

# DEMOSTRACIONES DE FÍSICA INTERACTIVA

Alfredo Navarro Lisboa

## Metodología de enseñanza para clases activas

### Aprendizaje colaborativo (AC)

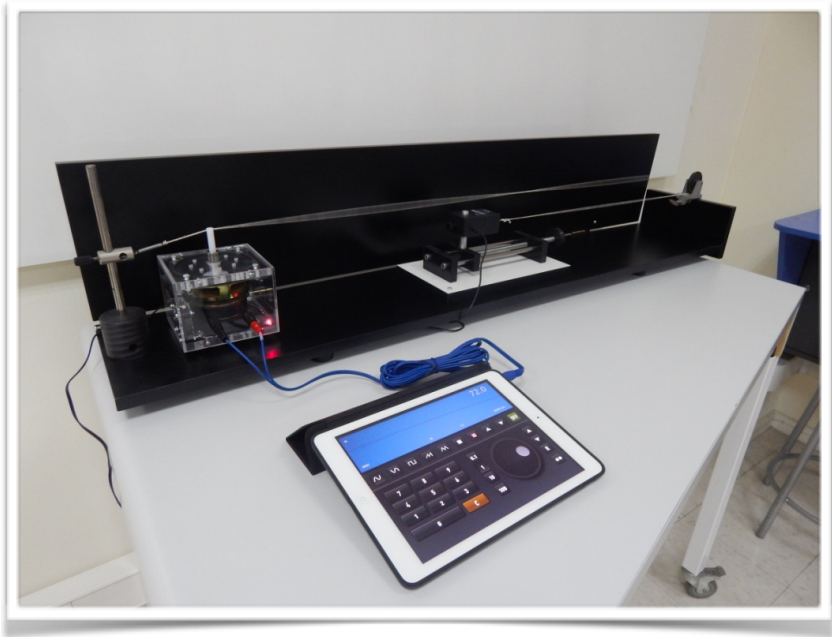
#### (Contexto potenciado)

Comparando los resultados de esta forma de trabajo con los modelos de aprendizaje tradicionales, se ha encontrado que los estudiantes aprenden más significativamente cuando utilizan el AC, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás (Millis, 1996).

Los elementos que siempre están presentes en el aprendizaje colaborativo son:

- **Cooperación.**
- **Responsabilidad.**
- **Comunicación.**
- **Trabajo en equipo.**
- **Autoevaluación.**

Un grupo adecuadamente formado, fomenta los ambientes seguros y estimulantes para el trabajo.



## Experiencias con ondas estacionarias en una cuerda

Las ondas son parte fundamental de nuestra vida y se encuentran en prácticamente todos los fenómenos que nos rodean, ya sean naturales o artificiales. Los temblores sísmicos, los sonidos, las vibraciones de la membrana de un tambor, todos estos son ejemplos de ondas mecánicas.

En este experimento, un vástago de un oscilador electromecánico, perturba en un extremo una cuerda estirada que es sometida a la aplicación de un fuerza constante. Ambos lados de la cuerda están fijos. La vibración producida se propaga a través de la cuerda hasta incidir en la frontera (fija) del otro extremo, formando la onda incidente. Esta perturbación se refleja en el límite, dando paso a la formación de la onda reflejada. La superposición continua de estas dos ondas idénticas que viajan en direcciones opuestas, forman una onda estacionaria bajo la condición de nodos en sus extremos, por lo que la cuerda tendrá patrones de oscilación discretos llamados modos normales.



Contextualización de los aprendizajes construidos

Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

El aprendizaje significativo se define como el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información, con la estructura cognitiva de la persona que aprende, de forma no arbitraria o no literal y sustantiva. La relación no es con cualquier aspecto de la estructura cognitiva, sino con conocimiento específicamente relevantes. La sustantividad se explica de manera que lo que se integra es la esencia misma del conocimiento, no las palabras que se utilizan para expresarlo; se produce una interacción de la nueva información facilitada, con la estructura cognitiva de quien aprende, con aspectos relevantes presentes que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje.

