



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

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

**ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS RELATIVOS A ONDAS Y  
A LA PROPAGACIÓN DE LA ENERGÍA MEDIANTE DISEÑOS  
EXPERIMENTALES Y COMPUTACIONALES EN EL  
NIVEL MEDIO SUPERIOR.**

***T E S I S***

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)**

**P R E S E N T A:**

**DIONE MURRIETA CABALLERO**

**TUTOR PRINCIPAL:**

**DRA. ROSALBA CASTAÑEDA GUZMÁN  
INSTITUTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA**

**COMITÉ TUTOR:**

**DRA. MARÍA DEL PILAR SEGARRA ALBERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**DRA. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, ENERO 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



## **Agradecimientos**

*A mi papá y mi mamá, quienes me apoyaron para llegar hasta donde estoy y a pesar de todo continuaron escogieron seguir siendo parte de mi vida. A mi hermana Jenny quien ha sido mi principal apoyo en estos años de mi vida. A Minerva quien siempre ha estado siempre que la he necesitado.*

*A Octavio por apoyarme tanto en múltiples aspectos de mi vida e impulsarme siempre a crecer más. A Pascual con cuyo apoyo siempre cuento y siempre me tiene paciencia ante mis dudas. A Atzín, por ser un amigo constante en mi vida y escucharme siempre.*

*A la Dra. Rosalba por aceptar ser mi tutora y apoyarme en todo lo posible siempre que lo necesité. A mi sínodo, Pilar, Nora, José Luis y Leticia por dedicar tiempo a revisar mi trabajo y por sus valiosas correcciones que permitieron mejorar este trabajo.*

*A mis compañeros del posgrado Leonardo y Shirley quienes me apoyaron para encontrar grupos en donde poder aplicar esta propuesta de trabajo. Y a Sofía, Florencio y Marco que me apoyaron en la mejora de los instrumentos de evaluación.*



# Índice general

<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>1. ONDAS MECÁNICAS</b> .....	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Antecedentes.....	13
1.3. Ondas mecánicas .....	14
1.3.1. Gráficas espaciales y temporales de una onda .....	17
1.3.2. Ondas de sonido.....	19
1.3.3. Interferencia.....	20
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	23
2.1. Introducción.....	23
2.2. Paradigma cognitivo .....	23
2.3. Trabajo colaborativo. ....	27
2.4. Modelo inductivo .....	28
<b>3. ESTRATEGIA DIDÁCTICA</b> .....	31
3.1. Introducción.....	31
3.2. Objetivos generales .....	31
3.3. Objetivos específicos.....	32
3.4. Primera práctica docente .....	34
3.4.1. Sesión 1.....	35
3.4.2. Sesión 2.....	40
3.4.3. Sesión 3.....	46
3.4.4. Sesión 4.....	48
3.4.5. Conclusiones de la práctica docente 1.....	51
3.5. Segunda práctica docente .....	52
3.5.1. Sesión 1.....	54
3.5.2. Sesión 2.....	57
3.5.3. Sesión 3.....	62

3.5.4. Sesión 4.....	66
3.5.5. Conclusiones de la práctica docente 2.....	70
3.6. Tercera práctica docente .....	71
3.6.1. Sesión 1.....	72
3.6.2. Sesión 2.....	78
3.6.3. Sesión 3.....	80
3.6.4. Sesión 4.....	85
<b>4. RESULTADOS</b> .....	89
4.1. Primera práctica docente .....	89
4.2. Segunda práctica docente .....	92
4.3. Tercera práctica docente .....	97
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	113
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	117
<b>ANEXOS.</b> .....	119
ANEXO 1. EVALUACIÓN FINAL DE PRÁCTICA DOCENTE 1 .....	119
ANEXO 2. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LA PRÁCTICA DOCENTE 2 ...	121
ANEXO 3. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA DOCENTE 2 .....	124
ANEXO 4. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA DOCENTE 3 .....	128



## **RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta didáctica para la enseñanza de las ondas mecánicas en el bachillerato tomando como base en el paradigma cognitivo, un modelo de enseñanza inductivo y trabajo colaborativo. La aplicación de esta propuesta consiste en cuatro sesiones en la que se alternan las explicaciones del docente, la realización de actividades experimentales con la finalidad de resolver preguntas guías con base en la observación y el análisis de resultados, discusiones de las conclusiones entre los miembros de cada equipo de trabajo y posteriormente entre equipos y el docente, con la finalidad de mantener la atención de los estudiantes en las actividades.

La propuesta didáctica fue aplicada en estudiantes de primer semestre de licenciatura en biología en el semestre 2017-2 y de nivel medio superior en los semestres 2018-1 y 2018-2 cubriendo un total de 7 grupos. Para medir el aprendizaje se utilizaron pruebas escritas iniciales y finales validadas por expertos con preguntas relacionadas con cada uno de los conceptos enseñados. A partir de las observaciones al desempeño de los estudiantes en las sesiones y el análisis de los resultados de las evaluaciones, se realizaron modificaciones al método que resultó con una mejora en los resultados obtenidos en las evaluaciones finales

Se observó que la aplicación resultó en un incremento significativo del porcentaje de estudiantes que comprendieron los conceptos enseñados, además de una notable mejora en el interés de los estudiantes por el tema y la materia, así como una generalizada aceptación por el método de enseñanza.



## **INTRODUCCIÓN.**

Los fenómenos ondulatorios son una rama sumamente importante en el estudio de la física y están presentes en otras áreas de la misma como lo son la acústica, el electromagnetismo y la óptica, entre otros. A pesar de su importancia, los fenómenos ondulatorios no suelen ser bien comprendidos por los alumnos, quienes siguen presentando errores conceptuales incluso a nivel superior (Reinaldo, 2005).

Una onda se puede definir como la propagación de una perturbación periódica de alguna propiedad como podría ser la presión, densidad, campo eléctrico, campo magnético, que transporta energía sin transportar material (French, 1971) El estudio de fenómenos ondulatorios en el nivel medio superior se puede clasificar en dos tipos: Ondas mecánicas (aquellas que requieren de un medio para propagarse) y ondas electromagnéticas (aquellas que transportan perturbaciones en el campo eléctrico y magnético y pueden propagarse en el vacío).

En las escuelas de nivel medio superior en México, como lo son el Colegio de Ciencias y Humanidades (EN CCH, 2016) Preparatoria UNAM (ENP, 2018) se abordan ambos tipos de ondas, siendo las ondas mecánicas las primeras que se incluyen en los planes de estudio y posteriormente la electromagnéticas, ya que en las primeras se enuncian características que poseen ambas como son amplitud, frecuencia, longitud de onda y dirección de propagación. Cabe mencionar que dichos temas se vuelven a retomar en algunas licenciaturas como es el caso de la licenciatura en biología, donde se lleva la materia de física en el primer semestre. Es por ello que se requiere de una comprensión correcta de lo visto en el tema de ondas mecánicas para poder comprender esas mismas propiedades en las ondas electromagnéticas y en los fenómenos ondulatorios en general.

La física es una ciencia factual, sin embargo, su enseñanza debido a falta de recursos, materiales o a falta de preparación del docente suele estar aislada de su comportamiento observable por parte del alumno, lo que genera su desinterés, así como una falta de relación entre el conocimiento formal y el cotidiano. Por esta razón, se propone que la propagación de la energía y las ondas sean presentadas a los alumnos por medio de una enseñanza situada en fenómenos observables y experimentales y de este modo mejorar los resultados de la enseñanza.

En este trabajo se trata la implementación de una propuesta didáctica llevada a cabo en el nivel medio superior para la enseñanza de ondas mecánicas desde el concepto de propagación de la energía y en probar que consiste en un método eficaz para lograr el aprendizaje de las ondas y los conceptos relacionados a las mismas.

La propuesta tomó como base un modelo de enseñanza inductivo o aprendizaje por descubrimiento (Eggen y Kauchak, 2009). Estas estrategias se llevaron a cabo con el uso de módulos experimentales y uso de herramientas de software, con el objetivo de que los estudiantes logaran la comprensión y aplicación de los conceptos relativos a ondas como lo son: medio elástico, dirección de propagación, dirección de oscilación, onda transversal, onda longitudinal, amplitud, frecuencia, longitud de onda, velocidad de propagación, interferencia, así como la dependencias en el sonido que tiene la frecuencia con el tono, la amplitud con la intensidad y la velocidad de propagación con la elasticidad del medio. Además, se buscó que los estudiantes logaran generar e interpretar gráficas temporales y espaciales de una onda.

Para justificar el uso de esta estrategia se realizaron evaluaciones iniciales y finales sobre cada uno de los conceptos para medir su eficacia, así como para conocer qué temas fueron aprendidos de manera eficiente por los estudiantes y cuáles presentaron problemas para mostrar los que requieran un cambio o mejora en su estrategia.

Para explicar todos los aspectos generales y específicos, el trabajo está dividido en cinco capítulos.

En el primer capítulo se presenta el marco teórico, una breve introducción bibliográfica sobre los fenómenos ondulatorios, las ondas mecánicas y las propiedades que presentan este tipo de ondas, así como las ondas sonoras como ondas mecánicas.

En el segundo capítulo se presenta un marco psicopedagógico, una revisión bibliográfica sobre las teorías y estrategias de enseñanza usadas para la implementación de la estrategia usada en este trabajo.

En el tercer capítulo se muestra a detalle la estrategia de enseñanza aplicada

En el cuarto capítulo se muestran los resultados obtenidos en el aprendizaje de los conceptos que se tiene como objetivo enseñar.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones obtenidas del presente trabajo.

# **1. ONDAS MECÁNICAS**

En este capítulo mostraremos los conceptos necesarios sobre ondas que se espera sean capaces de comprender los estudiantes.

## **1.1. Introducción**

Los fenómenos ondulatorios constituyen uno de los campos de estudio más importantes de la física. “Virtualmente cada sistema posee la capacidad de vibración, y la mayoría de los sistemas pueden vibrar libremente en una gran variedad de maneras” (French A.P., 1971, p3). Estos fenómenos podemos observarlos en una gran cantidad de fenómenos naturales como los terremotos, las olas del mar, las ondas del sonido, la propagación de energía mediante calor o la misma luz. Todos comparten en esencia una característica, la periodicidad, es decir, un patrón que se repite una y otra vez que podemos medir en una propiedad física del sistema. Además de esto, tenemos que esta propiedad física se propaga, y con ello propaga energía, sin embargo, la materia del medio (en el caso de que use uno para transportarse) solamente oscila en su posición de equilibrio. A esta perturbación que se propaga es lo que se conoce como “onda”. A continuación, mostraremos cómo se fue entendiendo su naturaleza a lo largo de la historia.

## **1.2. Antecedentes.**

El estudio de las ondas comenzó principalmente con el estudio del sonido. En 1660, Robert Boyle (1627-1691) concluyó que el sonido requiere de un medio como el aire, al observar que el sonido generado por un timbre dentro de una campana de vacío disminuía en intensidad conforme era extraído el aire de la misma. Más tarde, en 1681, el físico inglés Robert Hooke (1635-1703) demostró experimentalmente por primera vez la relación directa que hay entre el tono del sonido escuchado y la frecuencia de vibración de la fuente. Para esto escuchó el sonido generado por un cartón que era golpeado por una rueda dentada girando a velocidad constante, de manera que se generaban sonidos más agudos conforme se aumentaba la

velocidad de giro de la rueda. Probando la relación que hay entre frecuencias bajas con tonos graves y las altas con los agudos. Estos trabajos se vieron complementados seis años después, en 1687, con Isaac Newton (1643-1727) quien realizó el primer tratamiento del sonido en su trabajo “Principia”, posterior a la demostración que la propagación del sonido a través de cualquier fluido, sólo dependía de propiedades físicas (elasticidad, densidad). También calculó teóricamente la velocidad del sonido. Sin embargo, fue hasta 1708 que Brook Taylor (1685-1731) expresó matemáticamente el movimiento de una cuerda vibrante en base a movimientos mecánicos usando de base las observaciones experimentales previas. Finalmente, Lagrange y Euler aplicaron las nuevas ecuaciones diferenciales a las ondas en las cuerdas y el aire.

### 1.3. Ondas mecánicas

Las ondas mecánicas requieren de un medio material para propagarse y la **elasticidad del medio** (propiedad del medio que hace que regrese a su estado de equilibrio una vez que las fuerzas externas cesan sobre él), influirá de manera significativa en el modo y eficiencia con que se propague la onda. Un medio “poco elástico” genera mayores pérdidas de energía durante la propagación de la onda, además de afectar su velocidad de propagación.

Además de la elasticidad influirán en las propiedades de la onda diversos factores más. Para ello suponga una onda viajando en una cuerda como lo indica la siguiente figura.



Figura 1.1. Onda en una cuerda.

De acuerdo a la figura, la perturbación en la cuerda se origina por el movimiento de la mano que va de arriba hacia abajo. Estas perturbaciones (**o pulsos**) se propagan hacia a derecha, por lo que podemos afirmar que **la dirección de propagación** de la onda es a la derecha.

Si observamos la mano que genera las ondas, podemos notar que esta se mueve de arriba hacia abajo, de hecho cada elemento individual de la cuerda está oscilando de arriba hacia abajo, por lo que **la dirección de oscilación** del medio (la cuerda), es de arriba hacia abajo.

Al comparar las direcciones de propagación y de oscilación se observa que estas son ortogonales, a las ondas que tienen este comportamiento se les llama **ondas transversales**.

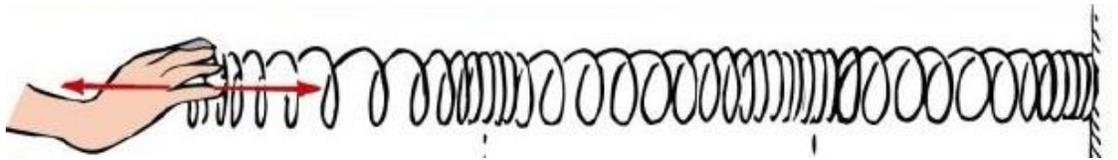


Figura 1.2. Onda en un resorte.

Ahora supongamos como sería la onda en un resorte en donde la perturbación se genera moviendo el resorte de atrás hacia adelante (Fig. 1.2.). En este caso observaríamos que la onda se propaga a la derecha y que la dirección de oscilación del medio es paralela a la dirección de propagación. A este tipo de ondas se le denomina **ondas longitudinales**.

Si el desplazamiento de la mano que está generando las ondas es pequeña, la perturbación observada también lo será y en la misma medida, es decir que la longitud de las oscilaciones del medio también lo será, si la mano se desplaza una mayor longitud las oscilaciones aumentarán también. A la medida del desplazamiento máximo de la posición de equilibrio del medio al pasar la onda es a lo que se le conoce como **amplitud**.

Otra característica de las ondas es la **frecuencia** definida como el número de oscilaciones por unidad de tiempo que ocurren en una onda. Cuando la unidad

de tiempo es de un segundo la unidad correspondiente de la frecuencia son los Hertz, el tiempo en que se completa un ciclo completo al que llamaremos **periodo**, es el inverso de la frecuencia, por ejemplo, una frecuencia de 4 Hertz significa que cada ciclo tardaría  $\frac{1}{4}$  de segundo.

Cuando observamos una onda en el espacio, surge un patrón que se repite, esto es que diversos puntos en el espacio de la onda se encuentran en la misma posición y moviéndose en la misma dirección, además estos puntos están separados entre sí a una distancia constante. A esta distancia se le conoce como **longitud de onda** (Ver figura 1.3).

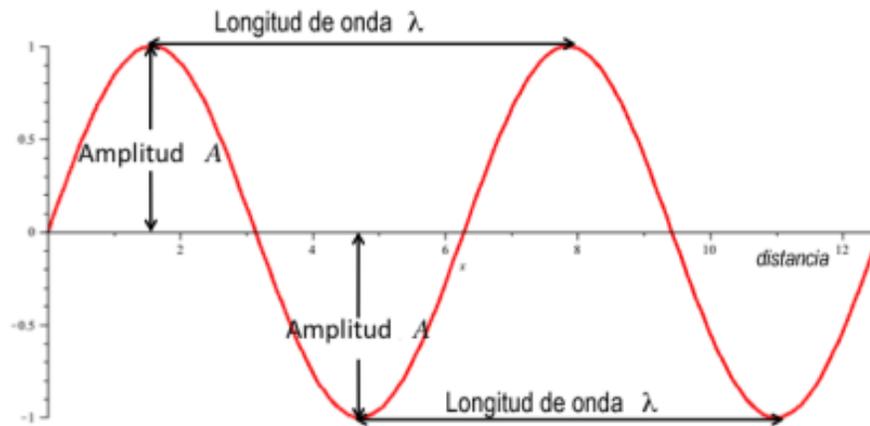


Figura 1.3. Medidas de la amplitud y la longitud de onda en una onda en el espacio.

De acuerdo a lo demostrado por Newton, la velocidad a la que los pulsos se propagan dependerá de características del medio como la densidad o elasticidad, esta velocidad es a lo que se le conoce como **velocidad de propagación** de la onda y si se propaga en un medio que no cambie estas propiedades su velocidad será constante e independiente de propiedades de la onda como la frecuencia, longitud de onda y amplitud.

Dado que la velocidad es constante, la longitud de onda estará dada por lo que recorre la onda antes de completar un ciclo, es decir la velocidad de propagación multiplicada por el periodo de la onda.

$$\lambda = v \cdot T \dots\dots\dots (1)$$

Si despejamos la velocidad y dado que  $1/T$  es la frecuencia ( $f$ ), tenemos:

$$v = \lambda \cdot f \dots \dots \dots (2)$$

### 1.3.1. Gráficas espaciales y temporales de una onda

Una onda no es algo fijo, sino que varía en el tiempo y en el espacio, por tal motivo al graficar en dos dimensiones es necesario fijar ya sea el tiempo en que se midió y registrar los diversos valores de su amplitud a través del espacio o fijar un punto en el espacio y registrar su amplitud a través del tiempo. Por lo tanto, cada tipo de gráfica presenta información distinta y omite la dimensión (tiempo o longitud) que no está registrada.

De una gráfica espacial podemos obtener los valores de amplitud y longitud de onda. Por ejemplo, en la figura 1.4 se observa que la distancia de los puntos máximos o mínimos a la posición de equilibrio es de 3 metros, por lo que su *amplitud* es de 3 metros. De igual manera la distancia entre puntos equivalentes de la onda es de 1 metro, lo que significa una longitud de onda de 1 metro. Ni la frecuencia ni el periodo pueden ser obtenidos aquí pues no hay valores de su dimensión temporal.

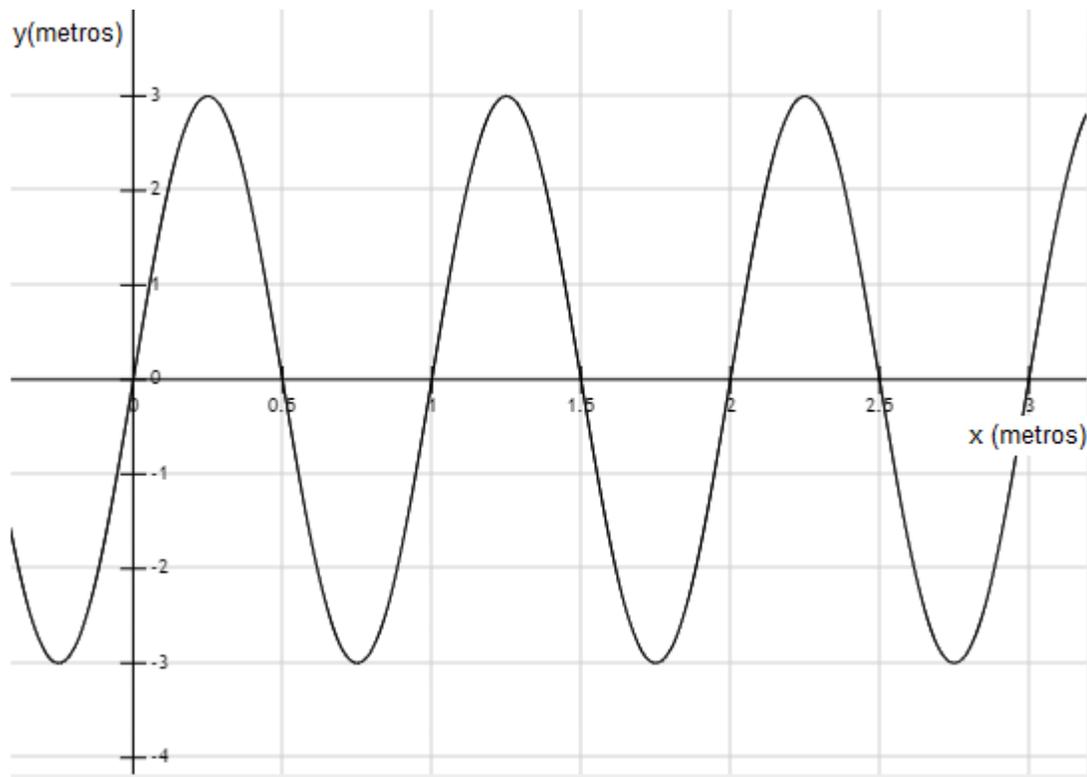


Figura 1.4. Gráfica espacial de una onda

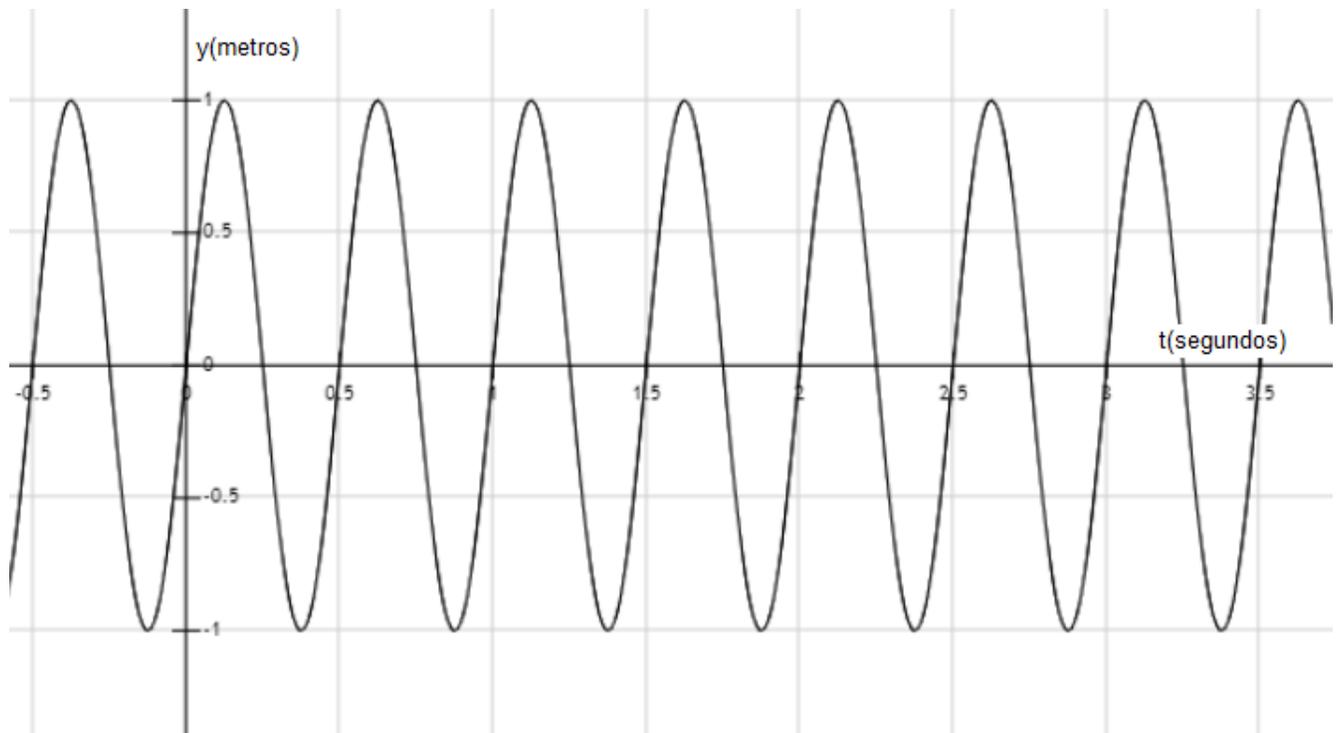


Figura 1.5. Gráfica temporal de una onda.

Una gráfica espacial tiene información acerca de los valores de la amplitud y el periodo de una onda y, por lo tanto, de su frecuencia. Al analizar la figura 1.5. se observa que el máximo valor que alcanza la gráfica de es de 1 metro, por lo que la amplitud de la onda es igual a 1 metro; el tiempo que tarda en completar un ciclo, que corresponde al doble de la distancia entre dos nodos, es de 0.5 segundo, lo que corresponde al periodo de la onda. Como la frecuencia es el inverso del periodo, se calcula directamente de éste, por lo que la frecuencia es igual a 2 Hertz.

### 1.3.2. Ondas de sonido

El sonido es una onda mecánica, la cual se puedan escuchar o no y se propagan en un medio elástico o un fluido. Pueden ser longitudinales y transversales para sólidos y líquidos, pero para el caso de un gas como el aire se considera que son meramente longitudinales, debido a que al no hay fuerza de cohesión entre las moléculas de un gas, por lo que la transmisión de la energía se da únicamente por el choque de las moléculas de gas con las de enfrente, lo que genera que la oscilación de las partículas se de en la misma dirección de la propagación de la onda. Estas ondas transmiten mediante una onda de presión por compresión que hace que las moléculas del gas se compriman entre ellas mientras pasa la onda. Véase figura 1.6.

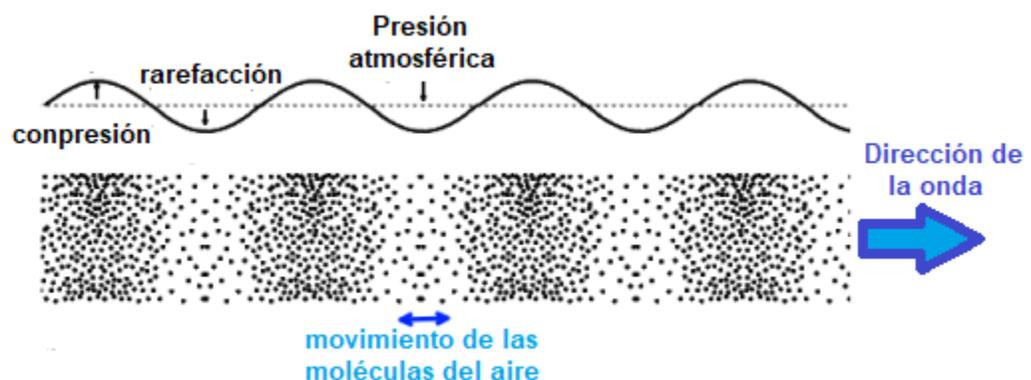


Figura 1.6. Onda se sonido en el aire. (Tomada y traducida de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Sound/tralon.html> el 16 de julio de 2018)

El sonido audible se debe a que las oscilaciones de la presión del aire en una onda de sonido son transformadas por el tímpano en vibraciones mecánicas e interpretadas por el cerebro (Benade, Arthur H, 1976). En el caso de ondas de frecuencias mayores o menores al rango audible las vibraciones se producen, pero el cerebro ya no es capaz de interpretarlas.

Las características del sonido como frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación son las mismas que las vistas en la figura 1.5, con la diferencia que para este caso la amplitud es medida por la diferencia de presión máxima que hay entre la presión atmosférica y la de la onda.

La velocidad del sonido depende del tipo de material por el que se propague, en los sólidos tiene mayor velocidad que en los líquidos, y en los líquidos es más veloz que en los gases, debido a que las partículas en los sólidos están más cercanas. En el aire, el sonido tiene una velocidad de 331,5 m/s cuando: la temperatura es de 0°C, la presión atmosférica es de 1 atmósfera (nivel del mar) y se presenta una humedad relativa del aire de 0% (aire seco). En el aire la velocidad del sonido aumenta con la temperatura pues el aire se comporta de manera más elástica con el aumento de la temperatura. Si la temperatura ambiente es de 15 °C, la velocidad de propagación del sonido es 340 m/s (1224 km/h). Este valor corresponde a 1 MACH.

Caracterizar el sonido implica analizar la potencia acústica (relacionada directamente con la amplitud) y su frecuencia que son percibidas por el oído como la intensidad o volumen (relacionado con la amplitud) y el tono (relacionada con la frecuencia).

### **1.3.3. Interferencia**

Cuando dos ondas mecánicas ocupan el mismo espacio, éstas interfieren entre sí, es decir, suman sus amplitudes. De esta manera si ambas ondas en un punto presentan una perturbación del medio en el mismo sentido, a lo que se llama “estar en fase”, se obtendrá una **interferencia constructiva**, en caso contrario, si las perturbaciones van en sentidos opuestos en el mismo punto, que se llama “estar desfasadas”, la suma de ambas ondas creará una de menor amplitud, es decir una

**interferencia destructiva.** Es importante distinguir que nos referimos al movimiento individual del medio, el cual no se desplaza, solo está oscilando, no al movimiento de la onda que sí se desplaza.

