



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

# APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ELECTRÓNICA COMO TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA SENO

FEDERICO XAUBET CAIRO

Asesor. Mgra. YOLANDA LÓPEZ HERRERA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

Pitalito, Mayo 2014

*“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.”*

*“Es un milagro que la curiosidad sobreviva a la educación reglada.”*

**Albert Einstein.**

*Agradecimientos y dedicatorias:*

*“A mi esposa Lucy, por quien valen la pena todos mis desvelos;*

*A mis padres, quienes se desvelaron para enseñarme a pensar por mi mismo;*

*A Dios, quien se desvela por guardar mis pasos;*

*Al Profesor Gabriel Brida, quien me mostró las matemáticas de una forma diferente;*

*A la profesora Yolanda López, quien me mostró el valor del docente – investigador.”*

## TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PROBLEMA.....	2
2.1 Descripción del problema.....	2
2.2 Formulación del problema.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO.....	5
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 Objetivo General.....	9
5.2 Objetivos específicos.....	9
6. MARCO DE REFERENCIAL.....	10
6.1 Antecedentes de la investigación.....	10
7. MARCO TEÓRICO.....	12
7.1 Marco conceptual.....	12
7.1.1 Electricidad.....	12
7.1.2 Electrónica.....	12
7.1.3 Carga eléctrica.....	12
7.1.4 Fuerza Eléctrica.....	13
7.1.5 Voltaje.....	13
7.1.6 Corriente.....	13
7.1.7 Conductor.....	13
7.1.8 Resistencia.....	14
7.1.9 Fuente de Voltaje.....	14

7.1.10	Condensador.....	14
7.1.11	Bobina.....	15
7.1.12	Circuito.....	15
7.1.13	Semiconductor.....	15
7.1.14	Diodo.....	15
7.1.15	Señal.....	16
7.1.16	Onda portadora.....	16
7.1.17	Modulación.....	16
7.1.18	Demodulación.....	17
7.1.19	Amplitud modulada (AM).....	17
7.1.20	Espectro electromagnético.....	17
7.2	Marco Teórico.....	18
7.2.1	Principios Electrónicos Básicos.....	18
7.2.2	Trigonometría.....	20
7.2.2.1	Funciones trigonométricas.....	20
7.2.2.2	Enseñanza de la trigonometría.....	21
7.2.2.3	Aprendizaje de la trigonometría.....	26
7.2.3	Didáctica.....	28
7.2.4	Pedagogía. Enfoque desde la enseñanza de la Trigonometría.....	32
7.2.4.1	Enseñabilidad.....	32
7.2.4.2	Educabilidad.....	33
8	MARCO METODOLÓGICO.....	35
8.1	Investigación Acción Participativa en el Aula.....	35
8.2	Enfoque cualitativo.....	36
8.3	Fases de la investigación.....	36

8.3.1	Fase de Pre-investigación .....	37
8.3.2	Fase Diagnóstica.....	38
8.3.3	Fase de Planificación. ....	41
8.3.3.1	Contenidos a desarrollar en las clases:.....	43
8.3.4	Fase de Acción-Observación. ....	46
8.3.4.1	Acción.....	47
8.3.4.2	Observación. ....	52
9	ANALISIS DE RESULTADOS.....	60
10	CONCLUSIONES.....	61
11	RECOMENDACIONES .....	63
12	BIBLIOGRAFÍA.....	64
	ANEXO I – INSTRUMENTOS.....	68
	ANEXO II – DOCUMENTOS.....	81

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Entrevista Semi-Estructurada: ¿Para qué sirven las funciones? - Aplicada a los estudiantes del grado 10º y grabada en video. ....	68
Ilustración 2 - Cuestionario: ¿Para qué sirven las funciones? - Aplicado a los estudiantes de grado 11º .	69
Ilustración 3 - Taller Nº1 - Fenómenos periódicos en la naturaleza - Página 1. ....	70
Ilustración 4 - Taller Nº1 - Fenómenos periódicos en la naturaleza - Página 2 .....	72
Ilustración 5 - Taller Nº1 - Fenómenos periódicos en la naturaleza - Página 3. ....	72
Ilustración 6 - Taller Nº2 - La vibración del sonido. ....	73
Ilustración 7 - Taller Nº3 - Las ondas electromagnéticas y las telecomunicaciones. Página 1. ....	74
Ilustración 8 - Taller Nº3 - Las ondas electromagnéticas y las telecomunicaciones. Página 2. ....	75
Ilustración 9 - Taller Nº4 - Construcción de la función seno.....	76
Ilustración 10 - Taller Nº5 - Visualización de la función seno.....	77
Ilustración 11 - Taller Nº6 - Las comunicaciones en el sistema de modulación AM .....	78
Ilustración 12 - Taller Nº7 - Construcción de un receptor AM. Página 1.....	79
Ilustración 13 - Taller Nº7 - Construcción de un receptor AM. Página 2.....	80
Ilustración 14 - Consentimiento informado.....	81
Ilustración 15 - Solicitud de Permiso a la Institución.....	82
Ilustración 16 - Solicitud de Permiso a los Estudiantes. Página 1.....	83
Ilustración 17 - Solicitud de Permiso a los estudiantes. ....	84

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como fundamento explorar nuevos caminos para la enseñanza de las funciones trigonométricas que planteen una alternativa ante el proceso tradicional de enseñanza, en el cual se enfocan los objetos matemáticos como unos fines en si mismos, desconectados de los fenómenos que representan. Se pretende aplicar una transposición didáctica basada en la fenomenología y apoyada desde una postura socioepistémica que logre hacer ver las funciones sinusoidales como la herramienta capaz de representar un amplio espectro de fenómenos periódicos, así como el fundamento de las tecnologías de las telecomunicaciones.

Es de esta forma que la presente propuesta pretende abordar el proceso de enseñanza aprendizaje de una forma práctica, que muestre ante todo la finalidad y la aplicabilidad de los objetos matemáticos que se estudian y surge del sentimiento de aburrimiento e indisposición de muchos estudiantes frente a la asignatura en los grados superiores de la enseñanza secundaria, tanto básica como media. Dentro de este contexto se eligió el tema de funciones trigonométricas, y más específicamente la función sinusoidal. Dentro de la aplicación de la propuesta, se realizaron talleres de estudio de fenómenos periódicos para que los estudiantes reconocieran el concepto de periodo; se realizaron actividades con software generador de señales de sonido para que los estudiantes pudieran conceptualizar la noción de frecuencia, así como talleres de construcción y visualización de las gráficas de las funciones seno, coseno y tangente con el apoyo de las TIC. Finalmente se realizó el estudio del sistema de modulación en amplitud (radio AM) y se construyó un receptor de radio, mostrando a la función seno como la base del sistema moderno de telecomunicaciones.

## 2. PROBLEMA

### 2.1 Descripción del problema

La situación que se intenta abordar con este proyecto investigativo, es la falta de motivación y de ilustración frente a la importancia de las matemáticas – y en particular de las funciones trigonométricas – en el proceso de desarrollo tecnológico de hoy; de manera que el aprendizaje de estas funciones resulte atractivo, significativo y contextualizado a los gustos, preferencias y entorno de los estudiantes. Pero aún va más allá, busca crear dentro de los jóvenes el gusto por la ciencia, inquietud por los fundamentos de la tecnología e interés por la innovación.

En el caso particular del Instituto San Juan de Laboyos, la enseñanza de las funciones trigonométricas así como de la función lineal, cuadrática, exponencial y logarítmica; se ha podido constatar la ausencia de significación y de aplicabilidad de estas herramientas. En diálogo con los estudiantes de grado 10º, al inicio del año, todos manifestaron el desconocer el uso de las funciones vistas en el grado 9º. De igual forma, expresaban su curiosidad e interés por saber cuál era la utilidad de estas funciones.

Este diálogo partió de una pregunta orientadora propuesta por el investigador y profesor del área, la cual era: ¿Alguien sabe para qué sirven la función lineal, cuadrática, exponencial o logarítmica? Si bien se esperaba que algún estudiante diera al menos un concepto o ejemplo de alguna de ellas, la respuesta fue totalmente negativa; “Sirven para tres cosas: pa’ nada, pa’ nada y pa’ nada” (Comentario estudiante entrevistado). Esto hace pensar que el trabajo realizado con este grupo



durante el año anterior fue básicamente, carente de significado. Luego de estas observaciones, se justifica el realizar actividades que muestren la aplicabilidad de estas funciones en distintas profesiones y disciplinas.

Por otro lado, se tiene que los estudiantes no han visto aún las funciones trigonométricas como tales. Si han estudiado en cursos anteriores, el concepto de razón trigonométrica desde el punto de vista de la geometría, aplicándolas en la resolución de triángulos. Es por esta razón que se busca abordar la temática planteada desde una perspectiva significativa, con la intención de medir el impacto, las impresiones y apreciaciones de los estudiantes sobre esta forma de trabajo.

## **2.2 Formulación del problema**

¿Cómo aplicar principios básicos de la electrónica como transposición didáctica en el aprendizaje de la función trigonométrica seno en los estudiantes del grado 10º del Instituto San Juan de Laboyos?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Cuando se observa el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas tanto en la educación básica secundaria como en la educación media secundaria, encontramos en general una marcada disociación entre las competencias matemáticas y la aplicabilidad de estas competencias en situaciones prácticas de la vida real. Esta disociación se vuelve cada vez más evidente a medida que se abordan temas de mayor complejidad tales como álgebra, cálculo o trigonometría.

Para contrarrestar esta dificultad hoy en día se plantean diferentes modelos pedagógicos que buscan promover que el estudiante se comprometa con la excelencia de su propio proceso formativo, involucrándolo de una u otra forma a la construcción de los conocimientos y habilidades correspondientes a cada área del saber. No obstante, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas la construcción del conocimiento, el abordaje teórico y la práctica de los ejercicios procedimentales siguen siendo mucho más abstractos que en otras asignaturas.

Es claro que de la mano a los grandes avances tecnológicos en electrónica, telecomunicaciones y computación está el desarrollo de las matemáticas. Muchas herramientas se desarrollaron a lo largo del siglo XX, a medida que la tecnología revolucionaba el mundo. Contrariamente a lo que sucede en el campo de la investigación y desarrollo tecnológico, en el contexto académico de la enseñanza secundaria existe una gran separación entre el estudio matemático y el desarrollo de competencias matemáticas aplicables a otras áreas. Por esta razón, se busca a través

de este proyecto, generar nuevas posibilidades didácticas y pedagógicas para que las matemáticas lleguen a los jóvenes a través de uno de los aspectos más relevantes de la vida actual: la tecnología. Como un resultado secundario, se puede esperar que muchos estudiantes se identifiquen con las matemáticas y el vínculo directo entre éstas y el desarrollo de la tecnología, optando más adelante, por carreras universitarias relacionadas con la ingeniería.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO**

La presente investigación se desarrolla en el grado 10<sup>o</sup> del Instituto San Juan de Laboyos; y busca utilizar herramientas matemáticas en aplicaciones prácticas de la ciencia, la tecnología y la ingeniería como alternativas que favorezcan el abordaje teórico y práctico del proceso de aprendizaje de matemáticas articulado a la elaboración de actividades didácticas propias del modelo pedagógico utilizado por el Instituto.

El Instituto San Juan de Laboyos, es una institución educativa de naturaleza privada fundada el 17 de octubre de 1987 por la Sociedad Laboyana Para La Educación, con Resolución de Aprobación 02143 del 16 de diciembre de 2008. Está ubicado en la comuna 2 Sur Occidental de la ciudad de Pitalito en la dirección CALLE 1° A # 4° A-20 ESTE, Pitalito – Huila. El Instituto tiene carácter mixto y cumple con sus actividades en jornada completa. A continuación se adjunta la Misión, Visión, Modelo Pedagógico e información sobre Plantel, Infraestructura y Recursos; de acuerdo a lo definido en el Plan Operativo Anual (Instituto San Juan de Laboyos, 2013):

##### **MISIÓN:**

El Instituto San Juan de Laboyos centra su compromiso en la formación de la persona, a partir de la apropiación y desarrollo del conocimiento, propiciando espacios de

investigación y creatividad que generen cambios de actitud en beneficio del crecimiento socio-cultural.

#### VISIÓN:

En el año 2020 el Instituto San Juan de Laboyos será reconocido generador de espacios de investigación y creatividad; donde sus educandos asuman con responsabilidad e innovación cambios socio-culturales en beneficio de nuestro desarrollo regional y nacional.

#### MODELO PEDAGÓGICO.

El modelo pedagógico definido en el PEI del Instituto San Juan de Laboyos (Valencia, 2010) se caracteriza por:

Al reconocer la pedagogía como una ciencia que estimula al ser y del deber ser de la educación, los maestros tomamos como punto de referencia la teoría de VIGOSTKI que nos permita encaminar nuestro quehacer educativo hacia un aprendizaje significativo para comprender, analizar, confrontar, crear y tomar decisiones para asumir la estrategia pedagógica más conveniente y ajustada a la población estudiantil y el contexto social del cual hace parte la escuela para que a partir de ello el estudiante sea agente transformador de su propio desarrollo.

Por esta razón el sentido pedagógico de esta Institución se caracteriza por:

- El compromiso en la formación de la persona; a partir, de la apropiación y desarrollo del conocimiento.
- Ser generadores de espacios de investigación y creatividad que logren en el educando cambios de actitud en beneficio de su crecimiento socio-cultural.
- Educar a través de la sensibilización para que se asuman con responsabilidad e innovación cambios socio-culturales en beneficio de nuestro desarrollo regional y nacional.
- Ser un proceso que tiende al desarrollo del espíritu científico del alumno.

- Orientar al estudiante hacia una autodeterminación personal y social.
- Desarrollar en el estudiante una conciencia crítica a través del análisis y la confrontación de la realidad.
- Acentuar el carácter del estudiante en el proceso del aprendizaje.
- Identificar el maestro como guía, orientador y animador del proceso.
- La participación de los diferentes estamentos de la comunidad educativa en el currículo.
- La autogestión y liderazgo como medio y como fin de la educación. (p. 29)

Un alto porcentaje debe ser de espíritu joven, investigativo y creativo con alto sentido de pertenencia y ejemplo de persona dentro y fuera del plantel.

Los Docentes del Instituto tienen en cuenta que la educación como proceso integral del hombre, nos lleva a buscar las necesidades prioritarias de los alumnos, para valorar, juzgar, decidir y comprometerse en la búsqueda de un conocimiento ordenado.

El objetivo es participar en la relación personal, en el desarrollo de programas, contenidos, cursos y actividades en el aula y fuera de ella con participación activa del estudiante y la comunidad.

## PLANTEL, INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS

El Instituto San Juan de Laboyos cuenta con un plantel que abarca los siguientes niveles: preescolar, básica primaria, básica secundaria y media secundaria; con un total de 204 estudiantes distribuidos en 12 grupos. A efectos de atender esta población estudiantil, el colegio cuenta con un cuerpo docente integrado por un total de 16 profesores.

En cuanto a la planta física e infraestructura, el Instituto San Juan de Laboyos dispone de varias instalaciones de uso común así como también de aulas especializadas. A continuación se realiza un detalle de las instalaciones del colegio.

- Salones de clases: 12.
- Espacios comunes: Un patio con una zona techada y parque infantil.
- Laboratorios: Química.
- Salas especiales: Sala de Música, Sala de Ajedrez, Sala de Tenis de Mesa, dos Salas de Audiovisuales y Biblioteca.
- Otras dependencias: Oficinas de Secretaria, Dirección y Coordinación, Sala de Profesores.
- Equipos y recursos: Biblioteca, dos equipos de video proyección y un TV LED, tablero Inteligente, sala de ayudas didácticas (para préstamo de material didáctico audiovisual, grabadoras, equipos de cómputo, material deportivo y recursos para actos culturales).

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General

Aplicar los principios básicos de la electrónica como transposición didáctica en el aprendizaje de la función trigonométrica seno en los estudiantes del grado 10<sup>o</sup> del Instituto San Juan de Laboyos.

### 5.2 Objetivos específicos

- \* Determinar el nivel de significación en los estudiantes de los procesos de enseñanza de funciones en los grados 9<sup>o</sup> y 10<sup>o</sup> en general; y en particular de la función trigonométrica seno en el grado 10<sup>o</sup> del Instituto San Juan de Laboyos.
- \* Describir a la luz de la teoría la importancia la función trigonométrica seno en la vida cotidiana y en el mundo tecnológico de hoy.
- \* Diseñar una propuesta pedagógica articulada a los procesos de la enseñanza de la función trigonométrica seno a partir de los principios electrónicos básicos.
- \* Crear un laboratorio electrónico para modelar y simular aplicaciones de la función trigonométrica seno.
- \* Aplicar y evaluar la propuesta en los estudiantes del grado 10<sup>o</sup>.

## 6. MARCO DE REFERENCIAL

### 6.1 Antecedentes de la investigación

Una necesidad presente en el ámbito de la formación en matemáticas desde hace ya algún tiempo, es la creación de estrategias que fomenten la aplicabilidad de las herramientas matemáticas en situaciones reales y palpables por los estudiantes. Romper con las técnicas tradicionales de enseñanza: estudio de los elementos teórico – conceptuales y resolución de ejercicios o problemas; es un desafío al que los docentes nos debemos enfrentar. Si bien es cierto que la asignatura como tal no ha cambiado sustancialmente en las últimas décadas, también no debemos desconocer los cambios que ha sufrido la sociedad con la aparición de nuevas tecnologías que han cambiado nuestra cultura y la de nuestros estudiantes.

El objeto de estudio de esta investigación es justamente establecer un punto de encuentro de las matemáticas con la tecnología, no únicamente desde el punto de vista del medio o recurso didáctico como tal, sino que también como objeto de estudio en si mismo. Punto de encuentro que en la realidad siempre han de la mano en la vida real; el desarrollo de las matemáticas ha impulsado el desarrollo de la tecnología y viceversa. A tales efectos se consideran los siguientes antecedentes:

1. En un artículo publicado en la revista española SUMA por Cachafeiro y Rodríguez (1997, p .91) plantean la necesidad de profundizar en el estudio de las funciones periódicas a través fenómenos y aplicaciones de la física y la tecnología; aprovechando estos fenómenos para afianzar los conceptos de amplitud y frecuencia que son escuetamente manejados en los currículos pero que son los aspectos fundamentales de las funciones periódicas. A la vez, proponen el uso de osciloscopios e instrumentos de medición para estudiar la función sinusoidal, el producto y la suma (p.94). Finalmente sostienen que el análisis de la voz humana y del sonido en general así como la modulación y



transmisión radial de estos permiten comprender la composición de funciones trigonométricas (p.95).

2. También en España se han realizado otras propuestas que buscan cambiar los modelos tradicionales de la enseñanza de la trigonometría. Concretamente intentan incorporar al currículo el estudio de aplicaciones tecnológica que capturen el interés de los estudiantes como lo sugiere Cabrera (2010):

Nos centraremos en dos aplicaciones que pueden captar con más facilidad la atención del alumnado, ya que están inmersas en la vida cotidiana de la sociedad actual, como son la corriente eléctrica y la modulación AM y FM (que son la base de la radio AM y FM). (p.4)

En su trabajo Cabrera invita también a la utilización de calculadoras científicas y software para la representación gráfica de estas funciones (pp.1 y 8).