El aprendizaje significativo requiere de los siguientes elementos para que se construya:

- El estudiante debe poseer actitud para aprender significativamente, o sea, predisposición para aprender de manera significativa.
- Presentación de un material potencialmente significativo. Esto requiere:
  - ✦ Por una parte, que el material tenga significado lógico. Que se relacione de forma no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva.
  - ✦ Que existan ideas de anclaje o subsumidores adecuados en el sujeto que permitan la interacción con el material nuevo que se presenta.

La frecuencia más pequeña que da forma a un patrón con nodos en los extremo fijos de la cuerda y un antinodo a la mitad de ella, se le conoce como frecuencia fundamental. Las frecuencias que generan a una onda estacionaria con uno o más patrones característicos, se conocen como armónicos.

El equipo de ondas estacionarias, ha sido diseñado para la observación, análisis y estudio de las ondas estacionarias en una cuerda, como también, para determinar la rapidez de las ondas incidentes y reflejadas a través de las relaciones entre cantidades físicas.

Es importante que la implementación de este equipo para demostraciones de física en establecimientos de educación primaria y/o secundaria, no sólo motive el estudio de los aprendices, además, pueda facilitar la construcción de aprendizajes, mejorar la alfabetización científica, desarraigar algunas concepciones alternativas e indagar relaciones entre variables relacionadas a determinadas cantidades físicas. Este objetivo se logra con la incorporación de estrategias de enseñanza de física activa, tal como se propone en esta guía para el docente.

Exploración.

Para esta demostración se realizará una actividad experimental que consiste principalmente en identificar y relacionar cantidades físicas. Además, observar fenómenos ondulatorios específicos; asociar conceptos con la experiencia práctica y cotidiana.

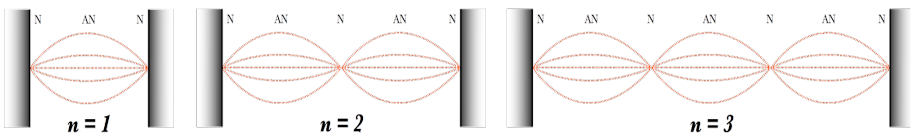
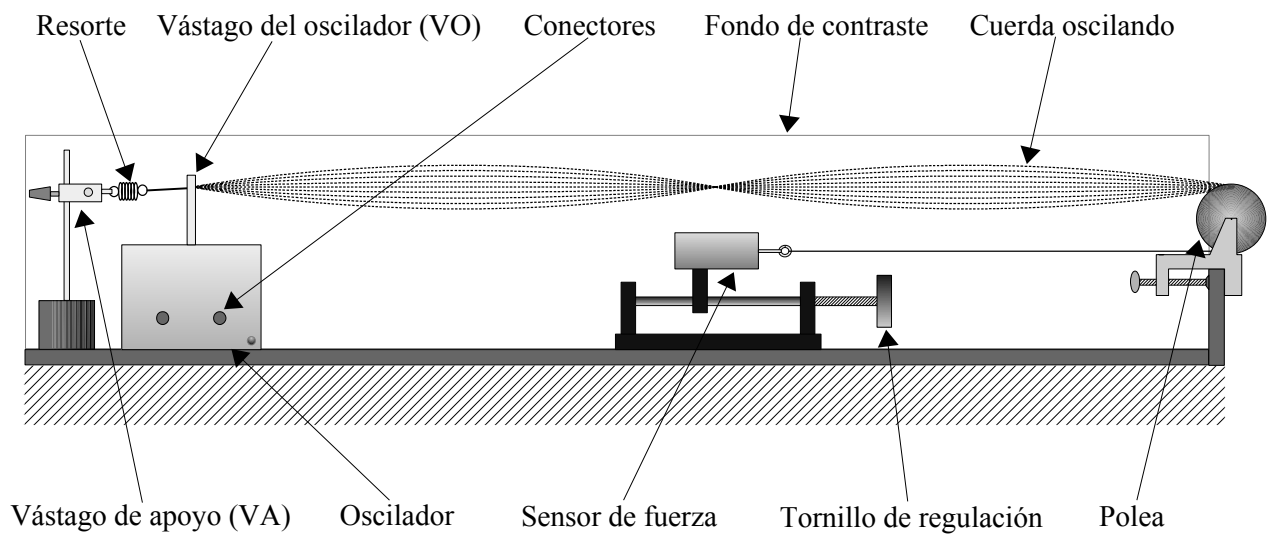


Figura 1. Esquema de patrones que forma una onda estacionaria en una cuerda fija en sus dos extremos; tres primeros armónicos.

