fundamentales de la física y ejemplos de unidades derivadas con su símbolo y unidad. En estas preguntas tampoco contestaron mucho, sólo tiempo, longitud y en algunos casos escribieron peso, velocidad o aceleración, como unidades fundamentales no como unidades derivadas. Es decir, que ellos tampoco tenían claro cuáles eran estas unidades fundamentales de la física y qué es o cuál es la diferencia entre una unidad fundamental y una derivada.

Por último se les preguntó qué era un astrolabio y un teodolito y cómo podrían plantear un experimento en el cual ellos pudieran medir el diámetro del Sol usando solamente una regla y un flexómetro; en ninguna de estas tres preguntas los estudiantes respondieron, porque no tenían idea de qué era un astrolabio, un teodolito o como intentar medir el diámetro del Sol usando solamente una regla y un flexómetro.

De un total de quince preguntas en el examen diagnóstico inicial se hizo un análisis utilizando estadística para datos agrupados ( $n \geq 30$ ). En la Tabla 9 se presenta el análisis estadístico del examen diagnóstico inicial con la distribución de las frecuencias de los aciertos del examen y su respectivo histograma de frecuencias representado en la gráfica 1.

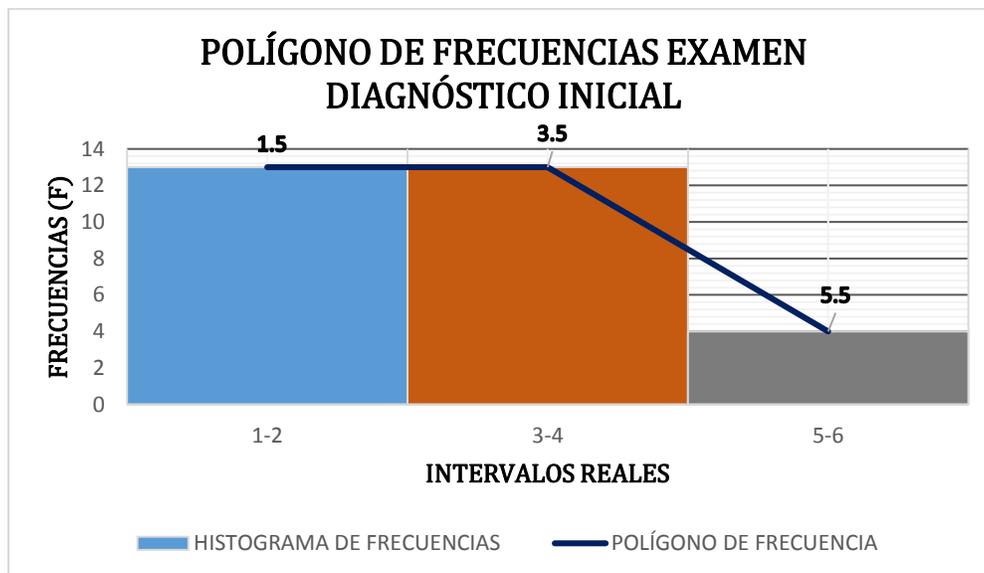
TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EXAMEN DIAGNÓSTICO INICIAL S1							
Limite real inferior	Intervalos de clase (Aciertos)	Límite real superior	Frecuencia (F)	Fr (%)	Fa> 0	Fa< 30	Marca de clase
0.5	1-2	2.5	13	43.33	13	17	1.5
2.5	3-4	4.5	13	43.33	26	4	3.5
4.5	5-6	6.5	4	13.33	30	0	5.5
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>100.00</b>			

*Tabla 9. Análisis estadístico del examen diagnóstico inicial.*



**Gráfica 1. Histograma de frecuencias del examen diagnóstico inicial.**

A continuación, se muestra la gráfica 2 del polígono de frecuencias, en donde se hace énfasis en la marca de clase, la cual es el promedio de los intervalos de clase de los aciertos del examen diagnóstico inicial.



**Gráfica 2. Polígono de frecuencias del examen diagnóstico inicial.**

De un total de quince preguntas que se formularon de acuerdo con la taxonomía de Marzano (Marzano, R. J. 2001), los estudiantes obtuvieron una media de 2.9 aciertos, que muestra a los estudiantes en un nivel de desempeño bajo, y en términos numéricos de un promedio general de grupo de 2.33. Con base en estos resultados se utilizaron estrategias con la finalidad de ir trabajando y reforzando desde lo conceptual, hasta la aplicación y el análisis de contenidos.

Para reforzar la parte conceptual, primero se hizo un repaso de lo que es la Física y cuáles son sus aplicaciones en la vida cotidiana, qué es medir y cuál es la importancia de medir en la Física, para relacionarlos con el tema nuevo de la importancia de la física. Se les pidió que investigaran, de tarea para casa la importancia de la física en el desarrollo científico y tecnológico y que realizaran un comic de seis a ocho cuadros para que representaran la concepción que tenían sobre la Física. Se plantearon experimentos demostrativos sobre los conceptos de mediciones y los errores en la medición y de ahí, a partir de una discusión grupal se llegó a una definición tentativa del concepto de medir, los conceptos de exactitud, precisión, que en situaciones cotidianas los estudiantes utilizan con indiferencia, no haciendo distinción al usarlos.

Se siguió con la misma dinámica de realizar experimentos demostrativos con la ayuda de algunos estudiantes y la retroalimentación se daba haciendo una discusión con el grupo. Ellos ya traían en algunos temas, una investigación sobre los conceptos o definiciones, transcritas en sus cuadernos para aprovechar al máximo el tiempo efectivo en la clase; conceptos como: medir, exactitud, precisión, error de paralaje; investigaron previamente también sobre el sistema internacional, el sistema MKS y las magnitudes fundamentales y derivadas de la física, así como sus equivalencias para que en la clase realizaran ejercicios y problemas de conversiones entre magnitudes fundamentales y derivadas, pero no se le dedicó mucho tiempo a este tema para ahondar más en lo conceptual, procedimental y el análisis de los temas elegidos con el fin de dedicarle más tiempo al prototipo (astrolabio) que los estudiantes construirían y una vez terminado, probarían en el patio de la escuela para medir alturas; también se realizó un experimento con cartulinas, en las cuales se les hacían perforaciones con una aguja, un lápiz o recortando una figura geométrica (un cuadrado, un triángulo o simplemente un corazón) para exponer esta cartulina a los rayos del Sol para que un haz de luz solar pasará a través de la perforación realizada y proyectara la forma de la perforación hecha, en este caso se formaría un círculo, un cuadrado o la figura que ellos realizaron en la cartulina, para después medir y hacer los cálculos y obtener una medida aproximada en orden de magnitud del diámetro del Sol, con los datos que obtuvieron, los cuales fueron el diámetro de la figura proyectada, la distancia de la cartulina al piso y la distancia de la Tierra al Sol.

Se probó el astrolabio y se realizaron los cálculos con los datos obtenidos, para determinar una altura usando la razón trigonométrica de la tangente. Por último se llevó a cabo una observación astronómica al amanecer, en un paraje cerca de la preparatoria para que los estudiantes utilizaran su astrolabio como un buscador de estrellas, midiendo la altitud de alguna estrella elegida por ellos.

En la Tabla 10 se muestra en dos columnas la calificación que se obtiene según el número de aciertos en el examen diagnóstico final.

Aciertos	Calificación	Aciertos	Calificación
1	0.67	9	6
2	1.3	10	6.7
3	2.00	11	7.3
4	2.7	12	8.0
5	3.3	13	8.7
6	4.0	14	9.3
7	4.7	15	10
8	5.3		

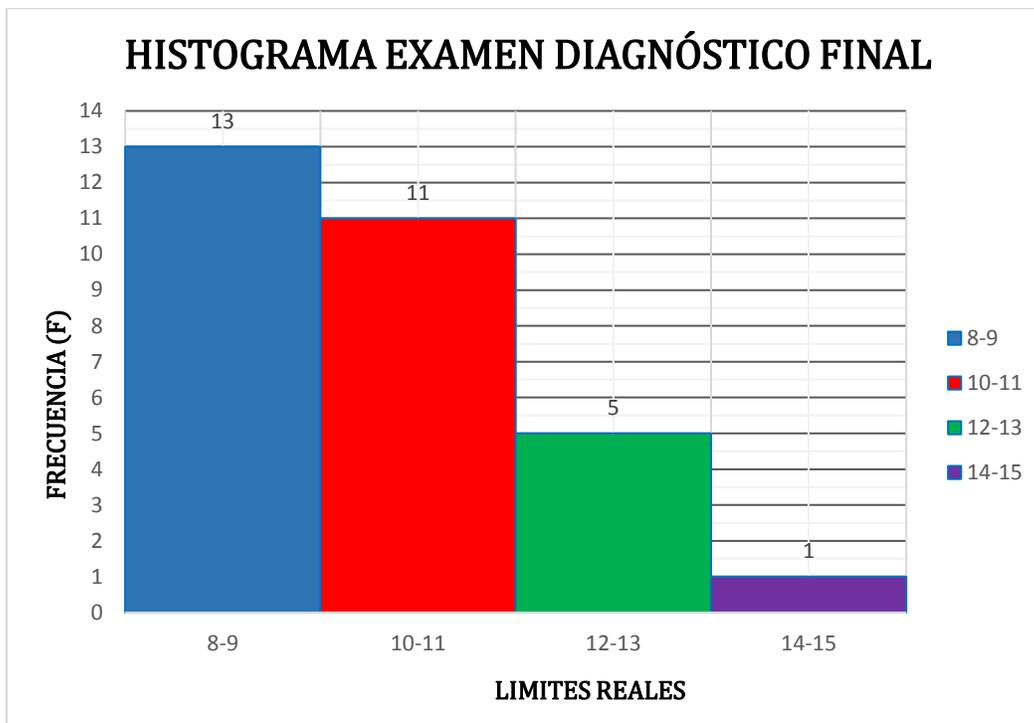
**Tabla 10. Escala de calificaciones según el número de aciertos en el examen diagnóstico final.**

Como se puede observar en la tabla 11 de distribución de frecuencias del examen diagnóstico final, 13 estudiantes respondieron de 8 a 9 preguntas correctamente lo cual equivale en términos numéricos a una calificación que comprende entre 5.3 a 6, Una calificación comprendida entre 6.7 a 7.3 para los estudiantes que obtuvieron entre 10 a 11 aciertos, una calificación de 8 a 8.7 para los estudiantes que contestaron de 12 a 13 preguntas correctamente y por último un estudiante que contestó correctamente 14 preguntas del examen, lo que equivale a una calificación de 9.3.

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EXAMEN DIAGNÓSTICO FINAL S1							
Límite Real Inferior	Intervalos de Clase (Aciertos)	Límite Real Superior	Frecuencia (F)	Fr (%)	Fa> 0	Fa< 30	Marca de Clase
7.5	8-9	9.5	13	43.33	13	17	8.5
9.5	10-11	11.5	11	36.67	24	6	10.5
11.5	12-13	13.5	5	16.67	29	1	12.5
13.5	14-15	15.5	1	3.33	30	0	14.5
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>100.00</b>			

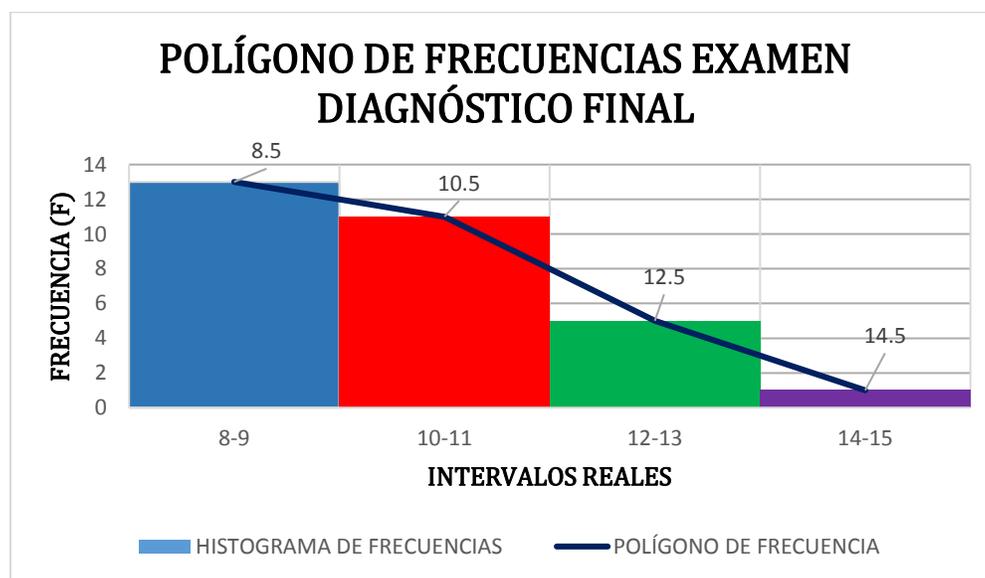
**Tabla 11. Distribución de frecuencias del examen diagnóstico final.**

Calculando el promedio general del grupo, se obtuvo una calificación de 7.33 para una muestra de 30 estudiantes. En la gráfica 3 se muestra la representación de las frecuencias de los aciertos relativos a los intervalos de clase tomados para hacer el análisis estadístico de la muestra de los 30 estudiantes.