3. En Colombia Buitrago et al. (2013, p.119) presentan como ejemplo que ayuda a entender la aplicabilidad de las funciones trigonométricas el comportamiento de las ondas de radio; planteado los conceptos esenciales de la modulación AM y FM, pero sin entrar en mayores detalles.

A pesar de la búsqueda de más antecedentes sobre este tipo de investigaciones, se ha podido constatar la escasez de trabajos al respecto. Es posible encontrar algunas investigaciones referentes a la solución de triángulos y a las razones trigonométricas. Algo interesante de destacar es, justamente, la falta de propuestas que intenten mostrar con claridad la finalidad de la función sinusoidal en la representación de fenómenos periódicos o su utilidad en diversos campos de la ciencia y la tecnología. Esta realidad, más que ser un obstáculo para la presente iniciativa, debe convertirse en uno de sus principales motores; ya que de tener éxito le daría sentido al trabajo que los estudiantes de grado décimo realizan en todo el año en la asignatura.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Marco conceptual**

Dentro de la presente categoría se desarrollará un marco conceptual con el propósito de definir de forma breve los conceptos, elementos y componentes; que se encontrarán explícita o implícitamente en los instrumentos de aplicación de la propuesta.

#### **7.1.1 Electricidad**

De acuerdo a la Real Academia Española (RAE) es la “Propiedad fundamental de la materia que se manifiesta por la atracción o repulsión entre sus partes, originada por la existencia de electrones, con carga negativa, o protones, con carga positiva”. Como objeto de estudio, “la electricidad aprovecha la energía de la corriente eléctrica para obtener otro tipo de energías” (Carbonel et al., 2011).

#### **7.1.2 Electrónica**

A diferencia de la electricidad, la electrónica utiliza la energía de la corriente eléctrica para el tratamiento y transmisión de la información (Carbonel et al., 2011).

#### **7.1.3 Carga eléctrica**

Característica física propia de la materia que pueden ser positivas o negativas y que producen fuerzas de atracción si las cargas son diferentes o repulsión si las cargas son iguales. En la electricidad y electrónica se entiende que las cargas con las que se trabaja son electrones, incluso las palabras electricidad y electrónica se derivan de

electrón. Se representa con la letra “Q” o “q” y su unidad de medida es el Coulomb (C) (Gil, 1984).

#### **7.1.4 Fuerza Eléctrica**

Es la fuerza producida por la interacción de cargas eléctricas, que de acuerdo a la ley de Coulomb, la fuerza eléctrica se considera directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas (Gil, 1984).

#### **7.1.5 Voltaje**

También llamado tensión o diferencia de potencial entre dos puntos es la fuerza que debe vencer una carga para ir desde el punto A al B (Prat, 1998). Se representa con la letra “V” o “v” y su unidad de medida es el Voltio (V).

#### **7.1.6 Corriente**

Se define como corriente o intensidad de corriente a la cantidad de cargas que circulación a través de un conductor (se definirá más adelante) en un segundo. Se representa con la letra “I” o “i” y su unidad de medida es el Amperio (A) (Gil,1984).

#### **7.1.7 Conductor**

Partiendo de las definiciones de carga eléctrica y corriente, se considera como conductor a un material tal que: “Si los electrones tienen facilidad para desplazarse, el material permite el paso de la corriente eléctrica a su través y se dice que es conductor” (Gil, 1984, p.39).

### **7.1.8 Resistencia**

Como cualidad que tienen los materiales, se trata de su capacidad de hacer oposición o dificultar la circulación de una corriente eléctrica. Se representa con la letra “R” y su unidad de medida es el Ohmio ( $\Omega$ ) (Gil, 1984).

También se le llama resistencia o elemento resistor a un componente electrónico cuya finalidad es disipar en forma de calor parte de la energía eléctrica de un circuito (Prat, 1998).

A partir de la resistencia se plantea la *Ley de Ohm* que plantea que la diferencia de voltaje entre ambos extremos de la resistencia es directamente proporcional la corriente que pasa por el elemento resistivo y es directamente proporcional a la resistencia del elemento (Prat, 1998).

### **7.1.9 Fuente de Voltaje**

Elemento activo de un circuito (como por ejemplo una batería o un generador) que produce un voltaje generalmente constante que posibilita el funcionamiento del mismo (CoLoS, 2013).

### **7.1.10 Condensador**

El condensador o capacitor es un componente eléctrico que tiene la función de almacenar energía eléctrica tomada de un circuito. En un circuito de corriente continua, el condensador acumula carga dentro de si hasta que el voltaje se iguala a la de la fuente, en ese momento deja de conducir corriente (circuito abierto). Cuando se desconecta la fuente de voltaje, el condensador entrega la energía almacenada al circuito hasta que se descarga (Prat, 1998).

### **7.1.11 Bobina**

La bobina o inductor es un elemento de circuito cuya característica principal es que tiene la capacidad de generar un campo magnético cuando la corriente circula a través de ella almacenando energía. En un circuito de corriente continua, la bobina genera una caída de voltaje inicial y luego se estabiliza como un conductor sin resistencia (corto circuito) (U.N.P.S.J.B., 2013).

### **7.1.12 Circuito**

Se entiende por circuito eléctrico a un conjunto formado por un conjunto de elementos activos (fuentes de voltaje, baterías, etc) y de elementos pasivos, es decir que consumen o transforman la energía (resistencias, condensadores y/o impedancias). Estos elementos se conectan entre si a través de conductores de manera que la corriente eléctrica puede circular a través de el (CoLoS, 2013).

### **7.1.13 Semiconductor**

Existen materiales tales como el Germanio o el Silicio, cuya conductividad varia dependiendo de diversos factores tales como la polarización y la temperatura entre otros. La electrónica se vale de estas propiedades para la fabricación de dispositivos (Gil, 1984).

### **7.1.14 Diodo**

El diodo es un componente electrónico semiconductor, que tiene la capacidad de transmitir corriente en un solo sentido. Debido a esta característica, el diodo se comporta como un cortocircuito cuando la corriente circula en la dirección en la que el diodo permite el paso de corriente (polarización directa). Por otro lado, se comporta

como un circuito abierto cuando la corriente intenta circular en sentido contrario (polarización inversa) (Departamento de Tecnología Electrónica Universidad de Vigo, 2013).

#### **7.1.15 Señal**

En la electrónica se define como señal a la información contenida en una variación de voltaje en un punto de un circuito. Una señal puede ser a su vez analógica, que significa continua en el tiempo; esto significa que al variar el voltaje entre dos valores, la señal recorre los valores intermedios y es en esta variación donde se encuentra la mayor información (Gil, 1999).

#### **7.1.16 Onda portadora**

La onda portadora es un término utilizado en telecomunicaciones y se define cómo: “[...] onda electromagnética de alta frecuencia que al ser modulada puede transmitir señales de baja frecuencia, como por ejemplo las de sonido o video” (León, 1999, p.344).

#### **7.1.17 Modulación.**

Como finalidad de un sistema de telecomunicaciones se tiene transmitir información (audio, video, etc.) a través del uso de ondas electromagnéticas. Se define como modulación al proceso o resultado del proceso de modificar o variar alguna característica de una onda portadora de amplitud y frecuencia determinada con la finalidad de transmitir una señal (Albert, 1962).

### **7.1.18 Demodulación**

El proceso de demodulación consiste en recobrar la información transmitida en una señal modulada, sintonizando la frecuencia portadora y recobrando la señal original (Albert, 1962).

### **7.1.19 Amplitud modulada (AM)**

Sistema de comunicación en el que la amplitud de la onda portadora es variada de forma proporcional a las variaciones de la señal en la fuente. Este sistema utiliza una onda sinusoidal cuyo voltaje varia en el tiempo. Las frecuencias utilizadas por estos sistemas para la transmisión de audio abarcan desde 535kHz a 1605 kHz.

### **7.1.20 Espectro electromagnético**

El espectro electromagnético es definido como la clasificación de las ondas electromagnéticas de acuerdo a rangos de frecuencia convenidos universalmente, dentro del espectro electromagnético encontramos las frecuencia de radio AM y FM, las microondas, las transmisiones de TV, los rayos X, gamma, la luz visible e invisible entre otras (Universidad del País Vasco, 2013).

## 7.2 Marco Teórico

### 7.2.1 Principios Electrónicos Básicos

Cuando se observa el proceso histórico del desarrollo tecnológico en lo referente a la electrónica, la electricidad y las telecomunicaciones, se evidencia una fuerte presencia de los componentes matemáticos; muchos de los cuales tuvieron que desarrollarse paralelamente al avance de los desarrollos y descubrimientos realizados (Mujal, 2000).

Dentro de este contexto, pueden incluirse muchos ejemplos en los que las matemáticas han permitido modelar sistemas electrónicos, eléctricos y de telecomunicaciones. De igual manera, los avances en electrónica han potenciado muchas investigaciones en matemáticas, como por ejemplo la transformada de Laplace y el método desarrollado por Heaviside para su solución, tuvieron su origen en el desarrollo de la teoría eléctrica y electromagnética para luego ser aplicadas en otras disciplinas (James, Burley, Clements, Dyke, Searl, Steele & (Freudenthal, 2001) Wright. 2002).

Como ejemplo de este fenómeno y como eje central de esta propuesta, se pretende crear una conexión entre las matemáticas a nivel académico y nivel tecnológico-práctico. Al unir los campos de la electrónica, las telecomunicaciones al estudio de las funciones trigonométricas, se crea una oportunidad didáctica muy especial. De igual forma, si se conectan las matemáticas con los diferentes campos de acción en las que éstas tienen un papel protagónico: ingeniería, economía, finanzas, física, astronomía, informática, por nombrar algunas.

Hablando más en concreto sobre la aplicabilidad de la función trigonométrica seno en la vida cotidiana, esta se puede encontrar en una infinidad de innovaciones tecnológicas que definen nuestro mundo contemporáneo. En particular se estudiarán



tres áreas principales en las cuales la función sinusoidal es base fundamental de nuestra cultura tecnológica:

**A) La corriente eléctrica.** Desde los orígenes del aprovechamiento de la corriente eléctrica, esta ha mostrado dos tipos fundamentales: la corriente continua o directa, que puede representarse como una constante respecto al tiempo; y la corriente alterna que se representa con la función seno. La exacta relación entre la variación de la corriente y la función seno han ayudado al análisis y estudio del comportamiento de este tipo de corriente (Mujal, 2000).

**B) Las telecomunicaciones.** En esta área de la ingeniería y tecnología se encuentran las más variadas aplicaciones de la función sinusoidal, siendo la base de la variación de los campos electromagnéticos que posibilitan la transmisión de información a través de la mayoría de canales cableados o inalámbricos. Como por ejemplo: Radio AM, radio FM, Televisión, sistemas de comunicación HF, VHF, UHF; teléfonos celulares; conexiones Bluetooth y conexión a internet Wi-Fi, son algunos de los sistemas de comunicación que basados en la función trigonométrica seno (Marín, 2010).

**C) La electrónica.** Consiste en el tratamiento de información a través de diferentes dispositivos, circuitos y componentes electrónicos, los que se clasifican en digitales o analógicos. Los sistemas electrónicos pueden utilizar señales sinusoidales o no dependiendo de su naturaleza.

De esta forma, se puede ver la estrecha relación entre las funciones trigonométricas y el estudio de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones; lo que justifica (al menos en principio) el impacto didáctico de la propuesta.

## 7.2.2 Trigonometría

### 7.2.2.1 Funciones trigonométricas

La historia de la trigonometría tiene su origen en la antigua Grecia, a partir del estudio de la astronomía. Su finalidad era predecir la ruta y posiciones de los cuerpos celestes ayudando a mejorar los cálculos del tiempo, la elaboración de calendarios y la navegación (Zill & Dewar, 2000). Tal es así que “la palabra trigonometría se derivó de dos palabras griegas trigonon (triángulo) y metria (medición)” ((Swokowski & Cole, 2009, p.399).

Según CONAMAT (2009) la trigonometría fue también utilizada por babilonios y egipcios en el cálculo de ángulos y razones trigonométricas tanto en la construcción como en la agricultura; siendo Hiparco de Nicea uno de sus principales precursores, sentando las bases de la trigonometría plana y esférica.

Para poder definir las funciones trigonométricas, primero hay que definir los elementos matemáticos y de un triángulo rectángulo:

- Razón: “Relación entre los lados de un triángulo rectángulo; p. ej., seno, coseno, secante y tangente” (RAE, 2001).
- Ángulo: “Figura geométrica formada en una superficie por dos líneas que parten de un mismo punto” (RAE, 2001).
- Hipotenusa: “Lado opuesto al ángulo recto en un triángulo rectángulo” (RAE, 2001).
- Cateto: “Cada uno de los dos lados que forman el ángulo recto en un triángulo rectángulo” (RAE, 2001).

De esta forma la trigonometría surge como una herramienta matemática para la resolución de triángulos. Considerando ahora un triángulo rectángulo y las relaciones

definidas entre las longitudes sus lados se definen las seis funciones o razones trigonométricas (CONAMAT, 2009):

- Seno de un ángulo: razón entre el cateto opuesto y la hipotenusa.
- Coseno de un ángulo: razón entre el cateto adyacente y la hipotenusa.
- Tangente de un ángulo: razón entre el cateto opuesto y el cateto adyacente.
- Cotangente de un ángulo: razón entre el cateto adyacente y el cateto opuesto.
- Secante de un ángulo: razón entre la hipotenusa y el cateto adyacente.
- Cosecante de un ángulo: razón entre la hipotenusa y el cateto opuesto.

Dentro de las diferentes funciones trigonométricas, esta investigación está centrada en la función seno ya que es la función trigonométrica más utilizada en electricidad y electrónica. Observando las expresiones de la forma  $f(x) = a.\text{sen}(b.x+c)$  donde  $a$ ,  $b$  y  $c$  son coeficientes que influyen de la siguiente forma:

- $a$  modifica la amplitud de la función; es decir el “Valor máximo de una cantidad variable con respecto a su valor medio o de base” (Editorial Norma, 2001, p.10).
- $b$  modifica el período de la función; es decir el tiempo que tarda la función en recorrer todas sus fases (RAE, 2001).
- $c$  modifica el desfase de la función; es decir la traslada horizontalmente hacia la derecha o izquierda (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Buenos Aires, 2013).

#### **7.2.2.2 Enseñanza de la trigonometría**

La enseñanza de la trigonometría implica una serie de desafíos similares a otras temáticas propias de las matemáticas que en Colombia se han replanteado de acuerdo a los nuevos paradigmas de la educación en el siglo XXI. La visión de la enseñanza de las matemáticas como un medio de desarrollar el pensamiento lógico – científico a

través de una disciplina exacta, abstracta y precisa. Hoy en día se plantean nuevos argumentos tales como la formación democrática, cultural, el pensamiento crítico para la toma de decisiones y el desarrollo de las competencias matemáticas propiamente dichas. Así lo propone el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*:

Finalmente, se hace necesario pasar de una enseñanza orientada sólo hacia el logro de objetivos específicos relacionados con los contenidos del área y hacia la retención de dichos contenidos, a una enseñanza que se oriente a apoyar a los estudiantes en el desarrollo de competencias matemáticas, científicas, tecnológicas, lingüísticas y ciudadanas. (2006, p.48)

Con respecto a la formación en competencias matemáticas, los nuevos paradigmas implementados en Colombia buscan no solamente la apropiación de los conceptos matemáticos y la resolución de ejercicios a través de algoritmos y procedimientos; sino no que también el desarrollar la capacidad de aplicar estos conceptos y procedimientos de manera acertada para resolver situaciones de la vida real. Esta resignificación de lo que se considera *matemáticamente competente* incorpora la aplicación de los conceptos y procedimientos matemáticos en contextos diferentes a los estrictamente disciplinares, transversalizando el área con otras áreas del saber y con ejemplos de la vida cotidiana y de las profesiones o ámbitos laborales del entorno.

Por lo dicho anteriormente, se puede hablar del aprendizaje por competencias como un aprendizaje significativo y comprensivo. ... Las competencias matemáticas no se alcanzan por generación espontánea, sino que requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problémicas significativas y comprensivas, que posibiliten avanzar a niveles de competencia más y más complejos. (MEN, 2006. p.49)

Luego de tener en cuenta éstas consideraciones y a pesar de las modificaciones introducidas en los currículos y libros de texto, la aplicación de nuevas estrategias en

las aulas de clase parece muy limitada. La enseñanza de las matemáticas continúa restringida en el conocimiento conceptual y procedimental.

Con respecto a la enseñanza de la trigonometría la situación no es diferente. De acuerdo a lo observado en diferentes textos de estudio, el proceso de construcción del conocimiento inicia con las definiciones de los conceptos geométricos para ir pasando hacia las funciones y llegar a las ecuaciones trigonométricas.

Observando los contenidos del texto de estudio *Los caminos del saber Matemáticas 10* (Buitrago et al., 2013) se observan las unidades y temas principales están organizados de la siguiente manera:

- Unidad 2. Funciones trigonométricas.
  - Ángulos.
  - Triángulos.
  - Funciones Trigonométricas.
  - Ejercicios para repasar.
  - Y esto que aprendí ¿para qué me sirve?
  - Trabaja con Geogebra.
- Unidad 3. Gráficas de las funciones trigonométricas.
  - Líneas trigonométricas.
  - Gráfica de las funciones trigonométricas.
  - Análisis de gráficas.
  - Funciones trigonométricas inversas.
  - Ejercicios para repasar.
  - Problemas para repasar.
  - Y esto que aprendí ¿para qué me sirve?
  - Trabaja con Graph.
- Unidad 4. Aplicaciones de las funciones trigonométricas.
  - Solución de triángulos rectángulos.
  - Solución de triángulos no rectángulos.

- Vectores.
- Ejercicios para repasar.
- Problemas para repasar.
- Y esto que aprendí ¿para qué me sirve?
- Trabaja con Microsoft Mathematics.
- Unidad 5. Trigonometría analítica.
  - Identidades trigonométricas.
  - Ecuaciones trigonométricas.
  - Ejercicios para repasar.
  - Problemas para repasar.
  - Y esto que aprendí ¿para qué me sirve?
  - Trabaja con Microsoft Mathematics.
  - Trabaja con Wolframalpha.

En este ejemplo se evidencia la intención de trabajar por competencias y de acuerdo a los estándares del Ministerio de Educación Nacional. Al inicio de la unidad se plantea una situación problémica que se explicará al final de la unidad, pero el desarrollo de la temática está descontextualizado y abstraído de dicha situación. Debido a esto es muy probable que se pierdan dos cosas: el oportunidad de motivación por un lado, y la profundización en la experiencia transversal ya que se prioriza totalmente el conocimiento conceptual y procedimental por sobre la experiencia significativa. Otro punto importante de analizar, es que al tratar la experiencia significativa al final de la unidad, esta oportunidad se vea afectada por la urgencia de cumplir con las temáticas planeadas o por la aplicación de los instrumentos de evaluación.

Como alternativa a éste panorama, en la presente investigación se aplicará una secuencia diferente. Tomando como base diferentes estudios realizados desde una perspectiva socioepistémica y los “Lineamientos Curriculares de Matemáticas” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.52).

En el artículo *Socioepistemología y prácticas sociales. Hacia una enseñanza dinámica del cálculo diferencial* Alberto Camacho-Ríos, expone la necesidad de darle significación real a la experiencia de enseñanza: “En sí mismas, ese tipo de acciones devienen de matematizar la realidad inmediata y son concebidas en la socioepistemología (se) como prácticas de referencia” (Camacho-Ríos, 2011, p.154).