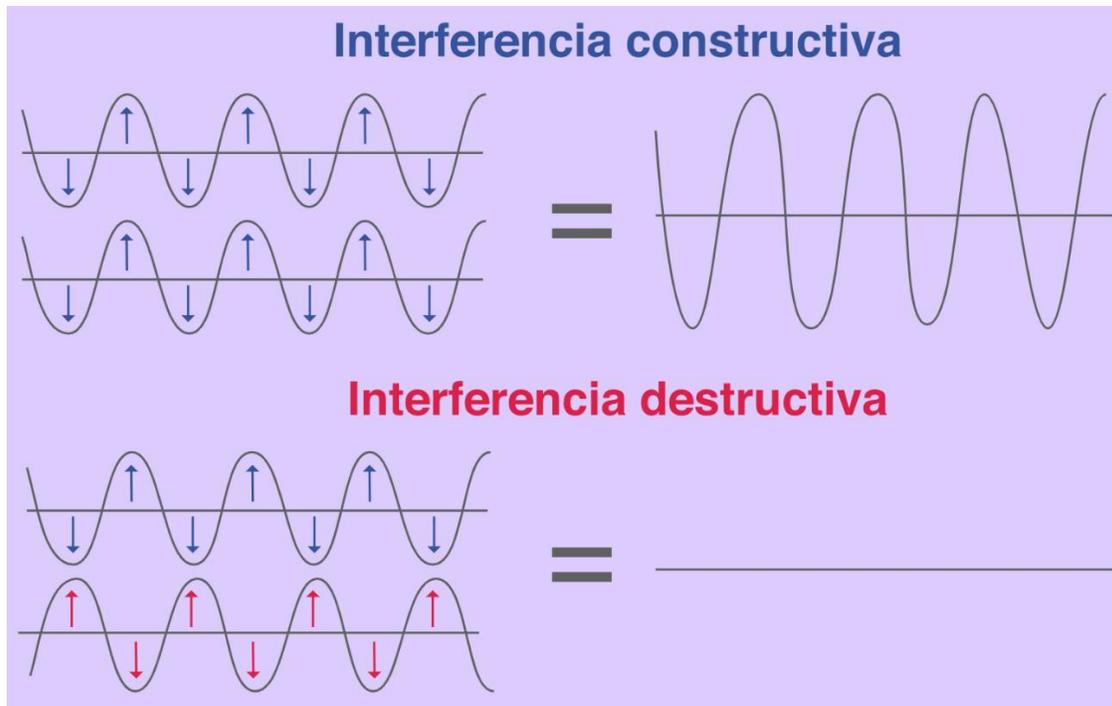


Figura 1.7. Interferencia constructiva y destructiva. (Imagen tomada y modificada de <http://www.discoverhover.org/infoinstructors/newguides/images/interference.gif> el 16 de julio de 2018)

En conclusión, en las páginas anteriores se hizo un repaso de los conceptos necesarios sobre ondas y sonidos necesarios de comprender en el nivel bachillerato, que será necesario para que los estudiantes puedan modelar con claridad los fenómenos ondulatorios en la naturaleza y puedan tener una mejor comprensión de la misma para su aplicación en la vida diaria. Un claro entendimiento de los mismos permitirá lograr mejores estrategias de enseñanzas de los mismos.



## **2. MARCO TEÓRICO**

En el siguiente capítulo se detallan los conceptos teóricos psicopedagógicos en los que se basó esta tesis.

### **2.1. Introducción**

La historia de la psicología educativa es reciente y se remite a principios del siglo XX. En la misma existen distintos paradigmas que buscan explicar la manera como los estudiantes aprenden, dichos paradigmas enriquecen las posibilidades de aplicaciones en el aula y métodos de enseñanza.

Este trabajo se basa en principio en los paradigmas cognitivo, en el trabajo colaborativo y se hace uso de un modelo de enseñanza inductivo.

### **2.2. Paradigma cognitivo**

El paradigma cognitivo es de los más importantes en la psicología educativa. Se datan sus comienzos en la década de 1950 como crítica al conductismo y con base en trabajos como los de Barlett, Piaget y Vigotsky (Hernández, 1998). Según Garder (1987) y del Pozo (1989) el paradigma cognitivo se enfoca en el estudio de las representaciones mentales las cuales son elaboradas de manera individual por el sujeto. Existen dos corrientes al respecto, una débil y una dura, en la débil se toma al procesamiento de una computadora sólo como referencia de los procesos cognitivos, mientras que en la dura se toma tal cual. Los teóricos cognitivos en su totalidad están de acuerdo con que el comportamiento del hombre se remite a una serie de procesos mentales internos (Hernández, 1998). De los modelos de procesamiento de la información más usados está el de Gagné (1994).

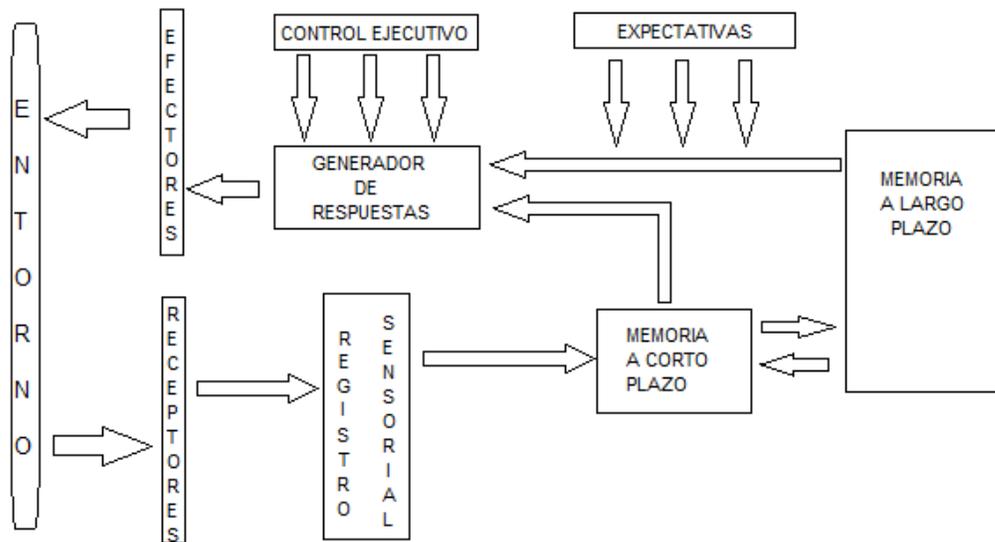


Fig. 2.1 Modelo de procesamiento de la información de Gagné.

Este modelo propone la existencia de los siguientes elementos:

*Receptores:* Son los dispositivos de captura de la información del sujeto (sentidos).

*Memoria sensorial:* Es quien se encarga de mantener por un lapso corto la información (2 segundos como máximo) que ha ingresado por los receptores en copias literales. A partir de una serie de procesos se realiza una selección para, si es necesario, ingresar a la memoria de corto plazo.

*Memoria de corto plazo:* Se puede considerar como una memoria de trabajo en la que ocurren los procesos conscientes. Tiene una duración limitada de entre 15 y 30 segundos y una capacidad limitada de entre 5 y 9 unidades de información. Esta memoria opera interaccionando entre la memoria sensorial y la memoria a largo plazo.

*Memoria de largo plazo:* Con una casi ilimitada capacidad de almacenaje y duración, almacena varios tipos de información: episódica, semántica, procedimental, condicional y autobiográfica. Muy poca de la información en esta

memoria es una copia exacta, la mayoría de la información trata de interpretaciones del sujeto.

*Generador de respuestas:* Es la parte del cerebro que se encarga de generar la manera en que la respuesta del sujeto se dará con el entorno.

*Efectores:* Son los órganos y partes del cuerpo encargados de producir la respuesta del sujeto.

*Control ejecutivo y expectativas:* Son los procesos de control que ocurren entre las diversas estructuras de la memoria.

### *El aprendizaje bajo el paradigma cognitivo.*

Bajo el paradigma cognitivo, el alumno es un sujeto activo su proceso de aprendizaje, a través del procesamiento que le da a la información y su uso para solucionar problemas. En cambio, el papel del maestro consiste en la construcción y organización de experiencias didácticas para que el alumno logre un aprendizaje significativo, este se puede lograr por recepción por parte de la alumno o por estrategias didácticas que lleven a los alumnos a obtener el conocimiento por ellos mismos. Para ello debe permitir a los alumnos explorar, reflexionar, experimentar y solucionar problemas sobre temas definidos con anterioridad (Hernández, 1998).

Aunque no existe una teoría única del aprendizaje bajo el paradigma cognitivo, trasciende la propuesta de Ausubel sobre el aprendizaje significativo. Según Ausubel (1978) el aprendizaje que ocurre en el aula se puede distinguir en dos dimensiones (Fig. 2.1)

- a) En torno al tipo de aprendizaje realizado por el alumno, que tiene que ver en cómo éste incorpora en sus sistemas cognitivos la nueva información (memorístico o significativo)
- b) Respecto al tipo de estrategia de enseñanza que se sigue (por recepción o por descubrimiento)

El aprendizaje memorístico consiste en adquirir la información al pie de la letra y su incorporación a las estructuras cognitivas es arbitraria, mientras que el aprendizaje significativo consiste en adquirir la información de forma sustancial y la incorporación a las estructuras cognitivas ocurrirá bajo una continua interacción

entre la información recién incorporada en la memoria a corto plazo y la almacenada en la memoria a largo plazo. El aprendizaje significativo es recomendable especialmente en los niveles de educación media y superior (Hernández, 1998), pues esto logrará que puedan ser aplicados en su vida adulta y profesional.

El aprendizaje receptivo trata sobre la adquisición de productos acabados donde el alumno solo los memoriza sin incorporarlo realmente en sus estructuras de pensamiento, mientras que en el aprendizaje por descubrimiento consiste en que el principal contenido que se va a aprender no se da en forma terminada, sino que tiene que ser descubierta primero por el alumno para que sean asimilados a sus estructuras de pensamiento.

Para que ocurra el aprendizaje significativo es necesario que ocurran ciertas condiciones:

- a) Que el material que se va a aprender posea lógica y coherencia
- b) Que exista una distancia óptima entre los conocimientos previos de los alumnos y el nivel de lo que se desea aprender
- c) Que exista disposición y esfuerzo del alumno para aprender el tema

Una vez cumplidas estas condiciones, el alumno será capaz de hacer la relación entre sus conocimientos previos y la nueva información, atribuyéndola de significado. La tarea del profesor será la propuesta de actividades que conduzcan a este aprendizaje significativo.

El aprendizaje significativo bajo el paradigma cognitivo se fundamenta en seis principios básicos (Eggen y Kauchak, 1996):

1. Depende de las experiencias de los alumnos.
2. Los alumnos forman su aprendizaje en un esfuerzo por dar sentido a sus experiencias.
3. La formación de lo que los alumnos aprenden depende de lo que ya saben.
4. La formación del aprendizaje es facilitada por la interacción social.
5. Los alumnos aprenden a hacer las cosas bien cuando lo practican

6. Las experiencias de aprendizaje que son concretas y están vinculadas con conocimientos previos del mundo real resultan más profundas que las abstractas o desconectadas.

Las explicaciones del docente en combinación con ejemplos concretos, son maneras muy eficientes de guiar a los alumnos para que formen sus ideas (Eggen y Kauchak, 1996). Este aprendizaje significativo será mejor cuando los estudiantes puedan hacer una conexión entre el tema con el mundo real (Putnam y Borko, 2000).

### **2.3. Trabajo colaborativo.**

El presente trabajo uso actividades basadas en el trabajo colaborativo, el cual es sustentado por la teoría sociocultural de Vigotsky que establece que la interacción social y el lenguaje son elementos esenciales en el aprendizaje. El individuo a partir de la interacción con el entorno construye sus ideas. El entorno social resulta en el caso de Vigotsky determinante en esa construcción ya que lleva una carga cultural implícita. “Los modelos de interacción en grupo son estrategias que hacen que los estudiantes trabajen en colaboración con para alcanzar objetivos comunes” (Eggen, Kachak, 1996). La interacción social logra que los estudiantes compartan sus ideas, lo que facilita el proceso de formación de conocimientos (Bruner, 2001) y compartir ideas ayuda a los estudiantes a qué y cómo pensar e interactuar productivamente con otros (Eggen, 1996).

De acuerdo con Johnson y Johnson, todas las estrategias eficientes de la interacción en el grupo se fundamentan en cinco elementos esenciales (1999).

- Interacción cara a cara
- Objetivos de grupo
- Responsabilidad individual
- Habilidad para colaborar
- Procesamiento del grupo

La *interacción cara a cara* ayuda, entre otras cosas, a promover el pensamiento, permite compartir perspectivas distintas y co-construir el conocimiento basándose en las ideas de otros.

Los *objetivos de grupo* animan a los estudiantes a ayudarse entre sí, con el objetivo de conseguir una meta. Las metas de grupo alientan a los estudiantes a explicar el contenido a sus compañeros, además de que los alientan a pedir y brindar ayuda. Los docentes pueden promover estas metas de grupo al establecer mecanismos de compensación para los miembros del equipo por el desempeño de todos.

La *responsabilidad individual* implica que todos los estudiantes deben encargarse de su aprendizaje, pues de otra manera, solo los estudiantes con mejor desempeño terminarán haciendo el trabajo. Esto se puede evitar con evaluaciones individuales.

Las *habilidades colaborativas* son utilizadas por los estudiantes para aprender mediante la interacción con sus compañeros. Entre estas está llegar a acuerdos, hacer retroalimentación a las propuestas de sus compañeros y trabajar con distintos puntos de vista.

El *procesamiento en grupo* lleva a los alumnos a realizar en grupo la reflexión sobre la forma de trabajar en equipo y mejorar la eficiencia.

La planeación del trabajo en equipo deberá tener objetivos claros y con base en ello, designar los materiales adecuados con los que se pueda llegar a los aprendizajes esperados. Es importante que las indicaciones sean claras y explícitas y asegurarse que los estudiantes las hayan entendido correctamente.

Debido a la importancia del trabajo en equipo, en el presente trabajo se realizaron las actividades de aprendizaje y discusión por equipos, con el objetivo que obtener mejores resultados de participación y aprendizaje.

## **2.4. Modelo inductivo**

El modelo inductivo o “descubrimiento guiado” se basa en la teoría del aprendizaje cognitivo y consiste en la presentación de ejemplos que ilustran el contenido a los

estudiantes y a partir de ellos, guiarlos para encontrar las pautas en la información. El modelo inductivo posee las siguientes características:

1. Los temas están bien definidos
2. En lugar de dar información a los estudiantes y luego explicarla, el docente les presenta ejemplos cuidadosamente seleccionados y lleva a los alumnos para que por sí mismo configuren el conocimiento del tema.
3. Es organizada, la instrucción es alineada y los ejemplos son cuidadosamente elegidos
4. Los alumnos deben usar habilidades como son observar, comparar, contrastar y establecer relaciones para llegar a conclusiones a partir de los ejemplos.

Investigaciones sostienen que guiar a los estudiantes a formar sus propias abstracciones a partir de los datos aumenta su comprensión y mejora la retención en comparación con la instrucción simple (Mayer, 2002, p68). Para poder guiar a los estudiantes de manera adecuada, el docente deberá ser experto en la realización de preguntas y hacer una rápida toma de decisiones sobre qué preguntas y a qué estudiantes se las deberá hacer.

El modelo inductivo fue planeado para que los estudiantes alcancen una comprensión profunda de los temas, así como desarrollar su capacidad de pensamiento crítico (Eggen, Kachak, 1996).

De acuerdo con Diaz-Barriga una clase con el modelo inductivo se forma mediante 5 fases:

1. Introducción: Esta fase establece el enfoque de la sesión y busca generar atención por parte de los estudiantes mediante preguntas, ejemplos o el planteamiento de un problema que les genere curiosidad.
2. Fase abierta: Esta fase busca generar participación y un buen desempeño por parte de los estudiantes. Para ello se les presentan ejemplos y se les pide

que hagan observaciones y comparaciones para que sean analizadas más tarde.

3. Fase convergente: Dado que las respuestas convergen la sesión también lo hace a un solo concepto, principio o generalización. Esto crea la formación de conocimiento y la integración esquemas por parte del estudiante.
4. Cierre: En esta fase el conocimiento formado por el alumno de debe quedar resumido y vinculado a su propio conocimiento. *“Esto sucede cuando los estudiantes ponen su comprensión dentro de un esquema complejo, lo cifran en la memoria de largo plazo y logran un sentido de equilibrio”* (Eggen, Kachak, 1996).
5. Aplicación: Para que un aprendizaje se pueda considerar significativo el estudiante deberá de poder aplicarlo en distintos contextos. Para ellos el docente le debe pedir a los estudiantes relacionar lo aprendido con el mundo real, esto asegura que el alumno posea la capacidad de transferencia del conocimiento, además de que les ayuda a relacionar lo aprendido con sus conocimientos previos.

Otra de las ventajas del uso en el aula de este modelo es que fomenta la participación, lo que a su vez fomentará su interés (Blumenfeld, 1992). Además, por naturaleza las personas se ven más motivadas por actividades que generen curiosidad, sensación de lo desconocido y presenten un desafío (Pintrich y Schunk, 2002; Stipek, 2002).

En resumen, el modelo inductivo se puede considerar como una herramienta poderosa para la enseñanza de conceptos bien definidos y a su vez despertar el interés de los estudiantes por el tema. Por lo anterior el modelo de enseñanza usado en este trabajo se basó principalmente en el modelo inductivo.

### **3. ESTRATEGIA DIDÁCTICA**

En el siguiente capítulo se muestra los fundamentos, desarrollo y aplicación de la estrategia didáctica que se manejó en este trabajo de Tesis.

#### **3.1. Introducción**

Esta estrategia está basada en la teoría cognitiva, el modelo inductivo y el trabajo colaborativo. La estrategia se desarrolló mediante tres prácticas docentes; la primera fue realizada en un grupo de física para la carrera de biología en la Facultad de Ciencias en la UNAM, la segunda fue llevada a cabo en 1 grupo en el CCH plantel oriente de la UNAM y en dos de recursamiento de física 2 en el CCH plantel sur de la UNAM, la tercera y última práctica docente se llevó a cabo en 1 grupo de física 2 en la ENP plantel 4 y en dos grupos de física 2 en el CCH plantel sur. Los resultados obtenidos en las pruebas finales, así como la observación del desarrollo de los experimentos por los estudiantes influyeron en los cambios que se realizaron en las siguientes prácticas docentes y que se vieron reflejados en una mejora en los resultados de las evaluaciones finales y en la realización de las actividades experimentales. Los resultados obtenidos en cada práctica se muestran en el capítulo 4 y las evaluaciones finales se muestran en la sección de anexos.

A continuación, se explicará a detalle la aplicación de la propuesta, los resultados iniciales y cómo los resultados de las primeras dos prácticas docentes, medidos a través de las respuestas a los estudiantes en las evaluaciones realizadas al final de cada práctica, se usaron para hacer los ajustes a la propuesta final.

#### **3.2. Objetivos generales**

La estrategia tiene como objetivos generales el aprendizaje de los estudiantes de diversos conceptos relativos a las ondas, en particular de las ondas mecánicas. La propuesta consistió en el uso de actividades experimentales basándose en un modelo inductivo para la enseñanza de los conceptos, que partiera de la

observación de los resultados experimentales para definirlos. De este modo, se buscó generar las relaciones entre lo observado y lo que se pretende enseñar, para que así los estudiantes dotaran de sentido a lo que aprenden y este aprendizaje se vuelva significativo.

### **3.3. Objetivos específicos**

Los objetivos de esta estrategia fueron clasificados en conceptuales, procedimentales y actitudinales. Estos se listan a continuación:

#### **Conceptuales**

##### *Conocimiento*

- Que el alumno pueda definir un medio elástico como aquel que recupera su forma original al retirar las fuerzas externas sobre él y explique que se requiere que el medio sea elástico para que pueda viajar en él una onda mecánica.

##### *Comprensión*

- Que el alumno describa a una onda mecánica como una forma de transmisión de la energía y que la distinga de otras formas de transmisión de energía que propagan materia.
- Que el alumno distinga una onda mecánica de una electromagnética.
- Que el alumno diferencie la dirección de propagación de una onda de su dirección de oscilación.
- Que el alumno comprenda el significado de las fórmulas  $f = 1/T$  y  $v = \lambda \cdot f$ .
- Que el alumno distinga una onda temporal de una espacial.

#### **Procedimentales**

##### *Aplicación*

- Que el alumno pueda medir frecuencia, periodo, longitud de onda, amplitud y velocidad de propagación de la onda.
- Que el alumno clasifique las ondas en transversales o longitudinales a partir de comparar las direcciones de oscilación del medio y de propagación de la onda.
- Que el alumno describa y clasifique los conceptos de frecuencia, periodo, longitud de onda, amplitud y velocidad de propagación y que explique cómo pueden ser medidos o calculados en ondas longitudinales y transversales.
- Que el alumno calcule valores de frecuencia, velocidad, periodo o longitud de onda a partir de las fórmulas  $f = 1/T$  y  $v = \lambda \cdot f$ .
- Que el alumno pueda calcular los valores de frecuencia, periodo, longitud de onda, amplitud y velocidad de propagación a partir de gráficas espaciales y temporales.

#### *Análisis*

- Que el alumno infiera que las ondas de sonido son ondas longitudinales.
- Que el alumno infiera que a partir de dos ondas emitidas en el mismo lugar y al mismo tiempo se va a producir una interferencia constructiva o destructiva.

#### **Actitudinales**

- Que el alumno trabaje en equipo para la realización de las actividades
- Que el alumno discuta con sus compañeros los resultados obtenidos en las actividades experimentales.
- Que el alumno discuta con sus compañeros las conclusiones de los experimentos, en búsqueda de fomentar el debate, el análisis de ideas y el pensamiento crítico.
- Que el alumno mejore su interés por el tema y por la materia.

Estos objetivos que se acaban de mencionar se planificaron desde la primera práctica docente. Se muestra a continuación el desarrollo de la estrategia docente para cumplir con los objetivos y evaluarlos.

### **3.4. Primera práctica docente**

La práctica docente se llevó a cabo el 28 y 31 de marzo de 2017 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, con estudiantes de licenciatura en Biología que cursaban la materia de Física, correspondiente al primer semestre del plan de estudios de la carrera (plan 1997). El tema tratado en esta práctica corresponde a la sección 2.8, “Introducción a los fenómenos ondulatorios y a las ondas electromagnéticas, el espectro electromagnético”

El plan de clases de esta práctica se llevó a cabo en dos clases de 2 horas 20 minutos donde cada una se dividió en dos sesiones, pues los alumnos tomaban un receso en el intermedio. El salón de clases era un laboratorio con mesas, por lo que a excepción de la evaluación final las actividades se realizaron por equipos. Lo anterior, con la finalidad de poder realizar los experimentos de manera más sencilla y que debatieran sus observaciones y conclusiones como parte de los objetivos actitudinales de este trabajo. Los equipos se formaron de dos a cuatro estudiantes y no cambiaron a lo largo de la práctica docente.

### 3.4.1. Sesión 1

#### **Descripción general de la sesión:**

En esta sesión se abordaron los conceptos de medio elástico, dirección de propagación y oscilación, ondas transversales y longitudinales y el tipo de onda presente en cada medio.

Se comenzó con una descripción de la práctica docente y los objetivos a alcanzar. A continuación, se procedió a hablar de la transmisión de la energía, para ello se usó el método inductivo en donde se guió con ejemplos y preguntas a los alumnos sobre las formas de transmisión de energía, separando en partículas y en ondas. La información relevante que iban aportando los estudiantes se fue anotando en el pizarrón por el docente en forma de mapa conceptual.

Posteriormente se habló de las ondas mecánicas como el sonido en donde se requiere de un medio elástico para su transmisión. Se preguntó a los estudiantes si el aire es un medio elástico, las respuestas fueron variadas, esto se usó de apertura para realizar la **actividad del clip** que se detalla más adelante en la descripción de las actividades. En la actividad del clip se usó el aprendizaje por descubrimiento y el método inductivo, pues al observar las diferencias en el comportamiento del clip en pequeñas deformaciones respecto a deformaciones mayores y el planteamiento de las preguntas, se pudo conducir a los estudiantes para que plantearan una relación entre el comportamiento elástico del resorte y del aire.

Para abordar los conceptos de ondas transversales y longitudinales se realizó la **actividad de la cuerda y el resorte** en donde, con los resultados observados y las preguntas del cuestionario de la actividad, los estudiantes pudieran encontrar las diferencias entre cada tipo de onda.

El método realizado para abordar el tipo de onda en cada medio, se llevó a cabo mostrando en pizarrón las diferencias en la estructura atómica de cada tipo de medio (sólido, líquido o gas) y, partiendo de lo observado en las ondas observadas en cuerdas y resortes, pudieran inferir el tipo de onda que forma el sonido en cada medio.

Finalmente, para cerrar la sesión se hizo una retroalimentación de las respuestas de la actividad con la participación del grupo y se completó el mapa conceptual en el pizarrón que se venía desarrollando desde el comienzo de la sesión con lo visto en la clase.



Figura 3.1. Actividades con la cuerda y el resorte.

### **Descripción de las actividades realizadas:**

#### Actividad del clip

*Objetivos:* Mostrar que los materiales que son elásticos se comportan de esta manera para sólo hasta cierto límite de deformación, por lo tanto el aire también puede serlo siempre y cuando las deformaciones sean pequeñas.

*Descripción de la actividad:* Por equipos, los alumnos tomarán un clip y una hoja milimétrica para realizar una medida de la deformación y se les pedirá comiencen a deformarlo y encontrar bajo que deformaciones se comporta de manera elástica, para ello contestará el siguiente cuestionario.

1. Estiren la “pata” del clip aproximadamente 1mm y suéltala ¿Qué sucede? ¿Podríamos decir que se comporta de manera elástica?
2. Ahora repitan el experimento aumenta poco a poco la deformación ¿Hasta qué tamaño de deformación ya no suceda lo mismo que en la primera prueba?
3. ¿Qué podemos concluir de lo anterior respecto a la naturaleza del material para ciertas deformaciones?

*Resultados:* Los cuestionarios entregados por los estudiantes indicaron en las respuestas que para deformaciones pequeñas el clip se comportaba de manera elástica, pero que si la deformación era mayor dejaba de comportarse de manera elástica. Todos los equipos a excepción de uno indicaron que el aire al igual que el clip se debía comportar de manera elástica para deformaciones elásticas. Se discutieron grupalmente los resultados y las conclusiones del grupo se mostraron unánimes.

Una vez determinado el concepto de medio elástico, se continuó con la generación de ondas transversales y longitudinales para lo que se les proporcionó a los equipos cuerdas y resortes.

Actividad de la cuerda y el resorte

*Objetivos:* Que los alumnos identifiquen la diferencia entre la dirección de propagación de la onda de la dirección oscilación del medio y que distingan las ondas donde estas direcciones son paralelas de las ondas en las que sus direcciones de propagación y oscilación son perpendiculares entre sí.

*Descripción de la actividad:* Se proporcionó por equipos una cuerda con nudos y un resorte marcado para que produjeran ondas, identificaran las direcciones de propagación y oscilación y las compararan entre sí. Para registrar sus observaciones se les pidió llenar el siguiente cuestionario para llevar a cabo la actividad.

1. Den un pulso en la cuerda ¿Hacia dónde se propaga el pulso?
2. Comiencen ahora a dar pulsos en la cuerda, intentando mantener el ritmo de los pulsos lo más similar posible. Fijen su atención a un nudo de la cuerda. ¿De dónde a donde se mueve?
3. ¿Cómo es el movimiento del nudo respecto a la dirección de propagación de los pulsos?
4. Den un pulso en el resorte ¿Hacia dónde se propaga el pulso?
5. Comiencen ahora a dar pulsos en el resorte, intentando mantener el ritmo de los pulsos lo más similar posible. Fijen su atención a una marca del resorte. ¿De dónde a donde se mueve?
6. ¿Cómo es el movimiento de la marca respecto a la dirección de propagación de los pulsos?

*Resultados de la actividad:* Hubo confusión en la mayoría de los equipos en cuanto a la claridad de las preguntas, pues no comprendían el significado de “pulso”, además que en la pregunta 6 no les quedaba claro que se refería a describir si eran paralelas o perpendiculares entre sí, por lo que se les tuvo que explicar en el pizarrón lo que se quería. Después de la aclaración 4 de los 5 equipos contestaron correctamente todas las preguntas del cuestionario. Se encontró además que los alumnos olvidaron en la evaluación final el nombre de dirección de propagación y de oscilación, aunque en la práctica ya habían construido intuitivamente los conceptos, pues en sus diagramas y al preguntarles distinguían el comportamiento

de estas direcciones en ondas transversales y longitudinales, pero sin poder indicar el nombre de cada una de estas direcciones.

Tabla 1. Planeación de la sesión 1 de la primera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BIOLOGÍA	
FACULTAD DE CIENCIAS		FECHA: 28 de Marzo de 2017	
ASIGNATURA: Física		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: Propagación de ondas en medios			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno comprenda el concepto de onda mecánica como una forma de transmisión de la energía	<b>Presentación</b> (5 min) Presentación personal y del proyecto. <b>Introducción</b> (10 min) Introducción sobre la energía, su transmisión y uso del sonido en la naturaleza. <b>Actividades</b> (10 min) Actividad del clip	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio elástico</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Caja de clips</li> <li>• Hojas milimétricas</li> <li>• Cuestionario</li> </ul>
Que el alumno describa los principales tipos de ondas y sepa distinguirlas	(15 min) Actividad de la cuerda y del resorte (10 min) Discusión grupal sobre resultados mientras el docente repite los experimentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda transversal</li> <li>• Onda longitudinal</li> <li>• Dirección de propagación</li> <li>• Dirección de oscilación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda</li> <li>• Cinta teflón</li> <li>• Resorte</li> </ul>
Que el alumno identifique cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios	<b>Conclusiones</b> (10 min) revisión de actividades y Ondas en medios <b>Evaluación</b> (10 min) Cuestionario 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda superficial</li> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

### 3.4.2. Sesión 2

#### **Descripción general de la sesión:**

La segunda sesión se llevó a cabo el mismo día de clases después de un receso de 30 minutos que el docente titular del grupo les solía dar. En esta sesión se abordaron los conceptos de longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud; la relación matemática  $v=\lambda f$  y cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios.