**Gráfica 3. Histograma del examen diagnóstico final.**

A continuación se muestra en la gráfica 4 el polígono de frecuencia del estudio realizado, en el cual se hace énfasis en la marca de clase, este es el promedio del intervalo de clase, para este caso son los aciertos, elegidos a partir del rango de la muestra.



**Gráfica 4. Polígono de frecuencias del examen diagnóstico final.**

Donde 8.5, 10.5, 12.5 y 14.5 son los promedios de los intervalos de clase reales sobre los aciertos. El promedio del primer intervalo es  $\frac{8+9}{2} = 8.5$  de la misma manera se calculó con los otros tres intervalos.

Se realizó un análisis utilizando medidas de tendencia central, es decir, se calculó la media, la mediana, la moda a partir de los datos completos de la tabla 11, como se muestra en la tabla 12.

Media ( $\bar{X}$ )	Mediana	Moda
10.1	9.9	9.2

**Tabla 12. Medidas de tendencia central obtenidas en el análisis.**

La media nos indica cual es el promedio real de aciertos, el valor de la media calculada es de 10.1 respuestas correctas obtenidas por los estudiantes, la mediana y la moda están muy cerca también de la media calculada.

Después se realizó otro análisis, utilizando las medidas de dispersión las cuales son la desviación media, varianza y desviación estándar; en la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos calculados a partir de la tabla 11 y 12.

Desviación Media	Varianza	Desviación Estándar
1.39	2.77	1.67

**Tabla 13. Medidas de dispersión obtenidas del análisis.**

Como se puede observar en las medidas de dispersión, la desviación estándar nos muestra que si la distribución de valores alrededor de la media es simétrica, los valores se encontrarán contenidos dentro del intervalo  $(\bar{X} - \sigma, \bar{X} + \sigma) = (10.1 - 1.67, 10.1 + 1.67)$ , donde  $\bar{X}$  es la media de los valores medidos y  $\sigma$  la desviación estándar. Para una comparación más objetiva se calcula el coeficiente de variación (CV), el cual es la representación de la desviación estándar promedio y se calcula utilizando la siguiente ecuación

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100 \quad (8)$$

Esto es, la desviación estándar entre la media calculada, multiplicada por cien. Para obtener el porcentaje de la desviación estándar promedio, se calculó lo siguiente

$$CV = \frac{1.67}{10.1} * 100 = 16.5\%$$

A partir de este análisis estadístico se concluye que la intervención del docente, fue generalizada, es decir, el 83% de los estudiantes tiene clara la parte conceptual, procedimental y sobre todo la aplicación de la física a su contexto y vida cotidiana.

Hubo una gran mejoría en cuanto al uso de nuevas palabras, por ejemplo ellos hacían referencia a medir algo, o una cosa. En este examen final hacen mención a medir y comparar entre magnitudes, haciendo uso de un patrón de medición, le dan importancia a las mediciones en Física para entender o explicar algunos fenómenos naturales, a las aportaciones de la Física, desde tecnología, hasta las leyes o ramas de la Física, hablan de errores en la medición, de la incertidumbre en los instrumentos de medición y sobre el error de paralaje, pueden diferenciar entre los conceptos de precisión y exactitud y porqué es importante la precisión en la medición y la forma de reportar una medida, utilizan la notación científica, también hacen mención de los diferentes tipos de medición, de forma

directa o indirecta. El astrolabio y el teodolito, utilizan la medición indirecta por triangulación, es decir utilizan la herramienta trigonométrica y geométrica para hacer mediciones. Cuando hablan del astrolabio, mencionan que se utilizaba como un buscador de estrellas y que pueden medir con este instrumento ángulos, distancias o alturas. En la resolución de problemas, ellos identifican los datos y sustituyen de manera correcta los datos para encontrar el resultado que se pide en el problema, haciendo uso correcto de las unidades.

En toda esta parte conceptual, el procedimiento utilizado para alcanzar el aprendizaje de los contenidos se aplicó el método receptivo en algunas ocasiones por medio de explicaciones con palabras dónde se procuró ser lo más explícito posible (Nieto, 1996), también se recurrió a la ayuda de algunos experimentos demostrativos en los cuales participaban de forma aleatoria los estudiantes, y a ejemplos dentro de su contexto para que se logrará el aprendizaje de los contenidos marcados en la estrategia de enseñanza. Es decir, que al hacer la intervención de la propuesta didáctica se cumplió con el objetivo principal, el cual era vincular el aprendizaje experiencial con un enfoque socioformativo a través de la construcción de un prototipo, un astrolabio. Durante la realización de actividades y algunos experimentos encaminados a la construcción de su prototipo, los estudiantes hicieron mediciones tomando en cuenta los errores, de manera directa o indirectamente utilizando reglas, flexómetros, transportadores, ecuaciones de trigonometría y ángulos, todos estos aplicados en su propio contexto, al medir la inclinación de un terreno, la altura de un poste de luz, del edificio de su escuela, o calcular el diámetro del Sol usando la geometría (relaciones de proporcionalidad), porque no se puede medir directamente.

Para evaluar mi propuesta educativa (Nieto, 1996) tomé en cuenta diferentes elementos relacionados con el desempeño de los alumnos y las actitudes de los mismos hacia mi propio desempeño. El trabajo realizado se puede resumir de la siguiente manera: Los alumnos llevaron a cabo una investigación previa mediante tareas y búsqueda de información, investigaron acerca de instrumentos de medición como el astrolabio y el teodolito, también hicieron tareas relacionadas con algunos conceptos y definiciones como medir, precisión, exactitud, magnitud, conversiones de unidades entre los diferentes sistemas de unidades. En una estrategia didáctica enfocada en el aprendizaje basado en proyectos, esta actividad tiene como propósito que los alumnos propongan soluciones a una pregunta generadora que se plantea al inicio del tema. El procedimiento utilizado para alcanzar el aprendizaje de los contenidos de esta unidad se basó en el aprendizaje por descubrimiento. Para guiar las actividades ofrecí a los alumnos una bibliografía y diversos materiales. Estas actividades y las discusiones en grupo así como la realización de diversas tareas, el trabajo en equipo, y sobre todo la construcción del astrolabio y el teodolito, y el reporte escrito completan los rubros que usé para valorar la pertinencia de mi propuesta docente. En la Tabla 14 se muestra el resumen numérico de las respuestas a las preguntas que se utilizaron en la autoevaluación que hicieron los alumnos. Como se puede observar en la tabla 14 hay un predominio en la respuesta **si**, haciendo alusión que los alumnos pusieron interés en los temas abordados con la estrategia que se utilizó. La respuesta **no sé** tiene una frecuencia de 7.5, y con respecto a la respuesta **no** la frecuencia es muy baja, esto significa que ellos tomaron muy en cuenta la estrategia que se les aplicó para aprender estos temas que se enseñaron. Sólo en la pregunta dos, la cual señala **si participaron activamente en las discusiones en clase**, hay un número de once veces que no sabe si participó.

AUTOEVALUACIÓN ALUMNO			
PREGUNTA	SI	NO SE	NO
1	18	9	3
2	13	11	6
3	23	5	2
4	13	7	10
5	19	7	4
6	20	9	1
7	22	5	3
8	22	8	0
9	24	6	0
10	20	7	3
11	13	10	7
12	18	10	2
13	23	5	2
14	24	6	0
<b>PROMEDIO</b>	<b>19.43</b>	<b>7.50</b>	<b>3.07</b>

*Tabla 14. Resultados de la encuesta de autoevaluación del alumnado.*

Con respecto a la pregunta once, que dice que si **compartió ideas con sus compañeros para ayudarlos a comprender el tema**, diez de estos tampoco saben o no lo hizo. Por último, en la pregunta 12 que dice que adquirieron nuevos conocimientos que les parecen interesantes, diez de ellos no saben si son interesantes estos conocimientos. En la mayor parte de las preguntas de la autoevaluación resulta positivo por parte de ellos, al cumplir con las tareas, actividades, participaciones, formular preguntas, escuchar con atención al profesor, trabajar en equipo, realizar los reportes de la construcción de su astrolabio y teodolito, adquirir nuevos conocimientos y que creen que conmigo aprendieron el tema. Cabe resaltar que se obtuvo un promedio del 80% de asistencia a las seis sesiones empleadas para llevar a cabo la estrategia.

En la evaluación de los alumnos hacia el profesor se recabaron los datos que se presentan en la Tabla 15. La encuesta de evaluación de los alumnos hacia la propuesta se analizó de forma estadística para encontrar posibles errores que se suscitaron en la aplicación de la propuesta.

Como se puede observar en la tabla 15, los indicadores se califican en una escala tipo Likert, la escala se define como sigue

1. Nunca
2. Casi nunca
3. Regularmente
4. Casi siempre
5. Siempre

EVALUACION DE LOS ALUMNOS AL PROFESOR					
PREGUNTA	1	2	3	4	5
1	0	0	2	11	17
2	0	0	2	2	26
3	0	0	3	11	16
4	0	0	6	10	14
5	0	0	4	11	15
6	0	0	7	8	15
7	0	0	6	6	18
8	0	0	1	6	23
9	0	0	3	6	21
10	0	0	1	4	25
11	0	0	1	12	17
12	0	0	2	4	24
13	0	0	5	8	17
14	0	0	2	6	22
15	0	0	2	6	22
16	0	0	0	6	24
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2.94</b>	<b>7.31</b>	<b>19.75</b>

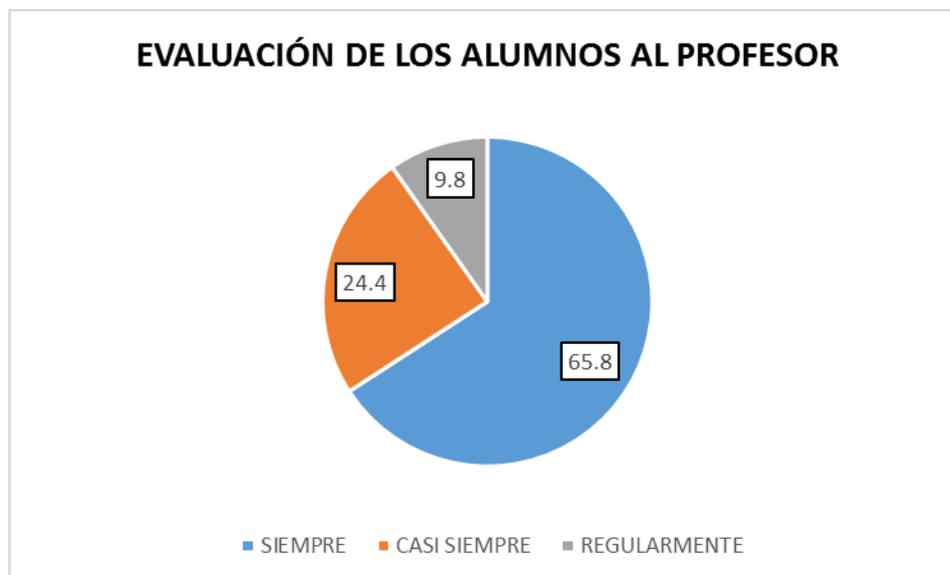
*Tabla 15. Resultados de la encuesta de los alumnos al profesor.*

Los indicadores **nunca** y **casi nunca** no fueron marcados por los discentes, en la escala de **regularmente** se muestra un promedio de 2.94 en las opciones marcadas por los alumnos, en la escala de **casi siempre** se encuentra un promedio de 7.31 en las preferencias marcadas por los alumnos, aquí cabe resaltar que ellos me están indicando que el ítem tres, cuatro y cinco se marcaron 11, 10 y 11 veces respectivamente, en donde el profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase, el profesor ayudó al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en clase, y el profesor organizó adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase; me indica que debo de ser más contundente al momento de exponer ejemplos claros sobre el tema, concluir con un concepto o tema para que ellos no se queden sólo con la idea, si no ser más formal al momento de cerrar algún tema al final de cada sesión y de organizar más detalladamente los contenidos temáticos expuestos en clase hará que los alumnos no divaguen al momento de escuchar, comprender y participar en la construcción de la clase. Por último el indicador once se marca 12 veces, en donde se hace referencia a los experimentos planteados por el profesor les permitieron comprender mejor el tema, esto coincide con la parte de los estilos de aprendizaje en los cuales ellos tienen un predominio en lo auditivo y kinestésico, es decir, escuchan con atención y después hacen ellos experimentos o actividades les deja un mejor aprendizaje significativo.