Por parte de los *Lineamientos Curriculares de Matemáticas*, el Ministerio de Educación Nacional sostiene que es necesario ir más allá de lo conceptual y procedimental como lo entendemos tradicionalmente. Los cinco lineamientos son:

- La formulación, tratamiento y resolución de problemas.
- La modelación.
- La comunicación.
- El razonamiento.
- La formulación, comparación y ejercitación de procedimientos.

Es claro que estos cinco lineamientos deben trabajarse y desarrollarse al unísono para que el desarrollo de las competencias sea integral, sin embargo se profundizará especialmente en el primero:

Este es un proceso presente a lo largo de todas las actividades curriculares de matemáticas y no una actividad aislada y esporádica; más aún, podría convertirse en el principal eje organizador del currículo de matemáticas, porque las situaciones problema proporcionan el contexto inmediato en donde el quehacer matemático cobra sentido, en la medida en que las situaciones que se aborden estén ligadas a experiencias cotidianas y por ende, sean más significativas para los alumnos. Estos problemas pueden surgir del mundo cotidiano cercano o lejano, pero también de otras ciencias y de las mismas matemáticas, convirtiéndose en ricas redes de interconexión e interdisciplinariedad.

La formulación, el tratamiento y la resolución de los problemas suscitados por una situación problema permiten desarrollar una actitud mental perseverante e inquisitiva, desplegar una serie de estrategias para resolverlos, encontrar resultados, verificar e interpretar lo razonable de ellos, modificar condiciones y originar otros problemas. Es importante abordar problemas abiertos donde sea posible encontrar múltiples soluciones o tal vez ninguna. También es muy productivo experimentar con problemas a los cuales les sobre o les falte información, o con enunciados narrativos o incompletos, para los que los estudiantes mismos tengan que formular las preguntas. Más bien que la resolución de multitud de problemas tomados de los textos escolares, que suelen ser sólo ejercicios de rutina, el estudio y análisis de situaciones problema suficientemente complejas y atractivas, en las que los estudiantes mismos inventen, formulen y resuelvan problemas matemáticos, es clave para el desarrollo del pensamiento matemático en sus diversas formas. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.52)

Esta necesidad puede ser satisfecha si se plantea una actividad que este más allá de la “presentación secuenciada, lógica y coherente de los temas y conceptos matemáticos” (Montiel, 2012, p.30). Es necesario dejar de ver las funciones como un fin en sí mismo.

### **7.2.2.3 Aprendizaje de la trigonometría**

Las perspectivas anteriormente expuestas dejan ver la necesidad de entender el proceso de aprendizaje de las funciones por parte de los estudiantes. Primeramente es necesario ver que el proceso histórico de las matemáticas, es muchas veces opuesto al proceso de aprendizaje que se intenta dirigir. Históricamente, las funciones surgen como representación numérica de magnitudes y cambios observados en el entorno, mas no como una definición abstracta carente de significado cultural. Como lo plantean Cantoral, Maldonado & Montiel (2004)

Sin embargo, las dificultades ligadas al aprendizaje del concepto de función no pueden limitarse al manejo y articulación de sus representaciones, pues existen



también obstáculos epistemológicos inherentes al concepto mismo y no así a las particularidades de las maneras de enseñarlo, son propios de la construcción cultural. Para otros autores, los entendimientos relativos al concepto de función consisten de la identificación de cambios observados a nuestro alrededor como un problema práctico a resolver, así como el reconocimiento de regularidades en las relaciones entre cambios como una manera de estudiarlos. Ignorarlos como condiciones necesarias para el desarrollo de la noción de función, conllevaría enfrentar un obstáculo epistemológico, relativo a la filosofía de la matemática, respecto a considerar que los problemas prácticos no conciernen a esta disciplina. (p.373)

Continuando con esta idea, se llega a la concepción de que así como históricamente la definición no determina la función, sino que es un fenómeno del contexto (matemático, geométrico o externos a la matemáticas) el que determina la función y ésta posteriormente, se generaliza en una definición. De esta manera, se muestra que el proceso de Definición → Tabla de valores → Gráfica → Propiedades → Inversa, etc. no es el camino natural de la deducción matemática y por lo tanto, no es la secuencia natural de aprendizaje de los estudiantes; a pesar de que pueda ser inducida de esta forma. Este enfoque propicia una serie de limitaciones y dificultades hacia la comprensión real del concepto de la función.

Dadas estas consideraciones, es necesario incorporar una visión socioepistemológica del concepto de función; más aún cuando hablamos de funciones lineales, cuadráticas, exponenciales, etc., cada una con un contexto de origen particular, epistemologías y propiedades analíticas diferentes (Cantoral et al., 2004).

En el caso de esta investigación, se propone a su vez, un ejercicio que busca romper con la secuencia estándar de abordaje a las temáticas matemáticas. No se trata de partir del origen histórico como tal, se busca proponer situaciones que involucren la acción de los estudiantes en la construcción de las funciones trigonométricas, más concretamente la del seno. La intención es que estas situaciones recreen los desafíos epistemológicos pero en contextos más familiares y actualizados a

la realidad de los estudiantes de hoy. La oportunidad didáctica es que en el mundo tecnificado actual abundan muchos ejemplos y aplicaciones de fenómenos periódicos, idóneos para la visualización de la función seno.

### 7.2.3 Didáctica

La didáctica en matemáticas es definida como una disciplina científica que explica y da sentido a los procesos de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas en un ambiente organizado, impulsada desde una serie de intenciones educativas que se pretenden lograr, como lo expone Contreras y Benedito (citados por Serrano, 1993). En esa época se hablaba de la didáctica como una disciplina científica en construcción, que había tomado ese carácter desde los años setenta. En forma más particular Serrano (1993) caracteriza la didáctica como:

- Una ciencia y una técnica, en la que se articulan los avances teóricos y los desarrollos prácticos en el arte de enseñar.
- Una construcción que se lleva a cabo dentro de un ambiente organizacional, escolarizado e institucional, refiriéndose a las escuelas, colegios e instituciones educativas en general.
- Una actividad cuyo objetivo primordial es lograr procesos de enseñanza – aprendizaje más eficaces y eficientes, especializándose a las particularidades propias del saber disciplinar, diferenciándose de las didácticas de otras asignaturas.

La didáctica matemática aparece en escena en la década de 1970, como respuesta a una serie de movimientos educativos y su postura argumenta una crítica a los modelos que conciben los procesos de enseñanza – aprendizaje. Según Joshua & Dupin (2005) la didáctica planteó una visión diferente de estos procesos: a diferencia de la pedagogía que establecía modelos generales independientes de los saberes

específicos, la didáctica se ocupa de cómo transmitir un saber en particular; partiendo de la base de que cada disciplina tendrá una didáctica propia. Es más, dentro de cada asignatura, la didáctica permite establecer metodologías especiales para cada contenido y para diferentes niveles.

De esta forma, Joshua & Dupin (2005) establecen que el proceso didáctico está determinado por la participación de tres elementos principales que se interrelacionan entre sí, dándole forma al proceso en cuestión:

- El alumno, con su complejidad personal y cognitiva que condiciona la forma en que este realiza el abordaje de un nuevo saber; aprendiendo de lo que ya sabe y en ocasiones aprendiendo a pesar de lo que ya sabe.
- El saber presentado en el acto educativo. Este saber tiene su propio proceso histórico, cultural y social, que suceden fuera del entorno escolar y que deben ser tenidos en cuenta a la hora de ser transmitidos.
- El profesor, quien a su vez es un ser complejo con sus propias convicciones, ideologías y experiencias, tanto sobre el proceso educativo como sobre la construcción del saber a transmitir.

De lo anterior se puede interpretar que el proceso didáctico debe tener en cuenta estos tres factores a la hora de preparar el saber a enseñar. Este proceso conocido como “La Transposición Didáctica” fue concebido por Chevallard (1997) donde explica que la función del profesor es establecer un vínculo o puente entre el saber de un objeto matemático y el estudiante, logrando vencer el obstáculo epistemológico de este último. Este ejercicio de transponer didácticamente los saberes, adquiere en cada caso una connotación diferente, de acuerdo al saber a transmitir. Es decir, el obstáculo epistemológico al enseñar números enteros es diferente al de enseñar números racionales. En el poder identificar este obstáculo y la forma de realizar una transposición eficaz radica la habilidad didáctica del profesor.

La fenomenología matemática es otra concepción didáctica creada en las últimas décadas por Freudenthal (2011) en la cual se establece la mediación didáctica a través de la capacidad de los objetos matemáticos para representar fenómenos. En otras palabras Freudenthal designa a los objetos de pensamiento como *noumenon*, mientras que a los fenómenos los llama *phainomenon*. De esta forma los objetos matemáticos pueden ser vivenciados o experimentados a través de distintos fenómenos.

Este acercamiento a través de la fenomenología, permite establecer de hecho, una transposición didáctica utilizando el estudio y análisis de fenómenos intencionalmente propuestos por el docente para crear un objeto matemático de forma implícita en la mente del estudiante. Es un enfoque alternativo y contrario al enfoque clásico de las matemáticas, en los cuales prima el aprendizaje del concepto para luego visualizar su aplicación. Es importante resaltar que el autor a su vez realiza a su vez, una diferencia entre objeto y concepto; en concreto plantea primero el surgimiento del objeto matemático que secundariamente se constituye como concepto.

Un enfoque similar desde el punto de vista de la didáctica es planteado por Brousseau (1990) cuando plantea que “La idea fundamental consiste en postular que cada conocimiento o cada saber debe ser determinado por una situación” (p.261). Donde se entiende como “situación” a una serie de relaciones que hacen necesario el surgimiento de un conocimiento que les de sentido y permita su realización. Según el mismo Brousseau (1990) “los saberes culturales están asociados necesariamente a prácticas sociales que les sirven de referencia” (p.261). Desde esta perspectiva, el autor sugiere como corolario que el saber nunca es constante; cambia al cambiar las situaciones y al ser abordado por diferentes actores. Como consecuencia de esto, es necesario manejar una transposición didáctica que nos permita comprender y controlar estos cambios con el fin de que nos proporcione técnicas específicas de cómo enseñar.

Tomando como punto de partida a estos dos modelos, puede considerarse un tercer enfoque en el que se tiene una reflexión sobre la relación entre la epistemología y la

ontología como fuente para crear transposiciones didácticas, en las que la fenomenología está presente desde el punto de vista de la evolución histórica y socio-epistémica de los saberes matemáticos (Godoy, Parra, & Ávila, 2012).

Esta postura sostiene que las matemáticas son una construcción social desarrollada en un contexto histórico y que ha tenido que sortear diferentes obstáculos epistemológicos con la finalidad de resolver determinados problemas, para finalmente constituirse como objetos matemáticos. Lo que se propone es situar a los estudiantes ante una recreación de esos mismos obstáculos como mediación didáctica, ya que

[...] ayuda a entender las dificultades que tienen los estudiantes para modificar una concepción previamente construida y proporciona elementos para el diseño de estrategias didácticas para superarlos.

La investigación que se ha realizado en el campo de la Epistemología, sobre el origen y desarrollo de la Matemática, ha sido de gran utilidad en Didáctica de la Matemática pues ha permitido identificar elementos que ayudan a comprender de mejor manera el proceso de aprendizaje de los estudiantes.” (Godoy, Parra & Ávila, 2012, p.782).

Estas posturas coinciden con la intención didáctica de la presente investigación, ya que se trata de cambiar el enfoque clásico y lineal propuesto en muchos libros de texto. El poder crear un objeto matemático medianamente complejo como el de función periódica (función seno), partiendo de una situación o fenomenología (modulación AM) es una posibilidad de transposición didáctica que no solamente debe ser atractiva para los estudiantes, sino que también es valiosa desde la perspectiva del desarrollo epistemológico.

## **7.2.4 Pedagogía. Enfoque desde la enseñanza de la Trigonometría**

Dentro de la presente categoría, se encuentra un factor fundamental del proceso formativo: la comunicabilidad del saber. En concreto, se trata de la comunicabilidad de la trigonometría como saber disciplinar y el proceso de construcción y reconstrucción del conocimiento dentro del aula de clases. Apoyándose en el enfoque pedagógico del Instituto San Juan de Laboyos, orientado a la adaptabilidad de los procesos fundamentados en el aprendizaje significativo y a la construcción social del conocimiento. Este proceso se ve caracterizado por dos elementos fundamentales: La Enseñabilidad y La Educabilidad.

### **7.2.4.1 Enseñabilidad**

La enseñabilidad es definida por Arias (2009) como un atributo de la disciplina o conocimiento científico, el cual puede ser transmitido, socializado. De esta forma se logra expandir y difundir, por lo que se vuelve indispensable para el progreso del conocimiento humano. A pesar de ser un atributo del conocimiento o de un saber disciplinar específico, la enseñabilidad depende de la persona que vaya a transmitir dicho conocimiento; él es el encargado de establecer la mediación pedagógica entre el sujeto y el objeto.

Desde el punto de vista de la enseñanza de la trigonometría, el desafío de encontrar nuevos caminos para facilitar la enseñabilidad de esta rama de las matemáticas. Es deber del docente, el explorar nuevos métodos, nuevos acercamientos, nuevos abordajes. Según lo visto anteriormente, la enseñanza de las funciones trigonométricas sigue en general, un abordaje lineal y sistemático; partiendo de la definición, la construcción de tablas de valores, la construcción de gráficas, el estudio de propiedades y la resolución de ejercicios. El problema ha sido la desconexión entre la

teoría y la práctica, estudiando las funciones trigonométricas como un fin en si mismo y no como una herramienta que permita interpretar y modelar fenómenos del mundo que nos rodea.

Por esta razón, se propone aprovechar esa capacidad de modelar fenómenos, propio de las funciones trigonométricas para facilitar la enseñabilidad de estas. Es invertir el proceso tradicional de enseñanza, buscando activar otro tipo de competencias matemáticas más allá de la conceptual y procedimental desde el punto de vista estricto. Pretende desarrollar el concepto, las propiedades y la operabilidad a partir de una aplicación concreta en vez de definirlos dentro del abstracto mundo matemático para luego compararlo con un fenómeno determinado.

#### **7.2.4.2 Educabilidad**

Si bien la enseñabilidad es un atributo del conocimiento o de un saber disciplinar; la educabilidad en cambio, es un atributo propio de la persona humana. Es la capacidad de ser educado, de ser formado, de ser instruido. De acuerdo con el concepto de Feroso (1981) la educabilidad ha hecho posible la evolución de la humanidad y la construcción de la cultura. Y su alcance no se limita únicamente a transmitir, sino que también llega hasta la capacidad de transformar lo existente, construye y transforma al ser humano propiamente dicho. Así lo deja ver Freire (2004) cuando plantea que la educabilidad nace antes que la educación; más concretamente, la educación surge como respuesta a la educabilidad de la humanidad al verse incompletos.

Continuando con la idea principal de esta investigación, es interesante examinar el problema también desde la perspectiva de la educabilidad y cómo aprovechar este atributo para dinamizar el proceso de enseñanza – aprendizaje. En primer lugar, se

observa que la educabilidad parte de la necesidad humana; por lo tanto, debe haber una justificación clara de por qué aprender una nueva herramienta matemática. No es suficiente la transmisión teórica y abstracta de un concepto si no está acompañada por un proceso de reflexión. Cantoral et al. (Citado por Camacho-Rios, 2011) propone que la finalidad es reconstruir socialmente el conocimiento, para lo que es necesario recurrir a las prácticas sociales de este que posibiliten su desarrollo.

### **7.2.3 La interacción entre la electrónica, la didáctica y el aprendizaje de la trigonometría.**

Como resultado de lo expuesto anteriormente en el Marco Teórico, es posible fundamentar la utilización de los principios de la electrónica y de las telecomunicaciones como base de la transposición didáctica en la enseñanza de las funciones trigonométricas. Es claro que a partir de esta visión, se puede abordar el conocimiento disciplinar pero contextualizado no solamente con otras áreas (tecnología y física), sino que también con aspectos de la vida cotidiana de los estudiantes.

De esta forma se pretende realizar un proceso de enseñanza – aprendizaje que incluye los siguientes componentes interdisciplinarios que apuntan en definitiva hacia la aprensión de un objeto matemático concreto:

- La electrónica y las telecomunicaciones, parte del área de Tecnología e Informática.
- Las ondas electromagnéticas y las ondas de sonido, parte del área de Ciencias Naturales.
- Trigonometría y funciones trigonométricas, parte del área de Matemáticas.

Por otro lado, se incorporan aspectos didácticos tales como la transposición didáctica (Chevallard, 1997) y la fenomenología (Freudenthal, 2001); también se



incorporan posturas pedagógicas (qué, por qué, para qué y cómo aprender), como la visión socioepistémica (Camacho-Rios, 2011) que rompen el modelo de enseñanza lineal de las matemáticas en la escuela y en el colegio. Es decir, permiten el aprendizaje de los objetos matemáticos no ya como unos fines en si mismos, sino como herramientas que ayudan a describir, modelar y moldear el mundo que nos rodea. Esto es una columna central de la propuesta: enfocar el aprendizaje de lo objetos matemáticos desde su aplicabilidad en las ciencias, la tecnología y en la vida profesional para generar un cambio de percepción de la asignatura por parte de los estudiantes, así como asegurar el aprendizaje y desarrollo de competencias interdisciplinares.

## **8 MARCO METODOLÓGICO**

### **8.1 Investigación Acción Participativa en el Aula**

Este proyecto de investigación se enmarca dentro del enfoque cualitativo y desde el punto de vista metodológico, en lo que se conoce como Investigación-Acción en la Educación de acuerdo a lo expuesto por Kemmis y McTaggart (citado por Suárez, 2002). La finalidad principal de este tipo de investigaciones es detectar, analizar, proponer y validar acciones que aporten a la mejora del desempeño académico de los estudiantes, que replanteen las posturas didácticas. Dentro de estas consideraciones, se busca replantear una postura didáctica tradicional para aportar una experiencia significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se realizará en trabajo conjunto entre docente y estudiantes, pero con la particularidad de delegar mayor responsabilidad del docente desde el punto de vista del direccionamiento del proceso.

## **8.2 Enfoque cualitativo**

Dentro del campo de la investigación, surgen dos enfoques principales que enmarcan las disciplinas principales del conocimiento y actividad humana: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. El primer enfoque es muy útil para realizar investigaciones de tipo científico o en las que se requiere por algún motivo una exactitud rigurosa en los resultados para validar determinada hipótesis. Por otro lado, el enfoque cualitativo es adecuado para utilizarlo cuando se requiere comprender fenómenos sociales y/o culturales; siendo más importante la generación de hipótesis y propuestas nuevas en lugar de probar las ya existentes (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Por lo expuesto anteriormente, se elige el enfoque cualitativo para esta investigación, ya que se busca conocer y comprender cómo aplicar determinados conocimientos tecnológicos al proceso de enseñanza aprendizaje de la función seno. Además, se pretende estimar el grado de motivación que produce en los estudiantes el hecho de abordar de forma directa, la aplicabilidad en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional de los objetos matemáticos estudiados.