Luego de un breve repaso de lo visto en la sesión anterior, se mostraron ondas distintas en varios resortes. Los estudiantes tuvieron que identificar diferencias entre ellas, de esta manera, partiendo de las diferencias en distintas ondas, generar la necesidad de una magnitud que las diferencie e introducir el significado de los conceptos de longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud. Se les entregó una tabla para que a partir de lo observado y discutido entres todos, llenaran a modo de cuadro comparativo, las propiedades de la onda, cómo se miden en una onda transversal y una longitudinal, así como sus propuestas unidades de medida.

Para continuar se realizó una práctica con video que se detalla en a descripción de las actividades realizadas de esta sesión.

Posteriormente, se realizó el cierre de la sesión. Para poder dejar la relación matemática entre la velocidad de la onda, la frecuencia y la amplitud, se procedió a exponer con un resorte largo al frente del salón y mostrar, mediante la generación de ondas, que la velocidad de un pulso es independiente del tiempo que tardan en salir los siguientes pulsos, por lo tanto, del periodo y de la frecuencia. Se varió la longitud del resorte para variar su coeficiente de elasticidad y por lo tanto su velocidad, para mostrar que la velocidad sólo depende de la elasticidad del medio.

Se hicieron variaciones de la frecuencia para observar cómo eso afecta la longitud de onda y llegar a que, dado que la velocidad es constante y la longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia, se puede llegar a la relación  $v=\lambda f$ . Finalmente, las respuestas grupales dadas por los estudiantes ante las preguntas hechas en clase indicaron que lograron entender la relación.

Para mostrar la independencia de la velocidad de propagación de la onda de la amplitud se usaron de ejemplos dos ondas, una con el doble de amplitud que la otra. Se explicó que si la velocidad dependiera de la amplitud se esperaría que la velocidad fuera del doble y esto no se observó.

Finalmente se realizó una evaluación sobre lo visto hasta entonces que se muestra también a continuación en la descripción de las actividades.

### **Descripción de las actividades realizadas:**

#### Cuadro comparativo

*Objetivos:* Que los alumnos descubran el significado de los conceptos de frecuencia, periodo, amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación a partir de las diferencias existentes entre las ondas transversales. Además, que los alumnos puedan inferir cómo se miden esas mismas características en las ondas longitudinales.

*Descripción de la actividad:* Mediante la guía del profesor se dibujan en el pizarrón ondas transversales diferentes. El objetivo es que los alumnos vayan identificando las características de longitud de onda, amplitud, punto de equilibrio, frecuencia y velocidad de onda a partir de las diferencias en cada onda, pues dichas diferencias originan la necesidad de una magnitud en su medida. Por ejemplo, al presentar ondas transversales de distinta amplitud, los estudiantes indicaron que eran distintas porque una se separaba del equilibrio más que otra, una vez que el estudiante descubría dicha diferencia se procedía a darle nombre y posteriormente tenían que indicar el equivalente de dicha medida en una onda longitudinal, para lo cual el docente generaba ondas en el resorte hasta que los estudiantes, por equipos, lograban indicar dicha equivalencia.

*Resultados de la actividad:* Los alumnos pudieron completar parcialmente la tabla, se tuvo que intervenir con preguntas extra para que pudieran completar la tabla. Tampoco pudieron intuir por sí solos cómo medir esas características en ondas longitudinales por lo que se les tuvo que apoyar mediante exposición y preguntas.

### Práctica con video

*Objetivos:* Que los alumnos refuercen los conceptos mostrados en la actividad anterior al medirlos en un experimento y que a través de esto consigan llegar por sí mismos a la relación matemática  $v=\lambda\nu$

*Descripción de la actividad:* Se separaron en equipos de 4-3 alumnos, a cada uno se les prestó una cuerda con nudos. Se les pidió variar la frecuencia mediante un aumento en la velocidad del movimiento que generaba los pulso, grabar con la cámara de su celular y usar el video para medir longitud de onda y su velocidad.

*Resultados:* La práctica no pudo realizarse debido a que las cámaras del celular no tenían la suficiente velocidad para que la imagen fuera totalmente clara y se pudieran tomar las medidas, además las ondas no eran estables ni bien definidas. Esto a su vez impidió que los alumnos pudieran llegar a la relación matemática posible debido a los errores en la medición.



Figura 3.2. Explicación a los estudiantes de la fórmula de la velocidad de una onda  $v=\lambda f$ .

## Evaluación sesión 2

*Objetivos:* Realizar un diagnóstico de lo comprendido hasta entonces

*Descripción de la actividad:* Se les dio un cuestionario impreso a los alumnos y se les dieron 15 minutos para contestarlo. Las preguntas fueron las siguientes

1. Tipo de medio que recupera su forma original por completo después de remover las fuerzas causantes de la deformación.
2. Cuando un medio se deforma más allá de su capacidad de regresar a su forma original, se dice ha superado su:
3. Es el movimiento repetido de un lado a otro en torno a una posición central o posición de equilibrio.
4. ¿Cuál es la diferencia entre la dirección de propagación y de oscilación de un pulso?
5. Menciona la principal diferencia entre una onda transversal y una longitudinal

El objetivo de las preguntas fue evaluar si los estudiantes lograron conocer los conceptos desarrollados en las sesiones 1 y 2.

*Resultados de la actividad:* La gráfica representa el número de alumnos con respuestas correctas (azul), comparado con el número de alumnos que tuvieron una respuesta incorrecta (naranja) en diversos conceptos. Los conceptos, de izquierda a derecha, son: medio elástico, límite elástico, definición de oscilación, dirección de oscilación y de propagación, y diferencias entre ondas transversales y longitudinales, es decir, que indicaran que en la onda transversal las direcciones de oscilación y propagación son perpendiculares, mientras que en las longitudinales son paralelas.

Se observó que al final de la sesión quedaron claros, en su mayoría, los conceptos de medio elástico y límite elástico. Sin embargo, los conceptos de dirección de oscilación de la onda, diferencias entre ondas transversales y longitudinales y, sobre todo, diferencia entre la dirección de oscilación y propagación no fueron comprendidas por varios de los estudiantes, por lo que se dio un repaso de los mismos a comienzos de la siguiente sesión.

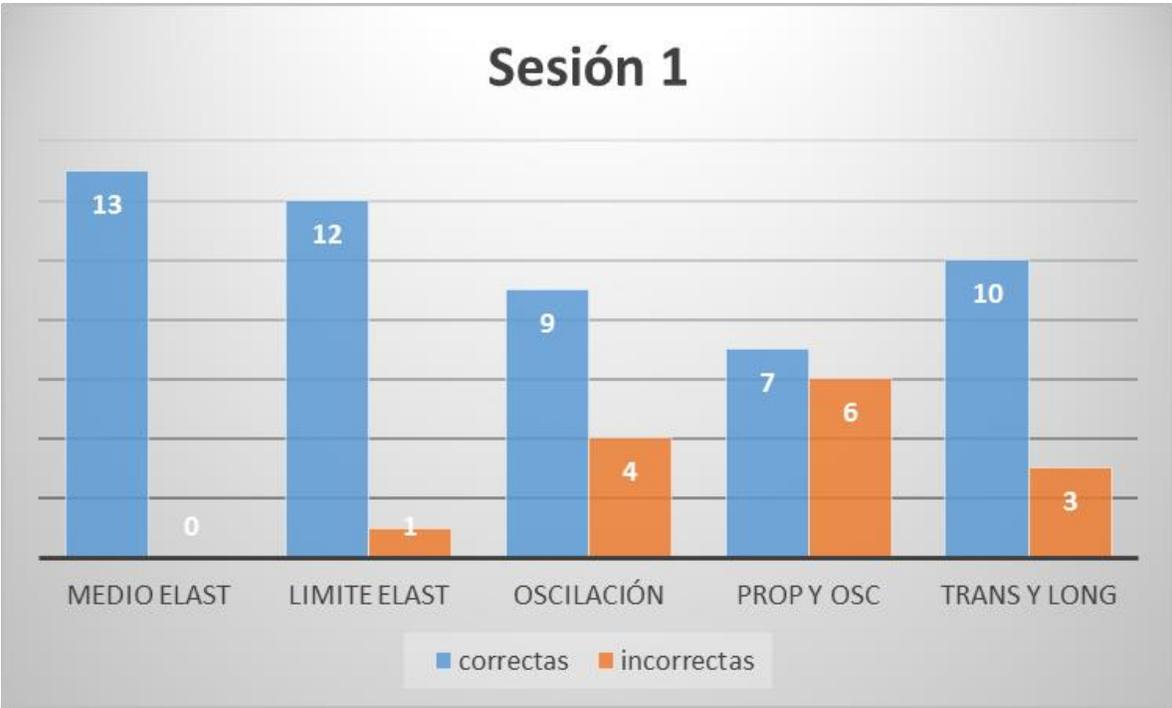


Figura 3.3. Resultados de los aprendizajes dados en la primera sesión.

Tabla 2. Planeación de la sesión 2 de la primera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BIOLOGÍA	
FACULTAD DE CIENCIAS		FECHA: 28 de Marzo de 2017	
ASIGNATURA: Física		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: Propiedades y caracterización de las ondas mecánicas.			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno comprenda los conceptos de longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud.	<p><b>Presentación</b> (5 min) Presentación de objetivos y repaso de conceptos clave.</p> <p><b>Desarrollo</b> (15 min) Mostrar dos ondas en diferentes resortes. Identificar todas las posibles diferencias y hacer un listado de características.</p> <p>Del listado hacer una lluvia de ideas para crear las unidades de medida.</p> <p><b>Actividad</b> (15 min) Cuadro comparativo por equipos con características, posibles definiciones y unidades de medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda transversal</li> <li>• Onda longitudinal</li> <li>• Dirección de propagación</li> <li>• Dirección de oscilación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resortes</li> <li>• Cuerdas</li> <li>• Cámara del celular</li> <li>• Cinta métrica</li> </ul>
Que el alumno comprenda la relación matemática $v=\lambda f$	<p>(15 min) Comparación de resultados y discusión</p> <p>(10 min) Resolución de ejercicios por el docente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda</li> <li>• Cinta teflón</li> <li>• Resorte</li> </ul>
Que el alumno identifique cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios	<p><b>Conclusiones</b> (15 min) revisión de actividades y Ondas en medios</p> <p><b>Evaluación</b> (10 min) Cuestionario 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda transversal</li> <li>• Onda longitudinal</li> <li>• Onda superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

### 3.4.3. Sesión 3

#### **Descripción general de la sesión:**

Se dio un repaso de los conceptos vistos en la clase anterior y se realizó un acercamiento al tema de ondas de sonido.

Posteriormente, se procedió a comenzar con la práctica de la gráfica del video que se detalla más adelante, pero que consistió a grandes rasgos en grabar en video una onda en una cuerda y, mediante el programa de análisis de video Tracker®, llegar a la relación matemática entre la frecuencia y la longitud de onda. se otorgó por equipo un equipo de cómputo y se dio un tutorial sobre el manejo de la aplicación Tracker® que iban a usar para la actividad de la sesión.

#### **Descripción de las actividades realizadas:**

##### Práctica de la gráfica del video

*Objetivos:* Que el alumno reconozca que una onda se puede representar tanto espacial como temporalmente y la información que se puede obtener de ella, además que relacione el comportamiento ondulatorio con el de una función seno.

*Descripción de la actividad:* Por equipos, usando una cuerda con puntos equidistantes visibles, se produjo manualmente una onda transversal de 1 y 2 Hz cual se grabó en video. Usando el programa tracker se hizo una gráfica espacial de la cuerda y uno temporal eligiendo uno de los puntos. Se pidió que a partir de las gráficas generadas se midiera la frecuencia y longitud de onda.

*Resultados de la actividad:* Sólo dos equipos pudieron hacer la actividad debido a la baja calidad de las grabaciones y de la dificultad de producir manualmente ondas estables. Debido a la dificultad se tuvo que complementar con la proyección de gráficas de onda y una exposición, para que el resto de estudiantes pudiera ver los conceptos de alguna manera.

Tabla 3. Planeación de la sesión 3 de la primera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BIOLOGÍA	
FACULTAD DE CIENCIAS		FECHA: 31 de Marzo de 2017	
ASIGNATURA: Física		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: La onda en el tiempo y en el espacio			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno identifique el sonido como una onda longitudinal	<b>Presentación</b> (15 min) Introducción a la generación del sonido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el alumno distinga las componentes espaciales y temporales de una onda</li> <li>• Que el alumno represente la gráfica de una onda tanto en su forma temporal como espacial</li> </ul>	<b>Desarrollo</b> (40 min) Práctica de la gráfica del video	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica temporal de una onda</li> <li>• Gráfica espacial de una onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda de celular</li> <li>• Cámara de celular</li> <li>• Cronómetro</li> <li>• Laptop</li> <li>• Programa <i>Tracker</i></li> </ul>
Que el alumno relacione dicha gráfica como un comportamiento de la función seno	<b>Conclusiones</b> (15 min) Analogía con el sonido, Cierre de la clase y recapitulación de los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

#### **3.4.4. Sesión 4**

##### **Descripción general de la sesión:**

Se comenzó mencionando al sonido como una onda y se usó el método inductivo para mostrar que es una onda longitudinal, de manera que se realizó primero un experimento y de las observaciones y conclusiones hechas por los estudiantes se partiera a la generalización del fenómeno y definición de los conceptos. El experimento consistió en generar ondas en el resorte y se guió a los estudiantes mediante preguntas para que encontraran la relación del tipo de onda (transversal o longitudinal), con el modo como se produce la perturbación del medio (en este caso, la dirección del movimiento de la mano que estaba produciendo la onda en el resorte). Mediante ejemplos como una bocina o una explosión los alumnos de manera generalizada concluyeron y opinaron que el sonido se trataba de una onda longitudinal.

Se continuó con un tutorial del programa Audacity® que se usó para la actividad de la sesión.

Finalmente se les pidió que variaran la frecuencia y la amplitud para que encontraran a qué rango de frecuencias se encontraba el máximo de sensibilidad humana a partir de la idea de que en dicho rango de frecuencias seguirían escuchando sonidos de una intensidad que ya no podrían escuchar en el resto de frecuencias. Sólo un equipo en el grupo logró encontrar dicho rango, aunque la baja entrega también se puede atribuir a que no les alcanzó el tiempo para realizar la actividad.

## Descripción de las actividades realizadas:

### Práctica de la generación y suma de ondas acústicas

*Objetivos:* Que el alumno al generar ondas de diferente amplitud y frecuencia encuentre las relaciones existentes entre la frecuencia con el tono y la amplitud con la intensidad. Además que al sumar dos ondas y variar la fase descubra los fenómenos de interferencia constructiva e interferencia destructiva.

*Descripción de la actividad:* Por equipos se les pidió que en sus equipos de cómputo, con el programa Audacity® produjeran ondas con frecuencias entre 400 Hz y 1500 Hz y que mencionaran la característica del sonido que varía con ello. Después se les pidió que fueran variando el porcentaje de la amplitud máxima de la onda y mencionaran la característica del sonido que se ve afectada. Finalmente se les pidió que generaran dos canales y encontraran la posición de las ondas en las que ambas ondas se anulaban (Figura 3.4)

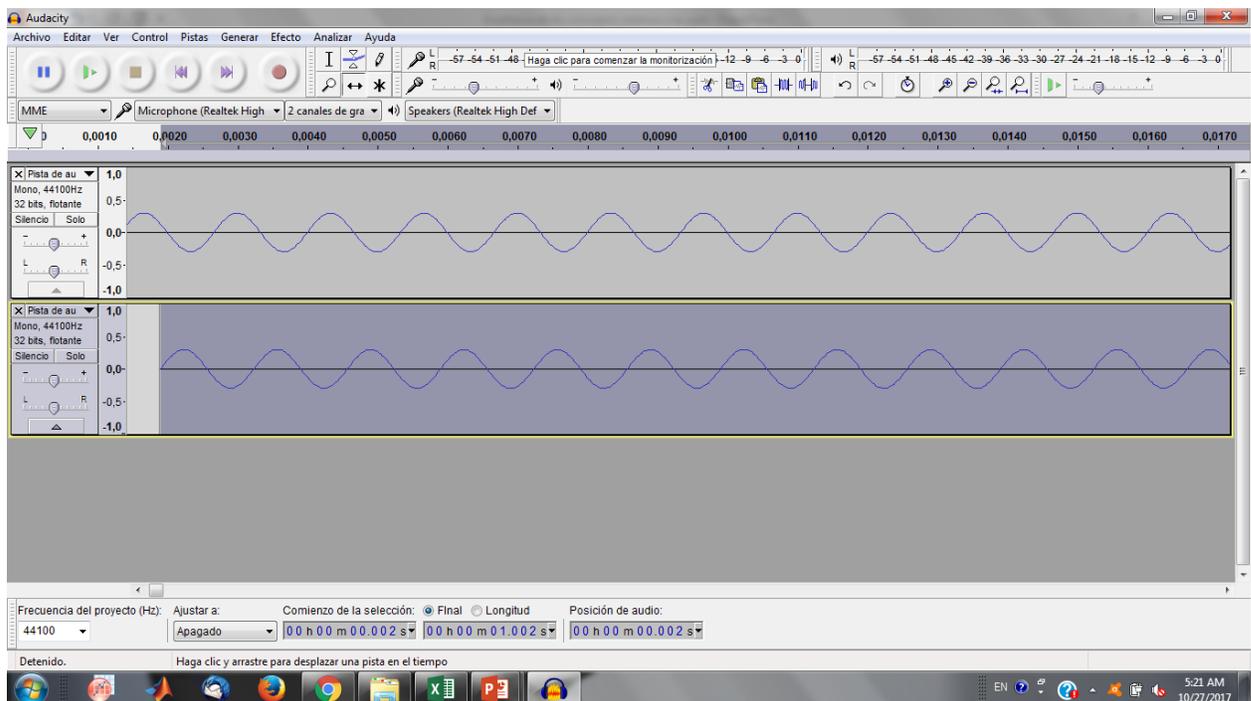


Figura 3.4. Generación de dos ondas simultáneas en el programa Audacity.

Tabla 4. Planeación de la sesión 4 de la primera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BIOLOGÍA	
FACULTAD DE CIENCIAS		FECHA: 31 de Marzo de 2017	
ASIGNATURA: Física		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: Relación entre las propiedades gráficas y acústicas del sonido			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
<p>Que el alumno aprenda a manejar el programa <i>Audacity</i>® para poder realizar la práctica correctamente.</p> <p>Que el alumnos tengan en claro el procedimiento de la práctica y las mediciones a realizar.</p>	<p><b>Presentación</b> (5 min) Introducción</p> <p>(15 min) Presentación sobre el funcionamiento y manejo del programa <i>Audacity</i>®</p> <p><b>Desarrollo</b> (5 min) Explicación de la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplitud</li> <li>• Frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>
<p>Que el alumno relacione las características gráficas de frecuencia y amplitud con las características acústicas de tono e intensidad</p>	<p><b>Desarrollo</b> (30 min) *Práctica de generación y suma de ondas acústicas</p> <p><b>Presentación y Conclusiones</b> (15 min) Explicación de resultados y discusión</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tono</li> <li>• Intensidad</li> <li>• Fase</li> <li>• Interferencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptops con bocinas o audífonos</li> <li>• Programa <i>Audacity</i>®</li> </ul>

### **3.4.5. Conclusiones de la práctica docente 1**

El uso del método inductivo y el uso de actividades experimentales intercaladas con la exposición del docente, ayudó a mantener un ritmo dinámico en la clase. El desarrollo de las actividades y respuestas por equipo fue muy útil para se llevará a cabo la discusión y enseñanza entre pares. El hacer que los estudiantes escucharan las ondas de sonido que se generaban a distintas frecuencias y amplitudes ayudó a tener ejemplos más concretos y significativos de lo que se quería enseñar. Entre las fallas que se encontraron están que hizo falta una evaluación inicial, además se concluyó que las actividades con video no son viables pues la cámara del celular no tiene la rapidez de tomas necesaria para poder hacer un análisis adecuado, además los alumnos no eran capaces de generar ondas lo suficientemente estables, por lo que se propuso sustituirlas por animaciones que se pueden controlar a gusto y finalmente los alumnos no tienen problemas en identificar dichas animaciones como una onda. Actitudinalmente, se observó un trabajo fluido, interés por la actividad y formulación de preguntas por partes de los estudiantes, por lo que se observó un adecuado trabajo en equipo en el aspecto en que se observó realizar las actividades y discutir los resultados por todos los miembros de los equipos en todo el salón.

### **3.5. Segunda práctica docente**

La segunda práctica docente se llevó a cabo en tres grupos. El primero de ellos en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM plantel oriente, los días 17 y 19 de octubre de 2017 a estudiantes que se encontraban cursando la materia de Física 1 con sesiones de 1 hora cada una. Los siguientes dos correspondieron a grupos del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, plantel Sur, los días 14 y 21 de octubre de 2017 a estudiantes que se encontraban cursando la materia de Física 2 en la cual se encuentra el tema de ondas mecánicas en la cual se realizaron sesiones de 1 hora con 30 minutos.

Las tablas a continuación muestran los planes de sesiones realizados en los grupos de CCH Oriente, en el caso de CCH Sur se otorgó tiempo extra a los estudiantes para realizar las actividades para que pudiera ajustarse al tiempo previsto.

#### ***Cambios respecto a la primera práctica docente:***

1. En la primera sesión se prescindió del cuestionario al final de la sesión, pero se incluyó un examen diagnóstico similar al examen final para medir lo aprendido por la práctica docente.
2. En la segunda sesión se cambió la presentación de ondas en una cuerda por animaciones de ondas, debido a que es complicado generar manualmente ondas bien definidas. El cambiar por una animación tiene la ventaja de que los alumnos identificaban claramente la onda con las animaciones y permitía que las propiedades de cada onda se pudieran observar con mucha más claridad.
3. En la tercera sesión se eliminó la grabación de la onda en una cuerda con el celular debido a la baja velocidad de las cámaras y la dificultad para generar ondas lo suficientemente definidas y con amplitudes y frecuencias fijas de manera manual, mientras que para poder hacer mediciones en el programa Tracker la imagen debe estar bien definida, por lo que se tendría que usar una cámara de alta velocidad que haría menos aplicable la aplicación de la estrategia docente en otros lugares, pues no es un elemento fácil de conseguir. En su lugar se usó una de las ondas proyectadas y el docente realizó el análisis con el programa

tracker pues no se pudo conseguir el equipo de cómputo para realizar la actividad por parte de los alumnos.

4. La sesión 4 permaneció sin cambios excepto porque se eliminó la actividad de registrar el máximo de rango de audio pues los estudiantes tardaban demasiado tiempo en realizar la actividad y el tiempo fue menor en esta ocasión. Por ese motivo, y dado que se consideró que la actividad no era necesaria a comparación de las restantes.

### 3.5.1. Sesión 1

#### Descripción general de la sesión:

##### CCH Oriente

Se comenzó con una descripción del proyecto y se habló de la transmisión de la energía, con el objetivo de que aprendieran que una onda transmite sólo energía sin transmitir materia. Para ello, usando como base el método inductivo, se les propusieron dos ejemplos, uno en donde se lanza un proyectil y el otro con el sonido que permitía que ellos me estuvieran escuchando y se realizaron preguntas que los oriento a encontrar las diferencias observadas en ambos casos. Las respuestas de los estudiantes indicaron que llegaron a la conclusión que la diferencia entre transmitir energía por partículas y hacerlo mediante ondas, consiste en que, a diferencia de transmitir energía por partículas, las ondas no transmiten masa, únicamente propagan energía.

Posteriormente se habló de las ondas mecánicas como el sonido en donde se requiere de un medio elástico para su transmisión. Se preguntó a los estudiantes si el aire es un medio elástico, las respuestas fueron variadas, esto se usó de apertura para realizar la **actividad del clip** y la **actividad de la cuerda y el resorte**. Dichas actividades se realizaron del mismo modo que en la práctica docente 1 y los resultados en la práctica del medio elástico fueron similares debido a que conceptualmente el concepto es sencillo y en ambos casos se obtuvieron resultados positivos por las respuestas entregadas en el cuestionario. Sin embargo, en el caso de la actividad de a cuerda y el resorte

**Resultados:** Las dudas respecto al significado de lo que es un “pulso” volvió a surgir, además de los mismos inconvenientes con la claridad de las preguntas pues no tuvieron en claro que en la pregunta 6 se refería a describir cuáles ondas eran perpendiculares y cuáles paralelas, además de que varios de ellos no conocían siquiera la diferencias entre las direcciones paralelas y perpendiculares. Dado que el concepto de pulso es difícil de explicar de manera escrita, se optó por pasar a los lugares a aclarar las dudas. Con las explicaciones, aumentó el porcentaje de

respuestas correctas en las preguntas de los cuestionarios de las actividades de esta sesión a comparación de la práctica docente anterior.

### **CCH Sur**

La sesión se realizó de manera similar que en el CCH Oriente, con los mismos experimentos, tiempos y evaluaciones. No hubo diferencias remarcables en la forma de las respuestas que entregaron en los cuestionarios a las actividades.

Tabla 5. Planeación de la sesión 1 de la segunda práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 14 de Octubre de 2017	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:00 horas	
TEMA: Propagación de ondas en medios			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno comprenda el concepto de onda mecánica como una forma de transmisión de la energía	<b>Presentación</b> (5 min) Presentación personal y del proyecto. <b>Introducción</b> (10 min) Introducción sobre la energía, su transmisión y uso del sonido en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>
Que el alumno describa los principales tipos de ondas y sepa distinguirlas	<b>Desarrollo</b> (10 min) Discusión sobre lo que es un medio elástico (15 min) Actividad de la cuerda y del resorte *	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda transversal</li> <li>• Onda longitudinal</li> <li>• Dirección de propagación</li> <li>• Dirección de oscilación</li> <li>• Medio elástico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda</li> <li>• Cinta teflón (para realizar marcas en los resortes cuerdas)</li> <li>• Resortes</li> </ul>
Que el alumno identifique cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios	<b>Conclusiones</b> (10 min) revisión de actividades y Ondas en medios (10 min) Repaso de conceptos y explicación de las ondas en los distintos estados de la materia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

### **3.5.2. Sesión 2**

#### **Descripción general de la sesión:**

##### **CCH Oriente**

Se realizó un breve repaso de lo visto anteriormente en clase. Posteriormente mediante el uso del cañón se proyectaron animaciones de distintas ondas, a partir de las cuales se realizó una lluvia de ideas para definir las unidades de medida, las cuales se tuvieron que ir registrado por equipos en un cuadro comparativo con las características, cómo medirlas y la unidad de medida propuesta, finalmente se hizo la retroalimentación de manera grupal de las unidades de medida esperadas.

Para observar las medidas en una onda longitudinal el docente presentó distintas ondas en un resorte. A partir de lo observado, los alumnos tuvieron que ir explicando cómo mediríamos las propiedades de una onda longitudinal y lo registraron en el cuadro comparativo.

La sesión se continuó mediante una exposición del docente con un slinky. Al producir distintas ondas en el resorte, se usó para mostrar la independencia de la velocidad de la onda en el mismo de la frecuencia. Para ello se les mostraron pulsos y se les preguntó si la velocidad de los pulsos dependía del tiempo en que tardara en salir el siguiente, es decir si variar la frecuencia repercutió en la velocidad, a lo que respondieron en general que no, con lo cual se asentó una independencia entre la velocidad y el periodo y por lo tanto de la frecuencia.

Para mostrar la independencia de la amplitud se mostraron dos pulsos en el resorte, una con el doble de amplitud que la segunda, y se les pidió marcar el tiempo que tardaban en llegar los pulsos al otro lado, constatando que eran similares, resultado que no sería esperado en el caso de que existiera una relación de la velocidad con la amplitud, por lo que grupalmente se pudo llegar a la conclusión de la independencia de la velocidad con la amplitud.

En el mismo resorte se produjeron pulsos a diferentes elongaciones del mismo, de esta manera estaban cambiando las características elásticas del medio y por lo tanto variaba la velocidad de los pulsos en el resorte. Se les preguntó a los estudiantes que observaran si la velocidad había cambiado y a qué se debía, a lo que concluyeron por sí mismos y respondieron que se debía a las características

elásticas del resorte. Por lo que se les recalcó que, a partir de lo observado, la velocidad de una onda mecánica era una propiedad dependiente únicamente de la elasticidad del medio.

Luego de afirmar que la velocidad era constante para el mismo medio, se produjeron en el resorte, ondas a diferentes frecuencias, donde se podía observar que la longitud de onda disminuía conforme la frecuencia aumentaba. A partir de esta observación se les preguntó qué tipo de dependencia tenían estas dos variables, si era directamente o inversamente proporcional, a partir de la que es una relación inversamente proporcional se les pidió hacer un análisis dimensional de ambas variables y encontrar la unidad resultante de dicha multiplicación. Al encontrar que la multiplicación genera unidades de m/s se llegó a la conclusión de que era igual a la velocidad y se estableció la fórmula  $v=\lambda*f$

Finalmente se expuso la resolución de un ejercicio donde se usó dicha fórmula.