En la escala de **siempre** se encuentra en un promedio de 19.75, el indicador diez también aparece marcado veinticinco veces seguido del ítem doce con veinticuatro veces marcados, aquí se maneja que el profesor aclaró dudas de forma amable y que el material pedido o a veces proporcionado por el profesor se utilizó de forma adecuada para llevar a cabo las actividades dentro y fuera del salón de clases. Con respecto a los marcados en el indicador casi siempre o cuatro, donde los alumnos externan que faltó más claridad en los temas o mayor organización de los contenidos temáticos expuestos en la clase, dado que el tiempo

en las sesiones fue muy corto, tal vez los estudiantes se quedaron con esa sensación de que fue muy rápida la estrategia aplicada y que por eso yo no organicé adecuadamente los contenidos temáticos, pero también se tuvo que compactar los temas resaltando sólo lo más relevante e importante que ellos utilizarían al momento de construir su astrolabio y teodolito.

De los demás indicadores predominó el **siempre**, lo cual habla que se cumplió con los indicadores y el 65.8 % de los alumnos consideran que el profesor se encuentra en la escala de 5 del instrumento, el 24.4 % indica que cumplió **casi siempre** con los indicadores y sólo el 9.8 % me indica que solo se cubrió **regularmente** con estos parámetros que el instrumento marca. Ver la gráfica 5.



**Gráfica 5. Porcentaje obtenido de los indicadores de la evaluación de los alumnos hacia el profesor.**

A continuación, se presentan las tablas en donde se hace un análisis más elaborado de los instrumentos con base en el tratamiento de una encuesta cuando es escala tipo Likert, lo que se hace es sumar los puntos que reúne cada alumno y después se calcula el número de puntos obtenidos en la encuesta entre el número de indicadores, entonces para la autoevaluación del alumno se asigna

1. No
2. No sé
3. Si

El máximo de puntos que se puede obtener en este instrumento es de  $3 \times 14 = 70$ , y el mínimo de puntos que se pueden obtener es de  $1 \times 14 = 14$ , al final se calcula un promedio del total de los 30 puntajes obtenidos, para hacer una mejor aproximación en el análisis estadístico. Ver la tabla 16, donde se colocan el análisis de cinco estudiantes, aunque el número de estudiantes es 30, considerar la tabla para sus respuestas proporcionaría una tabla muy grande se hace muy extensa, por eso sólo se coloca una muestra representativa. Sin embargo, al final de la tabla se muestran los resultados de toda la muestra que es 30.

AUTOEVALUACIÓN ALUMNOS (14 INDICADORES)					
	SI	NO SÉ	NO	MINIMO 14	MÁXIMO 70
<b>ALUMNOS</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL PROM</b>
1	10	3	1	37	2.64
2	10	4	0	38	2.71
3	11	3	0	39	2.79
4	13	1	0	41	2.93
5	6	6	2	32	2.29
<b>PROMEDIO GENERAL DE LA AUTOEVALUACIÓN DE ALUMNOS (30)</b>					<b>2.52</b>

**Tabla 16. Análisis estadístico de la autoevaluación de los alumnos.**

El análisis de los 30 estudiantes que realizaron la autoevaluación muestra en una escala máxima de 3, muestra que los alumnos obtuvieron en promedio **2.52**, lo que indica que los estudiantes pusieron su mayor esfuerzo, empeño, atención, participación y disposición para aprender y trabajar en equipo.

Para la evaluación del alumno al profesor se aplicó el mismo procedimiento. Se calculó la máxima puntuación y la mínima multiplicando por la escala más alta (5) y la escala mínima (1) por el número de indicadores que en este caso es de 16 como se muestra a continuación  
Máximo = 16 x 5 = 80  
Mínimo = 16 x 1 = 16

Se calcula la puntuación de cada alumno y se obtiene un promedio al dividir el número de puntos entre el número de indicadores, en este caso 15. De esta manera se obtiene el promedio de los 30 estudiantes a los cuales se les aplicó el instrumento. Y de ahí, se vuelve a obtener el promedio del puntaje obtenido de los 30 estudiantes. Ver Tabla 17, donde se muestra el análisis hecho a cinco estudiantes como una representación de toda la muestra que es de 30, debido a que la tabla es muy extensa; para completar el análisis de los resultados al final de la tabla se muestra el promedio final de todos los discentes involucrados en la evaluación.

EVALUACIÓN DE ALUMNOS AL PROFESOR (15 INDICADORES)							
	NUNCA	CASI NUNCA	REGULARMENTE	CASI SIEMPRE	SIEMPRE	MINIMO 16	MAXIMO 80
<b>ALUMNOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL PROM</b>
1	0	0	0	4	12	76	4.75
2	0	0	2	6	8	70	4.67
3	0	0	0	3	13	77	4.81
4	0	0	0	1	15	79	4.94
5	0	0	1	1	14	77	4.81
<b>PROMEDIO GENERAL DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS AL PROFESOR (30)</b>							<b>4.58</b>

**Tabla 17. Análisis estadístico de los alumnos al profesor.**

Utilizando la escala Likert, el máximo de puntos que se podía obtener era 5 y el mínimo de uno. El análisis de la evaluación relativa a la propuesta didáctica, en la que participaron los 30 estudiantes, el promedio máximo que se obtuvo fue de **4.58**.

### 5.3 Análisis y resultados obtenidos de la segunda estrategia didáctica sobre terminología

Los estudiantes de esta localidad no tienen acceso a la biblioteca municipal y el servicio de internet es casi nulo por la ubicación en la que se encuentra el centro de estudios. Tomando en cuenta todos estos aspectos se aplicó un test de estilos de aprendizaje.

En este nuevo grupo también se utilizó un test VARK para detectar el estilo de aprendizaje de los estudiantes y formar equipos de 4-5 integrantes en el cual se incluyeran todos los estilos para que se homogeneizaran, y no se privilegiara o predominara un solo estilo de aprendizaje en cada grupo formado, y no dejar que se formaran los equipos al azar.

La Tabla 18 muestra los estilos de aprendizaje que se obtuvieron de una muestra de 30 alumnos que participaron en este ejercicio, de los cuales 10 son hombres y 20 mujeres.

TEST VARK	
VISUAL	8
AUDITIVO	5
LECTO-ESCRITOR	4
KINESTÉSICO	9
V-A	1
A-K	1
V-K	2
TOTAL	30

**Tabla 18. Resultados del test VARK**

Se aplicó un examen diagnóstico para obtener información referente a los conceptos y aquellas ideas previas acerca del tema, que se abordaría y algunos otros que serían necesarios para comprender los conceptos nuevos. Esto con la intención de identificar las deficiencias y/o errores conceptuales que presentan los alumnos y por otro lado para reforzar y hacer énfasis en algunos conceptos indispensables para la comprensión de los temas que se presentarían.

En la Tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en dicho examen inicial, en el cual muchas respuestas mostraban deficiencias y un vocabulario más coloquial que científico o técnico acerca de lo que se les preguntaba. En el anexo se muestran algunos de los exámenes que se recopilaron para la evaluación de la estrategia planteada.

Aciertos	Frec. Inicial	Cal. Inicial
1	15	1.25
2	12	2.5
3	2	3.75
4	1	5
Total	30	3.13

**Tabla 19. Aciertos y calificación del examen diagnóstico inicial.**

Como se puede observar, el promedio general del grupo que se obtuvo con los 30 alumnos a los que se les aplicó el examen fue de 3.13, con un acierto máximo de cuatro y un acierto mínimo de uno de ocho preguntas abiertas que contenía el examen.

1. ¿Cuáles son las temperaturas de congelación y de ebullición del agua en la escala Celsius, Fahrenheit y escala kelvin?

En la pregunta uno hace referencia a las tres escalas termométricas que se utilizan más comúnmente en el mundo, la escala Kelvin, Celsius y Fahrenheit.

En la cual los alumnos tenían que encontrar el valor en escala Kelvin y Fahrenheit del punto de congelación y del punto de ebullición, aquí se utiliza la parte memorística, donde los alumnos saben que en grados Celsius es de  $0^{\circ}\text{C}$  el de congelación y  $100^{\circ}\text{C}$  el de ebullición. Sólo tenían que realizar operaciones básicas para hacer la conversión a las otras escalas, usando la relación entre las escalas Celsius a Kelvin, entonces  $T_c = T - 273.15^{\circ}$ , donde  $T_c$  representa la temperatura Celsius y en el caso de la relación entre las escalas Celsius y Fahrenheit se define como sigue  $T_F = 32^{\circ}F + 9/5T_c$ , donde  $T_F$  representa la temperatura Fahrenheit.

2. ¿En dónde hay más energía cinética molecular, en una cubeta llena de agua tibia o en una taza pequeña llena de agua caliente? Argumenta tu respuesta.

La pregunta dos aborda el tema de energía cinética molecular haciendo alusión al tema de la temperatura, que está relacionada con el promedio de la energía cinética, pero también a la cantidad de masa que hay en la cubeta y la cantidad de masa dentro de la taza, porque aunque la taza tiene una temperatura mayor a la de la cubeta, la masa de la cubeta es mayor a la masa de la taza, por lo tanto la cubeta contiene una energía cinética molecular mayor.

3. Cuando tocas una superficie fría, **¿el frío pasa de esta superficie a tu mano o pasa energía de tu mano a la superficie fría?** Explica por qué.

Esta pregunta se refiere a cómo fluye o se da la transferencia de energía, relacionando esto con el concepto de calor, en donde siempre hay una transferencia de energía del cuerpo más caliente al más frío y nunca al revés.

4. ¿Por qué las sustancias se dilatan cuando aumenta su temperatura?

El objetivo aquí era explicar la dilatación térmica que dice que cuando la temperatura de una sustancia aumenta, sus moléculas o átomos se mueven con más velocidad. El resultado es una dilatación o expansión de la sustancia.

5. Si tomas un clavo de acero y colocas la punta en una llama, se calentará tan rápido que ya no podrás sujetarlo, ¿cómo se llama a esta transferencia de calor? ¿Cuántos tipos de transferencia de calor existen entre objetos o sustancias?

Esta pregunta se refiere a los tres tipos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación., en este caso el ejemplo que se menciona aquí se refiere a que la transferencia es por conducción, porque está en contacto directo con el objeto cuando se le aplica calor.

6. ¿Qué se calienta con más rapidez al suministrarle calor, 1 kg de hierro o 1 kg de agua? Explica por qué.

En esta pregunta está presente la conductividad térmica de los conductores y aislantes de calor, se sabe que el agua es la sustancia que tiene la mayor capacidad calorífica, y una baja conductividad térmica, por lo tanto actúa como un aislante, a diferencia del hierro, que

es un metal, la estructura interna de los metales hace que éstos actúen como conductores de calor.

7. Tienes dos objetos y uno de ellos lo envuelves en un papel negro y el otro objeto lo envuelves en papel blanco y los expones a los rayos del sol, explica qué sucede con estos objetos después de cierto tiempo. ¿Cuál alcanza mayor temperatura? Explica por qué.

Aquí hace referencia a la radiación y absorción que presentan los cuerpos con referencia a la luz solar en este caso, que todos los cuerpos radian o emiten y también absorben, que hay una distinción muy marcada también en el hecho de que hay materiales que radian mucho mejor que otros. En este caso, el papel negro absorbe más energía que el papel blanco, porque este último refleja la radiación del sol, haciendo que su temperatura no se eleve tanto como en el papel negro que refleja muy poco la radiación del sol y la mayor parte de esta radiación es absorbida, lo que produce que se eleve más su temperatura.

8. Mencione qué usos conoce que se le da a la energía que nos llega del sol.

Se aborda con esta pregunta el uso que se le da a las energías renovables, en particular a la radiación del Sol y qué tipo de utilidad se le está dando para el uso de energías limpias.

La solución a la pregunta generadora al inicio del tema será importante, porque en esta se vinculan los temas abordados con la construcción de su prototipo, el cual será evaluado mediante una rúbrica, el argumento planteado en la respuesta será un indicador de los conocimientos previos del alumno. Esta pregunta generadora será un elemento esencial de la evaluación individual y colaborativa.

El trabajo individual se evaluó de manera continua en las sesiones mediante la participación en clase, la integración en el equipo, la colaboración con sus compañeros, tareas, ejercicios en clases y el examen.

El trabajo colaborativo fue evaluado mediante la rúbrica, la exposición de su prototipo, el trabajo aportado al equipo en el desarrollo del mismo, el conocimiento científico y el reporte escrito de la construcción de su horno solar y un tríptico informativo acerca de su prototipo.

Se llevó a cabo una heteroevaluación, una coevaluación y una autoevaluación al final de las exposiciones.

El examen final se volvió a aplicar, siendo el mismo que el examen inicial, sólo se agregó una pregunta acerca del funcionamiento de un horno solar, en el cual los alumnos hacen un dibujo y mencionan las partes que conforman su prototipo, así como el principio de funcionamiento del horno, el cual utiliza el efecto invernadero para cocinar los alimentos.

A continuación, se presenta en la Tabla 20 un comparativo del examen diagnóstico inicial con el examen diagnóstico final, en el cual después de aplicar la estrategia de enseñanza se ve una marcada diferencia en las respuestas, como en el lenguaje científico que utilizan los estudiantes.