## **8.3 Fases de la investigación**

Con respecto a las fases o ciclos de la Investigación Acción Participante, consta de cuatro fases principales definidas por Suárez (2002) como “de determinación de la preocupación temática” (p.44) a la que llamaremos Pre-Investigación. Seguidamente encontramos la fase Diagnóstica, la fase de Planeación; y finalmente la fase de Acción – Observación.

### 8.3.1 Fase de Pre-investigación

En esta primera fase del proceso investigativo, denominado por Martí (2000) como “Síntomas, demanda y elaboración del proyecto”; en la que se definen las necesidades halladas en el contexto educativo del investigador, dando lugar al planteamiento de la investigación. De igual forma esta fase consiste en la

“... determinación de la preocupación temática sobre la que se va a investigar. No se trata de identificar problemas teóricos de interés para los investigadores, sino de problemas cotidianos vividos como tales por los docentes, que puedan ser resueltos a través de soluciones prácticas.” (Suárez, 2002, p.44)

Partiendo de esta postura, la necesidad surge del análisis de las metodologías utilizadas en la enseñanza secundaria en algunas instituciones de la ciudad de Pitalito – Huila. Estas metodologías, lejos de recurrir a la transposición didáctica o de relacionar los objetos matemáticos con fenómenos o contextos reales para facilitar la comprensión de los estudiantes; se limitaban a trabajar objetos y procedimientos matemáticos como un fin en si mismos. Esto provocaba comentarios de estudiantes tales como:

“no entiendo esto... realmente odio las matemáticas”

“y esto, ¿para qué me va a servir en la vida”

“ponen ejercicios tan complicados que uno se pierde y no sabe ni qué hacer”

“más de la mitad del salón estamos perdiendo matemáticas”

Además de esto y de que los resultados del desempeño de los estudiantes en matemáticas en general presenta dificultades y pérdidas, la situación se torna más compleja al presentar pruebas de estado. En estas pruebas son evaluados frente a un enfoque por competencias en las que tienen que demostrar su capacidad de aplicar sus capacidades matemáticas en diferentes contextos y en la interpretación y resolución de problemas. Muchas veces, un motivo de más frustración; ya que los estudiantes no han

sido expuestos con frecuencia a la resolución de situaciones problémicas, únicamente a ejercicios de operaciones y procedimientos.

Estos motivos han sido recogidos por el investigador a través de diálogos y comentarios informales con estudiantes de diferentes grados de básica secundaria, e incluso de básica primaria en años en los que se desempeñaba como docente de inglés. Esto resultó en la elección de la presente propuesta de investigación, como un ejercicio para desarrollar un objeto matemático utilizando su aplicabilidad como fundamento de transposición didáctica. La intención es plantear la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva diferente, aplicando posturas socioepistemológicas, fenomenología y aplicabilidad tecnológica; buscando despertar la curiosidad y la motivación de los estudiantes cuando se les muestra de forma directa la finalidad de los objetos matemáticos que estudian.

### **8.3.2 Fase Diagnóstica**

Según lo propuesto por Suárez (2002), en esta fase es importante que el investigador se cuestione sobre el origen del problema y sus distintas implicaciones; desde las posturas y experiencias personales de los participantes, causas del conflicto o necesidad, entre otros. En el caso particular de esta investigación interesa determinar la coherencia o incoherencia entre teoría y praxis. Para este fin, se realiza un diagnóstico con la intención de caracterizar los procesos de enseñanza – aprendizaje de la función seno en el grado 10º del Instituto San Juan de Laboyos de Pitalito – Huila. También se lleva a cabo un estudio sobre la aplicabilidad de la enseñanza de otras funciones (lineal, cuadrática, exponencial y logarítmica) en el grado 9º. Este diagnóstico permitió conocer el grado de significación que se le da al aprendizaje de las matemáticas en los grados superiores de la institución.

Primeramente, se aplicará una entrevista semi-estructurada con los estudiantes del grado 10º para conocer su experiencia sobre la aplicabilidad de las funciones lineal,

cuadrática, exponencial y logarítmica; temática que este grupo de estudiantes estudió en el grado 9º el año inmediatamente anterior. En esta entrevista se puede evidenciar la necesidad de los estudiantes por darle sentido a los procesos de aprendizaje, manifestando su agrado por presentar una propuesta diferente y cómo aumenta la motivación frente a la asignatura al ver su aplicabilidad. Para referenciar estas opiniones.

El año pasado (es decir grado 9º) ¿vieron ustedes alguna aplicación de las funciones lineales, cuadráticas, exponenciales y logarítmicas?
¿Cómo resulta para ustedes estudiar algo sin darle una aplicabilidad en la vida real o profesional?
Este año hemos estado viendo algunas aplicaciones de las funciones que ustedes estudiaron en 9º, ¿Quién ha cambiado respecto a la asignatura, encontrándole más sentido e interesándose más?

La finalidad de esta encuesta es tener una percepción desde el punto de vista de los estudiantes frente al desarrollo de las actividades académicas de la asignatura. Como segundo objetivo, se tiene el confrontar el modelo pedagógico tradicional con una nueva propuesta, contextualizando el conocimiento disciplinar con otras ciencias, con la tecnología y con actividades profesionales. Finalmente, luego de confrontar estos

modelos, los estudiantes dan sus apreciaciones, argumentando los pros y los contras de estas propuestas.

Al realizar un análisis de esta entrevista, encontramos una necesidad muy urgente para nuestras propuestas en las instituciones educativas: Los estudiantes se interesan por aquello a lo que le encuentran sentido; y si se continúa enseñando matemáticas sin aplicar los objetos matemáticos con los contextos de otras asignaturas o con situaciones problémicas adaptadas de diferentes profesiones, entonces estudiarán para pasar el año, más su aprendizaje no será permanente.

Seguidamente, se realiza una encuesta con los estudiantes del grado 11<sup>o</sup> para caracterizar el grado de significación que ellos han experimentado en cuanto al aprendizaje de funciones en los 2 años anteriores, es decir en los grados 9<sup>o</sup> y 10<sup>o</sup>. Se les consulta sobre con qué profundidad se les explicaron aplicaciones de las funciones antes mencionadas en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional; obteniendo las siguientes respuestas:

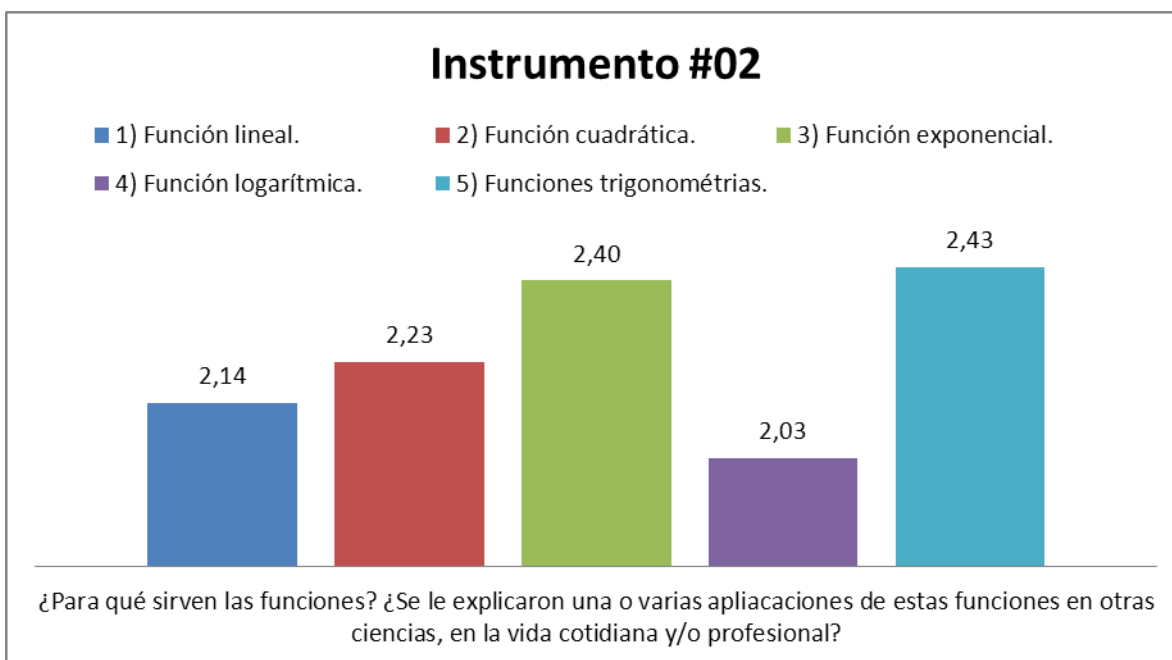


Gráfico 1 - Encuesta en grado 11<sup>o</sup>

La escala de valoración propuesta para el cuestionario fue:

- 5 – Con mucha profundidad.
- 4 – Con profundidad.
- 3 – Con un poco de profundidad.
- 2 – Con escasa profundidad.
- 1 – No se dio ninguna explicación.

Teniendo en cuenta el gráfico anterior y la escala utilizada, es posible concluir que todas las funciones vistas en los grados 9º y 10º (es decir, en los dos años anteriores) obtuvieron una valoración baja, por lo que se confirman los resultados de la encuesta realizada con el grado 10º.

De acuerdo a los conceptos expuestos anteriormente, es importante promover una serie de actividades pedagógicas que promuevan el interés de los estudiantes a través de elementos propios a su realidad cotidiana. Es así que esta propuesta pedagógica está articulada a través de aspectos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos; a la vez que cuenta de una sucesión de momentos didácticos.

### **8.3.3 Fase de Planificación**

En esta fase se sugiere una planificación concreta y que a la vez cierta flexibilidad, ya que seguramente haya necesidad de corregir y/o adaptar la planificación en el transcurso del proceso investigativo (Suárez, 2002), siendo necesario entre otros requisitos ya abordados en este documento, la elaboración de un plan de acción que se incluye a continuación:

Dentro de los aspectos disciplinares propios de las matemáticas y de los contenidos curriculares presentes en el Plan de Estudios, se busca que los estudiantes logren apropiarse de los siguientes conceptos:

- Reconocimiento y representación de fenómenos periódicos.
- Identificación y visualización de la función *seno*.
- Operación de los parámetros propios de la función seno: Amplitud, Período, Fase y Traslación.
- Combinaciones lineales a partir de la función seno.
- Modulación en Amplitud.

Los principios pedagógicos en los que se apoyará este proceso deberán aportar a los logros propuestos y a desarrollar en los estudiantes las competencias matemáticas según lo expuesto en el Marco Teórico. Para estos fines, la propuesta se fundamentará en:

- Enfoque socioepistémico.
- Visualización.
- Modelación.
- Aprendizaje significativo a través de la construcción de un artefacto.

En esta investigación, el uso de las TICs toma una dimensión diferente a lo usualmente utilizado. Además de recurrir a las aplicaciones informáticas diseñadas para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, se utilizará software para la sintetización y análisis de señales eléctricas y sonido. También se emplearán componentes electrónicos para diseñar y construir circuitos que permitan la modulación y demodulación de señales:

- Aplicaciones de visualización de funciones.
- Generador de frecuencias de sonido.
- Analizador de espectros.
- Construcción de circuitos.



### 8.3.3.1 Contenidos a desarrollar en las clases:

- **Instrumento 03**

**TALLER #01 – Fenómenos periódicos en la naturaleza:** La aplicación de este instrumento consiste en la presentación de diferentes aplicaciones prácticas de las funciones trigonométricas. En el momento inicial de la actividad se mostrará a los estudiantes cómo la función seno permite la representación matemática de diversos fenómenos de la naturaleza y de la vida cotidiana. El objetivo de esta actividad es captar la atención de los estudiantes a través de ejemplos significativos. Dentro de estos fenómenos se enfatizará en la corriente eléctrica, el sonido y las comunicaciones; los que se modelarán utilizando recursos informáticos e instrumentos de medición electrónicos. Al finalizar el taller los estudiantes contestarán un cuestionario con la intención de sintetizar y afianzar el concepto de las funciones trigonométricas como herramienta capaz de representar y modelar fenómenos periódicos.

- **Instrumento 04**

**TALLER #02 – La vibración del sonido:** La actividad principal de este taller consiste en continuar con la construcción del concepto de las funciones trigonométricas como herramienta capaz de representar y modelar fenómenos periódicos. Esta vez se mostrará la aplicación de software capaz de generar sonidos a través de la definición de la frecuencia de una función sinusoidal (Two Channel Frequency Generator) y de otra aplicación para generar notas musicales especificando las frecuencias características de cada nota (NCH Tone

Generator). Con esto se demostrará la íntima relación entre el sonido y la función seno. En el desarrollo de la actividad, inicialmente se mostrará el funcionamiento de cada aplicación y luego se le entregará una lista de tareas que los estudiantes deberán completar, finalizando con una socialización y consignando en el cuaderno las observaciones y conclusiones sobre el trabajo.

- **Instrumento 05**

**TALLER #03 – Las ondas electromagnéticas y las telecomunicaciones:** La realización de esta actividad implica la explicación apoyada en imágenes, del espectro electromagnético. Luego de la socialización, los estudiantes completarán un cuestionario relacionando elementos tecnológicos con su rango dentro del espectro electromagnético; y al espectro electromagnético con la función seno y sus principales elementos (amplitud, frecuencia y fase).

- **Instrumento 06**

**TALLER #04 – Construcción de la función seno y coseno:** Esta actividad está pensada para que los estudiantes puedan observar la construcción dinámica e interactiva de la función seno a través de aplicaciones creadas en GeoGebra y disponibles de forma pública en el repositorio Geogebra Tube en [www.geogebraTube.org](http://www.geogebraTube.org). Al inicio de la actividad se explica el proceso de construcción de las funciones seno y coseno utilizando la proyección en video de las aplicaciones. Luego de la socialización los estudiantes completan los cuestionarios para afianzar los conceptos aprendidos y construye de forma manual la gráfica de la función seno en papel milimetrado.

- **Instrumento 07**

**TALLER #05 – Visualización de la función seno:** En este taller se trabajará en la visualización de diferentes funciones sinusoidales y en la variación de sus parámetros utilizando la aplicación de calculadora gráfica en línea Desmos Graphing Calculator. Se calcularán también combinaciones lineales de funciones

sinusoidales. Inicialmente el docente presentará la herramienta y su utilización, luego los estudiantes realizarán las actividades propuestas en la guía de trabajo. La intención es exponer a los estudiantes ante un gran número de representaciones gráficas a fin de que puedan deducir como se modifica la gráfica al manipular sus parámetros principales: amplitud, frecuencia, fase y traslación. Es importante también el ejercicio de combinaciones lineales, con el fin de que los estudiantes puedan visualizar las diferentes construcciones que se pueden lograr con este tipo de funciones.

- **Instrumento 08.**

**TALLER #06 – Las comunicaciones en el sistema de modulación AM:** Este taller consiste en la explicación de los principios de modulación y demodulación. Uniendo los dos fenómenos anteriores, se explicará el sistema de transmisión radiofónico a través del sistema de Amplitud Modulada AM. Para afianzar, visualizar y significar este aprendizaje, los estudiantes realizarán la modulación de funciones sinusoidales así como de funciones producto de la combinación lineal de funciones sinusoidales utilizando la aplicación web Desmos Graphing Calculator.

- **Instrumento 09.**

**TALLER #08 – Construcción de un receptor AM:** Esta es la actividad final del proyecto, en la que se introducirán al diseño y construcción de circuitos electrónicos. Utilizando los principios básicos de la electrónica, los educandos estudiarán el circuito de un receptor de radio AM. Luego los estudiantes formarán grupos de trabajo para la construcción y ensayo del circuito, utilizando los modelos propuestos. Estos modelos son circuitos muy sencillos, incluso artesanales ya que por ejemplo, el circuito receptor no utiliza siquiera fuentes de energía como pilas, baterías o corriente eléctrica, alimentándose únicamente de la energía propia de las ondas electromagnéticas.

Dentro de la realización del laboratorio se contempla utilizar varias clases para presentar, organizar, realizar y socializar la actividad. Estos momentos del laboratorio se desarrollarán en el siguiente orden:

- 1) Socialización de los objetivos del laboratorio.
- 2) Exposición de los circuitos a construir.
- 3) Elaboración de una lista de materiales.
- 4) Conformación de los grupos de trabajo.
- 5) Realización del laboratorio.
- 6) Socialización, retroalimentación y redacción del informe.

#### **8.3.4 Fase de Acción-Observación**

En esta fase encontramos el desarrollo de las acciones planificadas y la aplicación de los instrumentos diseñados en la fase anterior en un proceso de retroalimentación permanente. No solamente se refiere la aplicación de las actividades propuestas, sino que también a la medición de las acciones emprendidas y su impacto frente a los objetivos propuestos; teniendo en cuenta que “Debemos considerar la observación como una realidad abierta, que registre el proceso de la acción, las circunstancias en las que ésta se realiza, y sus efectos, tanto los planificados como los imprevistos.” (Suárez, 2002, p.45).

De esta forma, se aplican los diferentes talleres que apuntan a una propuesta didáctica, cuya última finalidad es lograr un aprendizaje significativo a través de una transposición didáctica que articule el aprendizaje de la función seno con los principios básicos de la electrónica y las telecomunicaciones. Estas actividades serán valoradas por los estudiantes respondiendo un pequeño cuestionario de entre tres y cuatro preguntas, que serán calificadas de 1 a 5 de acuerdo al siguiente criterio:

- 1 – nada útil.
- 2 – no muy útil.
- 3 – algo útil.
- 4 – bastante útil.
- 5 – totalmente útil.

Luego de cada taller realizado, los estudiantes calificarán el taller y este será entregado al docente para su tabulación. Se realizará un promedio de las valoraciones de cada pregunta y será presentado en un gráfico con su correspondiente análisis de desempeño.

### 8.3.4.1 Acción

En esta fase se explica la forma en que se desarrollan las actividades, los momentos y los tiempos requeridos para la aplicación de cada instrumento. De igual forma, se especifican los recursos, materiales y equipos necesarios para realizar la actividad.

*Tabla 1 - Planeación Instrumento N°3*

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	15 minutos.
Explicación	Apoyado en proyección de diapositivas.	25 minutos.
Socialización	Diálogo de retroalimentación.	15 minutos.
Cierre	Resolución del cuestionario. Reflexiones, conclusiones y	35 minutos.

	retroalimentación.	
--	--------------------	--

**Recursos:** Computador con video proyector e impresiones para los estudiantes (dos páginas para cada uno).

**Nota:** Se realizó en una hora de clase y se continuó en la siguiente

*Tabla 2 - Planeación Instrumento N°4*

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	20 minutos.
Explicación	Apoyado en los computadores de los estudiantes.	20 minutos.
Socialización	Trabajo en parejas de estudiantes con computadores propios realizando las actividades de la guía.	50 minutos.
Cierre	Reflexiones, retroalimentación y conclusiones.	20 minutos.

**Recursos:** Computador con video proyector y sistema de sonido. Impresiones para los estudiantes (una página para cada uno). Computadores portátiles de los estudiantes.

*Tabla 3 - Planeación Instrumento N°5.*

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos.	10 minutos.

	Contextualización.	
Explicación	Apoyado en proyección de diapositivas.	25 minutos.
Socialización	Diálogo de retroalimentación.	10 minutos.
Cierre	Resolución del cuestionario. Reflexiones y conclusiones.	10 minutos.