## Equipo de ondas estacionarias en una cuerda; programas de dispositivos móviles y componentes principales del sistema.

- **Generador de funciones:** Aplicación de dispositivo móvil iOS o Android; debe proporcionar una señal de salida del tipo senoidal con frecuencia y amplitud variable. La conexión se realiza al puerto jack, tanto del dispositivo móvil como de la cubeta.
- **Oscilador electromecánico:** Este componente se encarga de producir las perturbaciones que se propagan a lo largo de la cuerda estirada. Las perturbaciones son transmitidas por medio un vástago (VO) que está en contacto con la cuerda (es un punto de apoyo) y que oscila según la frecuencia de alimentación.  
  
↳ **Amplificador** (incorporado en el oscilador): posee la función de amplificar la señal de entrada proveniente del dispositivo móvil. Administra una señal amplificada al sistema de vibración conservando la frecuencia y la forma de la señal. El generador de funciones (celular, tableta u otro) se conecta al oscilador mediante un cable jack-banana.
- **Polea:** Este elemento actúa como frontera fija y a su vez, permite cambiar la dirección de la cuerda.
- **Sensor de fuerza:** El sensor se encarga de registrar la tensión que está siendo aplicada a la cuerda. Si no se cuenta con este dispositivo, es posible usar una balanza de gancho digital o colgar una masa en el extremo de la cuerda.
- **Cuerda:** Medio por el cual se propagará la perturbación generada por el oscilador electromecánico. Estas pueden ser de diferentes materiales (se recomienda hilo o nylon).
- **Vástago de apoyo (VA):** Se incluye este componente para evitar que la cuerda se amarre directamente al vástago del oscilador, dado que de lo contrario, se podría dañar permanentemente.
- **Tornillo de regulación:** Se emplea para controlar la fuerza que se aplica a la cuerda.
- **Resorte:** Componente encargado de aplicar la fuerza sobre la cuerda.
- **Fondo de contraste:** Se utiliza para identificar correctamente los modos normales de oscilación de la cuerda al momento de formar patrones característicos de las ondas estacionarias (ver figura 1). El contraste se debe generar por el color de la cuerda y el fondo de visualización.

Imagen explicativa de los componentes del equipo:



**Figura 1.** Esquema del equipo; se identifican cada uno de los componentes del sistema para la experiencia de ondas estacionarias en una cuerda.

Procedimientos de exploración.

Al profesor → preparación previa (30[min]):

1. Prepare los equipos antes de cada sesión, de tal forma que sean suficientes para formar grupos de tres estudiantes por módulo.
2. Sobre una mesa horizontal, ubique el fondo de contraste.
3. Atornille el vástago de apoyo, el tornillo de regulación y fije la polea a la sección horizontal del fondo de contraste, tal como se muestra en la figura 1.
4. Sujete el sensor de fuerza en la parte móvil del tornillo de regulación. Utilice la barra de aluminio de la parte móvil que se ha dispuesto para ello.
5. Coloque un extremo del resorte en VA.
6. Al extremo libre del resorte, amarre una punta de la cuerda.
7. Pase correctamente la cuerda por la polea.
8. La punta libre de la cuerda, sujétela al gancho del sensor de fuerza.
9. Ubique el oscilador lo más cercano posible a VA. Céntrelo respecto a la parte horizontal del fondo de contraste.
10. Pase la cuerda por la ranura del vástago del oscilador. La cuerda debe quedar recta; en perspectiva lateral y vertical.
11. Proporcione una tensión adecuada ajustando el tornillo de regulación. Se recomiendan valores de tensión comprendidos entre 1[N] y 3[N].
12. Conecte el cable jack-banana al dispositivo móvil y a los conectores del oscilador, además, ejecute la aplicación del dispositivo móvil y seleccione la mínima frecuencia posible con una amplitud al 20%.
13. Para calibrar y ajustar el equipo, encienda el oscilador y comience a aumentar la frecuencia con intervalos de una unidad, hasta encontrar el modo fundamental de oscilación de la cuerda (primer armónico). Debe

asegurarse que la amplitud del generador de funciones es la correcta y el oscilador no resultará dañado. De ser necesario, ajuste este valor que ha de permanecer constante durante el trabajo con los estudiantes.