**Resultados:** Los alumnos se mostraron atentos y participativos en esta sesión. Se observaron respuestas unánimes a las preguntas y buenos avances en la evaluación final respecto a la diagnóstica. Sin embargo, no estaban del todo familiarizados con el significado matemático de una relación inversamente proporcional debido a sus deficiencias académicas, por lo que no a todos les quedó clara la deducción de la fórmula ni su significado.

### **CCH Sur**

#### **Descripción de la sesión:**

La sesión se realizó de manera similar que en el CCH Oriente, sin embargo en estos grupos se llevó a cabo la explicación de la formulación matemática de la velocidad de la onda a partir de la fórmula de la velocidad que ya es conocida por ellos ( $v=d/t$ ), en la que se consideró la longitud de onda como la distancia recorrida por la onda en un periodo de la misma, por lo que se puede sustituir la distancia por la longitud de onda y al periodo por el tiempo, con lo que se llega a la relación matemática

$v = \lambda/T$  . Como la frecuencia es inversa del periodo a su vez se obtuvo la relación  $v = \lambda * f$ , esta relación se observó que fue mucho más clara para los alumnos por poderse relacionar con una fórmula más familiar para ellos y por lo tanto de mayor significado. Además, se resolvieron ejercicios usando lo visto en clase por medio de competencias por equipos para reforzar los temas.

**Resultados:** Los resultados fueron similares e incluso un poco más bajos que en el oriente, lo que pudo deberse al tipo de población. Por otra parte, la explicación de la fórmula por el nuevo método mostró mejores resultados en ese aspecto respecto a la práctica docente anterior.

**Descripción de las actividades realizadas:**

Las actividades del clip y de la cuerda y el resorte se realizaron sin cambios respecto a la práctica docente anterior, únicamente se agregó una explicación por parte del docente a los estudiantes sobre el significado de pulso, paralelo y perpendicular, para que los estudiantes pudieran entender con claridad las instrucciones.

Tabla 6. Planeación de la sesión 2 de la segunda práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 14 de Octubre de 2017	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:00 horas	
TEMA: Propiedades y caracterización de ondas mecánicas			
Objetivo	Actividades	Conceptos	Material
Que el alumno comprenda los conceptos de longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud.	<p><b>Presentación</b> (5 min) Presentación de objetivos y repaso de conceptos clave. (<i>Expositiva</i>)</p> <p><b>Desarrollo</b> (10 min) Hacer una proyección de animaciones de ondas transversales, las cuales tienen diferentes amplitudes, longitud de onda, frecuencia, y velocidad de propagación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Del listado hacer una lluvia de ideas para crear las unidades de medida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de onda</li> <li>• Punto de equilibrio</li> <li>• Amplitud</li> <li>• Frecuencia</li> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno sepa cómo medir las propiedades de una onda como son longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud.	<p><b>Actividad</b> En equipo (5 min) *Cuadro comparativo con características, posibles definiciones y unidades de medida (<i>Experimental</i>)</p> <p>(10 min) Usando un resorte o slinky, el docente presenta distintas ondas en un resorte. A partir de lo observado, los alumnos tuvieron que ir explicando cómo mediríamos las</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de onda</li> <li>• Punto de equilibrio</li> <li>• Amplitud</li> <li>• Frecuencia</li> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda</li> <li>• Cinta teflón</li> <li>• Resortes</li> </ul>

	<p>propiedades de una onda longitudinal (10 min) Producir distintas ondas en el resorte, para observar la dependencia de la velocidad de la onda como dependiente exclusivamente de la elasticidad del medio.</p>		
<p>Que el alumno comprenda la relación matemática <math>v=\lambda\nu</math></p> <p>Que el alumno encuentre cualitativamente la relación entre la velocidad y la <math>k</math> del resorte</p>	<p><b>Conclusiones</b> (10 min) Resolución de ejercicios que usen la relación <math>v=f\cdot\lambda</math> (<i>Expositiva</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones matemáticas de los conceptos anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resorte largo</li> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

### 3.5.3. Sesión 3

#### Descripción general de la sesión:

##### CCH Oriente

#### Descripción de la sesión:

Por el poco tiempo que quedaba y debido a que no hubo disponibilidad de equipo de cómputo, esta sesión se llevó a cabo con la exposición del docente para realizar enseñar las ondas espaciales y temporales de una onda. De manera que la práctica del análisis en Tracker® fue realizada entre docente y estudiantes.

##### CCH Sur

#### Descripción de la sesión:

Aunque se consiguieron 5 equipos de cómputo, sólo a 3 se les pudo instalar el programa Tracker®. Por lo que el docente tuvo que trabajar con los dos equipos restantes.

#### Descripción de las actividades realizadas:

##### CCH Oriente

##### Práctica del análisis en Tracker®

*Objetivos:* Que el alumno reconozca que las representaciones espaciales y temporales de una onda y que aprenda a reconocer la información disponible en cada una de ellas y cómo obtenerla.

*Descripción de la actividad:* Con el objetivo de mostrarle a los estudiantes cómo se forman las gráficas de una onda, para que, de este modo, el concepto fuera más significativo para ellos, se tomó la animación de una onda generada por el docente usando Matlab® que se proyectó en el pizarrón con el cañón, luego se puso en pausa y se utilizó esa imagen para que los alumnos sacaran la información disponible en dicha onda. Se les explicó que dicha gráfica correspondía a la gráfica espacial de una onda y se les pidió que indicaran los valores disponibles en ella. Posteriormente se abrió la animación en el programa Tracker®, donde la misma

onda fue graficada a una posición fija del eje horizontal con respecto al tiempo obteniendo una gráfica temporal. A los alumnos se les pidió que dijeran que indicaban los ejes en dichas gráficas y que indicaran en base a las unidades, qué características de la onda podían ser obtenidas de la misma, además de explicarles que correspondía a una gráfica temporal. Con la información dada se les pidió que por equipos obtuvieran todos los datos que se podían obtener de la onda a partir de ambas gráficas y calcularan su velocidad usando la fórmula  $v=\lambda*f$

*Resultados en CCH Oriente:* 4 de los 6 equipos logró entregar una hoja con la información completa que se les había pedido de la onda. Se tuvo que hacer una retroalimentación de manera grupal para que los resultados quedaran claros para todos.

### **CCH Oriente**

#### **Práctica del análisis en Tracker®**

*Objetivos:* Que el alumno reconozca que las representaciones espaciales y temporales de una onda y que aprenda a reconocer la información disponible en cada una de ellas y cómo obtenerla.

*Descripción de la actividad:* Se les mostró por medio del cañón el uso del programa Tracker® y se les indicó la información que tenían que obtener de la animación con el programa. Se hizo un ejercicio previo dado por el docente donde se realizó la misma explicación que la dada en el CCH Oriente para que entendieran lo que tenían que hacer. Se les dieron 20 minutos para realizar la actividad donde por equipos tenían que anotar y entregar en una hoja todos los resultados de la animación de una onda.

*Resultados de la actividad:* De los cinco equipos en el primer grupo, dos equipos pudieron completar la actividad de manera correcta y tres en el segundo,

pues debido a que había equipos sin computadora se tuvo que acortar el tiempo de la actividad para evitar problemas de orden en el aula.

### **Resultados generales de la sesión:**

**CCH Oriente:** Aunque el porcentaje de respuestas correctas en las evaluaciones en estos grupos no fueron tan altos como en el CCH Oriente, siguieron siendo mejores que los obtenidos en la evaluación de la primera práctica docente.

### **CCH Sur:**

En la evaluación final donde se hicieron ejercicios para obtener información de este tipo de gráficas se obtuvo que un mayor porcentaje de alumnos contestó las preguntas de manera correcta que en la práctica docente anterior.

La mejora de todos los grupos en los resultados que medían el aprendizaje que se esperaba que obtuvieran en la sesión, se puede atribuir a que la animación, al ser nítida y con sus magnitudes constantes, permitió realizar las mediciones en el programa a diferencia de cuando se realizó con una grabación del celular a una onda producida manualmente que, debido a que la imagen aparecía borrosa por el movimiento y que la onda generada manualmente no tenía una forma bien definida por los cambios involuntarios en la frecuencia y la amplitud del movimiento que la generaba, no permitía realizar las mediciones.

Tabla 7. Planeación de la sesión 3 de la segunda práctica docente

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 19 de Octubre de 2017	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:00 horas	
TEMA: La onda en el tiempo y en el espacio			
Objetivo	Actividades	Conceptos	Material
Que el alumno identifique el sonido como una onda longitudinal	<b>Introducción</b> (10 min) Presentación de la onda como algo que cambia en tiempo y en el espacio y el sonido como onda longitudinal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno distinga las componentes espaciales y temporales de una onda	<b>Desarrollo</b> (10 min) Ejercicio realizado por el docente para la obtención de datos de la gráfica espacial de una onda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica temporal de una onda</li> <li>• Gráfica espacial de una onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> <li>• Programa Tracker</li> </ul>
Que el alumno represente la gráfica de una onda tanto en su forma temporal como espacial	(10 min) Explicación por el docente del uso del programa tracker y cómo usarse para lo obtención de la gráfica en el tiempo de un punto (20 minutos) Actividad de análisis de onda *	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica temporal de una onda</li> <li>• Gráfica espacial de una onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> <li>• Programa Tracker</li> </ul>
Que el alumno relacione dicha gráfica como un comportamiento de la función seno	<b>Conclusiones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (10 min) Analogía con el sonido, Cierre de la clase y recapitulación de los contenidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis o plumón</li> </ul>

### **3.5.4. Sesión 4**

#### **Descripción general de la sesión:**

##### **CCH Oriente**

#### **Descripción de la sesión:**

Las actividades de esta sesión se llevaron a cabo también con la exposición del docente mediante su equipo de cómputo, bocinas y un cañón, debido a la falta de equipos y de tiempo. La actividad trató sobre la generación de ondas de sonido usando el programa Audacity® para que los estudiantes conocieran las relaciones entre frecuencia con tono y amplitud con intensidad, así también las interferencias constructivas y destructivas.

##### **CCH Oriente**

#### **Descripción de la sesión:**

En esta sesión hubo más tiempo y un mejor acceso a los equipos de cómputo, pero se tuvo el mismo problema con la instalación de los programas en las computadoras que facilitó la escuela. Por este motivo, sólo algunos equipos pudieron realizar la actividad en sus propios equipos, por lo que al final el docente tuvo que realizar la actividad con el proyector y las bocinas de la misma manera que en el CCH Oriente, para que el resto de estudiantes que no pudieron realizar la actividad pudieran estudiar los mismos conceptos que los que sí pudieron realizar la actividad en sus equipos.

## **Descripción de las actividades realizadas:**

### *Práctica de la generación y suma de ondas acústicas*

*Objetivos:* Que los alumnos encuentren las relaciones existentes entre la frecuencia con el tono y la amplitud con la intensidad. Además, que conozcan los fenómenos de interferencia constructiva y destructiva.

*Descripción de la actividad:* Usando el cañón y las bocinas, con el programa Audacity® se les mostró y se les hizo escuchar ondas de sonido de diferente frecuencia, se les pidió que respondieran qué característica del sonido era la que variaba con la frecuencia. De manera similar se generaron ondas a diferentes niveles de amplitudes y se les preguntó que remarcaran la diferencia. A partir de lo anterior tuvieron que decir a qué se debía el tono y a qué la intensidad de una onda de sonido. Posteriormente se generaron dos canales con una onda a la misma frecuencia, comenzando en fase y variándola en la aplicación hasta finalizar con ondas totalmente defasadas, lo anterior con el objetivo de que se percataran cómo interferían las ondas

*Resultados de la actividad:* Los estudiantes contestaron de manera unánime a las respuestas, pero hubo algunas confusiones pues percibieron de manera más intensa tonos más agudos debido a que el rango de máxima sensibilidad humana se encuentra cerca de los 2 000 Hz, para ello se les explicó este hecho y se generaron sonidos de alta frecuencia para que notaran que también disminuían y quedaran convencidos de lo mencionado.

**Resultados generales de la sesión:**

En el CCH Oriente el porcentaje de aciertos obtenidos en las preguntas 5 y 6 de la evaluación final que evalúan el aprendizaje de estos conceptos, fueron ligeramente mejores. Esto lo podemos atribuir a las características de los estudiantes pues se trataba de un grupo promedio mientras que en CCH Sur eran sólo estudiantes que no había logrado acreditar la materia. En la evaluación final no hubo un incremento tan marcado respecto a los obtenidos en la primera práctica docente, como en los demás conceptos en cuanto a la independencia de la velocidad de la onda con la frecuencia y la amplitud. Sin embargo, podemos considerar que estos son ideas previas erróneas en los alumnos las cuales son muy difíciles de modificar al ser conceptos significativos para ellos. Por lo tanto, se requerirá de aumentar la cantidad de ejemplos presentados para que se produzca una modificación de las mismas.

Tabla 8. Planeación de la sesión 4 de la segunda práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 19 y 21 de Octubre de 2017	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: Relación entre las propiedades gráficas y acústicas del sonido			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno aprenda a manejar el programa Audacity® para poder realizar la práctica correctamente	<b>Introducción</b> (5 min) Introducción a la acústica (15 min) Presentación sobre el funcionamiento y manejo del programa Audacity® <b>Desarrollo</b> (5 min) Explicación de la práctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tono</li> <li>• Intensidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptops con bocinas o audífonos</li> <li>• Programa Audacity®</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno relacione las características gráficas de frecuencia y amplitud con las características acústicas de tono e intensidad  Que el alumno sume ondas para examinar los conceptos de fase e interferencia.	<b>Desarrollo</b> (30 min) Práctica de generación y suma de ondas acústicas <b>Presentación y Conclusiones</b> (15 min) Explicación de resultados y discusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase</li> <li>• Interferencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptops con bocinas o audífonos</li> <li>• Programa Audacity®</li> <li>• Proyector</li> </ul>

### **3.5.5. Conclusiones de la práctica docente 2**

Mejoraron los resultados en las evaluaciones finales respecto a la primera práctica docente. También mejoraron el desempeño de los estudiantes durante las prácticas, tanto en realización como las respuestas a los cuestionarios de las actividades. Esta mejora se puede atribuir a que, debido a las observaciones realizadas en la primera práctica docente y estudio de los resultados, se realizaron cambios a la dinámica de las actividades, lo que facilitó la realización y claridad. Esto junto con una mejora en las explicaciones debido a la experiencia obtenida en la práctica anterior, repercutió finalmente en la mejora de aprendizaje por parte del alumno. Aunque se redujo la cantidad de experimentos al cambiar el análisis de la grabación de una onda generada manualmente por una animación, se mejoraron los resultados al permitir a los estudiantes ver con mayor claridad las propiedades de las ondas y poder tomar medidas más claras en la práctica realizada en Tracker.

Fue notable que era necesaria una retroalimentación de lo visto en clases con tareas y más actividades de repaso para el uso de las fórmulas en problemas, así como que se propuso añadir un mapa conceptual para asociar la gran cantidad de conceptos de la práctica. Por último, debido a la dificultad de acceder a equipo de cómputo se decidió sustituir el uso del programa Audacity® por una aplicación móvil más accesible a los estudiantes.

En cuanto a los objetivos actitudinales, las actividades y dinámica de la clase de intercambiar las explicaciones del docente con las actividades que debían realizar los estudiantes, contribuyó a que la clase fuera fluida y no fuera monótona. Por otra parte, el impartir la clase usando la observación de fenómenos para llevar a la definición de los conceptos, contribuyó de manera positiva al interés de los estudiantes por el tema y las actividades fueron realizadas de manera general por todos los equipos y sus integrantes. Por lo que los objetivos actitudinales se cumplieron al igual que en la primera práctica docente.

### **3.6. Tercera práctica docente**

La tercera práctica docente fue realizada en grupos que cursaban la materia de física 2, uno de 65 alumnos en la ENP 4 de la UNAM los días 11, 12 y 18 de abril de 2018 y dos más de 23 y 25 estudiantes en el CCH Sur los días 16, 20 y 23 de abril del mismo año.

#### ***Cambios respecto a la segunda práctica docente:***

- 1.
2. En la primera práctica se vieron más temas pues el horario de clases que se consiguió para esta sesión fue mayor. Se hizo un enfoque en las ondas en medios, usando el fenómeno de los terremotos para contextualizar el tema y aprovechar el interés existente por parte de los alumnos. Además, se agregó que los estudiantes hicieran un mapa mental para reafirmar los aprendizajes.
3. En la segunda práctica se dedicó un espacio para la práctica de ejercicios por equipo sobre medidas en las ondas y cálculos usando la relación de  $v=\lambda f$ .
4. En la tercera práctica la práctica con el programa Tracker se volvió una exposición por parte del docente debido a los problemas para disponer de equipo de cómputo con el programa y se hizo más corta que el resto porque en esa sesión se dispuso de menos tiempo.
5. Se cambió la práctica con el programa Audacity® que es para pc por el programa ToneGenerator® que es para equipos móviles, pues es más factible que los alumnos lo instalen en su celular a conseguir un equipo de cómputo.

### **3.6.1. Sesión 1**

#### **Descripción general de la sesión:**

Se comenzó con una breve descripción del proyecto, los porcentajes de evaluación para cada actividad y se les aplicó una evaluación diagnóstica. Posteriormente se dio una introducción al tema mediante las formas de propagación de la energía de la misma manera que en la práctica docente 2.

Se separaron por equipos de 5 alumnos y se les dio las hojas guías para la resolución de la actividad del clip que permaneció sin cambios y la actividad de la cuerda y el resorte. La actividad del clip ya no fue modificada debido a sus buenos resultados en las prácticas anteriores. Las actividades de la cuerda y el resorte tuvieron unos pocos cambios en las preguntas y se muestran en la descripción de la actividad. Se realizó una retroalimentación grupal a los resultados de las prácticas con las respuestas de los mismos estudiantes.

Posteriormente, al igual que en la práctica docente anterior, se proyectaron ondas con distintas propiedades para definir las magnitudes de las mismas y reforzar el aprendizaje con la elaboración de un cuadro comparativo.

A continuación, se expuso mediante ondas en un resorte largo y de manera similar a las prácticas docentes anteriores, la dependencia de la velocidad de propagación de la onda con la elasticidad del medio y su independencia de la frecuencia y la amplitud.

Finalmente se realizó el cierre de la sesión recordando lo visto en clase y se les dejó de actividad realizar un mapa conceptual con los conceptos listados en la clase.

## Descripción de las actividades:

### Actividad de la cuerda y del resorte

#### *Objetivos:*

1. Mostrar que las ondas o pulsos pueden tratarse de perturbaciones paralelas o perpendiculares a la propagación.
2. Usar lo anterior para distinguir una onda longitudinal de una transversal.
3. Mostrar que el medio oscila es el medio y lo que se propaga es la onda o pulso.

*Descripción de la actividad:* Se usará una manguera en la cual se dará un pulso y se definirá este como una perturbación en el medio que se propaga y transporta energía, la cual se puede sentir por el “jalón” que percibe la persona que sostiene el otro extremo de la manguera.

Material: Mangueras con marcas, resortes con una marca y hoja cuestionario.

Indicaciones sobre la actividad: La actividad se realizará por equipos quienes tendrán que responder el cuestionario siguiente que a su vez contiene las indicaciones de la actividad. Al finalizar, se discutirán grupalmente las respuestas.

### Actividad 2

1. Den un pulso en la manguera y observen hacia dónde se mueve. Comiencen ahora a dar pulsos en la manguera, intentando mantener el ritmo de los pulsos lo más similar posible. Fijen su atención a una marca de la cuerda. A partir de lo observado dibujar un diagrama donde mediante flechas señalicen las direcciones de los pulsos y la dirección de movimiento de una marca.
2. ¿Cómo es la dirección de los pulsos en comparación a la dirección del movimiento de la una marca en la manguera?
3. Den un pulso en el resorte y observen hacia dónde se mueve. Comiencen ahora a dar pulsos consecutivos, intentando mantener el ritmo de los pulsos lo más similar posible. Fijen su atención a una marca en el resorte. A partir de lo observado dibujar un diagrama donde mediante flechas señalicen las direcciones de los pulsos y la dirección de movimiento de una marca.
4. ¿Cómo es la dirección de los pulsos en comparación a la dirección del movimiento de la una marca en el resorte?

5. ¿En qué son similares y en qué son distintos la propagación de pulsos en ambos experimentos?

*Resultados de la actividad:* Hubo menos confusiones respecto a lo que tenían que hacer los estudiantes respecto a las prácticas docentes anteriores, esto se debió a que el docente explicó el significado de lo que es un pulso, perpendicular y paralelo, para evitar confusión en las actividades que usaban dichas palabras. Por otra parte, cambiar la pregunta sobre las direcciones de propagación y oscilación por un diagrama, mejoró el desempeño de la actividad al permitir una mejor representación del fenómeno. Además, se mejoró la redacción de las preguntas.

**Resultados generales de la sesión:**

En la evaluación final el incremento del porcentaje de alumnos que contestó bien la pregunta de la evaluación final sobre ondas transversales fue mayor a la de la segunda práctica. Además de que casi la totalidad de los estudiantes pudieron definir correctamente el concepto de medio elástico en la evaluación final.

Tabla 9. Planeación de la sesión 1 de la tercera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Escuela Nacional Preparatoria y Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 11 y 16 de Abril de 2018	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:50 horas	
TEMA: Propagación de ondas en medios			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno comprenda el concepto de onda mecánica como una forma de transmisión de la energía	<p><b>Arreglo de elementos</b> (5 min) Arreglo de equipo y material para la clase</p> <p><b>Presentación</b> (5 min) Presentación personal y del proyecto. <i>(Expositiva)</i></p> <p><b>Evaluación diagnóstica</b> (15 min) Examen diagnóstico</p> <p><b>Introducción</b> (10 min) Introducción sobre la energía, su transmisión y uso del sonido en la naturaleza. <i>(Expositiva, con participación directa de los alumnos con preguntas guiadas. Uso del pizarrón para la construcción de un mapa conceptual)</i></p> <p><b>Actividades</b> (5 min) Actividad del clip</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio elástico</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Caja de clips</li> <li>• Hojas milimétricas</li> <li>• Cuestionario</li> </ul>
Que el alumno describa los principales tipos de ondas y sepa distinguirlas	<p><b>Actividades</b> (15 min) <b>Actividad de la cuerda y del resorte</b></p> <p>(5 min) Discusión grupal sobre resultados mientras el</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda transversal</li> <li>• Onda longitudinal</li> <li>• Dirección de propagación</li> <li>• Dirección de oscilación</li> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerda</li> <li>• Cinta teflón</li> <li>• Resorte</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> </ul>

	docente repite los experimentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda superficial</li> </ul>	
Que el alumno identifique cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios  Generar interés en el fenómeno.	<b>Ondas en medios</b> (10 min) Ondas en medios. Explicación de lo que es una onda superficial y mencionar a los terremotos como problema contextualizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de onda</li> <li>• Onda superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno comprenda los conceptos de longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud. Que el alumno sepa cómo medir las propiedades de una onda como son longitud de onda, velocidad de onda, frecuencia y amplitud.	<b>Desarrollo</b> (15 min) Hacer una proyección de animaciones de ondas transversales y longitudinales, las cuales tienen diferentes amplitudes, longitud de onda, frecuencia, y velocidad de propagación. -Del listado hacer una lluvia de ideas para crear las unidades de medida <b>Actividad</b> (15 min) Usando un resorte o slinky o con apoyo de una animación proyectada, los alumnos deberán añadir al cuadro comparativo cómo se miden esas características en una onda longitudinal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de onda</li> <li>• Punto de equilibrio</li> <li>• Amplitud</li> <li>• Frecuencia</li> <li>• Periodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resortes</li> <li>• Cuerdas</li> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno identifique cómo se propagan las ondas mecánicas en diferentes medios	<b>Cierre</b> Exposición con el resorte de la dependencia de la velocidad con la elasticidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarron</li> <li>• Gis</li> <li>• Resorte</li> </ul>

	Exposición mediante un mapa conceptual ( <i>Expositiva</i> )  <b>Tarea 1.</b> Realizar un mapa conceptual de lo visto.		
--	---	--	--

### **3.6.2. Sesión 2**

#### **Descripción general de la sesión:**

Se comenzó con un repaso de lo visto en la sesión anterior y se representaron los conceptos mediante un mapa mental en el pizarrón.

Posteriormente se produjeron animaciones de ondas generadas en Matlab con distintas amplitudes, frecuencias, velocidades y longitudes de ondas, las cuales fueron proyectadas mediante un cañón, los estudiantes tuvieron que ir encontrando las características de las ondas e ir anotándolas en un cuadro comparativo. Las explicaciones y preguntas guiadas en esta sesión se mantuvieron bajo el mismo enfoque que en la práctica docente pasada. Se añadió de tarea que los alumnos entregaran un mapa mental con las propiedades de las ondas y los conceptos vistos en clase que completaran al que se hizo al comienzo de la clase.

#### **Resultados:**

Todos los equipos entregaron el mapa comparativo con las propiedades de las ondas, sólo 2 equipos de los 3 grupos requirieron de correcciones. La mayoría de los estudiantes entregó mapas mentales completos y bien desarrollados, lo cual sirvió para reforzar los conceptos, sus relaciones y significado. Esta mejora en el desempeño de las actividades se puede atribuir a la mejora de la experiencia del docente impartiendo la clase, como a la mejora de la redacción de las preguntas de los cuestionarios.

Tabla 10. Planeación de la sesión 2 de la tercera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Escuela Nacional Preparatoria y Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 12 y 20 de Abril de 2018	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:50 horas	
TEMA: Velocidad de onda, sonido y luz			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno recuerde lo visto en la clase anterior para usarlo en esta sesión	<b>Arreglo de elementos</b> (5 min) Arreglo de equipo y material para la clase <b>Repaso</b> (10 min) Repaso de temas previos (retroalimentación de mapa mental)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Lápiz</li> <li>• Laptop</li> <li>• Cañón</li> </ul>
Que el alumno comprenda la relación matemática $v=\lambda\nu$ Que relacione la velocidad de la onda como algo independiente de la frecuencia y la amplitud y dependiente únicamente del medio	<b>Introducción</b> (5 min) Objetivos de la sesión (20 min) Presentación mediante animaciones cómo medir una velocidad en una onda. (15 min) Presentación mediante animaciones para explicar la gráfica temporal y espacial de una onda. (20min) Resolución de ejercicios por el docente (15 min) Resolución de ejercicios por equipos por los alumnos (10 min) Uso del resorte para explicar la independencia de la velocidad con la amplitud y la frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de onda</li> <li>• <math>v=\lambda f</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> <li>• Laptop</li> <li>• Cañón</li> <li>• Resorte Celular (aplicación cronómetro)</li> </ul>

### 3.6.3. Sesión 3

#### Descripción general de la sesión:

Se comenzó con la proyección de la gráfica de una onda espacial y se les pidió a los estudiantes que mencionaran la información disponible en la gráfica. Posteriormente se les mostró una animación que explica la diferencia entre una gráfica temporal y espacial y temporal tomada de la página <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/wave-x-t/wave-x-t.html>

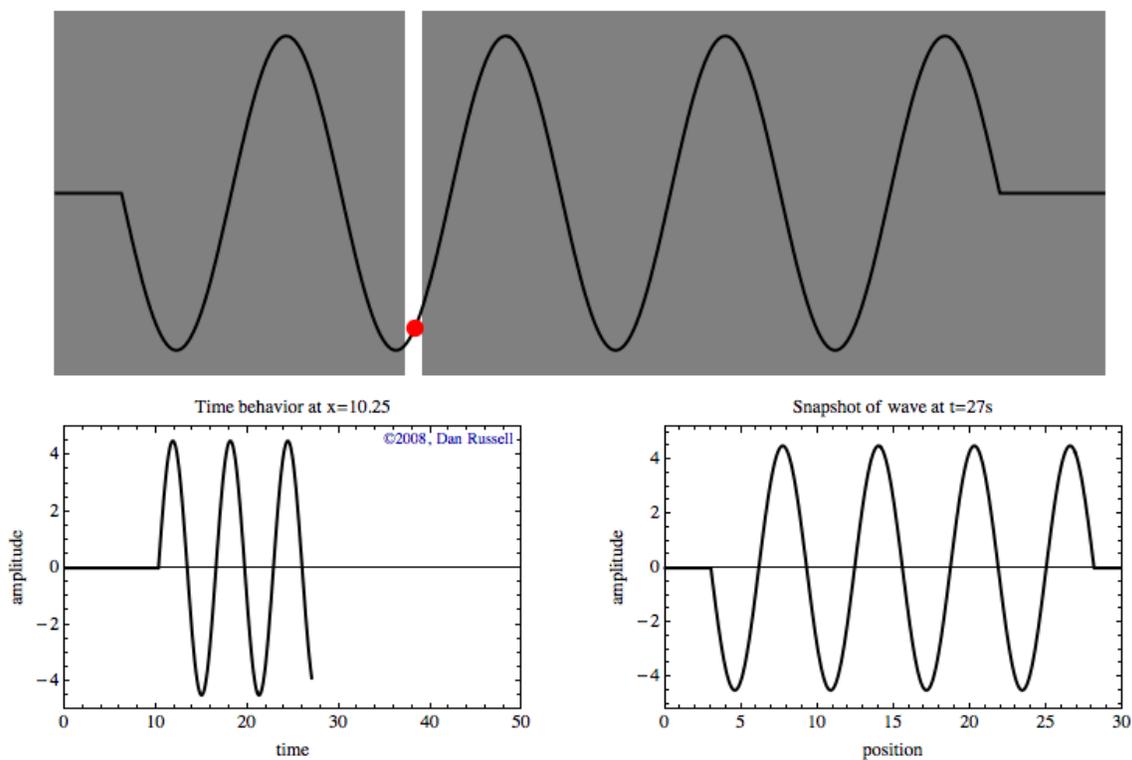


Figura 3.5. Animación que presenta la diferencia entre la gráfica temporal de la gráfica espacial de una onda.