**Recursos:** Computador con video proyector e impresiones para los estudiantes (una página para cada uno).

*Tabla 4 - Planeación del Instrumento N°6*

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	10 minutos.
Explicación	Apoyado en computador con video proyector con acceso a internet. Puesta en común.	15 minutos.
Socialización	Consignación de las conclusiones individuales. Trabajo individual de los estudiantes construyendo la función seno.	25 minutos.
Cierre	Reflexiones y conclusiones.	5 minutos.

**Recursos:** Computador con video proyector y acceso a internet. Impresiones para los estudiantes (una página para cada uno). Computadores portátiles de los estudiantes.

Tabla 5 - Planeación del Instrumento N°5.

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	10 minutos.
Explicación	Apoyado en computador con video proyector con acceso a internet. Puesta en común.	40 minutos.
Socialización	Consignación de las conclusiones individuales. Trabajo individual de los estudiantes construyendo la función seno.	40 minutos.
Cierre	Reflexiones y conclusiones.	20 minutos.

**Recursos:** Computador con video proyector y acceso a internet. Impresiones para los estudiantes (una página para cada uno). Computadores portátiles de los estudiantes.

Tabla 6 - Planeación del Instrumento N°6.

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Requerido</b>
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	10 minutos.
Explicación	Apoyado en computador con video proyector.	15 minutos.
Socialización	Trabajo en parejas de estudiantes con computadores propios realizando las actividades de la guía.	25 minutos.



Cierre	Reflexiones y conclusiones.	10 minutos.
--------	-----------------------------	-------------

**Recursos:** Computador con video proyector e impresiones para los estudiantes (una página para cada uno).

### Instrumento 09

Esta actividad se realizará en la modalidad de laboratorio para dar la oportunidad de construir un artefacto cuya fundamentación está en la aplicabilidad de la función seno. En la aplicación de este instrumento se socializará previamente el objetivo del laboratorio, así como los componentes a utilizar y su función dentro del artefacto. De igual forma se entregará a los estudiantes una guía con la descripción de la actividad, el diseño del circuito y las indicaciones para el montaje y operación del mismo.

*Tabla 7 - Planeación del Instrumento N°7.*

Momento	Actividad	Tiempo Requerido
Inicialización	Organización de los estudiantes, salón y equipos. Introducción de la actividad y objetivos. Contextualización.	10 minutos.
Explicación	Explicación de la construcción	25 minutos.
Socialización	Trabajo en grupos de estudiantes.	60 minutos.
Cierre	Reflexiones y conclusiones.	20 minutos.

**Recursos:** Impresiones para los estudiantes (una página para cada uno). Tubos de PCV, alambre de cobre esmaltado, un diodo de germanio, un capacitor variable, un protoboard o tablero de madera con chinchetas de plástico, alambre de cobre de cualquier medida para la construcción de la antena (35 metros aproximadamente), pinzas de conexión.

#### **8.3.4.2 Observación**

Luego de realizar cada taller, estos son sometidos a la valoración por parte de los estudiantes quienes emiten su juicio sobre la pertinencia, eficacia y nivel de significación de la actividad. Se adjunta los siguientes gráficos correspondientes a la valoración de cada taller.

## Valoración Instrumento 03

- El taller me resultó útil para entender qué es un fenómeno periódico.
- La actividad me permitió entender la relación entre frecuencia y período de forma natural, intuitiva y dinámica.
- Se abrió un espacio para la argumentación y la proposición de ideas, facilitando la comprensión de la actividad.
- La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.

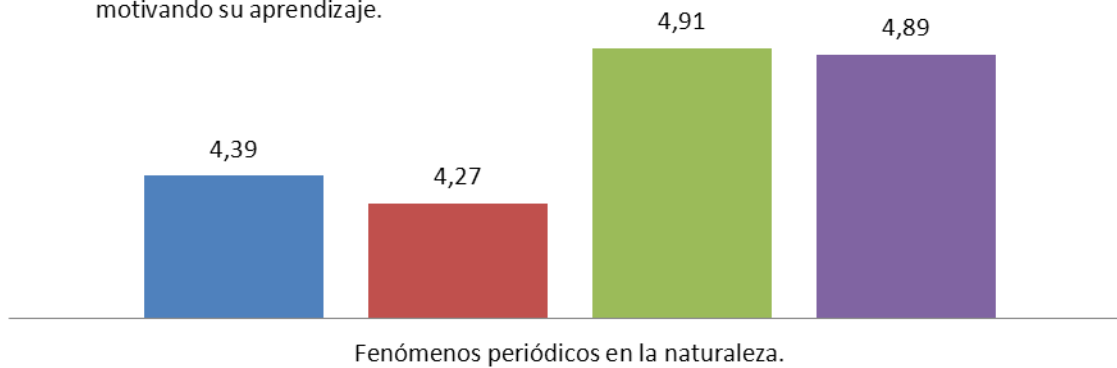


Gráfico 2 - Valoración del taller N° 1 (Instrumento #03)

De acuerdo a los resultados obtenidos de la valoración del instrumento 03, encontramos que los estudiantes encontraron que el taller les resultó útil para entender qué es un fenómeno periódico y la relación entre los conceptos de frecuencia y período. Por otro lado, valoraron de forma muy superior el espacio para la discusión y proposición de ideas y opiniones, así como también el hecho de que la actividad estuvo basada principalmente en la aplicabilidad de los objetos matemáticos; aportando estos dos aspectos a la comprensión y a la motivación frente a la temática.

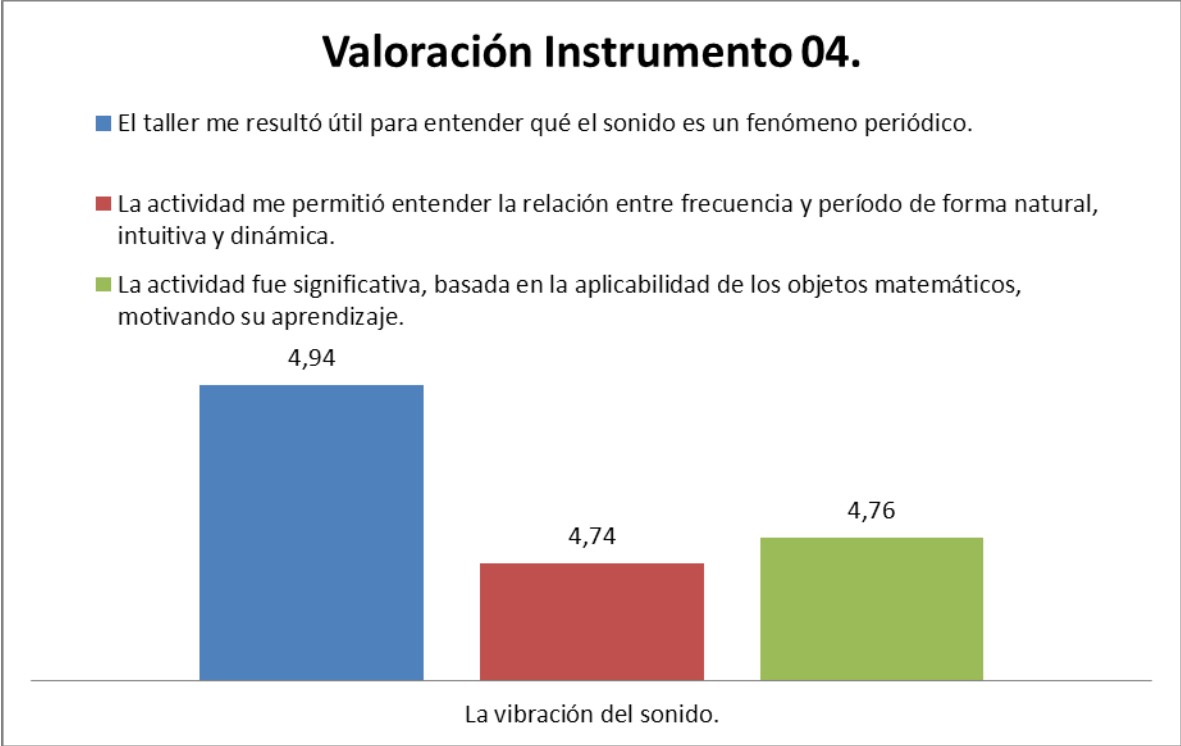


Gráfico 3 - Taller N°2 (Instrumento #04)

Al analizar la valoración por parte de los estudiantes del instrumento 04, se puede evidenciar la utilidad de esta actividad para la comprensión del sonido como un fenómeno periódico, así como el refuerzo y la profundización de los conceptos de frecuencia y período; conceptos introducidos en el instrumento anterior pero que en esta oportunidad obtuvo una valoración muy superior, lo que evidencia la profundización y apropiación de estos conceptos. De igual forma, el instrumento fue muy bien valorado desde el punto de vista de su significación y de la motivación producida por las actividades propuestas.

## Valoración Instrumento 05

- El taller me resultó útil para entender qué son las ondas electromagnéticas y para que sirven.
- La actividad me permitió entender existen varios fenómenos periódicos que se representan con el mismo tipo de onda.
- Luego de completar este taller, estoy en condiciones de reconocer distintos fenómenos periódicos, las gráficas y formas de ondas que los representan, así como el significado de Amplitud, Frecuencia y Período.
- La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.

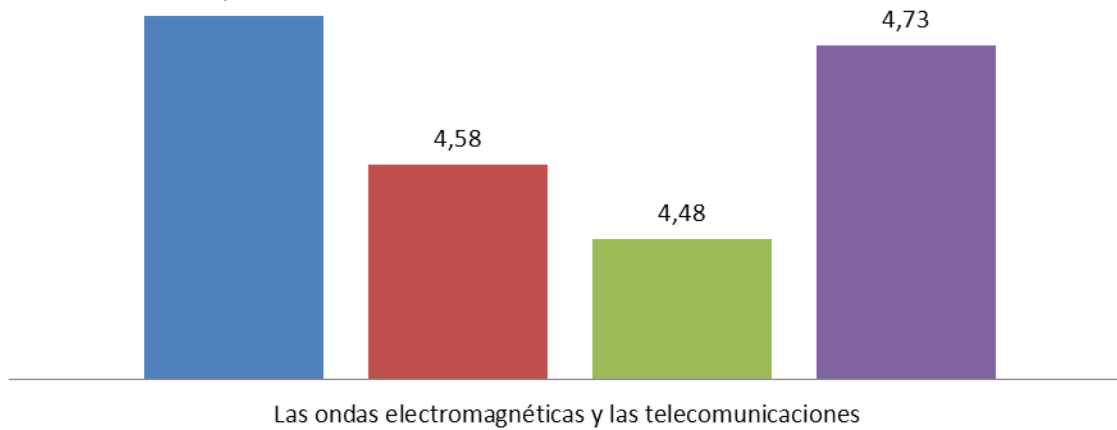


Gráfico 4 - Taller N° 3 (Instrumento #05)

En las gráficas correspondientes al instrumento 05, se pueden apreciar que la valoración de los estudiantes fue superior en los aspectos relacionados a la comprensión de las ondas electromagnéticas como fenómenos periódicos y su aplicabilidad, de igual forma respecto a la significación y motivación frente al aprendizaje. Por otro lado, dieron valoraciones altas frente a la representación de distintos fenómenos periódicos a través de las ondas y a la profundización de los conceptos de frecuencia, período y amplitud.

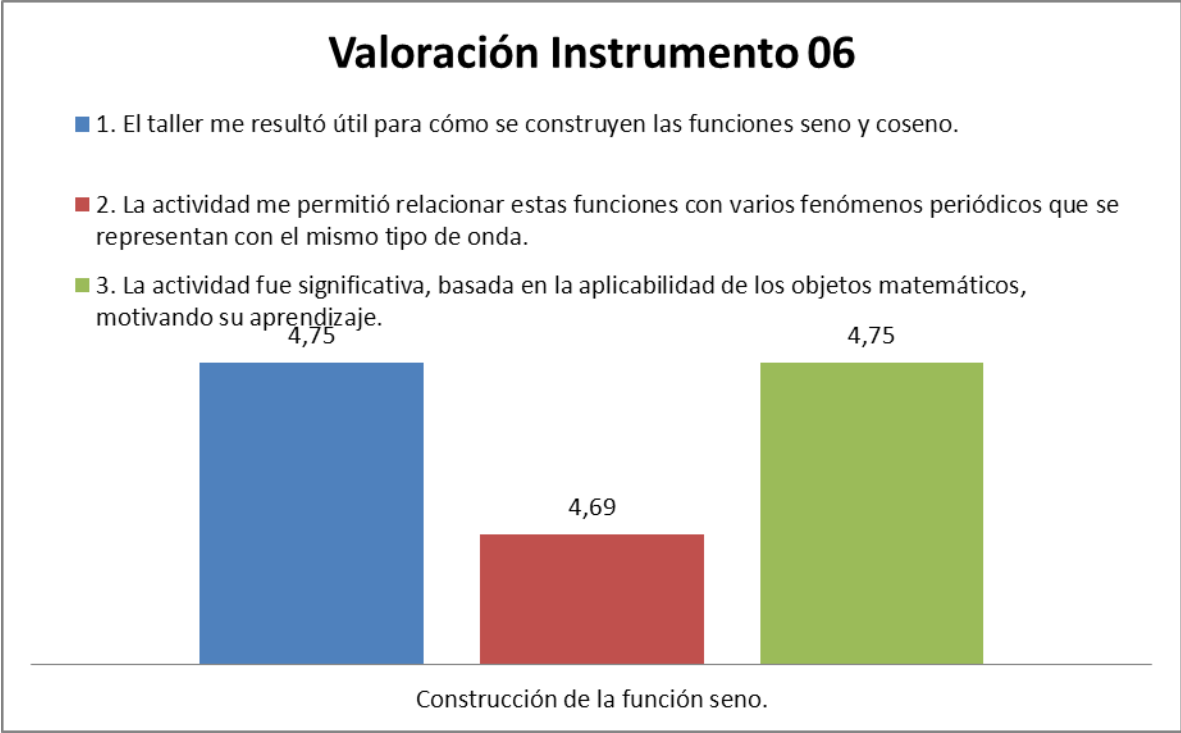
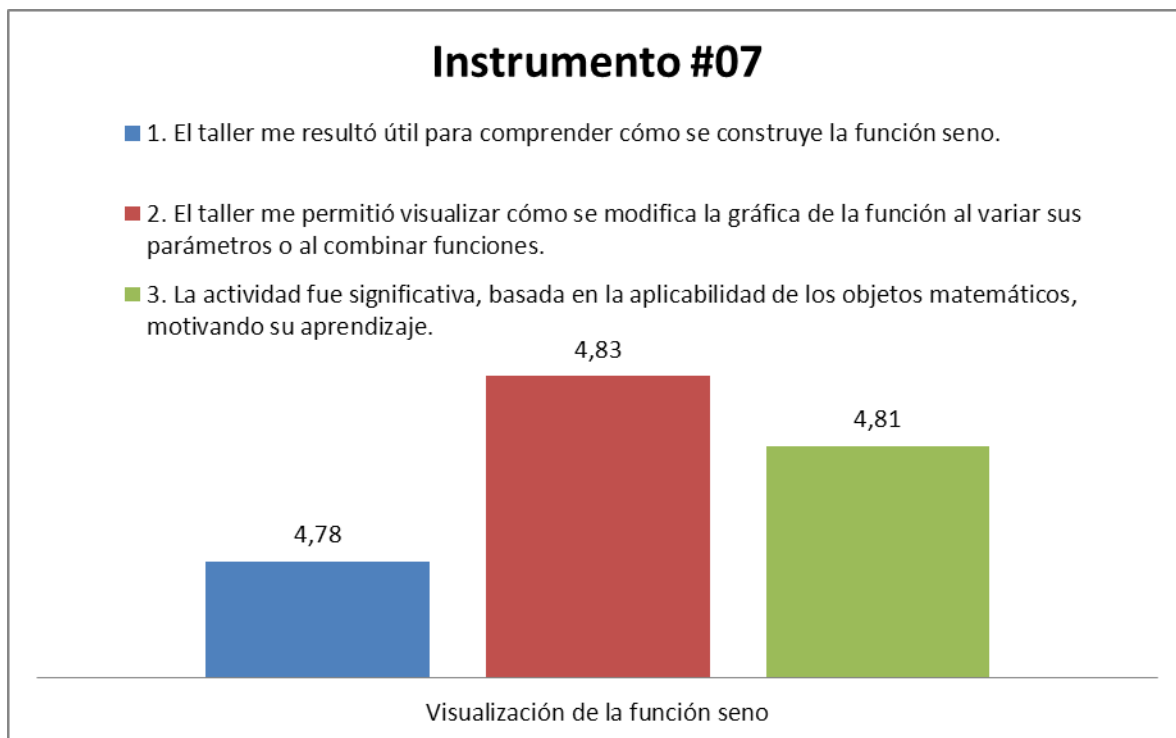


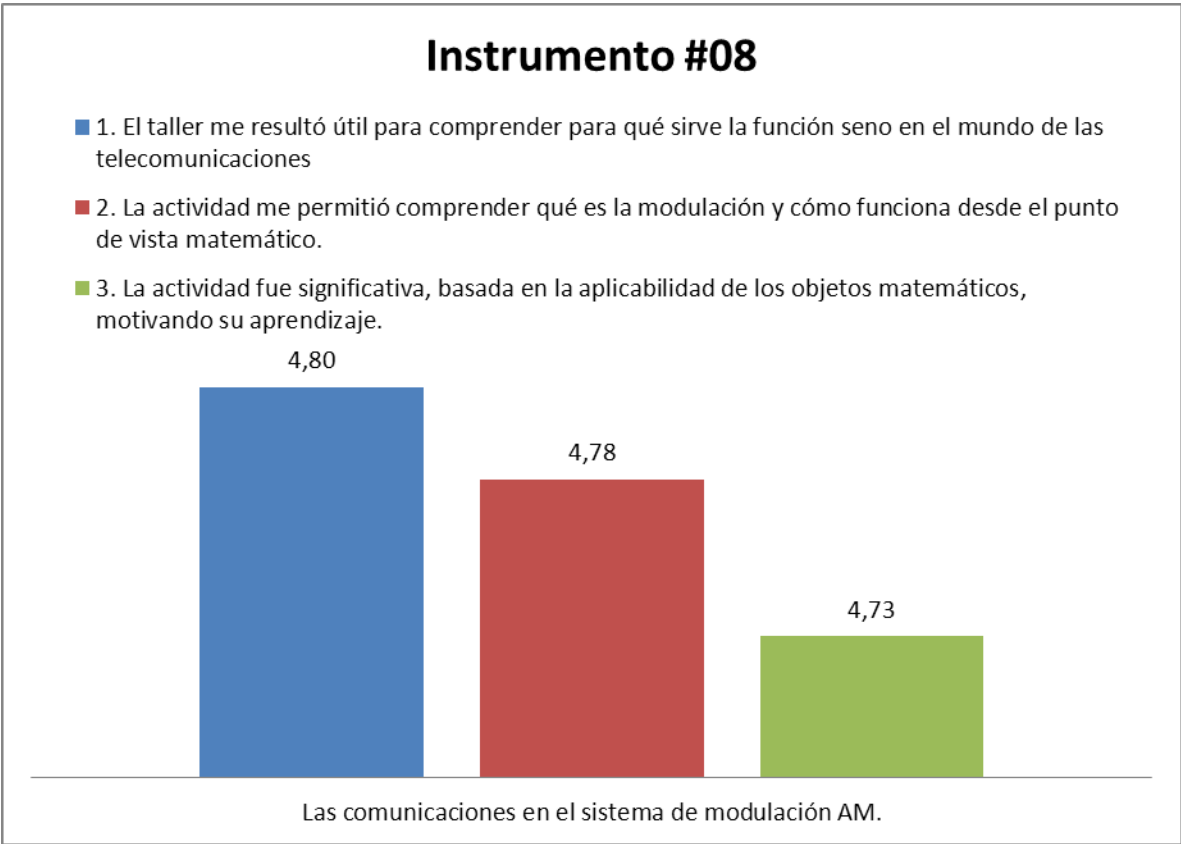
Gráfico 5 - Taller N°4 (Instrumento #06)

En el instrumento 06 los estudiantes por fin se encontraron frente a la construcción de las funciones seno y coseno. Conceptos que de acuerdo a la valoración que dieron del instrumento, pudieron comprender con bastante profundidad así como la importancia de estas funciones en la representación de fenómenos periódicos. Como se puede observar, las tres valoraciones estuvieron en el rango superior. De acuerdo a las valoraciones obtenidas hasta este punto, es posible inferir que los estudiantes se han sentido motivados con el enfoque que se le ha dado a la temática y que la transposición didáctica ha sido exitosa hasta el momento.