ACIERTOS Y CALIFICACION EXAMEN DIAGNOSTICO ED 2				
ALUMNOS	AC IN	CAL INICIAL	AC FI	CAL FINAL
PROMEDIO	1.80	2.25	5.71	7.14

**Tabla 20. Aciertos iniciales y finales, con su respectivo promedio inicial y final después de aplicar el diagnóstico.**

## 5.4 Análisis estadístico para la secuencia de los hornos solares

Para la segunda secuencia la cual fue el horno y la estufa solar, se notó la dificultad que tenían para responder los ocho reactivos que se aplicaron en el examen inicial. También se observó que las respuestas estaban muy alejadas de la interpretación física planteada, así como el lenguaje no era el apropiado para estudiantes que ya habían llevado un curso formal de Física I.

Se realizó una pregunta totalmente memorística, la cual era sobre el punto de ebullición y de congelación del agua y los tres tipos de escalas termométricas que se utilizan en física, es decir la escala Celsius, Fahrenheit y Kelvin. La mayoría de los estudiantes sólo contestaron que conocían la escala Celsius o centígrados.

Se les preguntó acerca de los tipos de transferencia de calor que ellos conocían haciendo referencia con algunos experimentos para saber qué era lo que ellos podían indagar y preguntar, como por ejemplo qué pasaba cuando tocaban una superficie fría con su mano, y de donde a donde fluía la energía y que explicaran porque, en este caso ellos respondían que el frío era el que pasaba de la superficie a su mano.

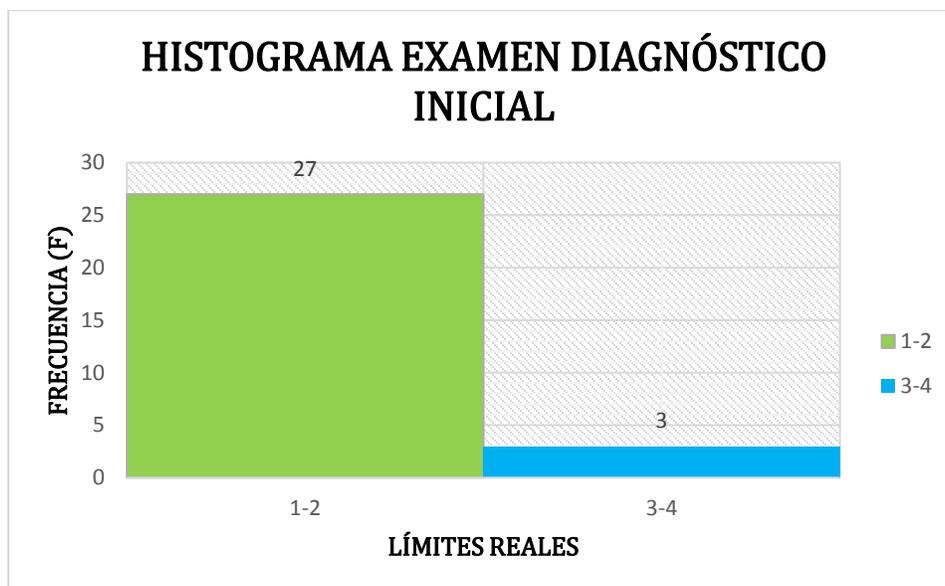
Otra pregunta que se les hizo fue qué pasaba cuando se envolvía dos objetos, uno en un papel negro y otro en un papel blanco, y después se exponían al sol, que era lo que pasaba y porque, ellos explicaban que se calentaba más rápido el que estaba envuelto en el papel negro porque este chupaba los rayos del sol.

Una pregunta que también respondieron fue la siguiente, qué pasaba si se exponía un kilo de metal o un kilo de agua a una fuente de calor, cuál de los dos elevaba más rápido su temperatura, entonces ellos preguntaban mucho si estaba bien planteada la pregunta, porque ellos sólo sabían que el agua se mide en litros y no en kilos, después de aclararles su duda que un kilo equivale a un litro, ellos respondieron que el agua se calienta más rápido. Se les preguntó si conocían aplicaciones que se le daba a la energía que llega del sol, a la cual ellos respondían que no sabían.

De un total de ocho preguntas en el examen diagnóstico inicial se hizo un análisis utilizando estadística para datos agrupados ( $n \geq 30$ ). En la Tabla 21 se presenta el análisis estadístico del examen diagnóstico inicial con la distribución de las frecuencias de los aciertos del examen y su respectivo histograma de frecuencias representada en la gráfica 6.

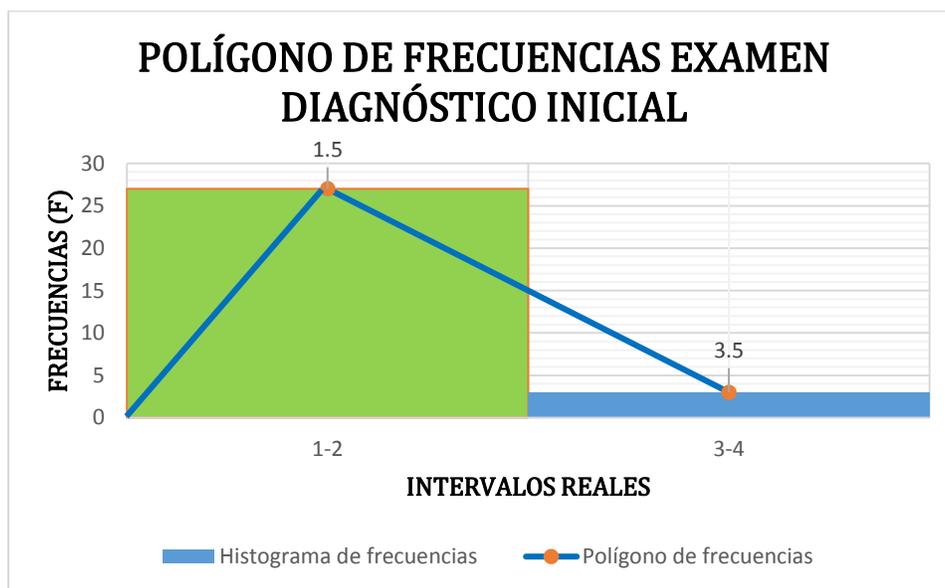
TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EXAMEN INICIAL S2							
Limite real inferior	Intervalos de clase (Aciertos)	Límite real superior	Frecuencia (F)	Fr (%)	Fa> 0	Fa< 30	Marca de clase
0.5	1-2	2.5	27	90.00	27	3	1.5
2.5	3-4	4.5	3	10.00	30	0	3.5
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>100.00</b>			

Tabla 21. Distribución de frecuencias del examen inicial.



**Gráfica 6. Histograma del examen diagnóstico inicial.**

A continuación, se muestra la gráfica 7 del polígono de frecuencias, en donde se hace énfasis en la marca de clase, la cual es el promedio de los intervalos de clase de los aciertos del examen.



**Gráfica 7. Polígono de frecuencias del examen diagnóstico inicial.**

De un total de ocho preguntas, que se formularon de acuerdo con la taxonomía de Marzano (Marzano, R. J. 2001), los estudiantes obtuvieron una media de 1.80 aciertos correctamente contestados, que muestra a los estudiantes en un nivel de desempeño bajo, y en términos numérico de un promedio general de grupo de 2.25. Con base en estos resultados se utilizaron estrategias con la finalidad de ir trabajando y reforzando desde lo conceptual, hasta la aplicación y análisis de contenidos.

Primero se hizo un repaso de los conceptos de energía, energía cinética y energía potencial, para relacionarlos con el tema nuevo de termometría. Se plantearon experimentos demostrativos sobre los conceptos de calor y temperatura, para de ahí partir a una discusión grupal para llegar a una definición tentativa del concepto de calor y temperatura, que en situaciones cotidianas los estudiantes utilizan con indiferencia, no haciendo distinción al usarlos. Se siguió con la misma dinámica de realizar experimentos demostrativos con la ayuda de algunos estudiantes y la retroalimentación se daba haciendo una discusión con el grupo, ellos ya traían en algunos temas investigación de conceptos o definiciones transcritas en sus cuadernos de algunos temas para aprovechar al máximo el tiempo efectivo en la clase; conceptos como: calor, temperatura, calor específico, tipos de transferencia de calor (conducción, convección, radiación), materiales aislantes y conductores de calor, así como radiación, ondas mecánicas y electromagnéticas, como efecto invernadero; Se realizaron ejercicios y problemas de conversiones entre escalas termométricas (Celsius, Fahrenheit y Kelvin); pero no se le dedicó mucho tiempo, para ahondar más en lo conceptual, procedimental y análisis de los temas elegidos; y sobre todo para dedicarle más tiempo a la construcción del prototipo (horno solar) que los estudiantes construirían y probarían una vez terminado.

En la Tabla 22 se muestra la calificación obtenida por los alumnos en función del número de aciertos en el examen diagnóstico final.

<b>Aciertos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Calificación</b>	<b>1.25</b>	<b>2.5</b>	<b>3.75</b>	<b>5</b>	<b>6.25</b>	<b>7.5</b>	<b>8.75</b>	<b>10</b>

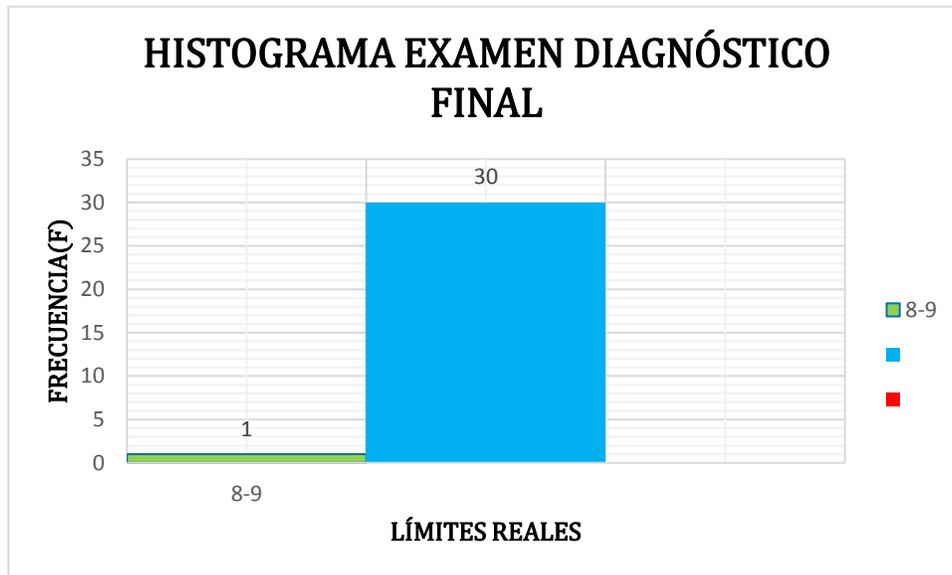
**Tabla 22. Escala de calificaciones obtenidas, dependiendo del número de aciertos obtenida.**

Como se puede observar en la Tabla 23 de distribución de frecuencias, 17 estudiantes respondieron de 4 a 5 preguntas correctamente, lo cual equivale en términos numéricos a una calificación entre 5 a 6.25, como se puede ver en la Tabla 22. Una calificación comprendida entre 7.5 a 8.75 para los 12 estudiantes que contestaron entre 6 a 7 preguntas correctamente y por último, un estudiante que contestó correctamente las 8 preguntas del examen obtuvo una calificación de 10.

<b>TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EXAMEN DIAGNÓSTICO FINAL S2</b>							
<b>Límite Real Inferior</b>	<b>Intervalos de Clase (Aciertos)</b>	<b>Límite Real Superior</b>	<b>Frecuencia (F)</b>	<b>Fr (%)</b>	<b>Fa &gt; 0</b>	<b>Fa &lt; 30</b>	<b>Marca de Clase</b>
3.5	4-5	5.5	17	56.67	17	13	4.5
5.5	6-7	7.5	12	40.00	29	1	6.5
7.5	8-9	9.5	1	3.33	30	0	8.5
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>100.00</b>			

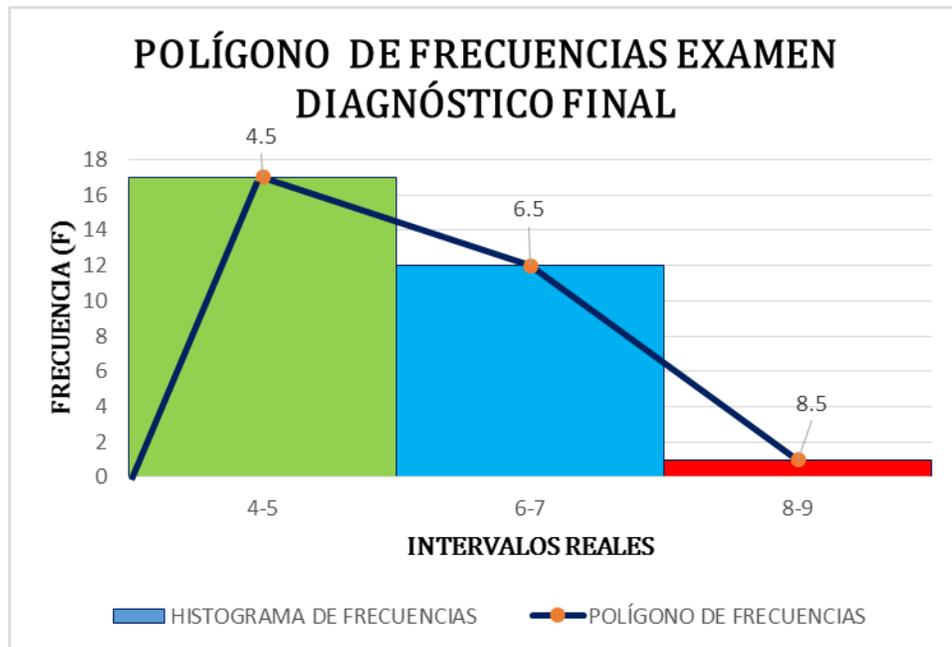
**Tabla 23. Distribución de frecuencias del examen diagnóstico final.**

Calculando el promedio general del grupo, se obtuvo una calificación de 7.14 para una muestra de 30 estudiantes. En la gráfica 8 se muestra la representación de las frecuencias de los aciertos respectivos a los intervalos de clase tomados para hacer el análisis estadístico de la muestra.