14. Entregue una actividad experimental colaborativa por cada estudiante (Anexo I).

**Pasos generales que se deben cumplir en el desarrollo de la exploración:**

1. Considere que para esta actividad, todos los grupos de trabajo deben tener a su disposición un equipo de ondas estacionarias en una cuerda y un tutorial.
2. Con la estrategia presentada, los estudiantes construyen su conocimiento; para el caso en cuestión, identificar y relacionar cantidades físicas (relaciones entre variables), además de observar fenómenos ondulatorios específicos; los conceptos construidos se han de asociar a un significado de la propia experiencia práctica y cotidiana.
3. No exponga los contenidos (no es una clase tradicional).
4. Oriente al estudiante en cada paso del trabajo de modelación y del tutorial. Participe activamente de cada discusión, orientando a los estudiantes y fortaleciendo las Zonas de Desarrollo Próximo.
5. En esta actividad, los estudiantes deben asumir roles en el trabajo:
  - Rol de experimentador; se encarga de manejar el equipo práctico y manejar las cantidades físicas susceptibles de modificar. Tiene contacto directo con todos los elementos del sistema.
  - Rol de lector-escritor; tiene la responsabilidad de leer la guía y de completar todas las actividades que en ella se indiquen.
  - Rol de calculista; se ocupa del uso de la calculadora para realizar las operaciones matemáticas que el trabajo de moderación y el tutorial requiera.
6. Los roles han rotar constantemente y los estudiantes deben dejar registro en la misma hoja del tutorial, de cada actividad que ellos realizan. Promueva la participación activa de los roles haciendo hincapié en que cada uno de ellos, son fundamentales para la culminación de la actividad.

Anexo I - Actividad experimental colaborativa

Ondas estacionarias en una cuerda

Instrucciones:

No te saltes ningún paso, ya que para lograr construir el conocimiento científico, es necesario que completes todas las actividades.  
Cuida el material que se te ha facilitado (en especial el material experimental). Otros estudiantes lo usarán en el futuro.

Exploración 1:

1. Enciende el generador de funciones y comienza a aumentar los valores de frecuencia con intervalos de 1 [Hz]. Sigue incrementado cuidadosamente este valor hasta encontrar un patrón característico de onda estacionaria. En el espacio siguiente, dibuja dicho patrón, identifica cual de los puntos que marcaste sobre la cuerda tenían mayor y menor amplitud de oscilación. Anota la frecuencia con la cual se formó la onda estacionaria.

Frecuencia	
------------	--

2. Como puedes observar, existen puntos en la cuerda que poseen una máxima amplitud de oscilación, mientras que exigen otros que prácticamente están quietos. Los puntos inmóviles serán denominados **nodos (N)** y los de máxima amplitud, serán denominados **antinodos (AN)**.
3. Pon en pausa el oscilador, y marca sobre la cuerda con un plumón de color rojo, los nodos y antinodos.
4. Enciende el oscilador y continua aumentando la frecuencia hasta observar que se formen muy claramente sobre la cuerda, **dos** patrones como el alcanzado en la parte 1. Dibuje lo observado en el espacio siguiente y registre la frecuencia obtenida.

Frecuencia	
------------	--

5. Pon en pausa el oscilador, y marca sobre la cuerda con un plumón de color azul, los nodos y antinodos.

6. Enciende el oscilador y continua aumentando la frecuencia hasta observar que se formen muy claramente sobre la

Frecuencia	
------------	--

cuerda, **tres** patrones como el alcanzado en la parte 1. Dibuje lo observado en el espacio siguiente y registre la frecuencia obtenida.

7. Pon en pausa el oscilador, y marca sobre la cuerda con un plumón de color negro, los nodos y antinodos.

8. Enciende el oscilador y continua aumentando la frecuencia hasta observar que se formen muy claramente sobre la cuerda, **cuatro** patrones como el alcanzado en la parte 1. Dibuje lo observado en el espacio siguiente y registre la frecuencia obtenida.