*Gráfico 6 - Taller N°5 (Instrumento #07)*

Al analizar los resultados de la valoración del Instrumento #07, se puede evidenciar que los estudiantes encontraron de gran utilidad para entender como se realiza la construcción de las gráficas de la función sinusoidal; de igual forma lo consideran de gran utilidad para entender cómo se modifica la gráfica de la función al modificar parámetros tales como amplitud, frecuencia y fase. Es importante destacar que no se pudo realizar la actividad en el colegio, ya que se presentaron problemas con la conectividad a internet. No obstante se realizó la explicación en la clase con proyección de video, mostrando algunos ejemplos de cómo operar la aplicación y dando pautas de las observaciones que los estudiantes debían realizar. Luego los estudiantes realizarían la actividad como tarea en sus casas.



*Gráfico 7 - Taller N°6 (Instrumento 08)*

Realizando un análisis a los resultados de la valoración del instrumento #08, se destaca la aprobación por parte de los estudiantes de la actividad realizada. Es importante destacar el gusto que han manifestado sobre la estrategia de utilizar fenómenos de la vida cotidiana como mediación del abordaje de los objetos matemáticos. Una vez más, los tres aspectos evaluados obtuvieron una valoración superior. Otro aspecto interesante observado en las sesiones de trabajo con los estudiantes, son las manifestaciones de asombro y satisfacción por la facilidad con que logran comprender los contenidos conceptuales a través del estudio de ejemplos prácticos y la mediación de la calculadora gráfica.



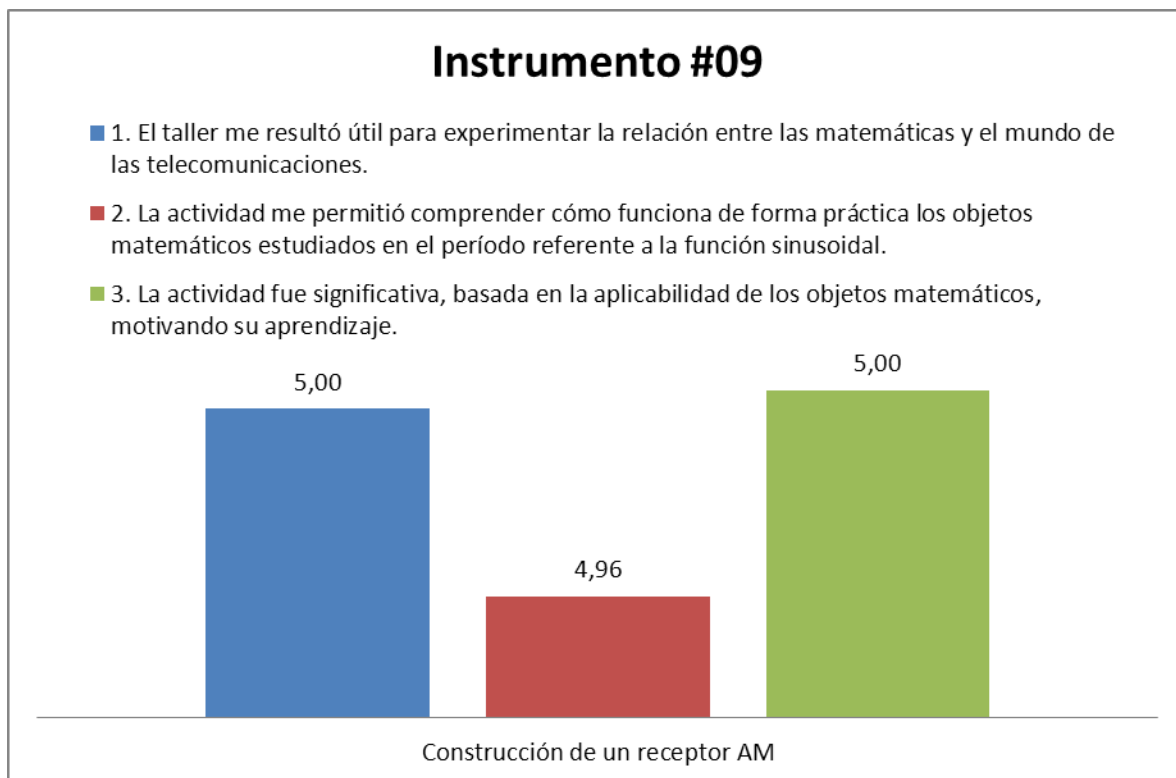


Gráfico 8 - Taller N°7 (Instrumento #09)

El análisis de la valoración de este taller – laboratorio, arroja las valoraciones más altas por parte de los estudiantes en comparación con los otros instrumentos. Siendo en los tres aspectos virtualmente 5. Sin duda, el hecho de haber llegado a realizar un experimento práctico, a generado un estado de motivación muy elevado respecto a la propuesta didáctica y frente a la asignatura. Es posible afirmar además, que la alta valoración corresponde también a que los estudiantes han disfrutado mucho el proceso y se encuentran satisfechos con la propuesta. De estas valoraciones, de testimonios escritos por los estudiantes y de las observaciones realizadas en el aula; se puede concluir que se hace urgente la incorporación de actividades prácticas y transposiciones didácticas que vinculen la enseñanza de las matemáticas con otras ciencias y con fenómenos y tecnologías presentes en la vida cotidiana; favoreciendo el aprendizaje de los objetos matemáticos a través de su aplicabilidad.

## 9 ANALISIS DE RESULTADOS

En la fase de análisis de los resultados obtenidos, se destacan los logros alcanzados de acuerdo a los objetivos específicos y otras perspectivas o apreciaciones que ayuden a enriquecer la experiencia investigativa. Como punto de partida, se tiene las valoraciones realizadas por parte de los estudiantes de los instrumentos trabajados en el aula, así como también las entrevistas y encuestas realizadas en la fase diagnóstica.

Es de esta forma que se puede analizar que los estudiantes manifestaban una satisfacción baja respecto a los niveles de significación de los enfoques didácticos en la enseñanza de matemáticas en los grados superiores de la Básica Secundaria y Media. A lo largo de la aplicación de la propuesta, se evidencia una satisfacción mayor al cambiar la didáctica hacia la transposición didáctica basada en la fenomenología. Continuando con esta línea, se concluye que la propuesta tuvo éxito en generar actividades que resulten significativas y faciliten el aprendizaje de los objetos matemáticos, en el caso particular de la función trigonométrica seno.

## 10 CONCLUSIONES

- 1) El proceso de enseñanza de funciones en los grados 9º y 10º en general y en particular de la función trigonométrica seno en el grado 10º del Instituto San Juan de Laboyos, está caracterizado por una metodología lineal y tradicional en la que se estudian los objetos matemáticos como un fin en si mismos. Se evidencia la falta de estrategias orientadas a la creación de transposiciones didácticas que contextualicen y den significado a las temáticas estudiadas. Se recurre en general al proceso de Definición → Fórmula → Tabla de valores → Gráfica → Elementos → Propiedades → Ejercicios; lo que hace de las matemáticas una asignatura aislada de las otras áreas e incluso del mundo y de la naturaleza. Esta abstracción no se corresponde con lo sugerido por el Ministerio de Educación Nacional en los estándares y lineamientos curriculares, ni con la propuesta pedagógica de la institución. Su ejercicio produce falta de interés y de motivación de los estudiantes hacia la asignatura y no es adecuada para la formación de estudiantes matemáticamente competentes, ya que su finalidad es la resolución de ejercicios abstractos a través de un algoritmo o procedimiento y no a la aplicación de estos conocimientos en problemas de la vida real o profesional.
- 2) Es una necesidad urgente la creación de transposiciones didácticas efectivas como recurso para romper el proceso lineal – tradicional de enseñanza. La metodología de abordar los objetos matemáticos a partir de sus aplicaciones en otras disciplinas, en las ciencias y en la tecnología facilita en gran medida la apropiación de los conceptos, generando un nivel de significación elevado que ayuda a que los estudiantes recuerden el aprendizaje por más tiempo. Se pudo evidenciar una respuesta positiva en los estudiantes al reconocer y construir por

si mismos los conceptos de amplitud, frecuencia y período de la función sinusoidal.

- 3) El diseño de la propuesta logró aplicar los fenómenos periódicos, las ondas de sonido, las ondas electromagnéticas y la transmisión del sonido a través de las frecuencias de radio. La opinión de los estudiantes respecto a la propuesta es que:

Es muy buena ya que nos permitió cambiar las percepciones que teníamos respecto al año pasado en cuestiones de que; que si mirábamos un tema no le poníamos el cuidado en que se podía poner en practica sino que lo tomábamos como algo que teníamos que aprenderlo como para pasar el año mas no para que nos servía. Y lo que ocurrió este año fue que todas esas ideas que teníamos cambiaron al realizar mas actividades lúdicas con el profesor que nos daba a conocer que eso que aprendimos a diario lo vivimos.

En fin todos lo que estamos aprendiendo este año nos han ayudado mucho para ponerle más sentido a lo que tenemos, vivimos y lo que hay conocer; otra opinión es que algunos de los estudiantes que eran muy buenos el año pasado este año han bajado su rendimiento [refiriéndose a que participan menos en comparación con el año asado] y los que no tenían mucho interés por las clases este año se ven más motivados por participar. (estudiante de grado 10<sup>o</sup>).

Teniendo en cuenta este testimonio y las observaciones propias del docente investigador, se concluye que la propuesta de transposición didáctica fue exitosa y esta ayudó a generar un aprendizaje significativo en los estudiantes, aumentar su motivación frente a la signatura y formar un ambiente de trabajo diferente, participativo y colaborativo.

- 4) La posibilidad de esta transposición didáctica ofrece un volumen de recursos muy extensa que permite continuar y profundizar el desarrollo de la propuesta. Es evidente que al adoptar una perspectiva interdisciplinar, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos el campo de acción y los recursos didácticos se vuelven más amplios y variados; mientras que al abordarlos con una metodología lineal – tradicional, estos recursos se tornan más estrechos, monótonos, repetitivos, rutinarios y predecibles.

## **11 RECOMENDACIONES**

- 1) Es importante ajustar más detalladamente el cronograma del plan de acción o disponer de cierto margen para poder profundizar los talleres. De igual forma, es necesario planificar con suficiente tiempo la realización del laboratorio para asegurar el correcto desarrollo del mismo.
- 2) A pesar de que la institución y la mayoría de los estudiantes contaban con los recursos tecnológicos requeridos (computadores y conexión a internet), se presentaron dificultades técnicas que complicaron la realización de algunos talleres. Se debe asegurar este aspecto o disponer de estrategias alternativas para superar estos contratiempos.
- 3) De acuerdo a algunos comentarios de los estudiantes, debe considerarse la inclusión de pruebas por competencias para asegurar el compromiso de todos los grupos frente al proceso. Si bien esta posibilidad se contempló en algún momento, esto alargaría más el plan de acción y la idea era generar una forma de motivación diferente, a través de la curiosidad y no por medio de una calificación. Como medio de evaluación y calificación se tuvo en cuenta la realización de los talleres, la construcción de gráficas en papel milimetrado y la participación en las socializaciones.

## 12 BIBLIOGRAFÍA

- Albert, A. L. (1962). *Electrónica y dispositivos electrónicos*. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
- Anzures, R., Naranjo, C., & Adame, H. (1973). Aplicación de los principios del análisis experimental del comportamiento a la rehabilitación de niños con retraso en el desarrollo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol. 5, núm. 3, pp. 325-354.
- Arias, G. (2009). *Pretensiones de científicidad de la pedagogía desde las condiciones de la enseñabilidad*. Manizales: Universidad de Manizales.
- Brousseau, G. (1990). ¿Que pueden aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la didáctica de las matemáticas? (primera parte). *Revista de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 N°3*, 259-267.
- Buitrago García, L., Romero Roa, J., Ortiz Wilches, L. G., Gamboa Sulvara, J. G., Morales Jaime, D. J., Castaño, J. O., y otros. (2013). *Los Caminos del Saber: Matemáticas 10*. Bogotá: Santillana.
- Cabrera Martín, M. d. (2010). Las funciones trigonométricas: Aplicaciones y uso de las herramientas TIC. *Innovación y experiencias educativas*.
- Cachafeiro Chamosa, L. C., & Rodríguez Mayo, F. M. (1997). Medios electrónicos: gráficas y sonido en las funciones periódicas. *SUMA* 25, 91-96.
- Camacho-Rios, A. (2011). Socioepistemología y prácticas sociales. Hacia una enseñanza dinámica del cálculo diferencial. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 152-171.
- Carbonell González, A., Fernández Lorenzo, C., López Álvarez, J. A., Loureiro González, M., Poyatos Dorado, A., Ramírez Vicente, L., y otros. (s.f.). *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado*. Recuperado el 1 de 10 de 2013, de Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia:  
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia.zip>

- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*, 1. Buenos Aires: Aique.
- CoLoS Group at the University of Murcia. (s.f.). *Teoría básica de Circuitos Eléctricos*. Recuperado el 2 de 10 de 2013, de [http://colos.inf.um.es/r/lab/tutorial\\_es/Circuitos.html](http://colos.inf.um.es/r/lab/tutorial_es/Circuitos.html)
- CONAMAT. (2009). *Geometría y Trigonometría*. México: Pearson Education.
- Departamento de Tecnología Electrónica Universidad de Vigo. (s.f.). *El Diodo*. Recuperado el 2 de 10 de 2013, de <http://www.dte.uvigo.es/recursos/potencia/ac-dc/archivos/diodo.htm>
- Editorial Norma. (2001). *Diccionario de Matemáticas*. Bogotá: Editorial Norma S.A.
- Fermoso, P. (1981). *Teoría de la Educación*. México: Trillas.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*. San Pablo: Paz e Terra SA.
- Freudenthal, H. (2001). *Fenomenología didáctica de las estructuras matemáticas*. México: CINVESTAV.
- Gil Diez, J. M. (1984). *Imago, Biblioteca Santillana de Consulta Nº 11: Electricidad y Magnetismo: su naturaleza y aplicaciones*. Madrid: Grupo Santillana S.A.
- Gil Sánchez, L. (1999). *Introducción a la electrónica digital*. Valencia: Servicio de Publicaciones.
- Godoy, Jesús, Parra, F., & Ávila, R. (2012). Epistemología Y Didáctica De La Matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol. 25*, 775-782.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación. 5ta Edición*. México: Mac Graw-Hill.
- James, G., Burley, D., Clements, D., Dyke, P., Searl, J., Steele, N., y otros. (2002). *Matemáticas avanzadas para ingeniería*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Joshua, S., & Dupin, J. (2005). *Introducción a la didáctica de las ciencias y matemáticas*. Buenos Aires: Colihue.
- Maldonado, S., Montiel, G., & Cantoral, R. (2012). CONSTRUYENDO LA NOCIÓN DE FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA: ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa – Vol. 17* (págs. 371-376). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.

- Marín, W. (29 de 09 de 2010). *Tecnológico de Costa Rica*. Recuperado el 07 de 03 de 2014, de Escuela de Ingeniería Electrónica:  
[www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos\\_basicos\\_previos.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos_basicos_previos.pdf)
- Marín, W. (29 de 09 de 2010). *Tecnológico de Costa Rica*. Recuperado el 07 de 03 de 2014, de Escuela de Ingeniería Eléctrica:  
[www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos\\_basicos\\_previos.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos_basicos_previos.pdf)
- Marín, W. (s.f.). *Tecnológico de Costa Rica*. Recuperado el 7 de 3 de 2014, de Escuela de Ingeniería Electrónica:  
[www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos\\_basicos\\_previos.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos_basicos_previos.pdf)
- Martí, J. (2000). *Universidad de Granada*. Recuperado el 21 de 2 de 2014, de <http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/InvestigacionColaborativa.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Montiel Espinosa, G. (29 de 03 de 2012). *Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación de la Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada*. Recuperado el 6 de 10 de 2013, de Estudio Socioepistemológico de la Función Trigonométrica.: <http://cicataleg-publications.ipn.mx:8080/handle/123456789/1175>
- Mujal, R. (2000). *Tecnología eléctrica*. Barcelona: Edicions UPC.
- Prat Viñas, L. (1998). *Circuitos y dispositivos electrónicos. Fundamentos de Electrónica*. Barclona: Edicions UPC.
- Real Académica Española. (2001). *Diccionario de la lengua española, 22.ª ed.* Madrid: Espasa.
- Serrano, M. (1993). Didáctica de las Matemáticas. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete* N°8, 173-194.
- Suárez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1, 50-56.
- Swokowski, E. W., & Cole, J. A. (2009). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Tartas, J. (1963). Radio Hojita de Afeitar. *Mecánica Popular* Vol. 32, N°1.



Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Telecomunicaciones Electrónicas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Universidad del País Vasco. (s.f.). *El espectro electromagnético*. Recuperado el 2 de 10 de 2013, de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm>

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. (s.f.). *Teoría de circuitos I - U.N.P.S.J.B.* Recuperado el 2 de 10 de 2013, de TUTORIAL Inductores: <http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/inductores/inductores.htm>

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Buenos Aires. (s.f.). *Departamento de Aprendizaje Virtual. Proyectos para Escuelas*. Recuperado el 5 de 10 de 2013, de Funciones trigonométricas: Función seno.: <http://www.dav.sceu.frba.utn.edu.ar/homovidens/lbarrola/3ro.htm>

Zill, D. G., & Dewar, J. M. (2000). *Algebra y Trigonometría*. Bogotá: Mc-Graw Hill Interamericana, S.A.

Zuñiga, S. (04 de 2011). *Sergio Zúñiga*. Recuperado el 16 de 03 de 2014, de CONSTRUYENDO UNA RADIO GALENA BASICA: [http://www.sergiozuniga.cl/02/ex\\_radiogalena/galena.htm](http://www.sergiozuniga.cl/02/ex_radiogalena/galena.htm)

## ANEXO I – INSTRUMENTOS.



### ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA: ¿PARA QUÉ SIRVEN LAS FUNCIONES?



Profesor: El año pasado en grado 9º, ustedes estudiaron algunas funciones. ¿Quién puede decirme cuáles vieron?