**Gráfica 8. Histograma del examen diagnóstico final.**

A continuación, se muestra la gráfica 9 del polígono de frecuencia del estudio realizado en el cual se hace énfasis en la marca de clase, este es el promedio del intervalo de clase, para este caso son los aciertos, elegidos a partir del rango de la muestra.



**Gráfica 9. Polígono de frecuencias del examen diagnóstico final.**

Donde 4.5, 6.5 y 8.5 corresponden respectivamente al promedio de los intervalos de clase reales sobre los aciertos. Es decir se promedió  $\frac{4+5}{2} = 4.5$ , de la misma manera se calculó con los otros dos intervalos.

Se realizó un análisis utilizando medidas de tendencia central, es decir, se calculó la media, la mediana, la moda, a partir de los datos completos de la tabla 23, como se muestra en la Tabla 24.

Media	Mediana	Moda
5.4	5.26	5.05

**Tabla 24. Medidas de tendencia central obtenidas en el análisis.**

Es decir, que la media nos indica cual es el promedio real de aciertos, el valor de la media calculada es de 5.4 aciertos obtenidos por los estudiantes, la mediana y la moda están muy cerca también de la media calculada.

Después se realizó otro análisis utilizando medidas de dispersión, las cuales son la desviación, desviación media, varianza y desviación estándar, calculadas a partir de las Tablas 23 y 24, en la Tabla 25 se muestran los resultados obtenidos.

Desviación Media	Varianza	Desviación Estándar
0.67	1.26	1.12

**Tabla 25. Medidas de dispersión obtenidas del análisis.**

Como se puede observar en las medidas de dispersión, la desviación estándar nos muestra que si la distribución de valores alrededor de la media es simétrica, los valores se encontrarán contenidos dentro del intervalo  $(\bar{X} - \sigma, \bar{X} + \sigma) = (5.4 - 1.12, 5.4 + 1.12)$ , donde  $\bar{X}$  es la media de los valores medidos y  $\sigma$ , la desviación estándar; para una comparación más objetiva se calcula el coeficiente de variación (CV), el cual es la representación de la desviación estándar promedio y se calcula utilizando la siguiente ecuación

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100 \quad (9)$$

Es decir, dividir la desviación estándar entre la media calculada, multiplicada por cien para obtener el porcentaje de la desviación estándar promedio, se calculó lo siguiente

$$CV = \frac{1.12}{5.4} * 100 = 20.7\%$$

A partir de este análisis estadístico se concluye que la intervención del docente, fue generalizada, es decir, el 80% de los estudiantes tiene clara la parte conceptual, procedimental y sobre todo la aplicación de la física a su contexto y vida cotidiana.

Hubo una gran mejoría en cuanto al uso de nuevas palabras. Por ejemplo ellos hacían referencia a que los rayos del Sol rebotaban sobre una superficie, como el papel blanco o que chupaba los rayos del Sol un papel negro, en este examen se menciona un lenguaje más propio a la asignatura, ellos escribían reflexión o absorción, cuando se hace referencia a la pregunta 7 la cual menciona que cual objeto aumentará más su temperatura cuando se expone a los rayos del sol, si este objeto se envuelve en una hoja de papel negro en lugar de papel blanco.

Se manejaron conceptos de transferencia de calor, y los tres tipos que existen, convección, conducción y radiación, se manejó un lenguaje más apropiado cuando dicen que el metal

eleva más rápido su temperatura que el agua, cuando se expone al sol (misma masa) al escribir que el metal es un conductor y que el agua se comporta como un aislante de calor, haciendo alusión al concepto de conductividad térmica.

Cuando los alumnos explicaron el funcionamiento del horno, hicieron referencia a que el calor se transfiere a través de ondas electromagnéticas, las propiedades del hule cristal que utilizaron permite el paso de la radiación de más alta frecuencia, incluyendo la luz visible. Al ser absorbida la radiación por la cubierta de papel negro en el fondo, se eleva la temperatura. El hule cristal no permite que la radiación de más baja energía salga hacia el exterior del horno, lo que hace que la radiación se quede atrapada en la caja.

En toda esta parte conceptual, el procedimiento utilizado para alcanzar el aprendizaje de los contenidos se utilizó el método receptivo en algunas ocasiones por medio de explicaciones con palabras donde yo mostré ser lo más explícito posible (Nieto, 1996), con la ayuda de algunos experimentos demostrativos en los cuales participaban de forma aleatoria los estudiantes, y ejemplos de su contexto para que se logrará el aprendizaje de los contenidos marcados en mi estrategia de enseñanza.

Con respecto a las actividades en clase, las tareas e investigaciones forman parte de la metodología, puesto que se está utilizando el aprendizaje basado en proyectos, los alumnos investigaron acerca de las energías renovables, los hornos solares, pero también hicieron tareas acerca de algunos conceptos como calor, temperatura, los tipos de transferencia de calor, conducción, convección, radiación, conversiones de unidades en las diferentes escalas termométricas, también las discusiones que se generaron en cada clase formaron parte de esta evaluación continua que se menciona en la estrategia. Esto con el fin de que los estudiantes indagaran e investigaran para proponer soluciones al problema inicial que se les había planteado con la pregunta generadora. El procedimiento utilizado para alcanzar el aprendizaje de los contenidos en esta parte, se utilizó el aprendizaje por descubrimiento, previamente ofrecí bibliografía y otros materiales para que ellos, realizaran diversas tareas, trabajaran en equipo, sobre todo en la construcción de su horno y el reporte escrito, utilizando procedimientos de consulta, búsqueda e investigación. (Nieto, 1996).

Es decir que al hacer la intervención de la propuesta didáctica se cumplió con el objetivo principal, el cual era vincular el aprendizaje experiencial con un enfoque socioformativo. En el proceso de construcción del prototipo de un horno solar, realizar actividades y algunos experimentos encaminados a la construcción de su proyecto, realizaron el cálculo de áreas, volumen, distancia entre puntos y planos, explicaron el funcionamiento de su prototipo utilizando los conceptos de física aprendidos en la aplicación de la propuesta didáctica, como calor, tipos de transferencia de calor, cómo se absorbe la radiación solar en su horno, captar esa radiación utilizando un ángulo de inclinación conveniente y absorber la mayor radiación posible, dependiendo de la hora, explicar los fenómenos físicos que suceden dentro de su dispositivo, es decir, explicaron que es el efecto invernadero y como se produce cuando cocinan en su horno, midieron la temperatura de su prototipo y el tiempo de cocción que lleva cocinar, dependiendo del tipo de comida que introdujeron en su interior; también aprendieron cual es el uso de la energía solar y como pueden aplicar su conocimiento en su contexto para resolver un problema real de su comunidad, para reemplazar con energía solar el uso del combustible fósil, el gas o la leña, la cual produce enfermedades respiratorias a sus familias y vecinos.

La encuesta de evaluación de los alumnos hacia mi propuesta se analizó de forma estadística para encontrar posibles errores que se suscitaron en la aplicación de la propuesta, se presenta la tabla 26 con las preguntas que se utilizaron con respecto a la autoevaluación que se hicieron los alumnos la cual es la siguiente

AUTOEVALUACIÓN ALUMNO			
PREGUNTA	SI	NO SE	NO
1	24	1	5
2	20	5	5
3	29	1	0
4	20	5	5
5	20	5	5
6	26	2	2
7	26	3	1
8	26	2	2
9	27	2	1
10	24	3	3
11	14	9	7
12	26	1	3
13	26	1	3
14	28	1	1
PROMEDIO	24.0	2.93	3.07

**Tabla 26. Resultados de la encuesta de autoevaluación del alumnado.**

Como se puede observar en la tabla, hay un predominio en la respuesta **si**, haciendo alusión que los alumnos pusieron interés en los temas abordados con la estrategia que se utilizó. La respuesta **no sé** y **no** tienen casi el mismo promedio de frecuencia con respecto a la elección, esto significa que ellos tomaron muy en cuenta la estrategia que se les aplicó para aprender los temas que se enseñaron. Sólo en la pregunta dos, la cual señala sí participaron activamente en las discusiones en clase, hay un número de cinco veces que no sabe si participó.

Y con respecto a la pregunta 11, que dice si compartieron ideas con sus compañeros para ayudarlos a comprender el tema, catorce de éstos tampoco sabe o no lo hizo. En la mayor parte de las preguntas de la autoevaluación resulta positivo por parte de ellos, al cumplir con las tareas, actividades, participaciones, formular preguntas, escuchar con atención al profesor, trabajar en equipo, realizar los reportes de la construcción de sus hornos, adquirir nuevos conocimientos y que creen que conmigo aprendieron el tema. Cabe resaltar que se obtuvo un promedio del 80% de asistencia a las seis sesiones empleadas para llevar a cabo la estrategia.

Con respecto a la evaluación de los alumnos hacia el profesor, se recabaron los siguientes datos estadísticamente y se presentan en la Tabla 27.

EVALUACION DE LOS ALUMNOS AL PROFESOR					
PREGUNTA	1	2	3	4	5
1	0	0	1	4	25
2	0	0	0	1	29
3	0	0	3	5	22
4	0	0	1	10	19
5	0	0	1	10	19
6	0	0	3	3	24
7	0	0	4	4	22
8	0	0	0	2	28
9	0	0	1	6	23
10	0	0	2	2	26
11	0	0	1	2	27
12	0	0	0	3	27
13	0	0	2	2	26
14	0	0	1	5	24
15	0	0	2	5	23
16	0	0		5	25
PROMEDIO	0.00	0.00	1.47	4.31	24.3

*Tabla 27. Resultados de la encuesta de los alumnos al profesor.*

Como se puede observar en la tabla, los indicadores se califican en una escala tipo Likert, la escala se define como sigue

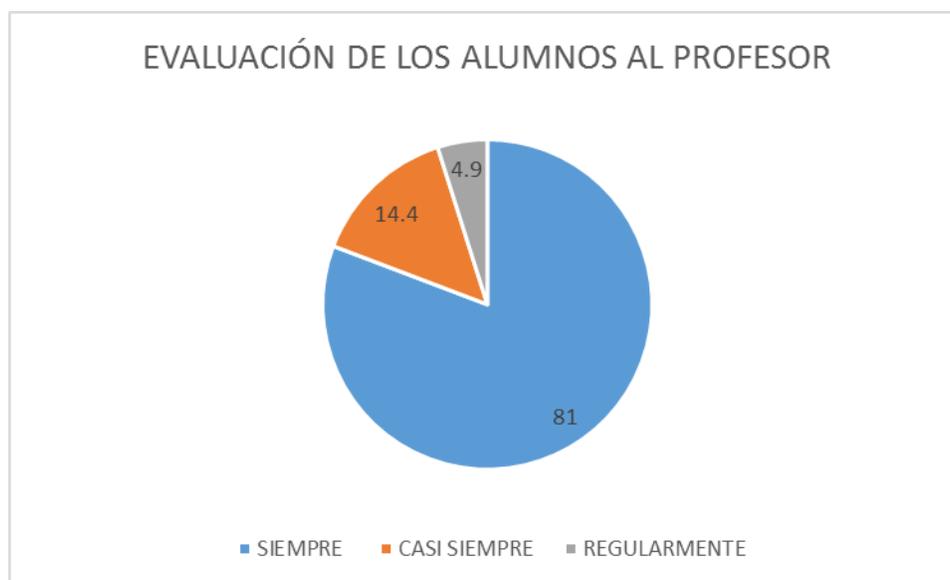
1. Nunca
2. Casi nunca
3. Regularmente
4. Casi siempre
5. Siempre

En los indicadores que se manejan con **nunca** y **casi nunca** no se marcaron por parte de los alumnos, en la escala de **regularmente** se muestra un promedio de 1.47 en las opciones marcadas por los alumnos, en la escala de **casi siempre** se encuentra un promedio de 4.31 en las preferencias marcadas por los alumnos, aquí cabe resaltar que ellos me están indicando que el indicador cuatro se marcó diez veces, mostrando que el profesor ayudó al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en clase, me indica que debo de ser más contundente al momento de concluir con un concepto o tema para que ellos no se queden sólo con la idea, y ser más formal al momento de cerrar algún tema al final de cada sesión.