Posteriormente, usando la aplicación Tracker®, se usó la animación de una onda para obtener la posición vertical de un punto horizontal de la onda fijo. De esta manera se obtuvo una gráfica espacial de la onda y se les hizo preguntas a los alumnos sobre los nombres de los ejes y los valores que podían ser obtenidos de dichas ondas.

Una vez explicado cómo obtener dicha información se puso a competir por equipos en la resolución de 4 ejercicios donde usarían la fórmula de  $v=\lambda\nu$  para obtener valores de longitud de onda, así como obtener información de gráficas temporales y espaciales.

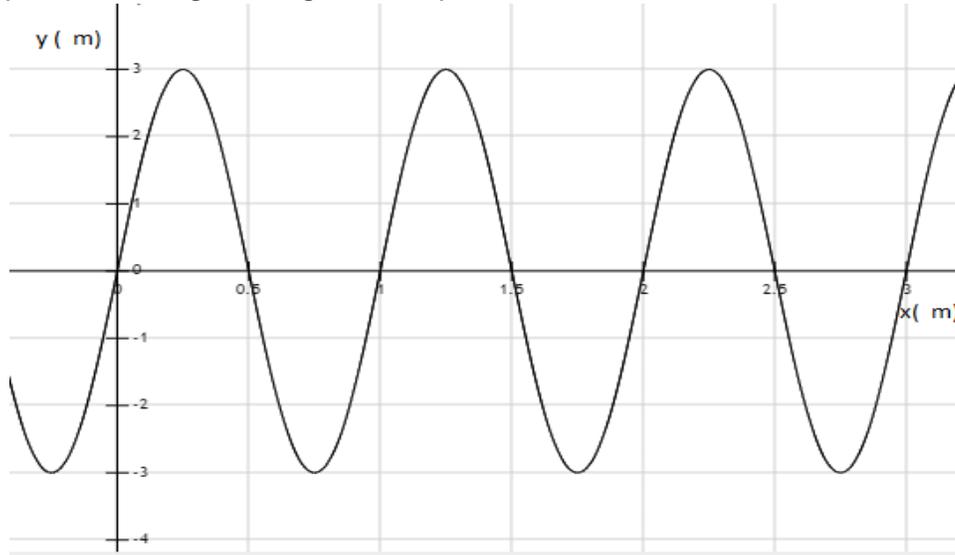
Finalmente, se dejó de tarea una serie de preguntas y ejercicios para repasar lo visto en clase.

## Descripción de las actividades:

### Tarea 2

Resuelve los siguientes ejercicios:

1) A partir de la siguiente gráfica espacial de una onda



Señala cuáles son los valores de:

Amplitud: \_\_\_\_\_

Longitud de onda: \_\_\_\_\_

(Realiza el procedimiento y operaciones aquí).

- 2) Si la onda anterior tuviera una frecuencia de 8 Hertz ¿Cuál sería su velocidad de propagación?
- 3) Una bocina produce ondas de sonido al oscilar en ciclos de 0.025 s de oscilación.
  - a) ¿Cuál es la frecuencia?
  - b) ¿Cuál es su longitud de onda? (use la velocidad del sonido igual a 340 m/s)
- 4) ¿Cuál es la longitud de onda de una nota La<sub>4</sub> (440 Hz)?
- 5) El llamado criterio de Rayleigh establece que la distancia más corta que se puede resolver por medio de la luz es de unos 300 nanómetros aproximadamente la mitad de su longitud de onda, y éste es efectivamente el límite de resolución de los microscopios ópticos comunes. En el caso de los murciélagos, ellos pueden detectar objetos en el vuelo en la oscuridad usando la ecolocalización, que consiste en generar ondas y detectar objetos a partir de

su rebote en los objetos. Para esto los murciélagos usan frecuencias de hasta 100 000 Hz.

- a) ¿Qué longitud de onda tendría el sonido emitido por los murciélagos?
- b) ¿Por qué crees que es que usan frecuencias tan altas?

**Resultados:**

El uso de las animaciones ayudó mucho a dejar claro a los alumnos la diferencia entre gráficas temporales y espaciales. Además, el reforzar lo explicado en una competencia de los ejercicios dados ayudó para que los alumnos practicaran las fórmulas y la interpretación de las gráficas, así que también se manejara la enseñanza entre pares. Se pudo comprobar una mejora en estos aprendizajes por las respuestas obtenidas en sus tareas y en la obtención de información de las gráficas en la evaluación final.

Tabla 11. Planeación de la sesión 3 de la tercera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 19 y 21 de Octubre de 2017	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:10 horas	
TEMA: La onda en el tiempo y en el espacio			
<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno identifique el sonido como una onda longitudinal	<b>Introducción</b> (15 min) Presentación de la onda como algo que cambia en tiempo y en el espacio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> </ul>
Que el alumno distinga las componentes espaciales y temporales de una onda	<b>Desarrollo</b> (10 min) Ejercicio realizado por el docente para la obtención de datos de la gráfica espacial de una onda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica temporal de una onda</li> <li>• Gráfica espacial de una onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> <li>• Programa Tracker</li> </ul>
Que el alumno represente la gráfica de una onda tanto en su forma temporal como espacial	(10 min) Explicación por el docente del uso del programa Tracker y cómo usarse para la obtención de la gráfica en el tiempo de un punto (25 minutos) Actividad de análisis de onda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica temporal de una onda</li> <li>• Gráfica espacial de una onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Proyector</li> <li>• Programa Tracker</li> </ul>
Que el alumno relacione dicha gráfica como un comportamiento de la función seno	<b>Conclusiones</b> (10 min) Analogía con el sonido, Cierre de la clase y recapitulación de los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido</li> <li>• Onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis o plumón</li> </ul>

### **3.6.4. Sesión 4**

#### **Descripción general de la sesión:**

Se les pidió a los alumnos con anticipación que al menos un miembro por equipo tenía que tener instalada en su equipo celular la aplicación móvil ToneGenerator® para la clase, pues esta permite la generación de tonos a distintas frecuencias, amplitudes y fases, además de la generación de varios canales para usarse en la práctica de interferencia de ondas.

Se procedió a proyectar un tutorial del uso de las aplicaciones usando el cañón para mostrar imágenes y las indicaciones del uso de la aplicación. Se les entregaron hojas guías para que resolvieran las actividades por equipos y se les dio un tiempo de 20 minutos para resolver la actividad.

A continuación, se realizó una retroalimentación de la actividad y un cierre de la clase. Para finalizar con la aplicación de la evaluación final.

## **Descripción de las actividades:**

### Práctica de generación de tonos

#### **Objetivos:**

1. Que los alumnos relacionen la frecuencia de una onda con el tono
2. Que los alumnos relacionen la amplitud de la onda con la intensidad o el volumen.

**Material:** Celular, aplicación móvil *ToneGenerator*, hoja guía

**Indicaciones sobre la actividad:** La actividad se realizará por equipos quienes tendrán que responder el cuestionario siguiente que a su vez contiene las indicaciones de la actividad.

1. Produce ondas a una frecuencia de 400 Hz, 800 Hz y 1600 Hz. Con una amplitud de 100% en cada una. ¿En qué manera suenan distintas?
2. Produce ondas a una frecuencia de 800 Hz. Escúchala a distintas amplitudes (%)
  - a. ¿Qué cambia en la gráfica?
  - b. ¿Qué diferencia hay en cómo suena cada una?
3. A partir de lo escuchado.
  - a. ¿A qué se debe el tono (grave o agudo) de una onda de sonido?
  - b. ¿A qué se debe la intensidad (volumen alto o bajo) de una onda de sonido?

### Práctica de interferencia de ondas

#### **Objetivos:**

1. Que los alumnos relacionen la frecuencia de una onda con el tono
2. Que los alumnos relacionen la amplitud de la onda con la intensidad o el volumen.

**Material:** Celular, aplicación móvil *ToneGenerator*, hoja guía

**Indicaciones sobre la actividad:** La actividad se realizará por equipos quienes tendrán que responder el cuestionario siguiente que a su vez contiene las indicaciones de la actividad.

#### Actividad 4

1. Produce una onda en el canal 1 a una frecuencia de 600 Hz y 50% de amplitud y escúchala. Produce ahora simultáneamente una segunda onda en el canal 2 a una frecuencia de 600 Hz y 50% de amplitud y escúchala.
  - a. ¿Hay alguna diferencia? De ser así ¿Cuál?
  - b. ¿Cómo se ven las gráficas de los canales 1 y 2 (Haz un dibujo y explícalo)?
  - c. ¿Cómo se ve la gráfica de la onda resultante (en blanco)?
  - d. ¿Por qué crees que esto sucede?
2. Ahora ve cambiando la fase de la segunda onda hasta que no se escuche.
  - a. ¿A qué valor corresponde?
  - b. ¿Cómo se ven las gráficas de los canales 1 y 2 (Haz un dibujo y explícalo)?
  - c. ¿Cómo se ve la gráfica de la onda resultante (en blanco)?
  - d. ¿Por qué crees que esto sucede?

#### Resultados:

Los equipos pudieron finalizar de manera completa y correcta las respuestas guías, el uso de la aplicación móvil se mostró ser mucho más práctica que el uso de equipo de cómputo, además de que fue mucho más claro para los alumnos el concepto de interferencia pues la aplicación muestra la suma de las ondas en ambos canales y se vio reflejado en las respuestas en los cuestionarios de la actividad. El aprendizaje de las relaciones acústicas con las de la onda mostró también mejores resultados en esta evaluación final que en las prácticas docentes anteriores. Se considera que la mejora en la evaluación se debió a que, en esta ocasión, todos pudieron realizar por cuenta propia la práctica lo que repercutió en un aprendizaje más significativo que en la práctica anterior que el docente fue quien lo expuso.

Tabla 12. Planeación de la sesión 4 de la tercera práctica docente.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b>		GRADO: BACHILLERATO	
Escuela Nacional Preparatoria y Colegio de Ciencias y Humanidades		FECHA: 18 y 23 de Abril de 2018	
ASIGNATURA: Física 2		DURACIÓN: 1:50 horas	
TEMA: Velocidad de onda, sonido y luz			
<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Material</b>
Que el alumno sea capaz de manejar la aplicación móvil para realizar las prácticas de audio 1 y 2	<b>Manejo de la aplicación</b> (10 min) Presentación sobre el funcionamiento y manejo de la aplicación móvil <i>ToneGenerator</i> ® (uso de diapositivas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia</li> <li>• Amplitud</li> <li>• Fase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil <i>ToneGenerator</i>®</li> <li>• Laptop</li> <li>• Cañón</li> </ul>
Que el alumno relacione las características gráficas de frecuencia y amplitud con las características acústicas de tono e intensidad	<b>Actividad</b> (20 min) Resolución de <b>práctica de audio parte uno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tono</li> <li>• Intensidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil <i>ToneGenerator</i>®</li> <li>• Cuestionario guía 1</li> </ul>
Que el alumno sume ondas para comprender los conceptos de fase e interferencia constructiva y destructiva	<b>Actividad</b> (20 min) Resolución de <b>práctica de audio parte 2</b> (5 min) Retroalimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase</li> <li>• Interferencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil <i>ToneGenerator</i>®</li> <li>• Cuestionario guía 2</li> </ul>
Que el alumno conozca las ondas electromagnéticas y que de igual manera cumplen la relación $v=\lambda\nu$	<b>Exposición de ondas electromagnéticas</b> (10 min) Exposición por el docente de las ondas electromagnéticas y su espectro. (5 minutos) Resolución de ejercicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas electromagnéticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón</li> <li>• Gis</li> <li>• Laptop</li> <li>• Cañón</li> </ul>
Conocer individualmente el avance en sus aprendizajes conceptuales y procedimentales	<b>Evaluación</b> (30 min) Aplicación de examen que se resolverá de manera individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen</li> </ul>

## 4. RESULTADOS

En el siguiente capítulo se muestra los resultados obtenidos por la estrategia didáctica final aplicada a lo largo de las distintas prácticas docentes realizadas.

### 4.1. Primera práctica docente

#### Resultados evaluación final

Luego de 2 semanas de concluida la práctica, se llevó a cabo únicamente una evaluación final. El cuestionario contaba con preguntas relacionadas con cada uno de los conceptos enseñados y se muestra en el anexo 1.

Se aplicó el cuestionario a 10 alumnos dos semanas después de la aplicación de la práctica, en azul se marca el número de alumnos que contestaron correctamente el reactivo relativo a cada tema y en naranja los que no.

Los resultados a dicha evaluación fueron los siguientes:

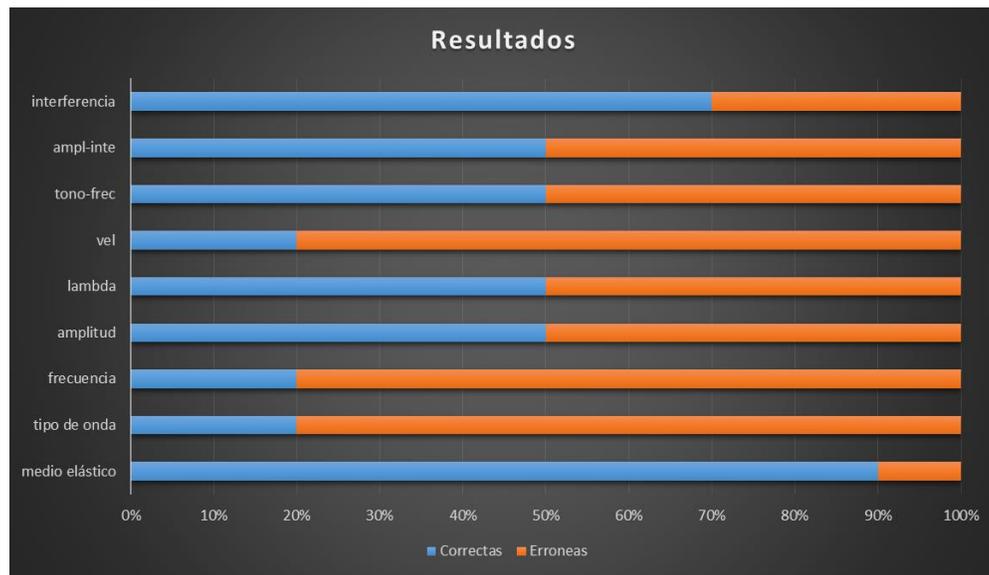


Figura 4.1. Resultados de la evaluación final de la primera práctica docente.

En el inciso 4 se muestra el número de alumnos que marcó que existía una relación de la velocidad de una onda con la variable marcada. Aunque la mayoría (8) marcó la elasticidad del medio como factor en la velocidad de una onda, sólo 2 marcaron exclusivamente esa respuesta.

De estos resultados se concluyó que los conceptos de medio elástico e interferencia fueron comprendidos por la mayoría de los estudiantes, por lo que no se requerían ajustes importantes en su método de enseñanza. Sin embargo, se obtuvieron bajos resultados en el resto, principalmente en los reactivos que preguntaban sobre los conceptos de tipo de onda y en obtener la velocidad de propagación de una onda. En el caso del tipo de onda, los bajos resultados se pueden asociar a que la redacción de la pregunta no era suficientemente clara y, además, daba por hecho que los estudiantes conocían claramente los conceptos de dirección de oscilación y de propagación, así como los conceptos de perpendicular y paralelo. En el caso de la fórmula de la onda de velocidad se puede atribuir tanto a los fallos operativos en la actividad del análisis de la onda en el programa Tracker que era en el que se enseñaba ese concepto, como en que se le dedicó muy poco tiempo de la sesión al significado y aplicaciones de la ecuación que relaciona la frecuencia y la longitud de onda con la velocidad.

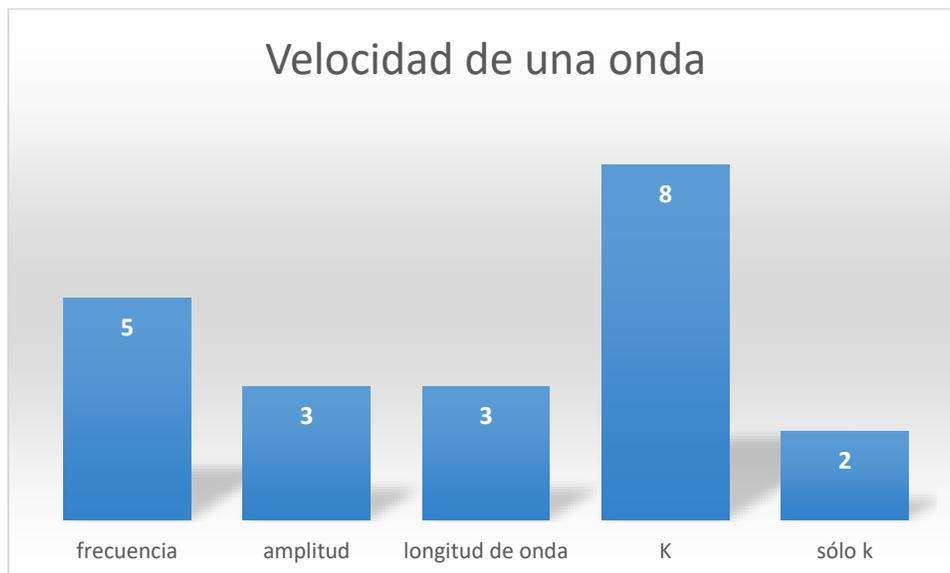


Figura 4.2. Respuestas de los alumnos de los factores de los que depende la velocidad de una onda en el medio.

Respecto a los resultados mostrados en la segunda gráfica se observó que la mayoría del grupo encontró una relación entre la velocidad de propagación de la onda y las propiedades elásticas del medio ( $K$ ). Sin embargo, sólo dos estudiantes de los 10 que realizaron la evaluación lo marcaron como única opción. Por este motivo, se realizaron ajustes en la segunda práctica docente para aumentar la cantidad de actividades que pudieran reforzar el concepto de la independencia de la velocidad de propagación de la onda de la longitud de onda, la amplitud y la frecuencia. Además, se comenzó a aplicar evaluaciones previas para poder descartar lo que se sabía ya de lo que se aprendió debido a la aplicación de la práctica.

## 4.2. Segunda práctica docente

En esta práctica docente se realizó una evaluación diagnóstica y una final para hacer una medida de lo aprendido por la práctica docente y descartar otros factores. Las evaluaciones fueron validadas por la revisión por parte de expertos en la materia.

La evaluación diagnóstica se encuentra en el anexo 2 y la final en el anexo 3.

### Resultados de aprendizajes de acuerdo a las evaluaciones iniciales y finales.

Debido a la enorme cantidad de gráficas que serían manejadas al presentar por separado los resultados de cada grupo de manera individual, se obtuvo un promedio en general de los tres grupos juntos en cada pregunta para presentar la información de manera más concisa.

En la pregunta 1 los resultados fueron los siguientes

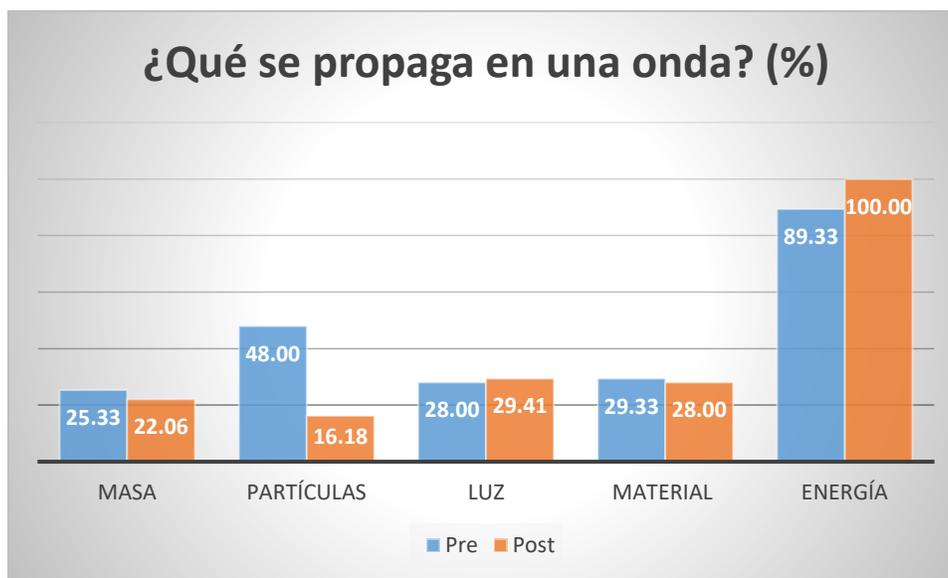


Figura 4.3. Resultados a obtenidos en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda.

Debido a que la onda solo propaga energía y no masa ni partículas ni material, se esperaba un aumento en el número de alumnos que contestaran sólo energía y una disminución en las otras opciones. Aunque se dio un aumento en lo primero no sucedió de manera significativa lo segundo. Esto se pudo deber a que dicha

propiedad se mencionó muy poco en la práctica, motivo por el cual se decidió enfatizar esta propiedad en la estrategia de enseñanza de la siguiente práctica docente (tercera).

En cuanto a los resultados de las pruebas iniciales y finales en las preguntas 1, 2, 6 y 7 de la diagnóstica (1, 2, 7 y 8 de la final), que se usaron para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en los conceptos de que una onda sólo transporta energía, tipo de ondas (transversales y longitudinales), interferencia y medio elástico. Se observó un importante incremento en los resultados que evaluaban el aprendizaje de los conceptos de tipo de onda y medio elástico, un incremento moderado en la evaluación al concepto de interferencia y un incremento pequeño en que las ondas sólo transmiten energía. Esto se puede interpretar que las actividades que se usan para la enseñanza de tipo de ondas y medio elástico son adecuadas (actividad del clip y de la cuerda y el resorte), mientras que las actividades relacionadas con la interferencia y la explicación de lo que se transmite en una onda deberá presentar cambios, los cuales fueron aplicados para la tercera práctica docente.

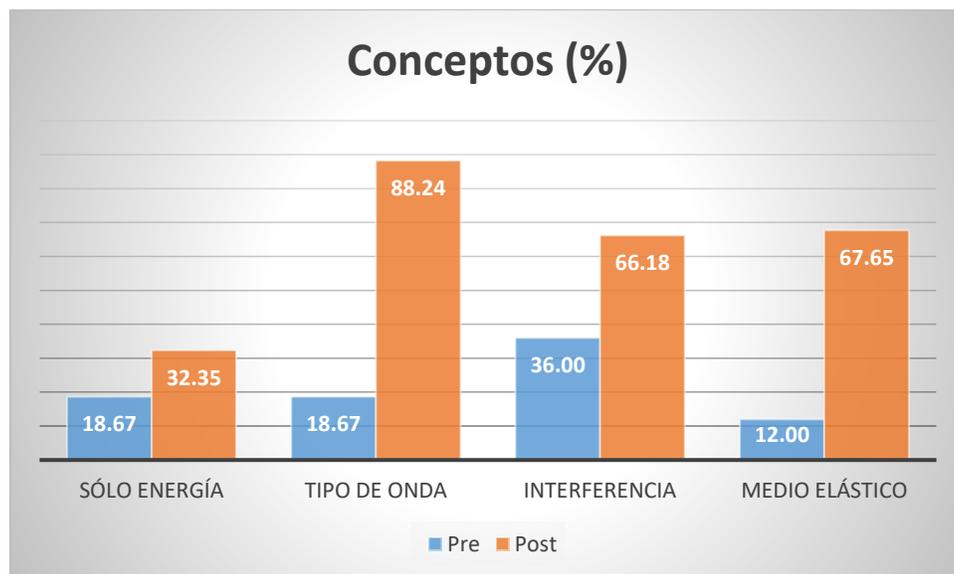


Figura 4.4. Resultados a obtenidos en la evaluación previa y posterior en las preguntas que evaluaban el aprendizaje los conceptos de lo que se propaga en una onda, ondas transversales y longitudinales, interferencia y definición de medio elástico.

El primer par de columnas llamadas “solo energía” se refiere al porcentaje de alumnos que marcó exclusivamente esa opción (si acaso también la de sonido) en la pregunta 1 “¿Qué se propaga en una onda?”.

En cuanto a la obtención de datos en las gráficas espaciales y temporales, dado que en ninguna de las evaluaciones diagnósticas hubo algún estudiante que pudiera sacar datos de la gráfica en ninguno de los grupos, sólo se muestran los resultados finales de los estudiantes que pudieron obtener resultados en los ejercicios 3 y 4 (Gráficas espaciales y temporales).

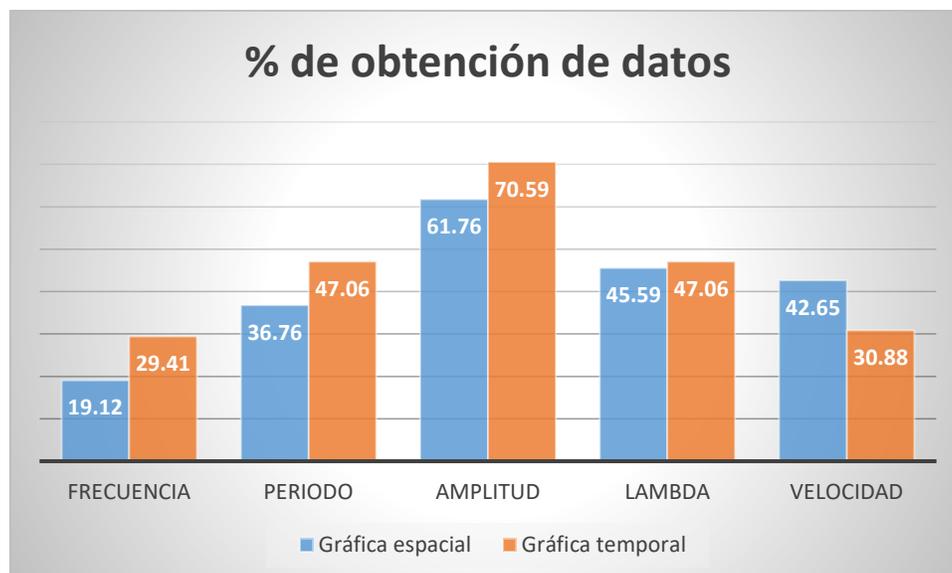


Figura 4.5. Porcentaje de estudiantes que pudieron obtener datos a partir de gráficas espaciales (azul) y gráficas temporales (naranja) de una onda. El porcentaje mostrado indica el porcentaje de estudiante que aprendieron a obtener datos debido a la práctica docente, pues los resultados en las evaluaciones iniciales mostraron que no hubo ningún estudiante que pudiera hacerlo.

Se considera que se obtuvo una mejora importante en el aprendizaje de los conceptos, pues inicialmente se obtuvieron nulos resultados en la evaluación inicial en la obtención de información de la gráfica de una onda. La amplitud fue el concepto que presentó mejores resultados debido en parte a que el concepto es más fácil de visualizar en una gráfica, en cambio la obtención de la frecuencia de la gráfica lo podemos atribuir a que dicho concepto requiere de un mayor énfasis de su relación con el periodo de una onda. A partir de lo anterior se propuso que en la

tercera práctica docente se trabajara ejercicios en clase y tareas a casa para que se reforzara la práctica y conceptos relacionados con este tipo de actividades.

Para la pregunta 5, se buscaba que los estudiantes pudieran encontrar la independencia entre la frecuencia y la velocidad y la intensidad del sonido e indicaran que sólo altera su tono. Los resultados del porcentaje que contestó bien cada inciso comparando la inicial y final se muestran a continuación.

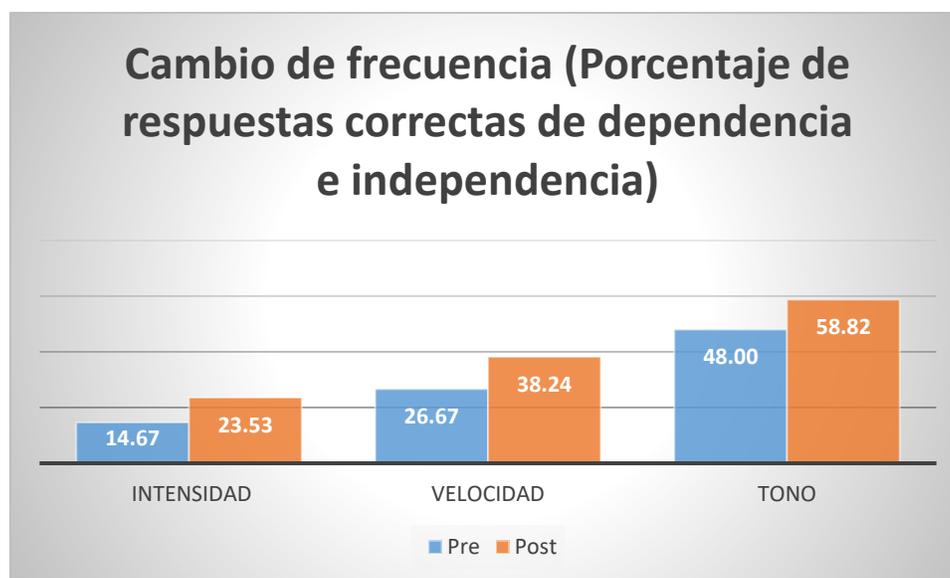


Figura 4.6. Comparación del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la frecuencia ante la variable descrita.