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Profesor: ¿Para qué sirve, por ejemplo, la función lineal?

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Profesor: ¿En cuáles problemas de la vida profesional podríamos encontrar la función cuadrática o la función exponencial?

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Profesor: ¿Cómo hubiese afectado su motivación frente a la asignatura si se les hubiese mostrado la utilidad de estas funciones en la vida profesional?

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Profesor: (De acuerdo a las diferentes respuestas de los estudiantes retroalimenta el diálogo mostrando algunas aplicaciones de estas funciones o ampliando las respuestas entregadas por los estudiantes)

*Ilustración 1- Entrevista Semi-Estructurada: ¿Para qué sirven las funciones? - Aplicada a los estudiantes del grado 10º y grabada en video.*



## CUESTIONARIO: ¿PARA QUÉ SIRVEN LAS FUNCIONES?



Valore las siguientes preguntas de acuerdo a la escala: 5 (con mucha profundidad); 4 (con profundidad); 3 (con un poco de profundidad); 2 (con escasa profundidad); 1 (no se dio ninguna explicación)

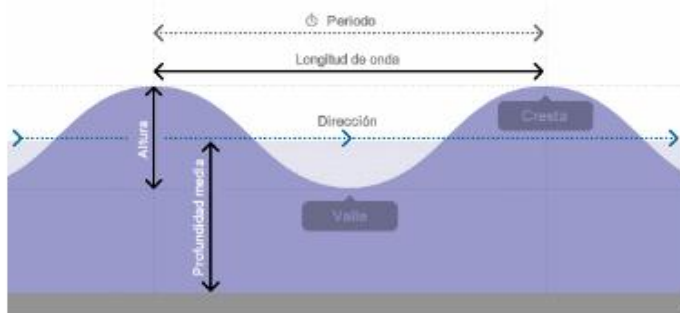
1) Cuando usted estudió la <b>función lineal en grado 9º</b> , ¿se le explicó una o varias aplicaciones de esta función en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional?	
2) Cuando usted estudió la <b>función cuadrática en grado 9º</b> , ¿se le explicó una o varias aplicaciones de esta función en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional?	
3) Cuando usted estudió la <b>función exponencial en grado 9º</b> , ¿se le explicó una o varias aplicaciones de esta función en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional?	
4) Cuando usted estudió la <b>función logarítmica en grado 9º</b> , ¿se le explicó una o varias aplicaciones de esta función en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional?	
5) Cuando usted estudió las <b>funciones trigonométricas en grado 10º</b> , ¿se le explicaron una o varias aplicaciones de estas funciones en otras ciencias, en la vida cotidiana y/o profesional?	

*Ilustración 2 - Cuestionario: ¿Para qué sirven las funciones? - Aplicado a los estudiantes de grado 11º*

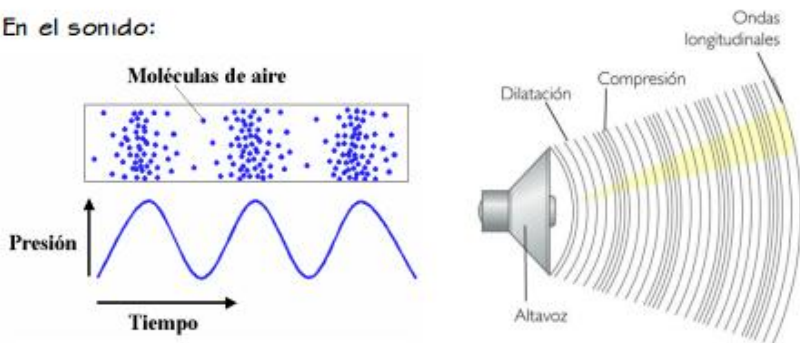
TALLER #01 – Fenómenos periódicos en la naturaleza.

Las ondas son un fenómeno presente en distintos fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo:

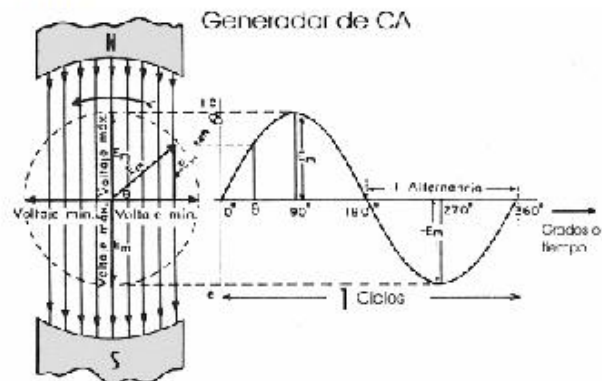
En el mar:



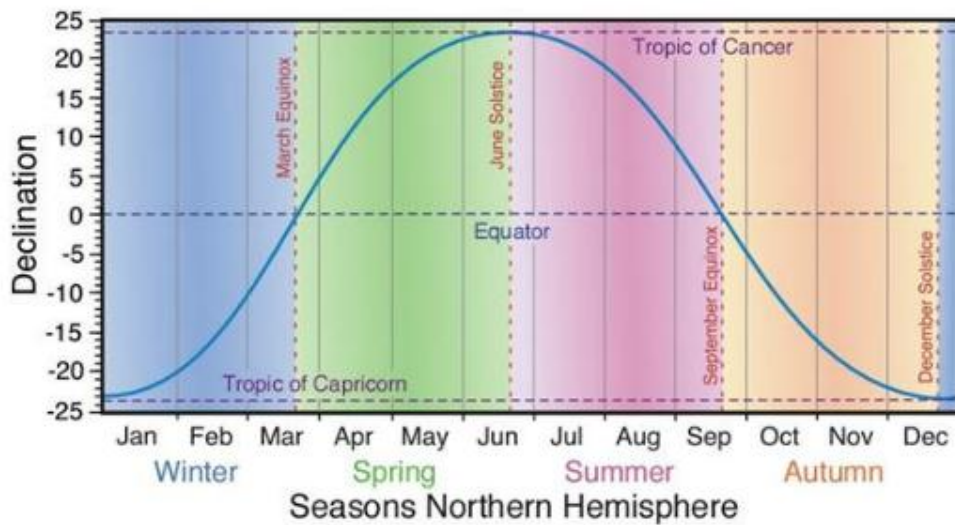
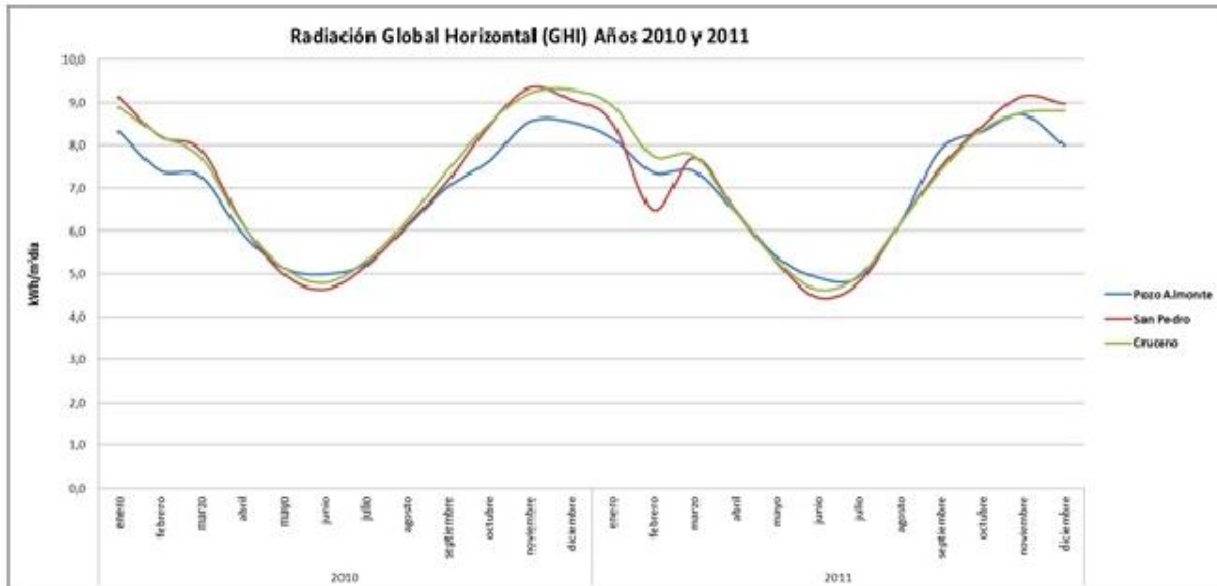
En el sonido:



En la corriente eléctrica:



Para medir la declinación y radiación solar en los meses del año:



**Cuestionario:**

- 1) Luego de observar las imágenes, ¿cómo podríamos definir un fenómeno periódico?
- 2) ¿Qué elementos hallas similares entre los distintos ejemplos?
- 3) Teniendo en cuenta el concepto de función, variable dependiente y variable independiente, ¿cómo pueden interpretarse estos ejemplos?
- 4) ¿Se te ocurre un ejemplo diferente de fenómenos periódicos que se ajusten a éstas similitudes?
- 5) ¿Es posible representar en forma gráfica utilizando una función este ejemplo que pensaste? ¿Cómo sería?

*Ilustración 4 - Taller N°1 - Fenómenos periódicos en la naturaleza - Página 2*

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

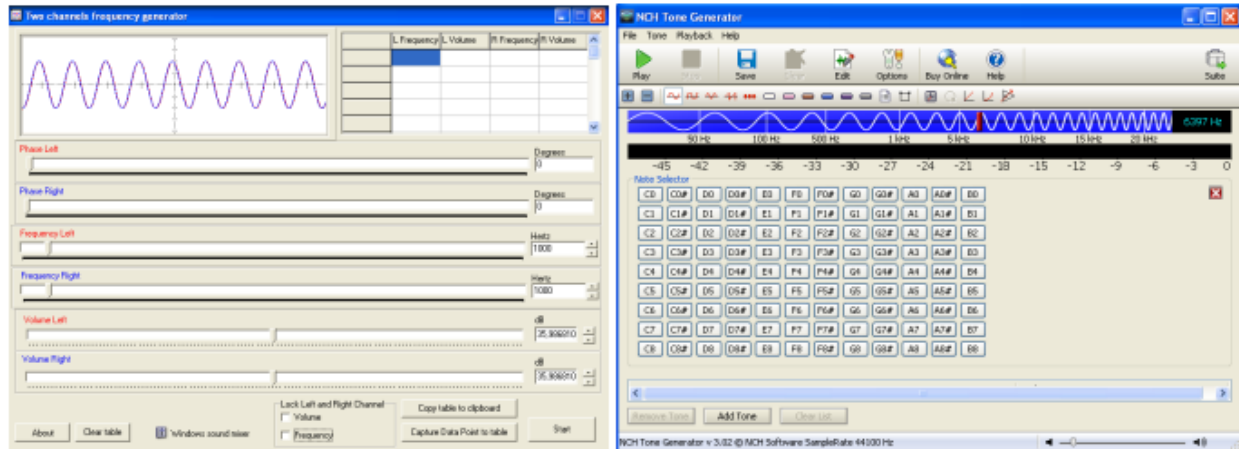
**Taller #01 - Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para entender qué es un fenómeno periódico.	
La actividad me permitió entender la relación entre frecuencia y período de forma natural, intuitiva y dinámica.	
Se abrió un espacio para la argumentación y la proposición de ideas, facilitando la comprensión de la actividad.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

*Ilustración 5 - Taller N°1 - Fenómenos periódicos en la naturaleza - Página 3.*

## TALLER #02 – La vibración del sonido.

Utilizando el software Two Channel Frequency Generator, analizar los sonidos producidos a distintas frecuencias.



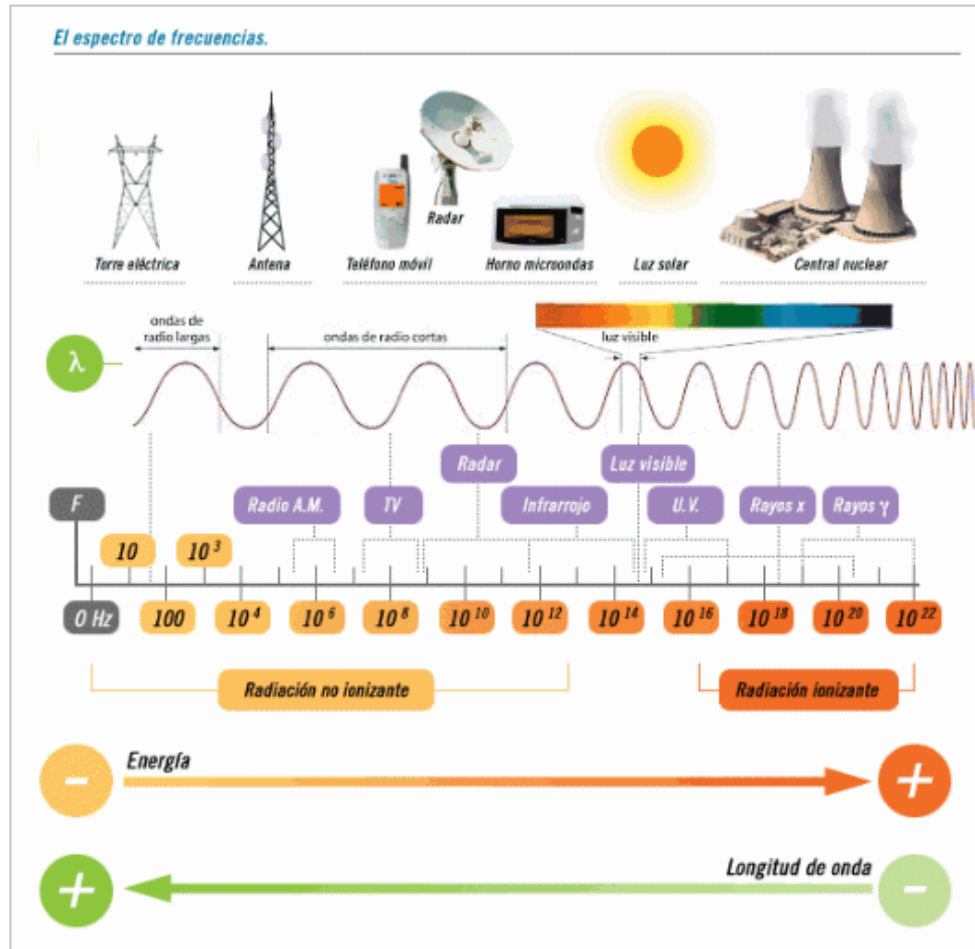
- 1) En el marco "Lock Left and Right Channel" marcar la casilla "Frequency" y variar la frecuencia en 500Hz, 1000Hz, 1500Hz, 2000Hz, 2500Hz, 5000Hz.
- 2) Desmarcar "Frequency" y variar las frecuencias de forma diferencial.
  - a) Canal izquierdo: 100Hz    100Hz    100Hz    100Hz    100Hz  
 Canal derecho: 101Hz    200Hz    500Hz    1000Hz    2000Hz
  - b) Canal izquierdo: 1000Hz    1000Hz    1000Hz    1000Hz    1000Hz  
 Canal derecho: 500Hz    990Hz    995Hz    1001Hz    1010Hz
- 3) Utilizando el software NCH Tone Generator, anotar el valor de la frecuencia de la función sinusoidal para la escala musical #5; tener en cuenta que la escala musical en inglés es C, D, E, F, G, A, B, sin semitonos (#) equivalente a Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si.
- 4) Utilizando el software Zelescope 1.05 (versión de prueba) analizar las formas de las ondas de diferentes sonidos.
- 5) Consigna en el cuaderno y socializa los resultados de tus observaciones ¿Qué relación hay entre los tonos musicales y su forma de onda?
- 6) ¿Qué relación hay entre período y frecuencia?

**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para entender qué el sonido es un fenómeno periódico.	
La actividad me permitió entender la relación entre frecuencia y período de forma natural, intuitiva y dinámica.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

Ilustración 6 - Taller N°2 - La vibración del sonido.

TALLER #03 – Las ondas electromagnéticas y las telecomunicaciones.



**Cuestionario:**

- 1) Nombra cinco sistemas de telecomunicaciones que utilicen el espectro electromagnético.
- 2) ¿Cómo han cambiado nuestro mundo estas tecnologías?
- 3) Averigua en que rango de frecuencia trabajan cada uno de estos sistemas.
- 4) Consulta sobre la forma de onda de estas señales.
- 5) ¿Qué similitudes hay entre estas ondas y a los fenómenos naturales descriptos en la clase anterior?
- 6) ¿Cuáles son sus principales elementos?



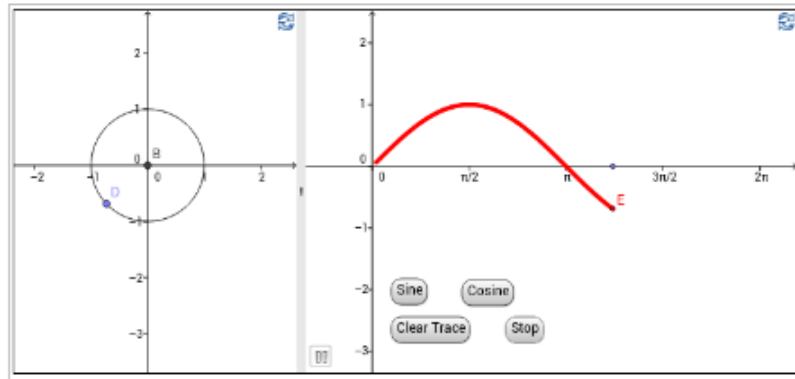
**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para entender qué son las ondas electromagnéticas y para que sirven.	
La actividad me permitió entender existen varios fenómenos periódicos que se representan con el mismo tipo de onda.	
Luego de completar este taller, estoy en condiciones de reconocer distintos fenómenos periódicos, las gráficas y formas de ondas que los representan, así como el significado de Amplitud, Frecuencia y Periodo.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

*Ilustración 8 - Taller N°3 - Las ondas electromagnéticas y las telecomunicaciones. Página 2.*

**TALLER #04 – Construcción de la función seno.**

Analizar la aplicaciones <http://www.geogebra.org/student/m2803>



y <http://www.geogebra.org/student/m2135>



**Cuestionario.**

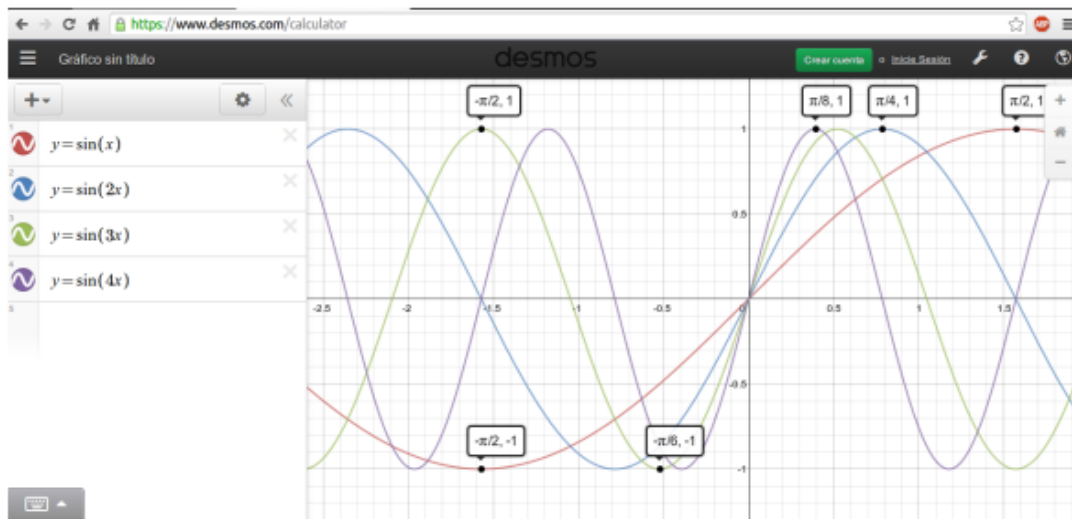
- 1) Construye también la función coseno ¿Qué similitudes hay entre las funciones seno y coseno?
- 2) ¿Qué similitudes hay entre las gráficas de estas funciones y los fenómenos estudiados en los talleres anteriores?
- 3) Realizar la construcción de la funciones seno y coseno en hoja milimetrada junto a las tablas de valores correspondientes. Consulta cuáles serían los valores más idóneos para cada cuadrante.