Y el indicador cinco también aparece marcado diez veces seguido, de 19 marcados como **siempre**, el cual tiene un promedio de 24.3, aquí se maneja que el profesor organizó adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en la clase, dado que el tiempo en las sesiones fue muy corto, tal vez los estudiantes se quedaron con esa sensación de que fue muy rápida la estrategia aplicada y que por eso yo no organice adecuadamente los contenidos temáticos, pero también se tuvo que compactar los temas resaltando sólo lo más relevante e importante que ellos utilizarían al momento de construir su horno solar.

De los demás indicadores predominó el **siempre**, lo cual muestra que cumplí con los indicadores y el 81 % de los alumnos consideran que alcancé los 15 puntos que señala el

instrumento, el 14.4 % indica que cumplí **casi siempre** con los indicadores y sólo el 4.9 % me indica que logre cubrir **regularmente** con estos parámetros que el instrumento marca. Ver gráfica 10.



**Gráfica 10. Porcentaje obtenido de los indicadores de la evaluación de los alumnos hacia el profesor.**

A continuación, se presentan las tablas en donde se hace un análisis más elaborado de los instrumentos en base al tratamiento de una encuesta cuando es escala tipo Likert, lo que se hace es sumar los puntos que reúne cada alumno y después se calcula el número de puntos obtenidos en la encuesta entre el número de indicadores, entonces para la autoevaluación del alumno se asigna

1. No
2. No sé
3. Si

El máximo de puntos que se puede obtener en este instrumento es de  $3 \times 14 = 70$ , y el mínimo de puntos que se pueden obtener es de  $1 \times 14 = 14$ , pero como son 30 estudiantes los que se encuestaron, entonces al final se saca un promedio de los 30 puntajes obtenidos para hacer una mejor aproximación en el análisis estadístico. Ver la Tabla 28, donde se colocan el análisis de cinco estudiantes, aunque el número de estudiantes es 30, considerar la tabla para sus respuestas proporcionaría una tabla muy grande, por eso sólo se coloca una muestra representativa, al final de la tabla se muestran los resultados de toda la muestra que es 30. Es decir, que los alumnos en una escala máxima de 3, obtuvieron en promedio **2.67** a partir del análisis de los 30 estudiantes que realizaron la autoevaluación, lo que indica que sí pusieron su mayor esfuerzo, empeño, atención, participación y disposición para aprender y trabajar en equipo.

AUTOEVALUACIÓN ALUMNOS (14 INDICADORES)					
	SI	NO SÉ	NO	MINIMO 14	MÁXIMO 70
ALUMNOS	3	2	1	PARCIAL	TOTAL PROM
1	8	4	2	34	2.43
2	11	3	0	39	2.79
3	10	4	0	38	2.71
4	10	4	0	38	2.71
5	7	3	4	31	2.21
PROMEDIO GENERAL DE LA AUTOEVALUACIÓN DE ALUMNOS					2.67

*Tabla 28. Análisis estadístico de la autoevaluación de los alumnos.*

Para la evaluación del alumno al profesor se realiza el mismo procedimiento, se calcula la máxima puntuación y la mínima multiplicando por la escala más alta (5) y la escala mínima (1) por el número de indicadores que en este caso es de 15 como se muestra a continuación  
Máximo = 15 x 5 = 75  
Mínimo = 15 x 1 = 15

Se calcula la puntuación de cada alumno y se obtiene un promedio al dividir el número de puntos entre el número de indicadores en este caso 15; Se obtiene el promedio de los 30 estudiantes a los cuales se les aplicó el instrumento. Y de ahí se vuelve a obtener el promedio del puntaje obtenido de los 30 estudiantes. Ver Tabla 29, donde se muestra el análisis hecho a cinco estudiantes como una representación de toda la muestra que es de 30, considerar la tabla para sus respuestas proporcionaría una tabla muy grande, por eso sólo se coloca una muestra representativa, al final de la tabla se encuentra el promedio final de todos los discentes involucrados en la evaluación.

EVALUACIÓN DE ALUMNOS AL PROFESOR (16 INDICADORES)							
	NUNCA	CASI NUNCA	REGULARMENTE	CASI SIEMPRE	SIEMPRE	MINIMO 16	MAXIMO 80
ALUMNOS	1	2	3	4	5	PARCIAL	TOTAL PROM
1	0	0	3	5	8	69	4.31
2	0	0	0	2	14	78	4.88
3	0	0	0	1	15	79	4.94
4	0	0	0	0	16	80	5.00
5	0	0	0	5	11	75	4.69
PROMEDIO GENERAL DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS AL PROFESOR							4.76

*Tabla 29. Análisis estadístico de los alumnos al profesor.*

Es decir, que utilizando la escala Likert, el máximo de puntos que se podía obtener era de 5 y el mínimo era de uno, con este análisis, el promedio máximo que se obtuvo fue de **4.76** de promedio a partir del análisis de los 30 estudiantes que realizaron la evaluación con respecto a mi propuesta didáctica.

## **Autodiagnóstico del desempeño docente con respecto al tema de terminología.**

La autoevaluación que aquí nos ocupa es la del profesor y ésta debe de ser una autoevaluación formativa enfocada en los objetos, en especial los productos y los procesos. En este tipo de evaluación formativa es imprescindible evaluar estos dos objetos, los cuales van de la mano “proceso-producto” (del enseñar o del aprender, del organizar, del orientar o del regir en el aula). Será necesario utilizar distintos instrumentos, tanto de observación como de provocación de respuestas.

En este caso se utilizaron como instrumentos,

- un test VARK para conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes.
- Un examen diagnóstico inicial y final (el mismo cuestionario solo se agregó una pregunta examen final, en total ocho preguntas abiertas) para indagar sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se plantearon en la planeación;

El resultado se utilizó para comparar los aprendizajes de los estudiantes con los objetivos planteados.

Se utilizaron rúbricas para la calificación de los alumnos con respecto al proyecto, el reporte escrito y el conocimiento científico desarrollado en su prototipo (horno solar).

También se utilizó un instrumentos para la autoevaluación de los alumnos con 14 indicadores en una escala Likert (3.Si, 2.No sé, 1.No, definidas respectivamente como se indica), se agregó también una pregunta sobre qué calificación se merecían en el curso.

Se utilizó un instrumento de 15 indicadores para la evaluación de los alumnos al profesor con 15 indicadores en una escala Likert (1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Regularmente, 4. Casi siempre, 5. Siempre. Respectivamente de muy negativo a muy positivo). Ahí mismo se agregó al final el porcentaje de asistencia de los alumnos a las sesiones programadas y un espacio para comentarios y observaciones, donde ellos podían expresar de forma escrita sus opiniones.

Para la parte de la evaluación del supervisor se utilizó una escala tipo Likert de 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Regularmente, 4. Casi siempre, 5. Siempre con 25 indicadores y un espacio para que el supervisor escribiera comentarios y observaciones sobre la práctica docente.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados mostrados en el capítulo anterior se pudo observar que las 15 preguntas que se plantearon en la primera aplicación de un cuestionario no fueron fáciles de responder para los estudiantes, ya que estaban alejadas de su concepción acerca de la Física. Veían complicada la materia y no sabían en dónde estaba la aplicación real de los conceptos en su vida diaria, ni cómo utilizar la herramienta matemática para resolver un problema. Para los alumnos no era claro si la materia realmente les serviría algún día en su vida.

Después de la intervención en un grupo de 30 estudiantes, se observó, mediante un análisis estadístico de los resultados de la aplicación del mismo examen, que los estudiantes tuvieron una mejoría notable. La media de aciertos obtenidos por los estudiantes fue de 10.1 y la desviación estándar de 1.67, es decir los estudiantes contestaron un promedio  $10 \pm 1.67$  preguntas correctamente, lo que representa un verdadero aprendizaje significativo, que en términos pedagógicos refleja que realmente aprendieron todo lo que se planteó en la propuesta didáctica. En comparación con la media que se obtuvo al aplicar inicialmente el examen, que era de 2.9, se percibe que inicialmente los estudiantes tenían un desconocimiento de la parte conceptual y procedimental de la física.

Para la segunda secuencia, la cual fue la construcción de un horno y una estufa solar, se notó dificultad para responder los ocho reactivos que se aplicaron en el examen inicial. A pesar de que los alumnos ya habían cursado la asignatura de Física I un semestre antes, se observó que las respuestas estaban muy alejadas de la interpretación física, así como que el lenguaje no era el apropiado para estudiantes que ya habían participado en un curso formal.

Después de la aplicación de la estrategia didáctica, se observó en el análisis del examen final aplicado una media de aciertos obtenidos por los estudiantes de 5.4 y una desviación estándar de 1.12, es decir los estudiantes contestaron en promedio  $5 \pm 1.12$  de 8 preguntas, lo que representa un verdadero avance en su aprendizaje. En términos pedagógicos, esto refleja que realmente se apropiaron de todo lo que se planteó en la propuesta didáctica. Para comparar con este resultado final, al aplicar inicialmente el examen la media que se obtuvo fue de 1.7 de preguntas contestadas correctamente, lo que reflejaba el desconocimiento de la parte conceptual y procedimental de la física inicial. Es decir, que al hacer la intervención de la propuesta didáctica se cumplió con el objetivo principal, el cual era vincular el aprendizaje experiencial con un enfoque socio-formativo.

El enfoque socio-formativo considera el contexto en donde se desenvuelven los estudiantes, es decir, en una comunidad rural, donde sus costumbres son muy arraigadas. Sobre esto, se planteó el siguiente cuestionamiento ¿cuáles son las principales dificultades que presentan los estudiantes al contestar las preguntas con base en su razonamiento y su propio contexto? Por lo que se decidió plantear una estrategia de aprendizaje basada en proyectos en los que los alumnos construyeron prototipos de equipos que ellos pudieron utilizar en su ambiente para resolver problemas de su propia comunidad. Estos equipos fueron un astrolabio, un horno y una estufa solar. Para su construcción los estudiantes usaron material reciclable y de fácil acceso en su vecindario. A partir de estos prototipos, los estudiantes crearon tecnología artesanal y mediante su uso, lograron aprender conceptos y emplearlos para explicar diferentes fenómenos físicos, resolver problemas

reales de su entorno y académicos en el aula, vincular la geometría, la trigonometría y los conceptos aprendidos de manera transversal con otras asignaturas de su plan de estudios.

Por último, al implementar esta propuesta de intervención didáctica en la preparatoria, se llevó a concursar a la zona escolar BG028 del Estado de México a los estudiantes para que presentaran sus prototipos en dos eventos, en los que participaron con otras 14 preparatorias de la misma zona. Los estudiantes estaban muy motivados y nerviosos, ya que ellos tenían la autoestima muy baja y se sentían relegados ya que su escuela es considerada como una de las preparatorias más débiles y de menor aprovechamiento en la zona. Su participación fue un aliciente para ellos, al demostrar en el evento que podían explicar lo que habían realizado con sus prototipos y cómo lo podían aplicar para solucionar un problema real de su comunidad y también observar que el nivel que ellos llevaban era superior al que imaginaban al principio. Uno de los eventos fue el de **Emprendedurismo**, en el cual los estudiantes presentaron su horno solar y el otro evento fue el de **Aplicaciones de las matemáticas en el diseño de prototipos con energías renovables**, en el que ellos presentaron sus estufas solares. Uno de los resultados más importante fue la motivación que adquirieron y saber que realmente habían conseguido un verdadero aprendizaje significativo durante el proceso de la construcción sus prototipos.

Al implementar estas estrategias a lo largo de un ciclo escolar en la misma escuela donde soy profesor horas-clase, y todo el trabajo realizado con los estudiantes, se me asignó como asesor de estos proyectos y se me invitó a dar dos ponencias a nivel zona para la apertura de los eventos antes mencionados, uno fue sobre **energías renovables** y la siguiente sobre el **desarrollo sustentable**. Debido a este trabajo, se me dio un reconocimiento de mejor docente del año en el ciclo 2017-2018 a nivel zona; en el apéndice se muestran estos reconocimientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arandia Aldalur, E., Zuza Elozegi, K. and Guisasola Aranzabal, J. Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 1(3), pp.558-573. (2016).

Ausubel, David (1976). *Psicología educativa*. México: Trillas.

Daniels, H. (2003). *Vygotsky y la pedagogía*. Barcelona: Paidós.

Dávila Acedo, M. A., et al. Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química* 27, pp. 217-225 (2016).