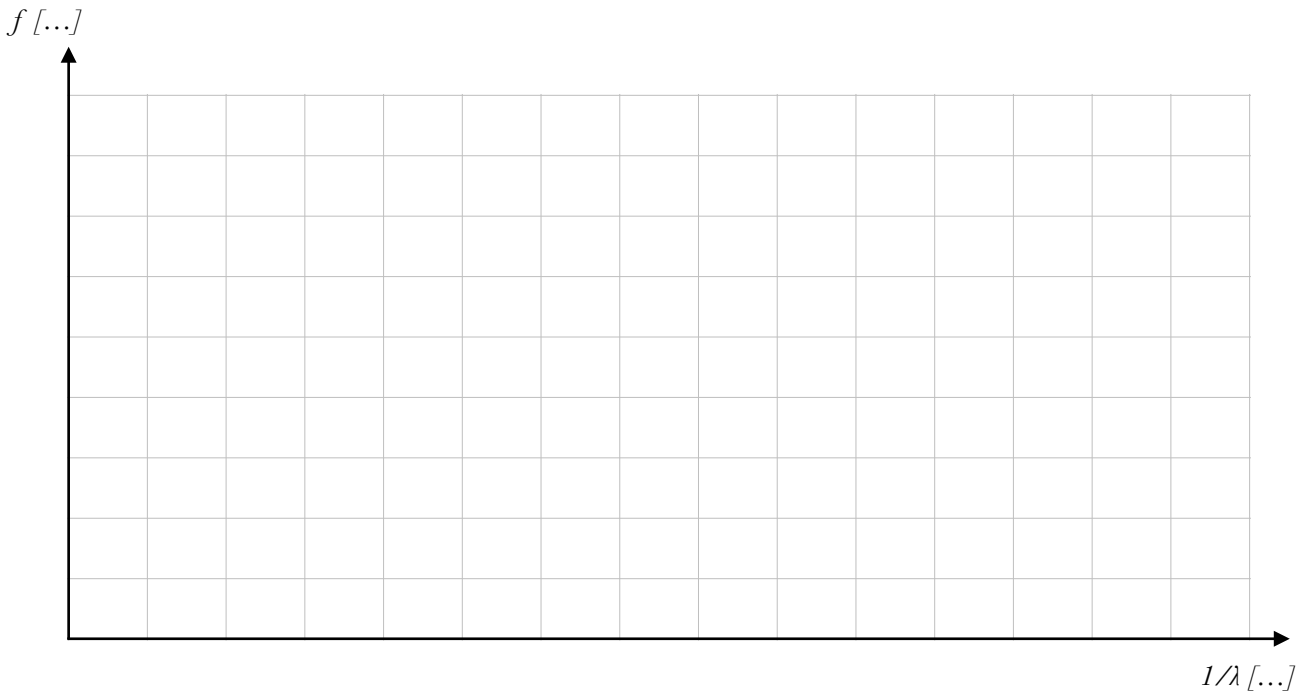
Frecuencia	
------------	--

9. Pon en pausa el oscilador, y marca sobre la cuerda con un plumón de color verde, los nodos y antinodos.

10. Completa la siguiente tabla.

Armónico	Frecuencia [...]	Longitud de onda [...]	1/longitud de onda [...]	Distancia entre nodos consecutivos [...]	Distancia entre nodos y antinodos consecutivos [...]

11. Construye en el espacio inferior, la gráfica indicada.



12. Responde las siguientes preguntas:

13. ¿Qué representa la pendiente en la gráfica?

-----

-----

14. Según el movimiento de los puntos que marcaste sobre la cuerda ¿cuál es el tipo de onda que se propaga por el medio?

-----

-----

15. En términos de longitud de onda, ¿cuál es la distancia entre dos nodos consecutivos?

-----

-----

16. En términos de longitud de onda, ¿cuál es la distancia entre un nodo y un antinodo adyacente?

-----

-----

17. Copara y escribe tus conclusiones respecto a los valores que obtuviste en la tabla.

-----

-----