**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para cómo se construyen las funciones seno y coseno.	
La actividad me permitió relacionar estas funciones con varios fenómenos periódicos que se representan con el mismo tipo de onda.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

*Ilustración 9 - Taller N°4 - Construcción de la función seno.*

TALLER #05 – Visualización de la función seno.



**Actividad.**

Utilizando la Calculadora Gráfica Desmos, calcular las siguientes funciones sinusoidales utilizando [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator). Nótese que como la página está en inglés debe usarse el "." en lugar de la ",", y la expresión **sin** en lugar de **sen**.

- 1) Variando frecuencia:  $f(x) = \text{sen}(x)$        $f(x) = \text{sen}(2x)$        $f(x) = \text{sen}(3x)$        $f(x) = \text{sen}(4x)$
- 2) Variando amplitud:  $f(x) = (0,5)\text{sen}(x)$        $f(x) = \text{sen}(x)$        $f(x) = (1,5)\text{sen}(x)$        $f(x) = 2\text{sen}(x) + 2$
- 3) Variando la fase:  $f(x) = \text{sen}(x + \frac{1}{4}\pi)$        $f(x) = \text{sen}(x + \frac{1}{2}\pi)$        $f(x) = \text{sen}(x + \frac{3}{4}\pi)$        $f(x) = \text{sen}(x + \pi)$
- 4) Combinaciones lineales:  $f(x) = \frac{1}{4}\text{sen}(2x + \frac{1}{4}\pi)$        $f(x) = \frac{1}{2}\text{sen}(2,703x + \frac{1}{2}\pi)$   
 $f(x) = 2\text{sen}(x + \frac{3}{4}\pi)$        $f(x) = \text{sen}(x) + 2\text{sen}(x)$   
 $f(x) = \text{sen}(2x) + \text{sen}(x + \frac{1}{4}\pi)$        $f(x) = \text{sen}(4x) + \text{sen}(2x + \frac{1}{4}\pi)$   
 $f(x) = \text{sen}(x) + 2\text{sen}(2x)$        $f(x) = \text{sen}(2x) + 3\text{sen}(3x)$   
 $f(x) = \text{sen}(2x) + \text{sen}(4x + \frac{1}{4}\pi)$        $f(x) = \frac{1}{4}\text{sen}(4x + \frac{1}{4}\pi) + \frac{1}{2}\text{sen}(x + \frac{1}{2}\pi)$

5) Calcular la función seno a partir de la siguiente fórmula, variando los parámetros (V, f,  $\theta$ ) y anotando como afectan a la función:  $f(x) = V \cdot \text{sen}(2\pi \cdot f \cdot x + \theta)$

V      amplitud máxima (volts): \_\_\_\_\_

f      frecuencia (hertz): \_\_\_\_\_

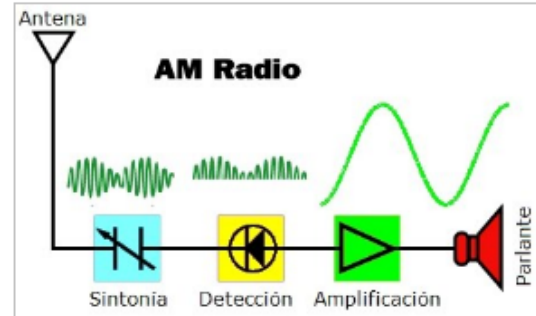
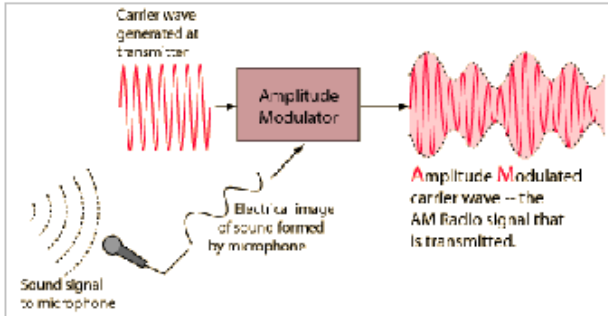
$\theta$       fase (radianes): \_\_\_\_\_

**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para comprender cómo se construyen las funciones seno.	
La actividad me permitió visualizar cómo se modifica la gráfica de la función al variar sus parámetros o al combinar funciones.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

Ilustración 10 - Taller N°5 - Visualización de la función seno.

**TALLER #06 – Las comunicaciones en el sistema de modulación AM.**



Los sistemas de comunicación inalámbrica transmiten información a través de la atmósfera terrestre, pero la información como el sonido que es de baja frecuencia no puede transmitirse de forma eficaz debido a distintos factores que causan interferencia. Por esta razón los sistemas de telecomunicaciones utilizan señales de alta frecuencia para transmitir. Esto hace necesario utilizar mecanismos para insertar la información deseada dentro de la frecuencia utiliza el sistema.

"En los sistemas de comunicaciones electrónicas analógicas, la información de la fuente (señal de información) actúa sobre o modula una señal sinusoidal de frecuencia sencilla. Modular simplemente significa variar, cambiar, regular. Por lo tanto, la información de las fuentes de frecuencia relativamente baja se llama señal de modulación, la señal de frecuencia relativamente alta, sobre la cual se actúa (modulada) se llama la portadora, una señal resultante se llama la onda modulada o señal. En esencia, la información de las fuentes se transporta a través del sistema sobre la portadora." (Tomasi, 2003)

**Ejemplo:**

- 1) Utilizando la calculadora gráfica [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator), graficar las funciones  $f(x)=\text{sen}(x)$  y  $g(x)=\text{sen}(50x)$ .
- 2) Luego hallar el resultado de multiplicar  $f(x)=\text{sen}(x)$  por  $g(x)=\text{sen}(50x)$ .
- 3) Repite el ejercicio multiplicando las combinaciones lineales del TALLER #05 por  $\text{sen}(70x)$ .
- 4) Multiplicar  $f(x)=0,5\text{sen}(3x+2,45)+0,5\text{sen}(2x+0,8901)+0,5\text{sen}(6x+1,111)$  por  $\text{sen}(90x)$ .
- 5) ¿Qué conclusiones puedes sacar de esta actividad?

---



---



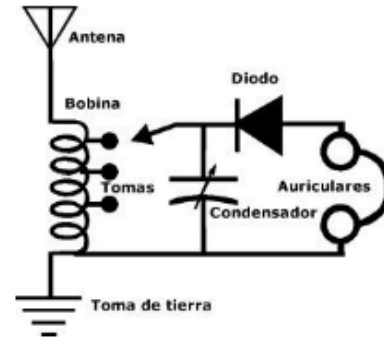
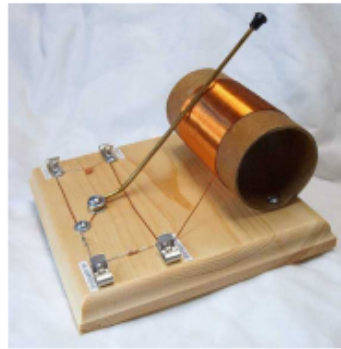
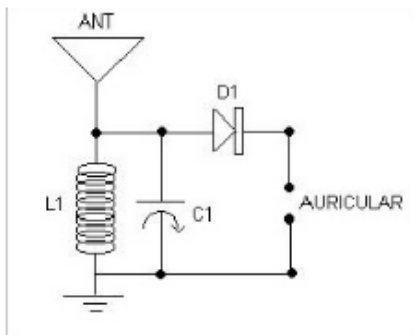
---

**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para comprender para qué sirve la función seno en el mundo de las telecomunicaciones.	
La actividad me permitió comprender qué es la modulación y cómo funciona desde el punto de vista matemático.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

*Ilustración 11 - Taller N°6 - Las comunicaciones en el sistema de modulación AM.*

**TALLER #07 – Construcción de un receptor AM.**



**RADIO A GALENA - Una radio que funciona ¡sin pilas!**

Durante las últimas semanas los fenómenos periódicos, el sonido, las ondas electromagnéticas, la función sinusoidal y los fundamentos del sistema de comunicación de Amplitud Modulada. Para concluir esta etapa del aprendizaje vamos a construir un receptor de radio AM. Este receptor es conocido como "radio Galena" porque los primeros utilizaban un cristal de Galena (sulfuro de plomo – PbS) y una de sus características más notorias es que puede funcionar totalmente sin energía eléctrica, solo necesita aprovechar las propias ondas electromagnéticas de la emisora de radio.

Existen varios diseños diferentes de la radio, combinando distintos componentes y aumentando la complejidad del circuito. Vamos a ver un modelo básico para el cual necesitamos:

- 1) Una antena: para ello es necesario extender un alambre de cobre lo suficientemente largo en un lugar despejado, y sujetarlo en soportes aislados del suelo. Nosotros utilizaremos un alambre de 30 metros aproximadamente.
- 2) Una bobina: Como ya se explicó en clase una bobina es un alambre de cobre esmaltado que se enrolla sobre un tubo de material no conductor. En nuestro experimento utilizaremos un tubo de cartón o plástico de entre 20 y 30 cm de largo.
- 3) Un diodo: es un componente electrónico que permite hacer la demodulación de la señal; es decir, recuperar la señal de baja frecuencia transmitida en la onda portadora de alta frecuencia. Utilizaremos un diodo de germanio.
- 4) Un condensador variable: este componente nos ayudará a sintonizar las estaciones de radio.
- 5) Un auricular de alta impedancia: para finalmente transforma la señal a ondas sonoras. En nuestro experimento utilizaremos un auricular de cristal de cuarzo de 600 ohmios.
- 6) Un polo a tierra: se utiliza para permitir el flujo de la señal y se obtiene con una vara de acero o cobre que se inserta en el suelo.
- 7) Una tabla de madera, con algunos clavos, tornillos o chinchas para sujetar los componentes y alambre de cobre para realizar las conexiones de acuerdo a los circuitos de las figuras y al vistos en clase.

Finalmente, consigna en tu cuaderno un informe sobre el laboratorio, tus conclusiones y apreciaciones sobre la metodología con la que hemos trabajamos durante el período en la temática de fenómenos periódicos, el sonido, las ondas electromagnéticas, la función sinusoidal y los fundamentos del sistema de comunicación.


*Ilustración 12 - Taller N°7 - Construcción de un receptor AM. Página 1.*

**Valoración del instrumento.** (5 = totalmente útil; 4 = bastante útil; 3 = algo útil; 2 = no muy útil; 1 = nada útil)

El taller me resultó útil para experimentar la relación entre las matemáticas y el mundo de las telecomunicaciones.	
La actividad me permitió comprender cómo funciona de forma práctica los objetos matemáticos estudiados en el período referente a la función sinusoidal.	
La actividad fue significativa, basada en la aplicabilidad de los objetos matemáticos, motivando su aprendizaje.	

*Ilustración 13 - Taller N°7 - Construcción de un receptor AM. Página 2.*

## ANEXO II – DOCUMENTOS.

 **Universidad Católica de Manizales**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**APLICACIONES DE LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ELECTRÓNICA, PARA EL APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN SENO.**

**OBJETIVO:**  
Articular los principios básicos de la electrónica en el aprendizaje de las funciones trigonométricas en los estudiantes del grado 10º del Instituto San Juan de Laboyos, de la ciudad de Pitalito, Huila.

**PROCEDIMIENTO:**  
Esta investigación se desarrollará con los estudiantes del grado 10º del Instituto San Juan de Laboyos; a través de la aplicación de encuestas, entrevistas, cuestionarios, talleres y prácticas de laboratorio electrónico junto al desarrollo teórico práctico de los saberes específicos de las funciones trigonométricas.

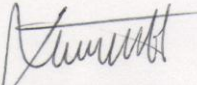
**RIESGOS Y BENEFICIOS:**  
La situación que se intenta abordar con este proyecto investigativo, es la falta de motivación y de ilustración frente a la importancia de las matemáticas – y en particular de las funciones trigonométricas – en el proceso de desarrollo tecnológico de hoy. El principal beneficio de esta investigación es el transformar el aprendizaje de estas funciones para que resulte atractivo, significativo y contextualizado a los estudiantes. Pero aún va más allá, busca crear dentro de los jóvenes el gusto por la ciencia, inquietud por los fundamentos de la tecnología e interés por la innovación. Está previsto que realizará un laboratorio de electrónica para la simulación de circuitos, pero esta actividad no debiera presentar riesgos ya que se utilizarán voltajes muy bajos, imperceptibles para el ser humano.

**CONFIDENCIALIDAD:**  
Cuando los resultados de este estudio sean reportados en revistas científicas o en congresos científicos, los nombres de todos aquellos que tomaron parte en el estudio serán omitidos o tendrán ciertos seudónimos, de manera que solamente usted y el investigador tendrán acceso a estos datos. Por ningún motivo se divulgará esta información sin su consentimiento.

Cualquier información adicional usted puede obtenerla de los investigadores, o directamente con: Federico Xaubet Cairo, celular 3153865973, email: tebuax@gmail.com

**Nota:**  
Se adjuntan las cartas solicitando permisos a la directora del instituto y a los estudiantes para la realización de la propuesta.

Investigador Principal Estudiante Licenciatura en Matemáticas

  
Federico Xaubet Cairo.  
C.E. 347.253

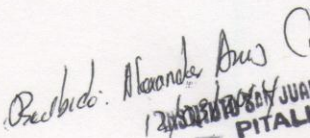
  
12/05/2014  
INSTITUTO SAN JUAN DE LABOYOS  
PITALITO  
DIRECTOR

Ilustración 14 - Consentimiento informado.

Pitalito, 12 de marzo de 2014.

**Sociedad Laboyana para la Educación.**

**Instituto San Juan de Laboyos.**

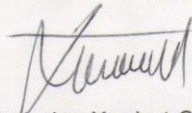
**Directora Esp. María Leonor Valencia.**

**SOLICITUD DE PERMISO.**

Cordial saludo.

Por medio de esta carta, me dirijo a usted para presentar mi solicitud de permiso para realizar las actividades propias del Proyecto de Investigación que estoy realizando en la Universidad Católica de Manizales. Dicho proyecto consiste en el estudio de la transmisión y recepción de radio en amplitud modulada como mediación para el estudio de las funciones trigonométricas. Estas actividades se realizarían con los estudiantes del grado 10° de su institución. Es de aclarar que la información personal de los estudiantes involucrados así como cualquier información sensible se mantendrá bajo total reserva y confidencialidad.

Sin otro particular



Federico Xaubet Cairo.

C.E. 347253

Recibido: Alexander Arce C.  
M. 12/03/2014  
INSTITUTO SAN JUAN DE LABOYOS  
PITALITO  
DIRECTOR

*Ilustración 15 - Solicitud de Permiso a la Institución.*



Pitalito, 12 de marzo de 2014.

**Sociedad Laboyana para la Educación.**

**Instituto San Juan de Laboyos.**

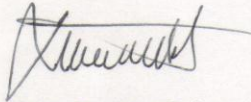
**Estudiantes Grado 10.**

**SOLICITUD DE PERMISO.**

Cordial saludo.

Por medio de esta carta, me dirijo a ustedes para presentar mi solicitud de permiso para realizar las actividades propias del Proyecto de Investigación que estoy realizando en la Universidad Católica de Manizales. Dicho proyecto consiste en el estudio de la transmisión y recepción de radio en amplitud modulada como mediación para el estudio de las funciones trigonométricas. Es de aclarar que la información personal de los estudiantes involucrados así como cualquier información sensible se mantendrá bajo total reserva y confidencialidad.

Sin otro particular



Federico Xaubet Cairo.

C.E. 347253

Ithalia Avata Aldana.  
M. Camila coy cano.  
Paula Montoya Morales!  
Carol Sobino Rodriguez  
Isabella Paez Tiozo  
Paula Alejandra Losada toros  
Maria Alejandra Leiva Vargas  
Camila Andrea Cardozo Sanchez "Ataca"  
Sebastian Perez  
Laura Sofia Puentes Nieto  
Diana Paola Salgado Castro  
Gustavo Adolfo Esquivel Cardenas "Esequiel"  
Esteban Diaz Gomez  
Santiago Vanegas Papirmya "Suso"  
GLORIA VANESSA ROJAS BONILLA  
GERALDIN CORTES ALVIRA  
Leonardo C. Ordoñez Beltran  
Paula Andrea Simacalderón  
Erika Tatiana Espinosa Molina  
Luisa Cristina Pareja Cabrera  
Pavinson Caxos Muñoz.  
Juan Camilo Guzmán Zuñiga  
ERIKA VALENTINA SEMANATE JURADO  
LAURA ISABEL GONZALEZ TESTADA  
Juan Pablo Trujillo Ome  
NICOLAS SILVA GONZALEZ

Ilustración 17 - Solicitud de Permiso a los estudiantes.

## CRONOGRAMA

Tabla 8 - Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES														
Actividad	Resultado	Responsable	Año 2013						Año 2104					
			06	07	08	09	10	11	01	02	03	04	05	06
Determinar la problemática.		Federico Xaubet	X											
Definición de la temática.		Federico Xaubet		X										
Planteamiento del problema.		Federico Xaubet			X									
Descripción el problema, justificación y redacción de objetivos.		Federico Xaubet			X	X								
Construcción del marco teórico.		Federico Xaubet				X	X	X						
Socialización de la propuesta.		Federico Xaubet						X						
Construcción Marco Metodológico.		Federico Xaubet						X	X	X	X			
Aplicación de instrumentos.		Federico Xaubet										X		
Análisis de resultados, conclusiones e informe final.		Federico Xaubet										X	X	
Socialización y valoración de la propuesta de investigación.		Federico Xaubet											X	

## PRESUPUESTO

### Presupuesto Global por Fuentes de Financiación

Tabla 9 - Presupuesto de la Investigación.

RUBROS	LÍDER		TOTAL
	Recurrentes	No Recurrentes	
PERSONAL	\$5'000.000		\$5'000.000
EQUIPOS	\$1'200.000		\$1'200.000
SOFTWARE		\$200.000	\$200.000
MATERIALES		\$100.000	\$100.000
SALIDAS DE CAMPO		\$ 50.000	\$ 50.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO			
PUBLICACIONES Y PATENTES			
SERVICIOS TECNICOS			
VIAJES		\$700.000	\$700.000
CONSTRUCCIONES			
MANTENIMIENTO			
<b>TOTAL</b>			<b>\$7'250.000</b>