Díaz Barriga, Frida y Hernández, Gerardo, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* 2ª. ed. 2002. México: McGraw Hill.

Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html> [Consultado 1 de Junio 2018]

Docktor, J. and Mestre, J. Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10, 020119 (2014).

Eggen, Paul y Kauchak, Donald, *Estrategias docentes*. 3ª Ed 2015, Fondo de Cultura Económica.

Harwell, Sandra (1997). *Project-based learning. And promising practices for connecting high school to the real world*. Tampa, FL: University of South Florida.

Hendricks, Ch., Teaching causal reasoning through cognitive apprenticeship: What are results from situated learning? *The Journal of Educational Research*, 94 (5), pp. 302-311(2001).

Hewitt, Paul, *Física conceptual*, 10 Ed. 2007, Person Educación, pp. 290-320

[http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerto\\_444\\_marco\\_curricular\\_comun\\_SNB.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerto_444_marco_curricular_comun_SNB.pdf) [consultado 1 Junio 2018].

Martínez, A. Castillo, C. *Probabilidad y estadística dinámica*. 1ª Ed. 2012, Editorial Esfinge, pp. 40-71

Marzano, R. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. 1st ed. C.A Corwin: Thousand Oaks.

Nieto, Jesús *La autoevaluación del profesor*. 2da Ed. 1996, Editorial Escuela española.

Pérez, Montiel Héctor. *Física General*, 8ª Ed. 2000, Grupo Editorial Patria, pp. 320-342

Posner, George (1998). *Enfoque de proyectos*. En George Posner, *Análisis del currículo* (pp. 181-190). Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill.

Secretaría De Educación Pública (SEP) (2008). Reforma Integral para la Educación Media Superior (RIEMS), <http://cosdac.sems.gob.mx/portal/index.php/riems> [Consultado 1 de Junio 2018]

Sepe.es. (2012). [Online] Recuperado de: <http://www.sepe.es/LegislativaWeb/verFichero.do?fichero=09017edb800f8507> [consultado 18 mayo 2018].

Serway, Raymond, Fundamentos de Física, 5ª Ed 2006. Mc Graw Hill.

Spiegel, Murray, Probabilidad y Estadística, 3a Ed. 2010, Serie Schaum, Mc Graw Hill, pp. 45-89

Tippens, Paul, Física general, conceptos y aplicaciones, 6a Ed. 2001, Mc Graw Hill, pp. 360-399

Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E. and Dickson, D. Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), pp.324-329. (2003).

# ANEXOS

## Test VARK aplicado al inicio de la propuesta



visual aural read/write kinesthetic

### El Cuestionario VARK - ¿Cómo aprendo mejor?

Con este cuestionario se tiene el propósito de saber acerca de sus preferencias para trabajar con información. Seguramente tiene un estilo de aprendizaje preferido y una parte de ese **Estilo de Aprendizaje** es su preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información.

Elija las respuestas que mejor expliquen su preferencia y encierre con un círculo la letra de su elección. Puede seleccionar más de una respuesta a una pregunta si una sola no encaja con su percepción. Deje en blanco toda pregunta que no se aplique a sus preferencias.

1. Está ayudando a una persona que desea ir al aeropuerto, al centro de la ciudad o a la estación del ferrocarril. Ud.:
  - a. iría con ella.
  - b. le diría cómo llegar.
  - c. le daría las indicaciones por escrito (sin un mapa).
  - d. le daría un mapa.
2. No está seguro si una palabra se escribe como "trascendente" o "tracendente", Ud.:
  - a. vería las palabras en su mente y elegiría la que mejor luce.
  - b. pensaría en cómo suena cada palabra y elegiría una.
  - c. las buscaría en un diccionario.
  - d. escribiría ambas palabras y elegiría una.
3. Está planeando unas vacaciones para un grupo de personas y desearía la retroalimentación de ellos sobre el plan. Ud.:
  - a. describiría algunos de los atractivos del viaje.
  - b. utilizaría un mapa o un sitio web para mostrar los lugares.
  - c. les daría una copia del itinerario impreso.
  - d. les llamaría por teléfono, les escribiría o les enviaría un e-mail.
4. Va a cocinar algún platillo especial para su familia. Ud.:
  - a. cocinaría algo que conoce sin la necesidad de instrucciones.
  - b. pediría sugerencias a sus amigos.
  - c. hojearía un libro de cocina para tomar ideas de las fotografías.
  - d. utilizaría un libro de cocina donde sabe que hay una buena receta.
5. Un grupo de turistas desea aprender sobre los parques o las reservas de vida salvaje en su área. Ud.:
  - a. les daría una plática acerca de parques o reservas de vida salvaje.
  - b. les mostraría figuras de Internet, fotografías o libros con imágenes.
  - c. los llevaría a un parque o reserva y daría una caminata con ellos.
  - d. les daría libros o folletos sobre parques o reservas de vida salvaje.
6. Está a punto de comprar una cámara digital o un teléfono móvil. ¿Además del precio, qué más influye en su decisión?
  - a. lo utiliza o lo prueba.
  - b. la lectura de los detalles acerca de las características del aparato.
  - c. el diseño del aparato es moderno y parece bueno.
  - d. los comentarios del vendedor acerca de las características del aparato.
7. Recuerde la vez cuando aprendió cómo hacer algo nuevo. Evite elegir una destreza física, como montar bicicleta. ¿Cómo aprendió mejor?:
  - a. viendo una demostración.
  - b. escuchando la explicación de alguien y haciendo preguntas.
  - c. siguiendo pistas visuales en diagramas y gráficas.
  - d. siguiendo instrucciones escritas en un manual o libro de texto.

8. Tiene un problema con su rodilla. Preferiría que el doctor:
  - a. le diera una dirección web o algo para leer sobre el asunto.
  - b. utilizara el modelo plástico de una rodilla para mostrarle qué está mal.
  - c. le describiera qué está mal.
  - d. le mostrara con un diagrama qué es lo que está mal.
9. Desea aprender un nuevo programa, habilidad o juego de computadora. Ud. debe:
  - a. leer las instrucciones escritas que vienen con el programa.
  - b. platicar con personas que conocen el programa.
  - c. utilizar los controles o el teclado.
  - d. seguir los diagramas del libro que vienen con el programa .
10. Le gustan los sitios web que tienen:
  - a. cosas que se pueden picar, mover o probar.
  - b. un diseño interesante y características visuales.
  - c. descripciones escritas interesantes, características y explicaciones.
  - d. canales de audio para oír música, programas o entrevistas.
11. Además del precio, ¿qué influiría más en su decisión de comprar un nuevo libro de no ficción?
  - a. la apariencia le resulta atractiva.
  - b. una lectura rápida de algunas partes del libro.
  - c. un amigo le habla del libro y se lo recomienda.
  - d. tiene historias, experiencias y ejemplos de la vida real.
12. Está utilizando un libro, CD o sitio web para aprender cómo tomar fotografías con su nueva cámara digital. Le gustaría tener:
  - a. la oportunidad de hacer preguntas y que le hablen sobre la cámara y sus características.
  - b. instrucciones escritas con claridad, con características y puntos sobre qué hacer.
  - c. diagramas que muestren la cámara y qué hace cada una de sus partes.
  - d. muchos ejemplos de fotografías buenas y malas y cómo mejorar éstas.
13. Prefiere a un profesor o un expositor que utiliza:
  - a. demostraciones, modelos o sesiones prácticas.
  - b. preguntas y respuestas, charlas, grupos de discusión u oradores invitados.
  - c. folletos, libros o lecturas.
  - d. diagramas, esquemas o gráficas.
14. Ha acabado una competencia o una prueba y quisiera una retroalimentación. Quisiera tener la retroalimentación:
  - a. utilizando ejemplos de lo que ha hecho.
  - b. utilizando una descripción escrita de sus resultados.
  - c. escuchando a alguien haciendo una revisión detallada de su desempeño.
  - d. utilizando gráficas que muestren lo que ha conseguido.
15. Va a elegir sus alimentos en un restaurante o café. Ud.:
  - a. elegiría algo que ya ha probado en ese lugar.
  - b. escucharía al mesero o pediría recomendaciones a sus amigos.
  - c. elegiría a partir de las descripciones del menú.
  - d. observaría lo que otros están comiendo o las fotografías de cada platillo.
16. Tiene que hacer un discurso importante para una conferencia o una ocasión especial. Ud.:
  - a. elaboraría diagramas o conseguiría gráficos que le ayuden a explicar las ideas.
  - b. escribiría algunas palabras clave y práctica su discurso repetidamente.
  - c. escribiría su discurso y se lo aprendería leyéndolo varias veces.
  - d. conseguiría muchos ejemplos e historias para hacer la charla real y práctica.

# VARK

visual, aural, read/write, kinesthetic

## The VARK Questionnaire Scoring Chart

Use the following scoring chart to find the VARK category that each of your answers corresponds to. Circle the letters that correspond to your answers

e.g. If you answered b and c for question 3, circle V and R in the question 3 row.

Question	a category	b category	c category	d category
3	K	V	R	A

## Scoring Chart

Question	a category	b category	c category	d category
1	K	A	R	V
2	V	A	R	K
3	K	V	R	A
4	K	A	V	R
5	A	V	K	R
6	K	R	V	A
7	K	A	V	R
8	R	K	A	V
9	R	A	K	V
10	K	V	R	A
11	V	R	A	K
12	A	R	V	K
13	K	A	R	V
14	K	R	A	V
15	K	A	R	V
16	V	A	R	K

## Calculating your scores

Count the number of each of the VARK letters you have circled to get your score for each VARK category.

Total number of **V**s circled =

Total number of **A**s circled =

Total number of **R**s circled =

Total number of **K**s circled =

## Examen diagnóstico para el tema de importancia de la física

Nombre del alumno \_\_\_\_\_

Calificación final del curso anterior de Física \_\_\_\_\_

¿Cómo valoras tu esfuerzo o actitud ante el estudio? Elige una escala del 1 al 10, 1 es “nada de esfuerzo” de ahí sube hasta 10 y es “mucho esfuerzo” \_\_\_\_\_

Menciona algunas técnicas de estudio que utilizas para mejorar, como estudiante, en la materia de Física. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Contesta correctamente las siguientes preguntas

4. Menciona una aportación de la Física al desarrollo científico y tecnológico.

\_\_\_\_\_

5. ¿Qué entiendes por medir?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué relevancia tienen hacer mediciones en Física?

\_\_\_\_\_

7. ¿Cuál es la diferencia entre precisión y exactitud?

\_\_\_\_\_

8. ¿Qué es el error o incertidumbre en la medición?

\_\_\_\_\_

9. Escribe las siete unidades fundamentales de la Física con su unidad y símbolo.

\_\_\_\_\_

---

---

---

10. ¿Qué es el error de paralaje?

---

---

---

11. ¿Qué expresa el número de cifras significativas en una medición?

---

---

---

12. ¿Cuáles son los criterios para determinar el orden de magnitud?

---

---

---

13. ¿Cómo medirías el diámetro del solo la luna utilizando un flexómetro y una regla?

---

---

---

14. ¿Qué es un astrolabio y cómo se utiliza?

---

---

---

15. ¿Qué es un teodolito?

16. Convierte a grados las siguientes medidas en radianes

$$\frac{4\pi}{3}$$

$$\frac{5\pi}{2}$$

17. Convierte en radianes las siguientes medidas en grados

$$105^\circ$$

$$225^\circ$$

18. Un astrolabio mide un ángulo de  $60^\circ$  con respecto a una lámpara que se encuentra en un poste a una distancia  $d = 3 \text{ m}$  del observador, el observador tiene una altura de  $1.58 \text{ m}$ . Calcular la altura  $H$  de la lámpara que se encuentra en el poste.

## Examen diagnóstico para el tema de termología

Nombre del alumno \_\_\_\_\_

Calificación final del curso anterior de Física \_\_\_\_\_

¿Cómo valoras tu esfuerzo o actitud ante el estudio? Elige una escala del 1 al 10, 1 es “nada de esfuerzo” de ahí sube hasta 10 y es “mucho esfuerzo” \_\_\_\_\_

Menciona algunas técnicas de estudio que utilizas para mejorar, como estudiante, en la materia de Física. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Contesta correctamente las siguientes preguntas

1. ¿Cuáles son las temperaturas de congelación y de ebullición del agua en la escala Celsius, Fahrenheit y kelvin?

\_\_\_\_\_

2. ¿En dónde hay más energía cinética molecular, en una cubeta llena de agua tibia o en una taza pequeña llena de agua caliente? Argumenta tu respuesta.

\_\_\_\_\_

3. Cuando tocas una superficie fría, ¿el frío pasa de esta superficie a tu mano o pasa energía de tu mano a la superficie fría? Explica por qué.

\_\_\_\_\_

4. ¿Por qué las sustancias se dilatan cuando aumenta su temperatura?