Se observó un incremento en la asociación correcta de la dependencia e independencia de la frecuencia con la intensidad, la velocidad y el tono, sin embargo, los incrementos fueron moderados. Lo anterior se puede atribuir a que los estudiantes tienen como concepto previo dichas asociaciones, los cuáles son más complicados de modificar, por lo que se propuso incrementar el número de experiencias en contradicción con el concepto previo de los estudiantes para aumentar la probabilidad de que se dé un cambio en el mismo.

Para la pregunta 6, se buscaba que los alumnos pudieran encontrar la independencia entre la amplitud y la velocidad y el tono de la onda e indicaran que sólo altera su intensidad. Los resultados del porcentaje que contestó bien cada inciso comparando la inicial y final se muestran a continuación.

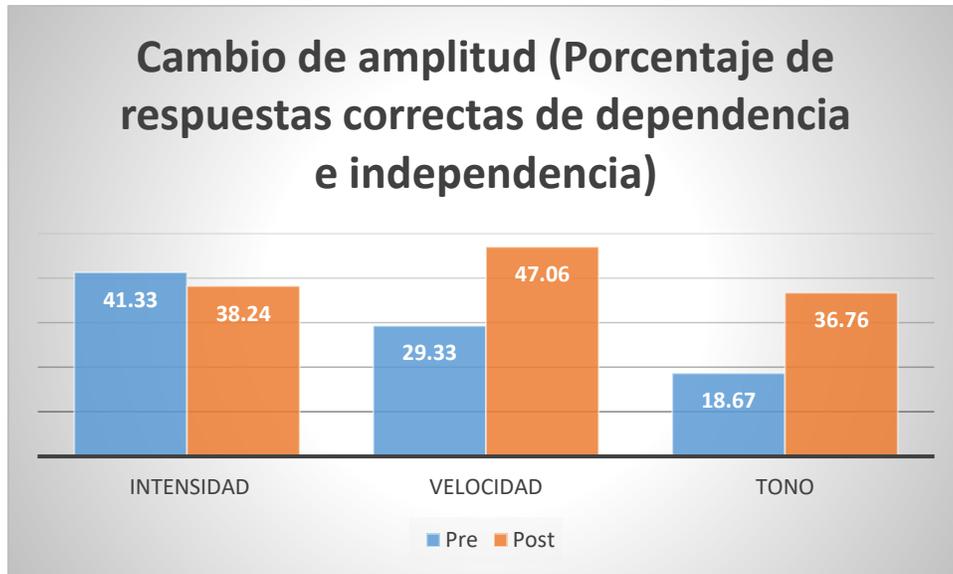


Figura 4.6. Comparación del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la amplitud ante la variable descrita.

Al igual que en el caso anterior, se trata de un concepto previo difícil de modificar, por lo que de igual manera se aumentó el número de experiencias en clase que mostraran la independencia de la intensidad sólo de la amplitud. En este caso dicha dependencia incluso disminuyó después de la aplicación de la práctica, por lo que se realizó un énfasis en dicho concepto en las explicaciones por parte del docente de este concepto en la tercera práctica docente.

### 4.3. Tercera práctica docente

#### Introducción

Los resultados de los aprendizajes, se presentan con base en las evaluaciones iniciales y finales, así como en las evaluaciones en línea que los alumnos le hicieron a la clase y al docente. En este caso no se presentan los resultados de las evaluaciones por separado pues hubo diferencias importantes en algunos de los resultados respecto de un grupo a otro y se detallan más adelante.

La evaluación diagnóstica fue la misma que la aplicada en la segunda práctica docente, la evaluación final se muestra en el anexo 4.

#### Comparación de resultados de las evaluaciones iniciales y finales.

En la pregunta 1, respecto a la pregunta “¿Qué se propaga en una onda?” los resultados por grupos fueron los siguientes:

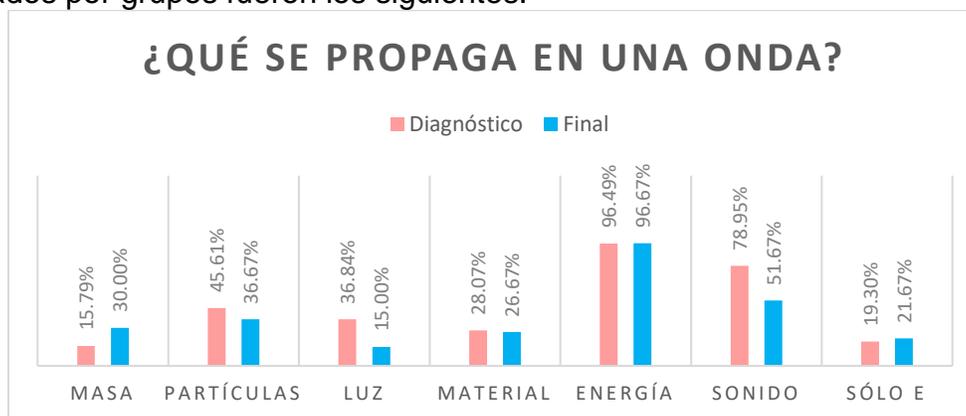


Figura 4.7. Resultados obtenidos en la ENP 4 en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda.

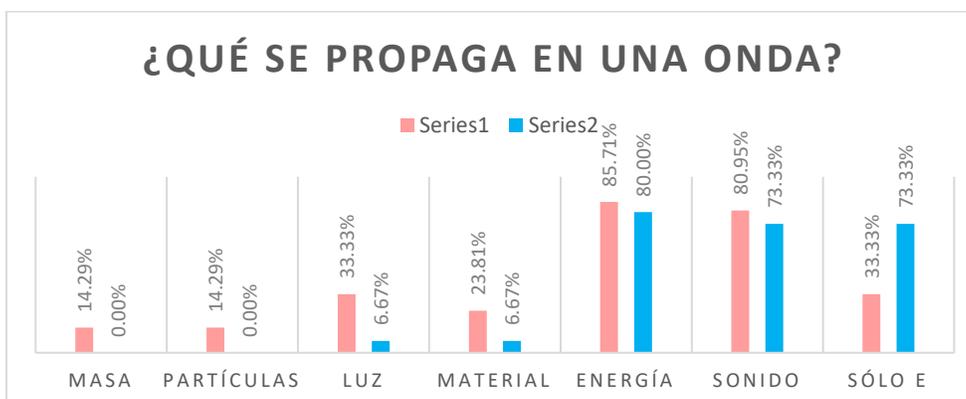


Figura 4.8. Resultados obtenidos en el grupo 408 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda.

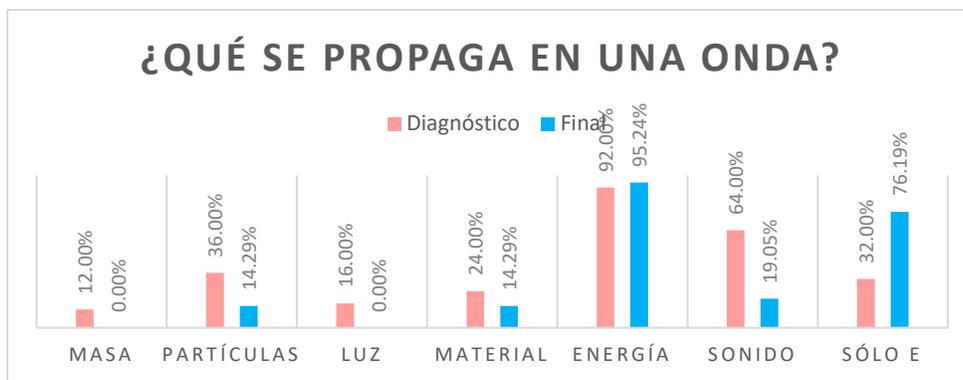


Figura 4.9. Resultados obtenidos en el grupo 410 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda.

Se esperaba un aumento en el número de alumnos que contestaran sólo energía y una disminución en las otras opciones. Esto no se dio de manera significativa en el primer grupo, pero sí en los grupos de CCH Sur. La diferencia se debió a que como la práctica en la ENP fue anterior a las realizadas en el CCH Sur, permitió al docente realizar ajustes a la práctica, como aumentar los ejemplos que se le mencionaba a los estudiantes en clase para reafirmar este concepto.

El primer par de columnas llamadas “solo energía” se refiere al porcentaje de alumnos que marcó exclusivamente esa opción (si acaso también la de sonido) en la pregunta 1.

En el caso de las propiedades de una onda en la evaluación final sólo se preguntó sobre el tipo de onda, por lo que es la única gráfica en la que aparecen los valores de ambas. Dado que es la única que está en los objetivos de la estrategia docente.

Grupo 401 ENP 4

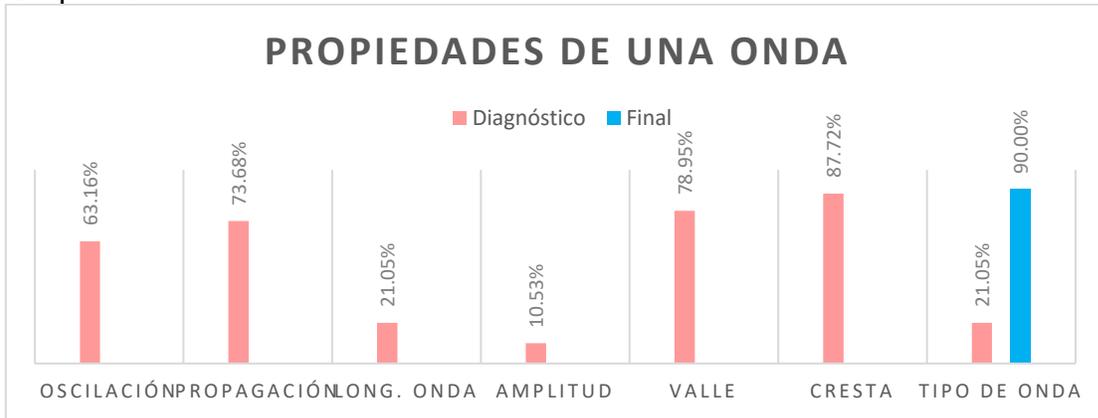


Figura 4.8. Resultados obtenidos en la ENP 4 en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda respecto a las propiedades de una onda.

Grupo 408 CCH Sur

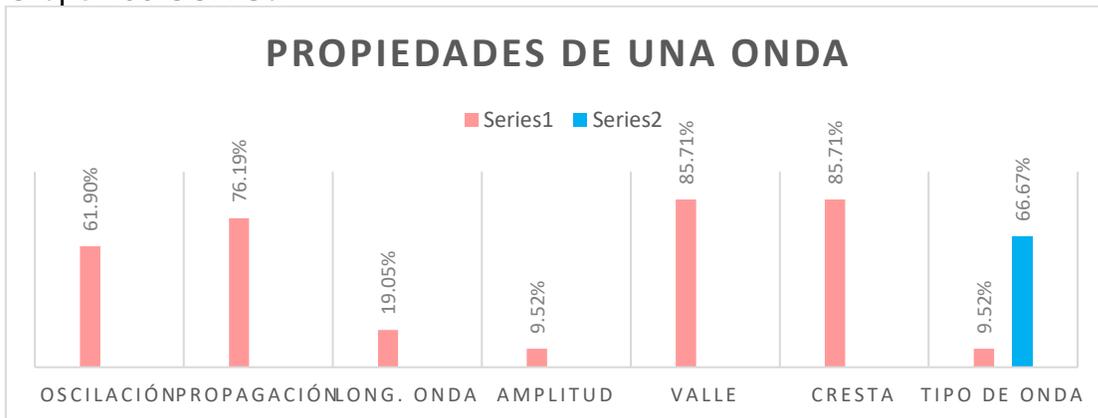


Figura 4.9. Resultados obtenidos en el grupo 408 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda respecto a las propiedades de una onda.

Grupo 410 CCH Sur

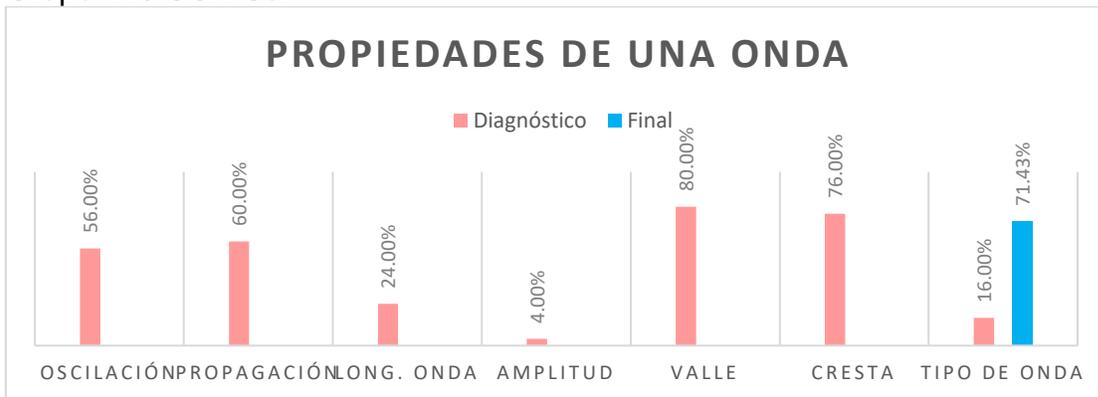


Figura 4.10. Resultados obtenidos en el grupo 410 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a lo que lo que los estudiantes consideran que se propaga en una onda respecto a las propiedades de una onda.

Se observa una mejora del 79, 57 y 55% en el porcentaje de las respuestas correctas del reactivo 2 de la evaluación, que consiste en la identificación del tipo de onda. Además, que para contestar de manera correcta dicho reactivo, era necesario comprender de antemano los conceptos de dirección de propagación y dirección de oscilación. Esta mejora en el porcentaje de aprendizaje es similar a la de la segunda práctica docente pues, debido a los buenos resultados en la práctica docente anterior, se dejó sin apenas cambios la actividad de la cuerda y el resorte que se usa para el aprendizaje de estos conceptos.

En cuanto a la obtención de datos en las gráficas espaciales y temporales, en las dos prácticas docentes anteriores no hubo ningún estudiante que pudiera obtener esta información de la gráfica de una onda presentada en la evaluación diagnóstica. Por este motivo ya sólo se dejó una gráfica temporal en la evaluación diagnóstica como medida de control, por lo que en la gráfica temporal sólo se presentan los resultados de la evaluación final.

#### Grupo 401 ENP 4

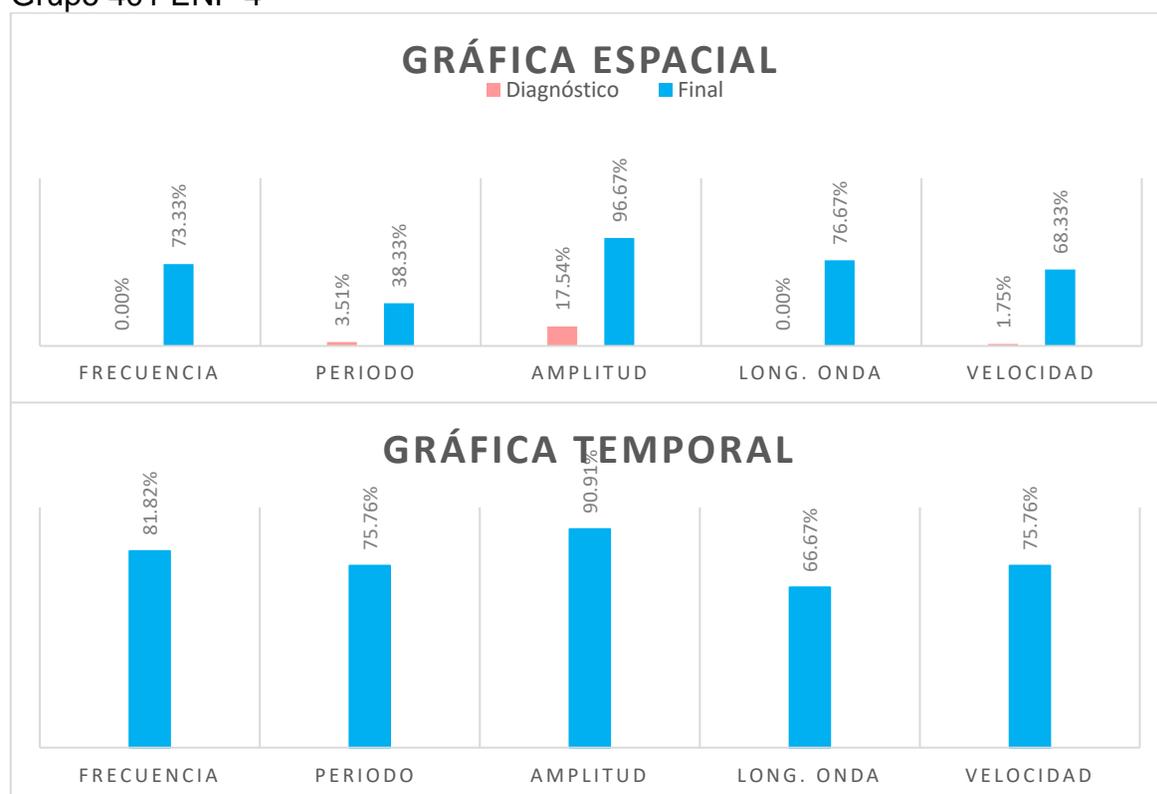


Figura 4.11. Resultados obtenidos en el grupo 401 de la ENP 4 en la evaluación previa y posterior a la información que podían obtener de la gráfica espacial y temporal de una onda.

### Grupo 408 CCH Sur

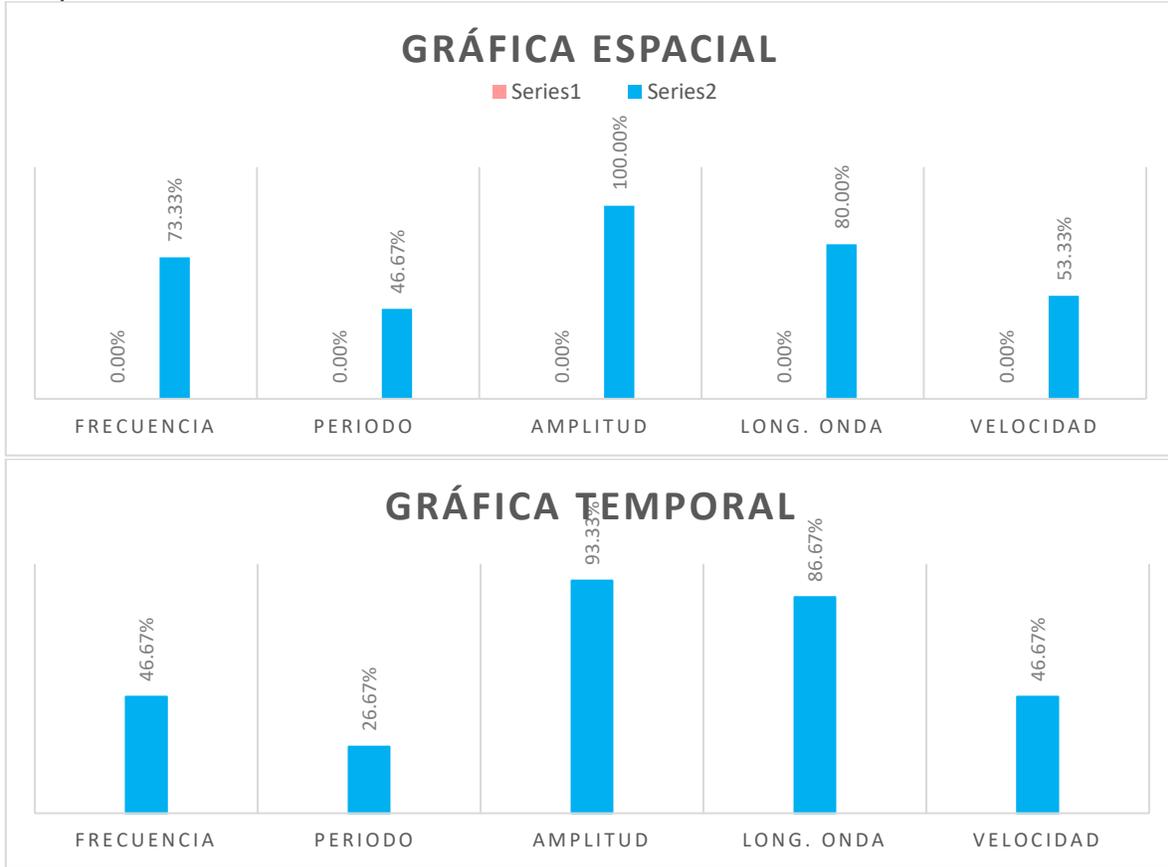
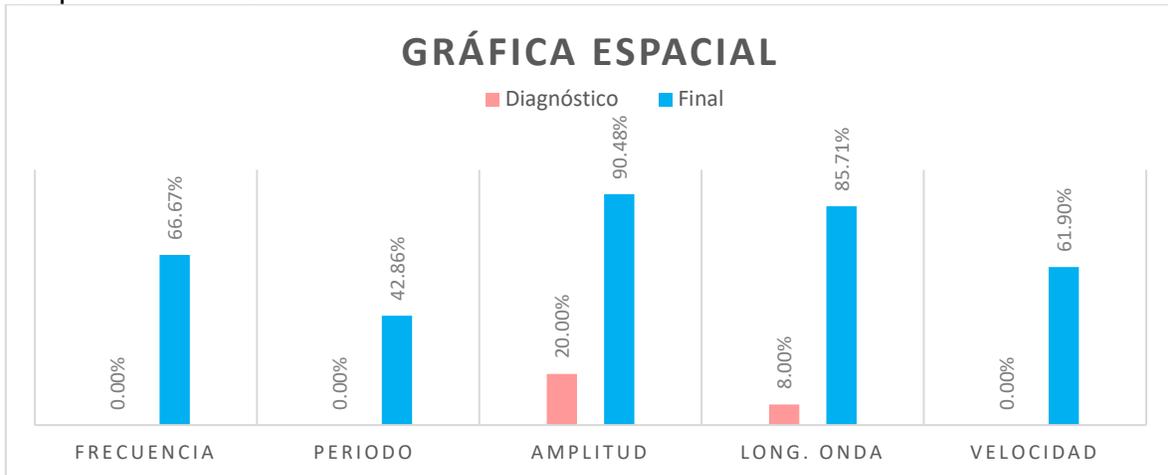


Figura 4.12. Resultados obtenidos en el grupo 408 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a la información que podían obtener de la gráfica espacial y temporal de una onda.

### Grupo 410 CCH Sur



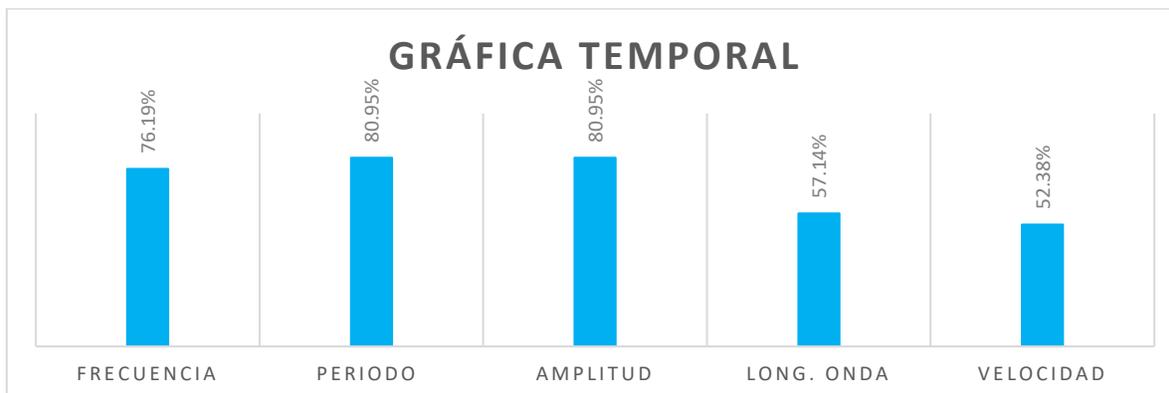


Figura 4.13. Resultados obtenidos en el grupo 410 del CCH Sur en la evaluación previa y posterior a la información que podían obtener de la gráfica espacial y temporal de una onda.

De la obtención de información de las gráficas temporales y espaciales de una onda, podemos observar valores de aprendizajes más altos que los registrados en la práctica docente anterior, lo cual lo podemos atribuir a

Para las preguntas 5 y 6 de la evaluación final, se buscaba que los alumnos pudieran encontrar la independencia entre la frecuencia y la amplitud con la velocidad e intensidad del sonido. Los resultados del porcentaje que contestó bien cada inciso comparando la inicial y final se muestran a continuación.

#### Grupo 401 ENP 4

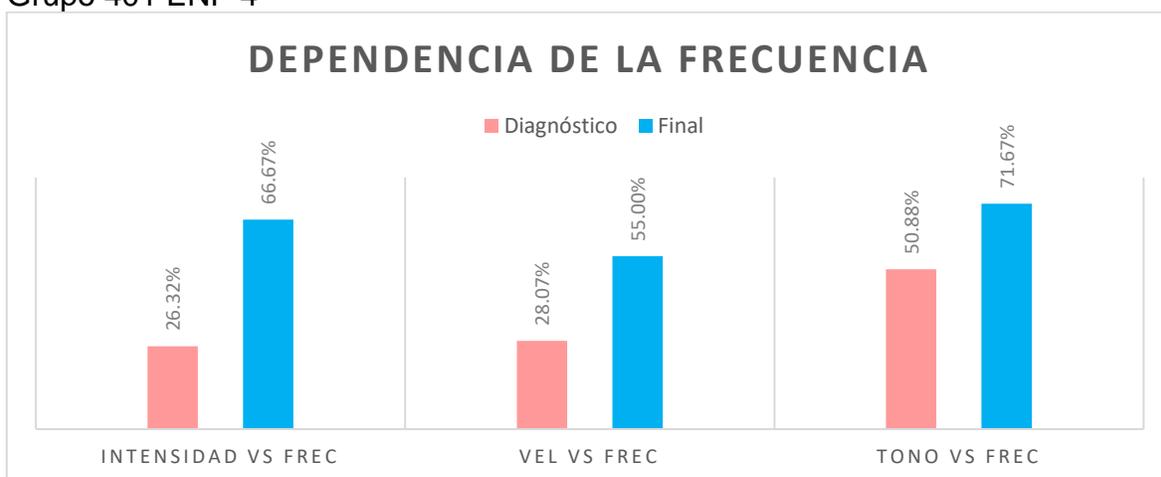


Figura 4.14. Resultados obtenidos en el grupo 401 de la ENP 4 del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la frecuencia ante la variable descrita.

Grupo 408 CCH Sur

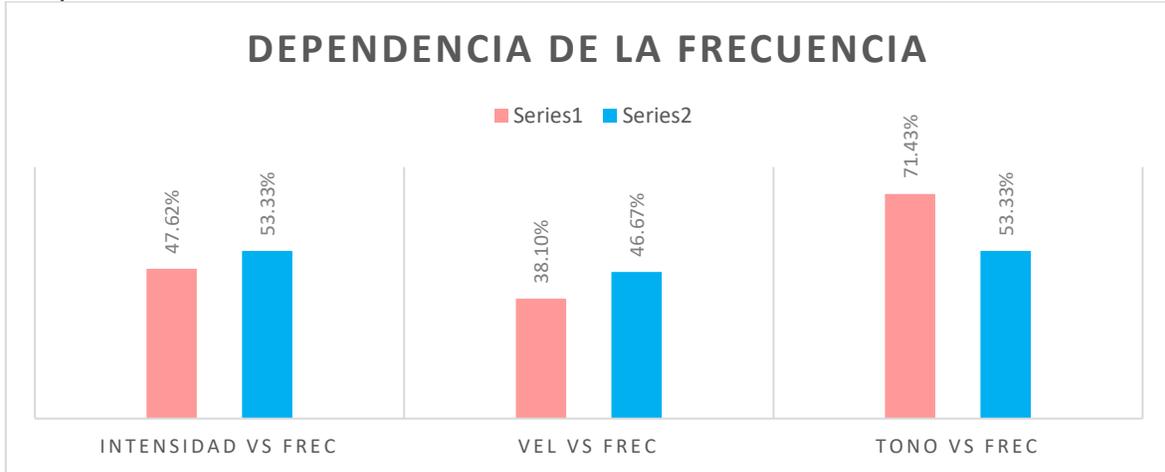


Figura 4.15. Resultados obtenidos en el grupo 408 del CCH Sur del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la frecuencia ante la variable descrita.

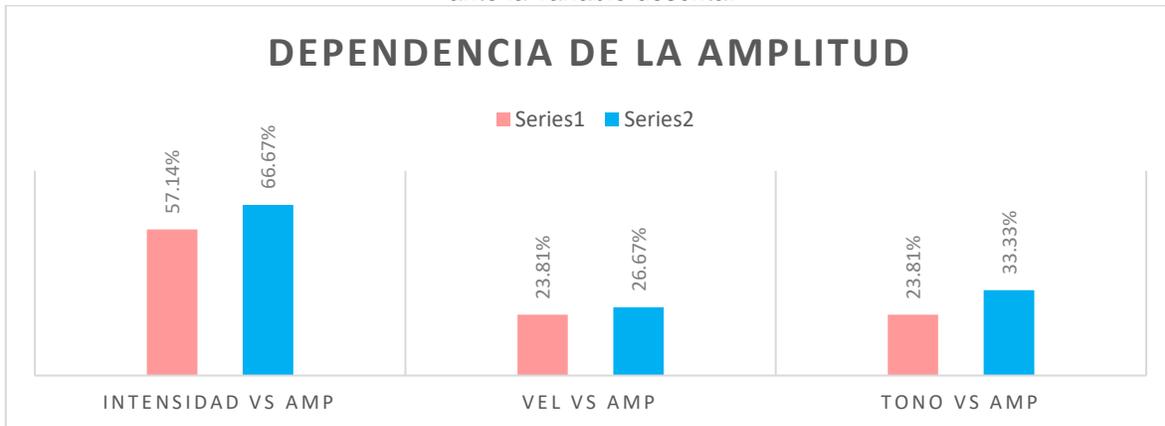


Figura 4.16. Resultados obtenidos en el grupo 408 del CCH Sur del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la amplitud ante la variable descrita.

## Grupo 410 CCH Sur

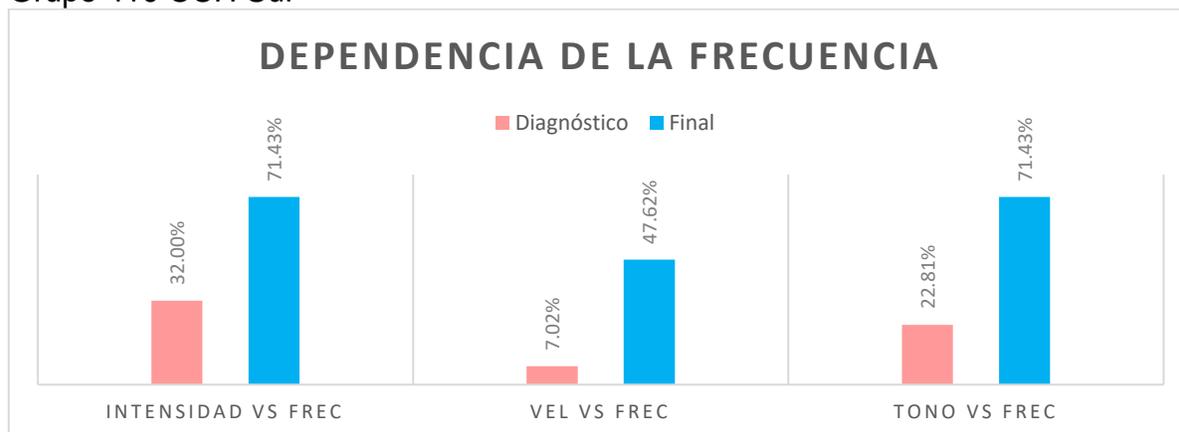


Figura 4.17. Resultados obtenidos en el grupo 410 del CCH Sur del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la frecuencia ante la variable descrita.

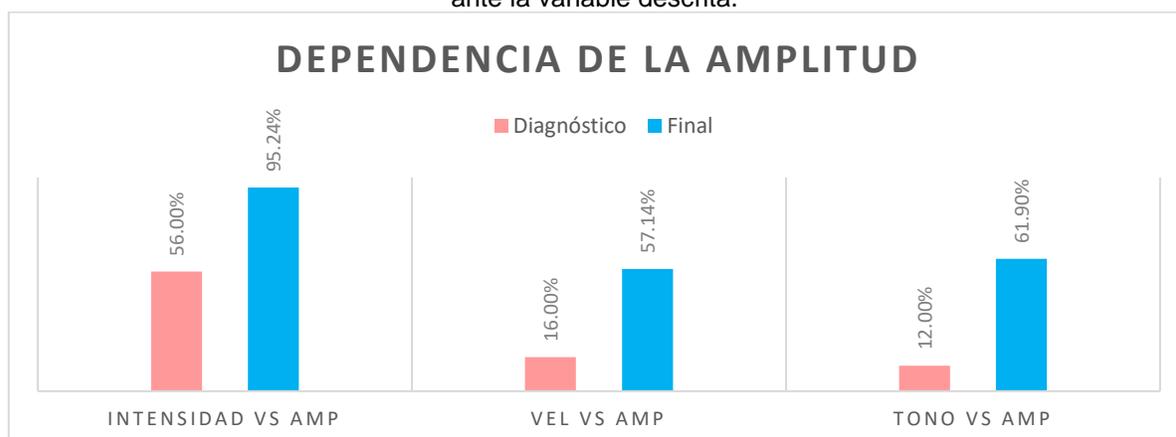


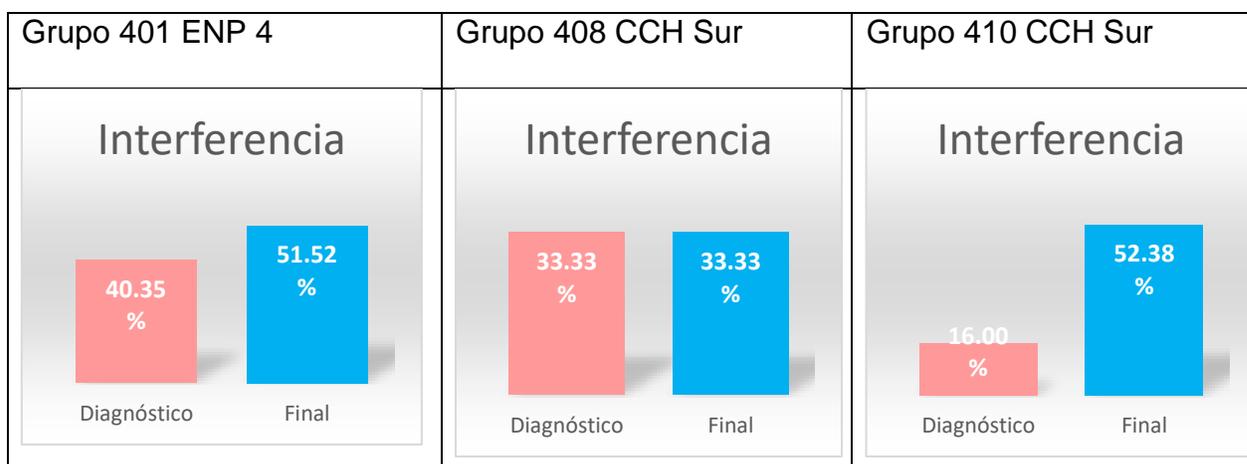
Figura 4.16. Resultados obtenidos en el grupo 410 del CCH Sur del porcentaje de estudiantes que pudieron contestar correctamente la dependencia o independencia del cambio de la amplitud ante la variable descrita.

En dichas gráficas se puede observar que para ser un concepto previo los resultados fueron favorables. Sin embargo, se puede observar una disminución de la correcta relación del tono con la frecuencia en el grupo 408, esto se pudo deber a que algunos estudiantes llegaron tarde y no estuvieron presentes en la exposición por parte del docente con el resorte en donde mostraba la relación entre estas variables. Aún con ello la tendencia en general de la relación en dichos conceptos fue al alza y mayor que el aumento en los porcentajes reportados en la segunda práctica docente, lo cual se puede atribuir a la observación de los experimentos y explicaciones del docente al producir distintas ondas en un resorte largo.

Para la pregunta 6, se buscaba que los alumnos pudieran encontrar la independencia entre la amplitud y la velocidad y el tono de la onda e indicaran que sólo altera su intensidad. Los resultados del porcentaje que contestó bien cada inciso comparando la inicial y final se muestran a continuación.

Para la pregunta sobre interferencia, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 13. Comparación de los resultados obtenidos en las evaluaciones iniciales y finales en el porcentaje de estudiantes que contestaron correctamente el reactivo relacionado con el tema de la interferencia en los tres grupos en donde se aplicó la tercera práctica docente.

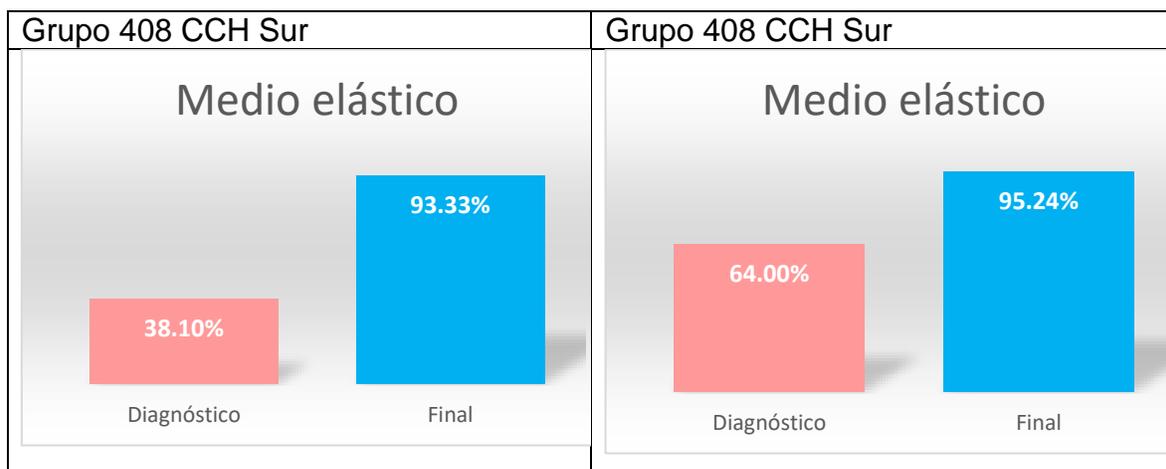


En cuanto al concepto de interferencia no hubo mejora en el grupo 408, los alumnos mencionaron tener dudas dado que lo que ellos vieron en la práctica fue la anulación total de la onda y en la opción aparecía la disminución. Los resultados anteriores muestran que, aunque la actividad del análisis de ondas con la aplicación móvil fue de utilidad a los estudiantes, hay oportunidad de mejorar la estrategia en estos rubros, como sería la redacción de la pregunta, presentar ejemplos a los estudiantes en donde no se cancela, pero sí disminuye la amplitud de una onda por la interferencia y aumentar la cantidad de actividad que puedan reforzar el concepto de interferencia.

En cuanto a la descripción de lo que es un medio elástico no fue posible evaluar por falta de tiempo dicha pregunta al grupo 401, sin embargo, en los grupos de CCH Sur se mostraron avances significativos en el aprendizaje del concepto

pues los resultados de la evaluación final indicaron que más del 90% de los estudiantes podían definir correctamente el significado de lo que es un medio elástico. Lo cual indica que el método realizado en la actividad fue suficiente para vincular lo observado en el experimento con el concepto de medio elástico.

Tabla 14. Comparación de los resultados obtenidos en las evaluaciones iniciales y finales en el porcentaje de estudiantes que pudieron describir correctamente a un medio elástico en los tres grupos en donde se aplicó la tercera práctica docente.



Este resultado se debió a que el experimento del clip y la retroalimentación docente al concepto fueron adecuadas pues en las tres prácticas docentes los estudiantes pudieron definir el concepto de manera correcta en las evaluaciones finales.

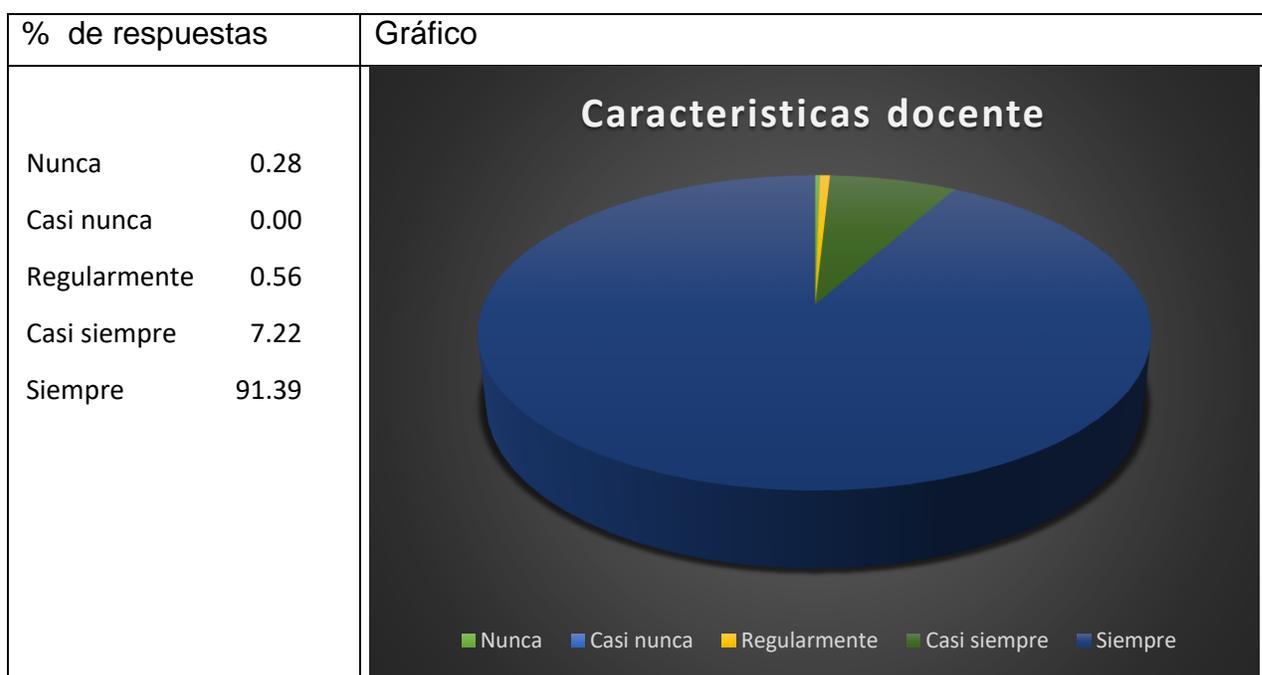
En cuanto a los resultados respecto a los estudiantes al docente se realizaron mediante una encuesta en línea, donde la mayoría de los estudiantes de los tres grupos respondieron.

Para simplificar la lectura de los resultados se juntaron los resultados de varias preguntas, asociando las preguntas de características similares.

La escala va del 1 al 5 de la siguiente manera:

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

Para las características del docente como amabilidad, puntualidad y respeto correspondiente a las preguntas 1, 2, 8 y 10 se obtuvieron los siguientes resultados.



De los resultados, al tener un porcentaje mayor al 98% entre las opciones “siempre” y “casi siempre” podemos concluir que los estudiantes tuvieron una percepción positiva del docente respecto a su manera de relacionarse con los estudiantes en clase.

Para aspectos de enseñanza como organización en los temas, ejemplos, explicaciones, etc, correspondiente a las preguntas 3, 4, 5, 7 y 9 se obtuvieron los siguientes resultados.



De estos resultados podemos observar un porcentaje mayor al 96% entre las opciones “siempre” y “casi siempre”, por lo que los estudiantes tuvieron una percepción positiva de la manera de enseñar del docente. Esto indica que las explicaciones y ejemplos mostrados a los estudiantes fueron considerados por ellos como pertinentes.

Para las actividades realizadas, en donde se indica si fueron bien diseñadas y sirvieron para su aprendizaje, entre otras preguntas, correspondiente a las preguntas 6, 11 y 12, se obtuvieron los siguientes resultados.



Podemos observar que en un porcentaje mayor al 92% en las respuestas de “siempre” y “casi siempre”, por lo que aunque no fue tan alta la percepción positiva de los estudiantes respecto al resto de los rubros, se puede considerar que los estudiantes tuvieron una percepción positiva de las actividades, pues lograron despertar su interés y fueron percibidas como útiles de aprender.

En cuanto a la evaluación y a la forma de la misma, correspondientes a las preguntas 13, 14 y 15



Podemos observar que aunque la evaluación incluyó pruebas escritas el porcentaje de percepción positiva mayor al 99% por parte de los estudiantes, por lo que se puede considerar que los estudiantes sentirán que fue justa su evaluación.

En la sección de comentarios, en su mayoría fueron positivos, se anexan algunos de los hechos por los estudiantes.

#### **Grupo 401 ENP 4**

“Las clases a pesar de ser pocas, fueron suficientes para entender el tema, sin embargo al realizar los ejercicios en clase para participar le recomendaría tener en cuenta dar un poco más de tiempo para la realización de estos”.

“Considero que las clases fueron muy buenas, así como la forma de explicar, ya que no eran únicamente teóricas, sino que también fueron prácticas, y en lo personal, soy alguien de prácticas... Así como la forma de alentar a participar, creo que fue un buen incentivo, junto a la buena actitud de la profesora, eso animaba a la clase y que siempre llegó antes de la hora, también nos animaba más...”

“Me gustó mucho la forma didáctica de enseñarnos. Aparte que se me hizo genial que aprendiera muchas cosas en poco tiempo ;v”

“La verdad, me gustó en demasía su forma de enseñar, ya que es una tarea difícil. Y el hecho de que sea tan didáctico y participativa me ha agradado, puesto que es de suma ayuda al momento de aprender y analizar nuevas cosas. En general, ha sido muy grata la experiencia y sé que será un buen docente. Sólo una pequeña observación, yo creo que no estaría de más tener un plan de respaldo, para evitar situaciones\*\* como las de hoy. (Por ejemplo, llevar una actividad extra que podamos realizar en lo que se resuelve el problema). Muchas gracias.”

“Todo respecto a la manera en que la maestra expuso el tema fue muy preciso y claro, sin embargo la única observación que haría es el que los tiempos para realizar las actividades en clase sean mayores”

#### **Grupo 408 CCH Sur**

“Es una buena maestra, explica bien a pesar de que yo no le puse mucha atención vi que mis compañeros entendieron”

“La profesora fue demasiado amable y además a mi parecer cumplió con su objetivo ya que facilitó el tema para poder entenderlo rápidamente y logro que me interesara el tema, con esto que yo pusiera aún más atención a la clase.”

“Siento que le falta saber explicar mejor a los alumnos y controlar mejor la clase”

“Usar la tecnología y analogías para explicar temas son la mejor opción porque se llega a resultar concretos y fomenta la curiosidad”

“La manera de dar las clases me pareció muy adecuada y con buen ritmo, sin embargo, en algunas ocasiones parecía mucho más a prisa de lo que, en mi opinión, sería lo adecuado.”

\*\*la situación fue un problema en la instalación del programa Tracker que terminó por el descarte de la actividad

### **Grupo 410 CCH Sur**

“La profesora explica los temas de manera que sean fáciles de comprender, lo que permite ponerlo en práctica en la vida cotidiana. Me gusta que utilice diferentes materiales para llamar nuestra atención y poner en práctica lo conceptual. Es una excelente profesora.”

“Me pareció una gran maestra, sabe enseñar y dar a conocer nuevos temas. Además hace entretenida y didáctica la clase que hace que todo el tiempo estemos en ella. Un buen maestro es el que sabe mantener a su grupo, que tiene conocimiento de y que exija un poco para que nos motive a hacer las tareas.”

“Que los profesores lleven material para que nosotros podamos aprender mejor. Que los profesores siempre lleguen a clases motivados y con ganas de enseñar para que nos transmitan eso.”

“La implementación del cañón fue una gran ayuda para comprender el tema.”

“En lo personal me gustó mucho haber trabajado con la maestra, le entendí a la perfección. Sé que el tiempo para trabajar con nosotros lo tenía contado, pero le recomendaría que explicara un poco más lento y se les facilite a los demás. Me gustó el tema que nos enseñó, justo ahora me es de gran ayuda en matemáticas, me salvó la vida. Algo que noté y creo que es una muy buena idea, es que motiva a los alumnos con chocolates, considero que es una buena estrategia para mantener el orden y la atención a la clase. Muchas gracias por estar con nosotros Dione. Éxito!”

## 5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se desarrolló un método de enseñanza para el tema de las ondas mecánicas y sus conceptos relacionados con base en el paradigma cognitivo, para lo que se empleó el modelo de enseñanza inductivo y el trabajo en equipo.

Este método fue empleado en estudiantes de nivel medio superior y de primer semestre de licenciatura en biología en los semestres 2017-2, 2018-1 y 2018-2 en los cuales se fueron haciendo modificaciones al método y se fueron mejorando los resultados en el aprendizaje.

Para corroborar la comprensión de los conceptos relacionados con el tema se realizaron evaluaciones iniciales y finales validadas por el método de expertos, en donde cada pregunta evaluó el conocimiento relacionado con uno o varios conceptos.

El uso del modelo de enseñanza inductivo fue aplicado para la enseñanza de los conceptos a los estudiantes, para ello siempre buscó que el alumno partiera de las observaciones de los experimentos realizados por él y sus compañeros o el docente, para llegar a las generalizaciones de los conceptos, para lo cual el docente contribuía planteándole preguntas para guiar su análisis a lo observado y que alcanzara por su cuenta alcanzar las conclusiones que se buscaba que aprendiera. El hecho de que, aunque el docente le guiara con preguntas, el estudiante llegara a las conclusiones por su cuenta contribuyó en una mejora en el aprendizaje, lo cual se pudo observar con los resultados obtenidos en las evaluaciones y las actividades entregadas al docente. Esto también repercutió en la percepción del estudiante ante el estudio del tema, que se vio reflejada en los comentarios positivos ante la encuesta final sobre su percepción de la forma de enseñanza.

El hecho de que los estudiantes trabajaran en equipo promovió la discusión de los resultados observados y el análisis del fenómeno, esto se vio reflejado en la alta participación que tuvieron los estudiantes en cuanto a las preguntas planteadas por el docente. Por otro lado, permitió que fuera más sencillo conseguir el material suficiente para que todos pudieran trabajar con las actividades experimentales, lo cual en la práctica docente es un aspecto que siempre se debe considerar.

Es importante recalcar que el presentar pequeñas actividades experimentales alternadas con la enseñanza de los conceptos teóricos contribuyó a mejorar la atención por parte de los estudiantes y en generar una dinámica de la clase en la que los estudiantes no se aburrieran. El que las explicaciones del docente al grupo no fueran tan extensas permitió que fuera más sencillo mantener la atención de los estudiantes. Por otra parte, el que las actividades experimentales fueran cortas, evitó que los estudiantes terminaran distrayéndose de la actividad durante su realización.

Las actividades experimentales fueron realizadas junto a la resolución de un cuestionario. El cuestionario tuvo como objetivo apoyar a los estudiantes a analizar lo observado y de esta manera, pudiera llegar al concepto en menor tiempo. Aunque lo anterior repercutía en que el estudiante disminuyera sus oportunidades de explorar más, permitió poder mostrar a los estudiantes los conceptos en el tiempo disponible. Lo anterior se justifica debido a que, en cualquier curso, el tiempo que se dispone para la enseñanza de los conceptos, por lo anterior, el docente deberá hacer una planeación de actividades que permita en lo posible la exploración por parte de los estudiantes, pero que tome en cuenta el tiempo que se dispone para cubrir los temas.

Este trabajo presentó una evolución favorable conforme se pasó de una práctica docente a otra, tanto en la dinámica de clase, la facilidad por parte de los estudiantes para realizar las actividades como en los resultados obtenidos en las evaluaciones. Esto se debió a la observación constante por parte del docente a la realización de las actividades por el docente y un análisis constante a los resultados obtenidos en las evaluaciones. El presentar la estrategia a tantos grupos contribuyó a que se tuvieran más oportunidades de observar el funcionamiento de las estrategias que permitiera hacer los ajustes necesarios, a veces entre una clase y otra, para realizar prueba e ir realizando los cambios necesarios a las actividades, ejemplos presentados y explicaciones al grupo.

La estrategia se basó en el aprendizaje por parte de los estudiantes de varios de los conceptos relacionados con las ondas mecánicas. El porcentaje de

estudiantes que logró comprender estos conceptos mejoró de manera significativa en la mayoría de los casos, donde en algunos grupos se midió una diferencia porcentual en su comprensión por encima del 90% y en la mayoría de los casos hubo mejoras porcentuales por arriba del 40%.

Los únicos por debajo de estas mejoras fueron los conceptos previos de la relación de las propiedades acústicas de onda con su frecuencia, amplitud y velocidad, sin embargo, la literatura muestra que los cambios en los conceptos previos en los estudiantes son improbables de conseguir pues estos ya son conocimientos que son significativos para los estudiantes. Sin embargo, se presentó una mejora en los resultados de cada práctica docente respecto a la anterior, lo cual se puede atribuir a que se fueron aumentando la cantidad de ejemplos y actividades presentadas a los estudiantes, por lo que se sugiere seguir esa línea para mejorar los resultados en este tipo de conceptos.

La valoración de los estudiantes al modelo fue positiva en todos los aspectos por encima del 95% de aprobación en todos los casos, además que las observaciones de los mismos indicaron que sirvió para despertar su interés por el tema y que los ejemplos y métodos de enseñanza les ayudaron a una mejor comprensión del tema. Esta valoración se puede atribuir a dos aspectos, por una parte, las actividades experimentales y la dinámica de la clase, pero por otra parte al entusiasmo mostrado por el docente al presentar el tema, lo que fue comentado por muchos de los estudiantes en la evaluación final que se les pidió que realizaran a la estrategia.

A raíz de los comentarios de los estudiantes, se observa la importancia del papel del docente en esta práctica, la planificación de las actividades, el ritmo de la clase y el entusiasmo que el docente proyecta a una clase fue importante en el interés y el desempeño de los estudiantes, aspecto que se comentó en general en los grupos dados. La realización de experimentos y la dinámica de la clase, que consistió en que ni las actividades experimentales ni las exposiciones por parte del docente ni las discusiones grupales fueran demasiado extensas, lograron que los alumnos se mantuvieran enfocados y evitó que se distrajeran o aburrieran.

Debido a estos resultados, se puede concluir que el guiar al estudiante bajo un modelo inductivo al aprendizaje de los conceptos y el uso de experimentos y prácticas para llegar a las conclusiones esperadas, mejora notablemente el aprendizaje respecto a los métodos tradicionales. Por lo que es conveniente adaptar en lo posible este modelo de enseñanza a los demás temas cursos de física en nivel bachillerato. Sin embargo, será fundamental el papel de un docente entusiasta y preparado para lograr con los objetivos.

El docente podrá mejorar notablemente su práctica si pone atención a los puntos en donde la estrategia no funciona y hace los ajustes necesarios, pues en esta práctica debe en gran parte estos buenos resultados a la experiencia obtenida durante sus primeras aplicaciones y a los ajustes aplicados en sus puntos más débiles. La práctica docente eficiente requerirá que el docente esté en constante mejora de su método y en su capacidad para adaptarse a las situaciones que se vayan presentando.

## BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D. P., (1978) *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas

Benade, Arthur H (1976). *Fundamentals of Musical Acoustics*. New York: Oxford University Press.

Blummenfeld, P., (1992) *Classroom learning and motivation: Clarifying and expanding goal theory*, *Journal of Educational Psychology*, 84(3), pp 272-281.

Bruner, J., J. Goodenow y G. Austin (1956), *A study of thinking*, Wiley, New York,

Colegio de Física de la ENP. (2018). *Programa de estudios de la asignatura de física II* [archivo PDF]. Recuperado de <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/iniciacion/1304.pdf>

Díaz-Barriga, A. F. y Hernández, R. G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2a. Edición. México. Editorial Mc Graw Hill.

Eggen, P., y D. Kauchak, (2004) *Educational psychology: Windows on classrooms*, 6ta. Ed., Merrill/Prentice Hall, Upper Saddle River (Nueva Jersey),.

Eggen, P., y D. Kauchak. (2009). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*; trad. de Juan José Utrilla. 3ra. Ed. México: FCE.

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (2016). *Programas de Estudio Física I-II* [archivo PDF]. Recuperado de [https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/FISICA\\_I\\_II.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/FISICA_I_II.pdf)

French A.P.. (1971). *Vibration and Waves (M.I.T. Introductory physics series)*. Nueva York: W. W. Norton & Company, Inc.

Gutiérrez, R (1989). *Modelos de aprendizaje en la didáctica de las ciencias*. *Investigación en la Escuela*, (9), 19.

Hernández, G. (1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. Ciudad de México: Ediciones Culturales Paidós.

Gagné, E. D. (1990), *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*, Madrid, Visor.

Gardner, H. (1987), *La nueva ciencia de la mente: historia de la psicología cognitiva*, Barcelona, Paidós.

Mayer, R., (2002), *The promise of educational psychology: Volume II. Teaching for meaning Full learning*, Nueva Jersey, Prentice Hall.

Pozo, J. I. (1989), *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid, Morata.

Pintrich, P., y D. Schunk, (2002) *Motivation in education: Theory, research and applications*, 2ª ed., Nueva Jersey, Prentice Hall.

Putnam, R., y H. Borko (2000), *What do new views of knowledge and thinking have to say about to research on teaching learning?*, *Researcher*, 29(1), 4-15.