\_\_\_\_\_

5. Si tomas un clavo de acero y colocas la punta en una llama, se calentará tan rápido que ya no podrás sujetarlo, ¿cómo se llama a esta transferencia de calor? ¿Cuántos tipos de transferencia de calor existen entre objetos o sustancias?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué se calienta con más rapidez al suministrarle calor, 1 kg de hierro o 1 kg de agua? Explica por qué.

---

---

7. Tienes dos objetos y uno de ellos lo envuelves en un papel negro y el otro objeto lo envuelves en papel blanco y los expones a los rayos del sol, explica qué sucede con estos objetos después de cierto tiempo. ¿Cuál alcanza mayor temperatura? Explica por qué.

---

---

8. Mencione que usos conoce que se le da a la energía que nos llega del sol.

---

---

## Rúbrica para evaluar el astrolabio

Matrices para evaluar las competencias a desarrollar (De acuerdo a los instrumentos y/o estrategias que se utilizarán para evaluar competencias).					
Rúbrica para evaluar <u>Construcción de instrumento de medición (astrolabio)</u>					
Categoría (Indicadores)	Niveles de Desempeño				
	Muy bueno (30)	Bueno (20)	Suficiente (10)	Insuficiente (6)	Puntuación obtenida
Conocimiento Científico	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un claro y preciso entendimiento de los principios, postulados y propiedades de ángulos y rectángulos subyacentes en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de ángulos y rectángulos subyacentes en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de ángulos y rectángulos subyacentes en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de varios miembros del grupo no ilustran mucho entendimiento de los principios, postulados y propiedades de ángulos y rectángulos subyacentes en la construcción y en las modificaciones.	
Bitácora (reporte escrito)	El reporte cumple con todos los requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte cumple en términos generales con los requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte menciona algunos requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte no cumple con los requerimientos establecidos por el docente.	
Construcción-Materiales	Los materiales apropiados fueron seleccionados y creativamente modificados en formas que los hacen mucho mejor.	Los materiales apropiados fueron seleccionados y hubo un intento de modificación creativa para mejorarlos.	Los materiales apropiados fueron seleccionados.	Los materiales apropiados no fueron seleccionados y contribuyeron a que el rendimiento del producto fuera pobre.	
Construcción-Cuidados	Gran cuidado se tomó en el proceso de construcción para que el teodolito fuera ordenado, atractivo y siguiera los planes con precisión.	La construcción fue cuidadosa y precisa en la mayor parte, pero 1-2 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción sigue unos planes precisos, pero 3-4 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción parece descuidada o es fortuita. Muchos detalles necesitan refinamiento para obtener un producto fuerte o atractivo.	
Función	El Astrolabio y funciona extraordinariamente bien, está perfectamente ensamblada.	El Astrolabio funciona bien, no está perfectamente ensamblada.	El Astrolabio funciona regular, pero no ensambla bien.	Defectos fatales en el Astrolabio con un fallo completo.	
<b>Total:</b>					

## Rúbrica para evaluar el horno solar

Matrices para evaluar las competencias a desarrollar (De acuerdo a los instrumentos y/o estrategias que se utilizarán para evaluar competencias).					
Rúbrica para evaluar <u>construcción de un horno solar</u>					
Categoría (Indicadores)	Niveles de Desempeño				
	Muy bueno (10)	Bueno (9)	Suficiente (8)	Insuficiente (7)	Puntuación obtenida
Conocimiento Científico	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un claro y preciso entendimiento de los principios, postulados y propiedades de las rectas, perpendicularidad y paralelismo de rectas, en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de las rectas, perpendicularidad y paralelismo de rectas en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de las rectas, perpendicularidad y paralelismo de rectas en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de varios miembros del grupo no ilustran mucho entendimiento de los principios, postulados y propiedades de las rectas, perpendicularidad y paralelismo de rectas en la construcción y en las modificaciones.	
Bitácora (reporte escrito)	El reporte cumple con todos los requerimientos establecidos por el docente	El reporte cumple en términos generales con los requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte menciona algunos requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte no cumple con los requerimientos establecidos por el docente.	
Construcción-Materiales	Los materiales apropiados fueron seleccionados y creativamente modificados en formas que los hacen mucho mejor.	Los materiales apropiados fueron seleccionados y hubo un intento de modificación creativa para mejorarlos.	Los materiales apropiados fueron seleccionados.	Los materiales apropiados no fueron seleccionados y contribuyeron a que el rendimiento del producto fuera pobre.	
Construcción-Cuidados	Gran cuidado se tomó en el proceso de construcción para que el Horno solar fuera ordenado, atractivo y siguiera los planes con precisión.	La construcción fue cuidadosa y precisa en la mayor parte, pero 1-2 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción sigue unos planes precisos, pero 3-4 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción parece descuidada o es fortuita. Muchos detalles necesitan refinamiento para obtener un producto fuerte o atractivo.	
Función	El Horno solar funciona extraordinariamente bien, está perfectamente ensamblada.	El Horno solar funciona bien, no está perfectamente ensamblada.	El Horno solar funciona regular, pero no ensambla bien.	Defectos fatales en el Horno solar con un fallo completo.	
				<b>Total:</b>	

## Rúbrica para evaluar la estufa solar

Matrices para evaluar las competencias a desarrollar (De acuerdo a los instrumentos y/o estrategias que se utilizarán para evaluar competencias).					
Rúbrica para evaluar <u>Construcción de una Estufa Solar</u>					
Categoría (Indicadores)	Niveles de Desempeño				
	Muy bueno (10)	Bueno (9)	Suficiente (8)	Insuficiente (7)	Puntuación obtenida
Conocimiento Científico	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un claro y preciso entendimiento de los principios, postulados y propiedades de las parábolas en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de las parábolas en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un entendimiento relativamente preciso de los principios, postulados y propiedades de las parábolas en la construcción y en las modificaciones.	Las explicaciones de varios miembros del grupo no ilustran mucho entendimiento de los principios, postulados y propiedades de las parábolas en la construcción y en las modificaciones.	
Bitácora (reporte escrito)	El reporte cumple con todos los requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte cumple en términos generales con los requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte menciona algunos requerimientos científicos establecidos por el docente	El reporte no cumple con los requerimientos establecidos por el docente.	
Construcción-Materiales	Los materiales apropiados fueron seleccionados y creativamente modificados en formas que los hacen mucho mejor.	Los materiales apropiados fueron seleccionados y hubo un intento de modificación creativa para mejorarlos.	Los materiales apropiados fueron seleccionados.	Los materiales apropiados no fueron seleccionados y contribuyeron a que el rendimiento del producto fuera pobre.	
Construcción-Cuidados	Gran cuidado se tomó en el proceso de construcción para que la estufa solar fuera ordenada, atractiva y siguiera los planes con precisión.	La construcción fue cuidadosa y precisa en la mayor parte, pero 1-2 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción sigue unos planes precisos, pero 3-4 detalles podrán haber sido refinados para obtener un producto más atractivo.	La construcción parece descuidada o es fortuita. Muchos detalles necesitan refinamiento para obtener un producto fuerte o atractivo.	
Función	La Estufa Solar funciona extraordinariamente bien, está perfectamente ensamblada.	La Estufa Solar funciona bien, no está perfectamente ensamblada.	La Estufa Solar funciona regular, pero no ensambla bien.	Defectos fatales en la Estufa Solar con un fallo completo.	
				<b>Total:</b>	

## Autoevaluación del alumno

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Estimado alumno(a):

Sabemos que aprecias este curso. Que valoras tu educación y te esfuerzas por aprender. Por todo esto, se te pide que respondas a la siguiente encuesta, colocando una X en la casilla que conteste a cada una de las preguntas.

Gracias por tu colaboración.

	Sí	No sé	No
1. Cumplí con las tareas acordadas en el grupo			
2. Participé activamente en las discusiones en la clase			
3. Traté con respeto a mis compañeros			
4. Formulé preguntas pertinentes relacionadas con el tema			
5. Desarrollé actividades para comprender el tema			
6. Los integrantes del equipo trabajamos por igual durante las actividades experimentales			
7. Escuché con atención al profesor en la clase			
8. Traté con cuidado el material en las actividades experimentales			
9. Cumplí con los trabajos que se realizaron en equipo			
10. Asistí siempre a clases			
11. Compartí ideas con mis compañeros que les ayudaron a comprender el tema			
12. Adquirí nuevos conocimientos que me parecen interesantes			
13. Realicé actividades que atraen mi interés			
14. Creo que he aprendido con este profesor			

Creo que mi calificación en este curso debe ser: \_\_\_\_\_

## Evaluación de los alumnos al profesor

Este instrumento tiene como finalidad recabar información sobre el desempeño del profesor durante su práctica docente. Selecciona con veracidad para cada indicador marcando con una X el número que te parezca más adecuado.

Escala:

1. Nunca; 2. Casi nunca; 3. Regularmente; 4. Casi siempre; 5. Siempre

INDICADOR	1	2	3	4	5
El profesor dio a conocer los objetivos o propósitos a lograr de los contenidos de las diferentes clases impartidas					
El profesor llegó puntualmente a la clase					
El profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase					
El profesor ayudó al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en la clase					
Consideras que el profesor organizó adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase					
En las actividades el profesor facilitó la participación en clase					
Las explicaciones del profesor te ayudaron a mantenerte atento					
El profesor trató por igual a todos los alumnos sin descalificar a nadie					
El profesor se expresó claramente en las explicaciones					
Hizo la aclaración de dudas de forma amable					
Los experimentos planteados por el profesor te permitieron comprender mejor el tema					
Estableció criterios de evaluación desde el inicio del tema o unidad					
Realizó una evaluación diagnóstica (examen de conocimientos previos o ideas previos) al principio del tema o unidad					
Utilizó diferentes instrumentos de evaluación (tareas, exámenes, reporte de actividades de laboratorio, trabajo en equipo etc.) para valorar tu aprendizaje					
El profesor se mostró abierto para considerar tus inconformidades sobre tu calificación					

Qué porcentaje de asistencia consideras que tuviste en el curso \_\_\_\_\_

Comentarios y observaciones

---



---

Gracias por tu colaboración. Servirá para que todos los profesores entiendan mejor lo que ustedes esperan de ellos.

## Reconocimientos obtenidos



*Reconocimiento por participar como asesor en el proyecto Epoemprendedores (Horno solar)*



La Dirección General de Educación Media Superior  
a través de la Subdirección de Bachillerato General  
y la Supervisión Escolar BG 028.

otorga el presente

# RECONOCIMIENTO

AL

**PROFR. MIJAIL CASTILLO YESCAS**

por su destacada participación como

**ASESOR**

durante la muestra académica de zona

**“Aplicación de las matemáticas en el Diseño de  
Prototipos con Energía Renovable”**



Supervisor Escolar

Atizapán de Zaragoza, Estado de México, a 15 de junio de 2018.

**Reconocimiento por la participación como asesor en el proyecto de zona, aplicación de las matemáticas en el diseño de prototipos con energía renovable (estufa solar)**



La Dirección General de Educación Media Superior  
a través de la Subdirección de Bachillerato General  
y la Supervisión Escolar BG 028

otorga el presente

# RECONOCIMIENTO

a

**LIC. MIJAIL CASTILLO YESCAS**

por impartir la conferencia

**“Desarrollo sustentable”**

A los estudiantes y profesores de la Zona Escolar BG028, en el marco del  
Proyecto Académico EPOEMprendedores en las instalaciones de la EPOEM 210.



**MITRO, SALVADOR ALEJANDRO MOYSEN NORIEGA**

Supervisor Escolar

Atizapán de Zaragoza, Estado de México, a 12 de marzo de 2019.

***Reconocimiento por impartir la conferencia sobre Desarrollo Sustentable***



## La Escuela Preparatoria Oficial Núm. 308

otorga el presente

# RECONOCIMIENTO

AL

## PROFR. MIJAIL CASTILLO YESCAS

Por su gran labor formando jóvenes exitosos, que contribuyan a mejorar la sociedad mexicana.

Le exhortamos a continuar con su ejemplo de vida profesional y compromiso docente.



  
MARÍA ALCÁNTARA ROSALES  
Directora Escolar

Nicolás Romero, Estado de México, a 18 de julio de 2018.



***Reconocimiento por la labor, formando jóvenes exitosos***



La Dirección General de Educación Media Superior  
a través de la Subdirección de Bachillerato General  
y la Supervisión Escolar BG 028

otorgan el presente

# RECONOCIMIENTO

AL

PROFR. MIJAIL CASTILLO YESCAS

Por su brillante desempeño como el **Mejor Docente Horas-Clase** del turno matutino en la Escuela Preparatoria Oficial No. 308, durante el ciclo escolar 2017-2018, exhortándolo a seguir distinguiéndose y colaborando en el mejoramiento académico de su Plantel Escolar, en beneficio de los estudiantes mexiquenses del Nivel Medio Superior.



  
**SALVADOR ALEJANDRO MOSES NORIEGA**  
Supervisor Escolar

Atizapán de Zaragoza, Estado de México, a 21 de septiembre de 2018.

**Reconocimiento por mejor docente del año, durante el ciclo escolar 2017-2018**