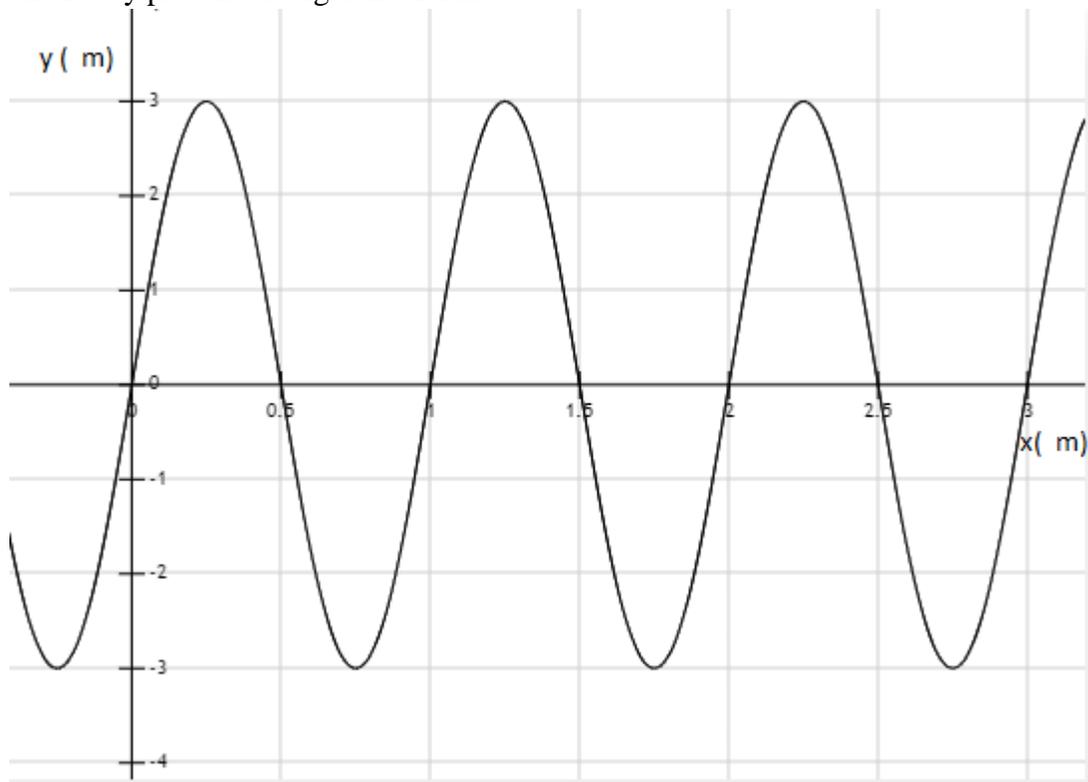
Reinaldo, W. (2005). Obstáculos conceptuales en el aprendizaje de la energía de las ondas / Conceptual obstacles in the learning of the energy of the waves. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, (3), 487.

Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*,. 13(1).

## ANEXOS.

### ANEXO 1. EVALUACIÓN FINAL DE PRÁCTICA DOCENTE 1

1. Cuál de es una diferencia entre un medio elástico y uno plástico
  - a) Los medios elásticos se deforman bajo ciertas fuerzas en donde los plásticos no lo hacen
  - b) Los medios elásticos pueden regresar a su forma original por sí mismos y los plásticos no
  - c) Los medios elásticos son compuestos por metales y los medios plásticos por compuestos orgánicos
  - d) Los medios elásticos se deforman lo mismo independientemente del esfuerzo aplicado y los plásticos no
  
2. ¿Cuál es una diferencia entre una onda transversal y una longitudinal?
  - a) Las transversales sólo se presentan en cuerdas y la longitudinales en resortes
  - b) La dirección de propagación de la onda
  - c) La dirección de oscilación del medio
  - d) La velocidad de propagación es mayor en las longitudinales
  
3. Una onda en una cuerda a la que se le imprimen 4 pulsos por segundo se le toma una foto y presenta la siguiente forma:



Indica sus valores de:

- Frecuencia: \_\_\_\_\_
- Amplitud: \_\_\_\_\_
- Longitud de onda: \_\_\_\_\_
- Velocidad de propagación: \_\_\_\_\_

4. Marca la opción (u opciones) que consideres puede(n) incidir en la velocidad de una onda mecánica.

- a) Cambiar la frecuencia de los pulsos
- b) Cambiar la amplitud de los pulsos
- c) Cambiar la longitud de onda de los pulsos
- d) Cambiar a un medio con diferente elasticidad

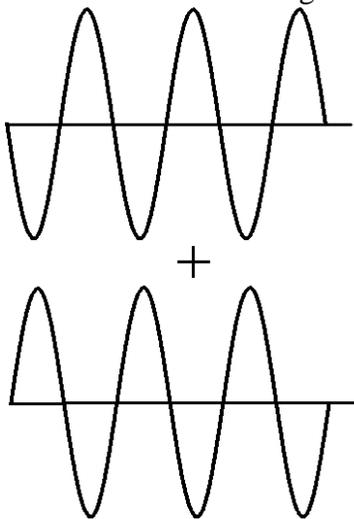
5. ¿Qué característica de la onda es la que causa la diferencia entre un tono agudo de uno grave en el sonido?

- a) Frecuencia
- b) Amplitud
- c) Velocidad de propagación del medio
- d) Las ondas son iguales

6. ¿Qué característica de la onda es la que causa la diferencia entre un sonido fuerte (intenso) de uno débil?

- a) Frecuencia
- b) Amplitud
- c) Velocidad de propagación del medio
- d) Las ondas son iguales

7. Si produzco en el mismo medio y en el mismo lugar, simultáneamente dos ondas como la de la figura ¿Qué pasará?



- a) Interfieren constructivamente y su intensidad se duplica
- b) Interfieren destructivamente y su intensidad disminuye
- c) Interfieren pero su intensidad queda igual
- d) No interfieren y se oyen las dos pero separadas

## ANEXO 2. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LA PRÁCTICA DOCENTE 2

Evaluación diagnóstica sobre ondas

1. Elije la o las características o propiedades que consideres que se propagan en una onda mecánica.

Masa

Material del medio

Partículas

Energía

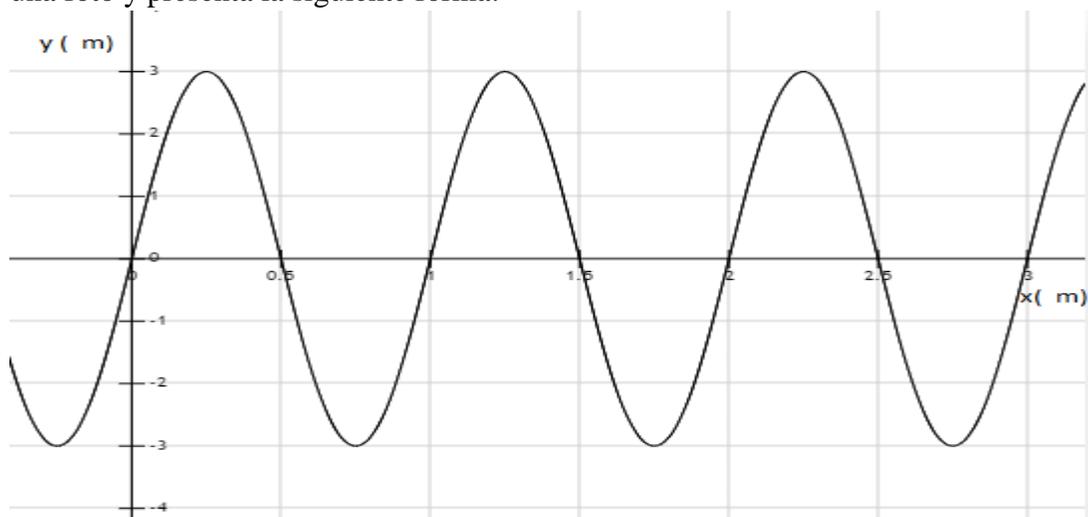
Luz

Sonido

2. Suponga una onda en una cuerda como a de la figura, indique, señale o dibuje sobre ella lo siguiente:
  - a) Dirección de oscilación
  - b) Dirección de propagación
  - c) Longitud de onda
  - d) Amplitud
  - e) Valle
  - f) Cresta
  - g) Diga qué tipo de onda es (transversal, longitudinal, superficial, no tengo idea)



3. Una onda en una cuerda a la que se le imprimen **4 pulsos por segundo** se le toma una foto y presenta la siguiente forma:



Indica sus valores de:

\*Realiza aquí mismo tus operaciones o explica de donde obtuviste el valor (puedes indicarlo sobre la gráfica)

a) Frecuencia:

b) Periodo:

c) Amplitud:

d) Longitud de onda:

e) Velocidad de propagación:

4. Si se produce en un violín una nota  $La_4$  (frecuencia = 440 Hz), y una segunda nota  $Mi_5$  (frecuencia = 659.3 Hz) con la misma amplitud

4.1) ¿Cómo será su intensidad al escucharse?

- i)  $La_4$  se escucha más fuerte
- ii)  $Mi_5$  se escucha más fuerte
- iii) Se escuchan igual de fuertes

4.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?

- i)  $La_4$  es más rápida
- ii)  $Mi_5$  es más rápida
- iii) Ambas son igual de rápidas

4.3) ¿Cómo será el tono al escucharse?

- i)  $La_4$  se escucha más aguda
- ii)  $Mi_5$  se escucha más aguda
- iii) Se escuchan igual de agudas

5. Si se producen en un violonchelo dos ondas de sonido por separado, ambas  $Sol_2$  (98 Hz), y la segunda con el doble de amplitud que la primera.

5.1) ¿Cómo será su amplitud al escucharse?

- i) La de mayor amplitud se escucha más fuerte
- ii) La de menor amplitud se escucha más fuerte
- iii) Se escuchan más fuerte

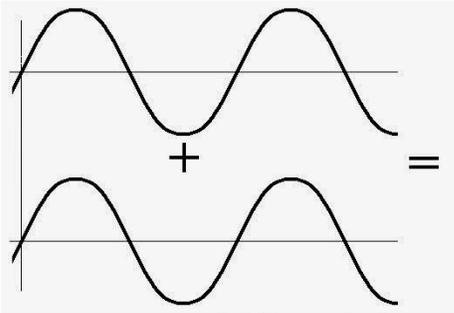
5.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?

- i) La de mayor amplitud viaja más rápido
- ii) La de menor amplitud viaja más rápido
- iii) Ambas viajan a la misma velocidad

5.3) ¿Cómo será su tono al escucharse?

- i) La de mayor amplitud se escucha más aguda
- ii) La de menor amplitud se escucha más aguda
- iii) Se escuchan igual de agudas ambas

6. Si produzco simultáneamente en un generador de ondas, como serían las bocinas de una computadora, dos ondas cuya gráfica es como la de la figura ¿Qué pasará?



- a) Interfieren y su intensidad aumenta
- b) Interfieren y su intensidad disminuye
- c) Interfieren y su intensidad queda igual
- d) No interfieren y su intensidad queda igual

7. Explica lo que entiendes por medio elástico

### ANEXO 3. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA DOCENTE 2

Evaluación aprendizaje sobre ondas

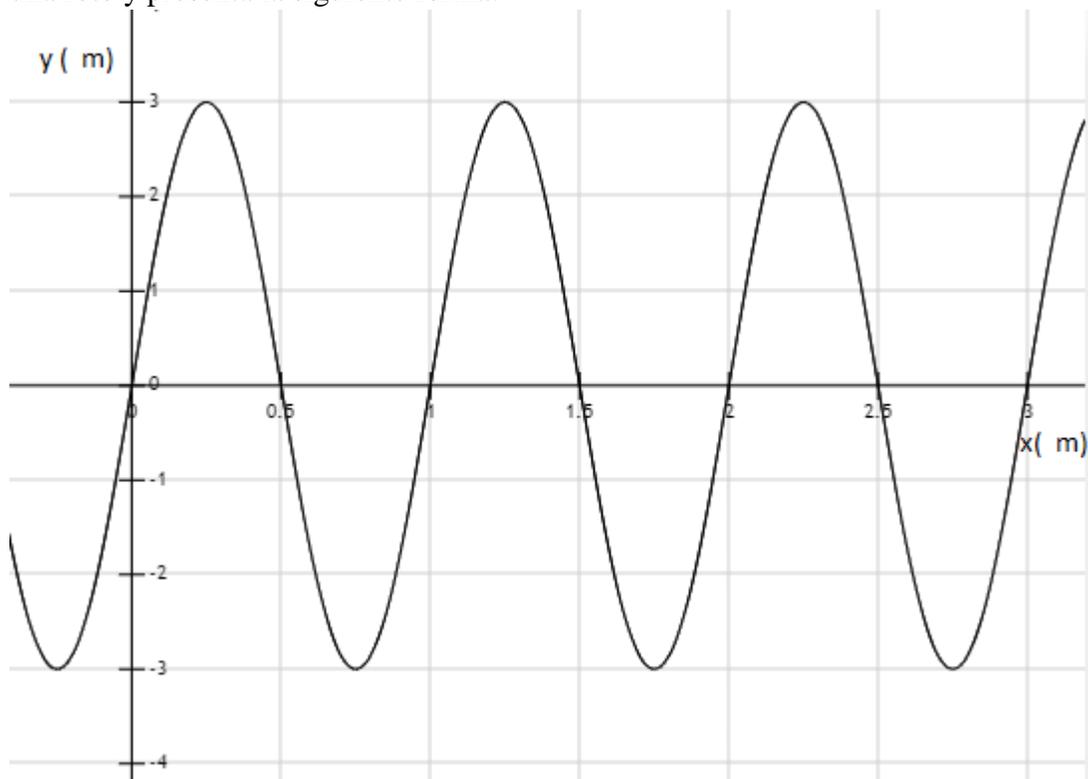
Elije la o las características o propiedades que consideres que se propagan en una

Evaluación aprendizaje sobre ondas

1. Elije la o las características o propiedades que consideres que se propagan en una onda mecánica.

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Masa       | <input type="checkbox"/> Material del medio |
| <input type="checkbox"/> Partículas | <input type="checkbox"/> Energía            |
| <input type="checkbox"/> Luz        | <input type="checkbox"/> Sonido             |

2. Supóngase un medio en donde viaja una onda hacia la derecha, si la onda es transversal y observo a una sola partícula en ese medio ¿Cómo sería su oscilación?
  - a) De arriba hacia abajo
  - b) De izquierda a derecha
  - c) De manera diagonal
  - d) En una trayectoria circular
3. Una onda en una cuerda a la que se le imprimen **4 pulsos por segundo** se le toma una foto y presenta la siguiente forma:

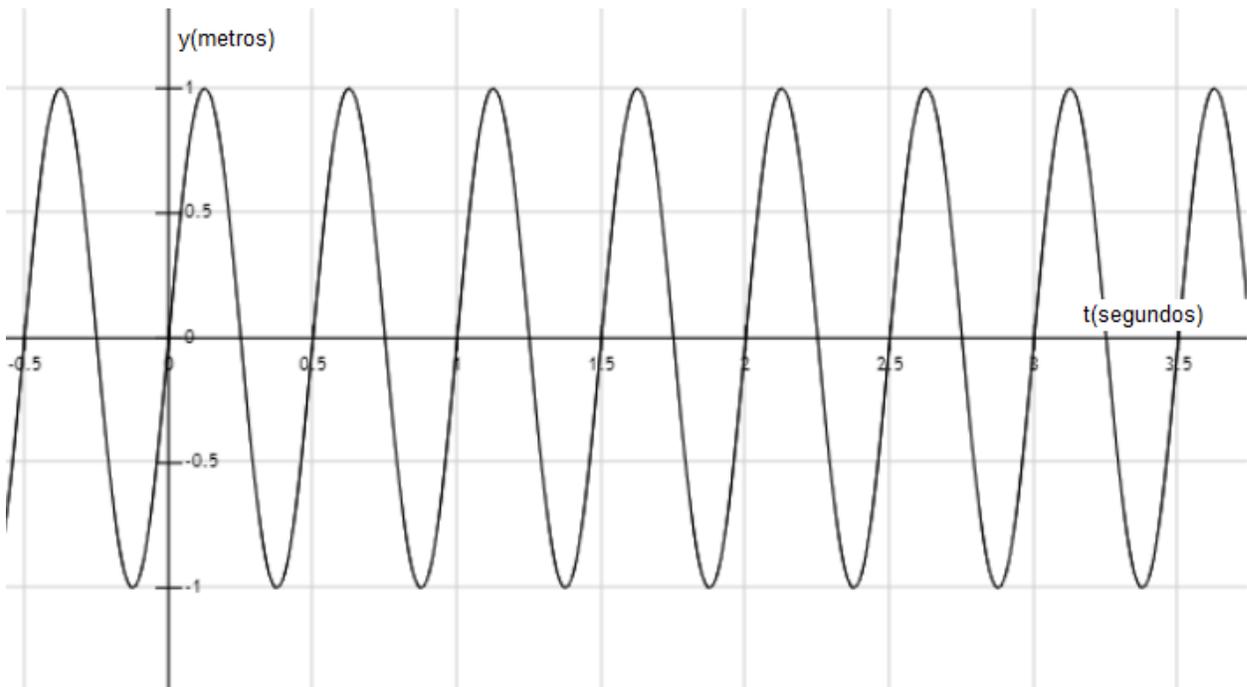


Indica sus valores de:

\*Realiza aquí mismo tus operaciones o explica de donde obtuviste el valor (puedes indicarlo sobre la gráfica)

- f) Frecuencia:
- g) Periodo:
- h) Amplitud:
- i) Longitud de onda:
- j) Velocidad de propagación:

4. Un punto fijo de un medio por donde pasa una onda (por ejemplo un nudo en una cuerda) se grafica como va cambiando su posición en el tiempo, como se muestra en la siguiente gráfica. Si la distancia entre crestas en el espacio es de 3m:



Indica sus valores de:

Realiza aquí mismo tus operaciones o explica de donde obtuviste el valor (puedes indicarlo sobre la gráfica)

- a) Frecuencia:
- b) Periodo:
- c) Amplitud:

d) Longitud de onda:

e) Velocidad de propagación:

5. Si se produce en un violín una nota  $La_4$  (frecuencia = 440 Hz), y una segunda nota  $Mi_5$  (frecuencia = 659.3 Hz) con la misma amplitud

5.1) ¿Cómo será su intensidad al escucharse?

- i)  $La_4$  se escucha más fuerte
- ii)  $Mi_5$  se escucha más fuerte
- iii) Se escuchan igual de fuertes

5.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?

- i)  $La_4$  es más rápida
- ii)  $Mi_5$  es más rápida
- iii) Ambas son igual de rápidas

5.3) ¿Cómo será el tono al escucharse?

- i)  $La_4$  se escucha más aguda
- ii)  $Mi_5$  se escucha más aguda
- iii) Se escuchan igual de agudas

6. Si se producen en un violonchelo dos ondas de sonido por separado, ambas  $Sol_2$  (98 Hz), y la segunda con el doble de amplitud que la primera.

6.1) ¿Cómo será su amplitud al escucharse?

- i) La de mayor amplitud se escucha más fuerte
- ii) La de menor amplitud se escucha más fuerte
- iii) Se escuchan más fuerte

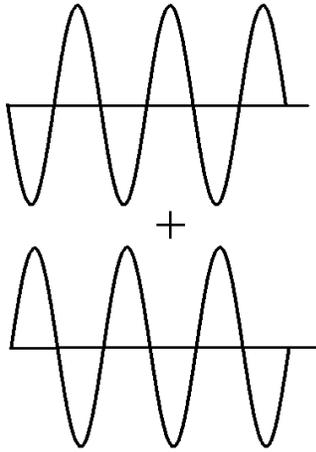
6.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?

- i) La de mayor amplitud viaja más rápido
- ii) La de menor amplitud viaja más rápido
- iii) Ambas viajan a la misma velocidad

6.3) ¿Cómo será su tono al escucharse?

- i) La de mayor amplitud se escucha más aguda
- ii) La de menor amplitud se escucha más aguda
- iii) Se escuchan igual de agudas ambas

7. Si produzco simultáneamente en un generador de ondas, como serían las bocinas de una computadora con el programa Audacity®, dos ondas como la de la figura ¿Qué pasará?



=

- e) Interfieren y su intensidad aumenta
- f) Interfieren y su intensidad disminuye
- g) Interfieren y su intensidad queda igual
- h) No interfieren y su intensidad queda igual

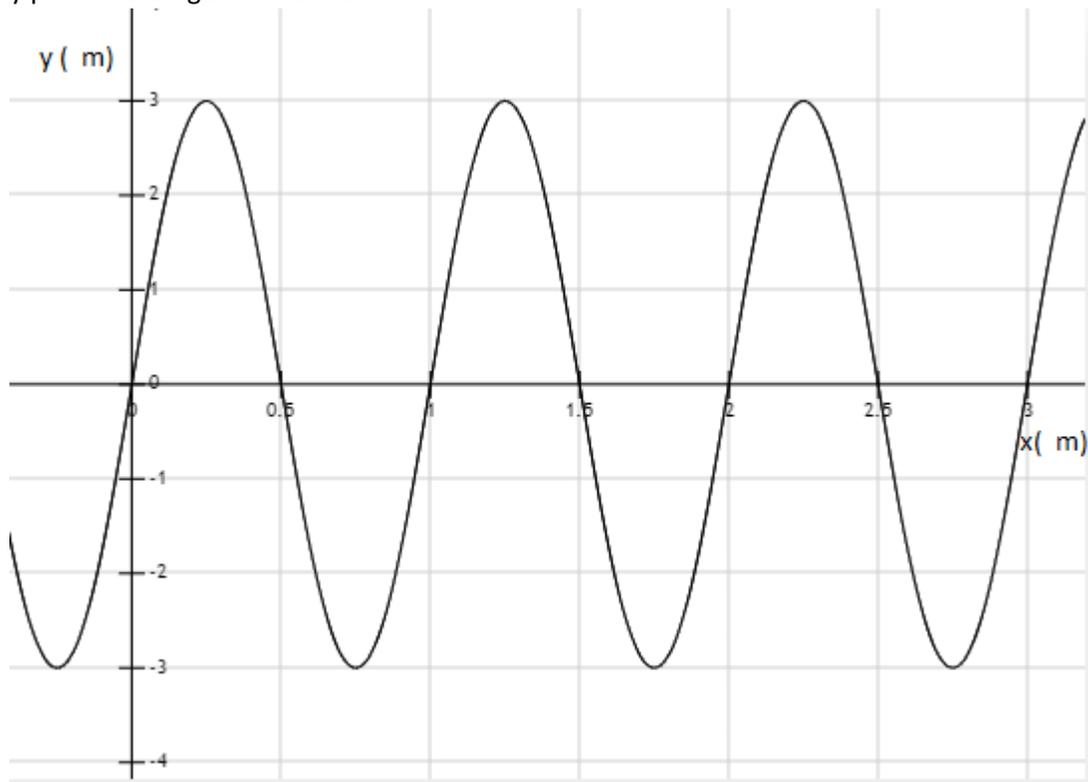
8. Explica lo que entiendes por medio elástico.

## ANEXO 4. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRÁCTICA DOCENTE 3

Elije la o las características o propiedades que consideres que se propagan en una onda mecánica.

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Masa       | <input type="checkbox"/> Material del medio |
| <input type="checkbox"/> Partículas | <input type="checkbox"/> Energía            |
| <input type="checkbox"/> Luz        | <input type="checkbox"/> Sonido             |

9. Supóngase un medio en donde viaja una onda hacia la derecha, si la onda es transversal y observo a una sola partícula en ese medio ¿Cómo sería su oscilación?
- De arriba hacia abajo
  - De izquierda a derecha
  - De manera diagonal
  - En una trayectoria circular
10. Una onda en una cuerda a la que se le imprimen **4 pulsos por segundo** se le toma una foto y presenta la siguiente forma:



Indica sus valores de:

\*Realiza aquí mismo tus operaciones o explica de donde obtuviste el valor (puedes indicarlo sobre la gráfica)

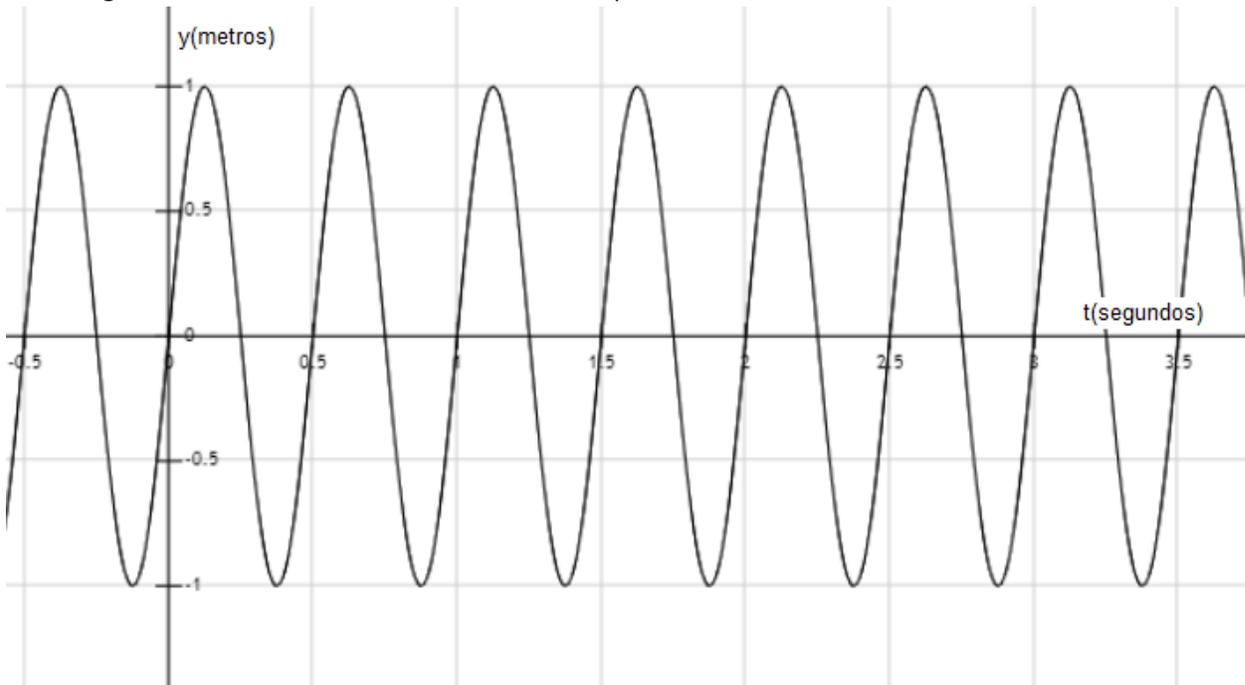
- Frecuencia:
- Periodo:

c) Amplitud:

d) Longitud de onda:

e) Velocidad de propagación:

11. Un punto fijo de un medio por donde pasa una onda (por ejemplo un nudo en una cuerda) se grafica como va cambiando su posición en el tiempo, como se muestra en la siguiente gráfica. Si la distancia entre crestas en el espacio es de 3m:



Indica sus valores de:

Realiza aquí mismo tus operaciones o explica de donde obtuviste el valor (puedes indicarlo sobre la gráfica)

a) Frecuencia:

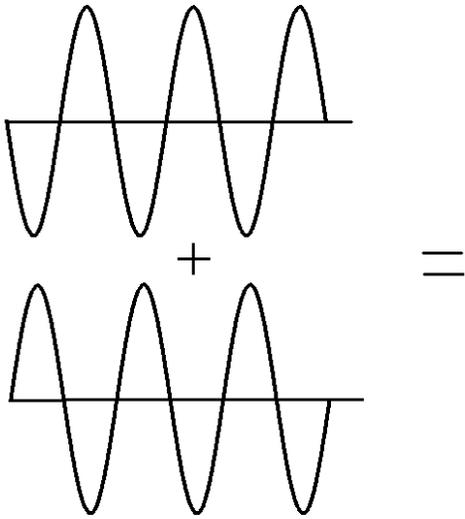
b) Periodo:

c) Amplitud:

d) Longitud de onda:

e) Velocidad de propagación:

12. Si se produce en un violín una nota  $La_4$  (frecuencia = 440 Hz), y una segunda nota  $Mi_5$  (frecuencia = 659.3 Hz) con la misma amplitud
- 5.1) ¿Cómo será su intensidad al escucharse?
- i)  $La_4$  se escucha más fuerte
  - ii)  $Mi_5$  se escucha más fuerte
  - iii) Se escuchan igual de fuertes
- 5.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?
- i)  $La_4$  es más rápida
  - ii)  $Mi_5$  es más rápida
  - iii) Ambas son igual de rápidas
- 5.3) ¿Cómo será el tono al escucharse?
- i)  $La_4$  se escucha más aguda
  - ii)  $Mi_5$  se escucha más aguda
  - iii) Se escuchan igual de agudas
13. Si se producen en un violonchelo dos ondas de sonido por separado, ambas  $Sol_2$  (98 Hz), y la segunda con el doble de amplitud que la primera.
- 6.1) ¿Cómo será su amplitud al escucharse?
- i) La de mayor amplitud se escucha más fuerte
  - ii) La de menor amplitud se escucha más fuerte
  - iii) Se escuchan más fuerte
- 6.2) ¿Cómo es su velocidad de propagación?
- i) La de mayor amplitud viaja más rápido
  - ii) La de menor amplitud viaja más rápido
  - iii) Ambas viajan a la misma velocidad
- 6.3) ¿Cómo será su tono al escucharse?
- i) La de mayor amplitud se escucha más aguda
  - ii) La de menor amplitud se escucha más aguda
  - iii) Se escuchan igual de agudas ambas
14. Si produzco simultáneamente en un generador de ondas, dos ondas como la de la figura  
¿Qué pasará?



- a) Interfieren y su intensidad aumenta
- b) Interfieren y su intensidad disminuye
- c) Interfieren y su intensidad queda igual
- d) No interfieren y su intensidad queda igual

15. Explica lo que entiendes por medio elástico.