



**CAMPUS CIENTIFICO DE VERANO Universidad de Córdoba**  
**Macroárea de Ciencias Exactas y Naturales**

**TÍTULO: ¿Cómo funcionan los instrumentos musicales? La física de los instrumentos de cuerda y viento.**

**PROFESOR RESPONSABLE: Juan Manuel Díaz Cabrera**

**MACROÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Exactas y Naturales**

**RESUMEN: (200 palabras)**

La música ha surgido en las sociedades humanas para cubrir las sensibilidades artísticas de compositores, músicos y audiencia. Sin embargo, en cuanto se investiga por qué unos sonidos o combinaciones de sonidos resultan agradables mientras que otros son molestos, queda en evidencia que la ciencia física y matemática es la única herramienta que explica satisfactoriamente la generación y la percepción de sonidos. Ya desde la antigua Grecia, se observó que la coincidencia de los armónicos de distintos sonidos emitidos simultáneamente daba diferentes caracteres a los distintos acordes. Los sonidos de distintos instrumentos se pueden diferenciar gracias a la intensidad con que cada instrumento emite cada armónico. Para estudiar tal diversidad de fenómenos, vamos a elegir dos sistemas sencillos que contienen todos los elementos de los sonidos musicales: una cuerda tensada y un tubo resonante. Con estos dos ejemplos, gracias a los montajes de que disponemos en el Departamento de Física de la UCO, podemos observar y escuchar los conceptos de armónicos o frecuencias de resonancia, y los podemos medir cuantitativamente. Con los resultados de las medidas, obtendremos medidas de magnitudes físicas, como son la velocidad del sonido en el aire y en una cuerda, y comprobaremos que coinciden con los valores que se deducen de la teoría física, en particular la mecánica y la termodinámica. Compararemos los experimentos con instrumentos reales: guitarra, flauta y tambor. De esta forma, descubriremos que la física explica algunos elementos de la música, y la música da soporte experimental a la física.

**CAMPUS CIENTIFICO DE VERANO Universidad de Córdoba**  
**Macroárea de Ciencias Exactas y Naturales**



PROFESORES PARTICIPANTES:

NOMBRE: Juan Manuel Díaz Cabrera  
CARGO: Profesor Ayudante Doctor  
DEPARTAMENTO: Ingeniería Eléctrica  
FACULTAD: Politécnica  
CONTACTO: [el1dicaj@uco.es](mailto:el1dicaj@uco.es)  
Tlfnos: 957218474  
Fax: 957218474

NOMBRE: Guillermo Fernando Regodón Harkness  
CARGO: Investigador Contratado  
DEPARTAMENTO: Física  
FACULTAD: Ciencias  
CONTACTO: [z62rehag@uco.es](mailto:z62rehag@uco.es)  
Tlfnos: 957212064  
Fax: 957212064



OBJETIVOS: (General y específicos)

Como **objetivo general**, se pretende que los alumnos aprendan cuál es el fundamento de los instrumentos musicales de cuerda y viento, a través de experimentos en los que podrán tanto observar visualmente como escuchar los distintos armónicos de una cuerda tensada y de un tubo resonante. De esta forma, adquirirán una comprensión clara de los sonidos más complejos que generan los instrumentos musicales reales y podrán entender de dónde surge la diferencia entre los distintos timbres de instrumentos con formas y mecanismos de funcionamiento distintos.

Como **objetivos específicos**, se persiguen:

1. Conocer el equipamiento y metodología que se llevan a cabo en un laboratorio de Física y comprender su importancia y utilidad en el desarrollo de la investigación científica.
2. Conocer, seleccionar y aplicar la metodología científica correcta en la determinación de magnitudes físicas.
3. Aprender cómo se realiza un diseño experimental completo con obtención de resultados y elaboración de un informe final, como aplicación concreta del Método Científico.
4. Observar el fenómeno de producción de ondas estacionarias en una cuerda tensa. Medir las magnitudes que caracterizan este fenómeno: Densidad lineal de masa de una cuerda, velocidad de una onda en una cuerda, frecuencia.
5. Observar el fenómeno de producción de ondas estacionarias en un tubo de Kundt. Medir la velocidad del sonido. Determinar el módulo de compresibilidad adiabático y el peso molecular medio del aire.



**CAMPUS CIENTIFICO DE VERANO Universidad de Córdoba**  
**Macroárea de Ciencias Exactas y Naturales**

RECURSOS: (Aulas, laboratorios, equipamiento)

Para la realización de este proyecto, el Departamento de Física dispone de un Laboratorio de Mecánica, totalmente equipado, destinado para la realización de prácticas de alumnos. Así mismo, dispone de una Sala de Juntas que utilizaremos como sala de trabajo, para la realización de las memorias de trabajo.

**Laboratorio de Mecánica**

Disponemos de todos los equipos y materiales consumibles para la realización de decenas de prácticas diferentes.

**Sala de Juntas** equipada con monitor para presentaciones.



DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD: (Máximo 5 hojas)

### *Introducción*

Aunque la primera aproximación del ser humano al sonido y a la música surge para suplir las necesidades artísticas de las sociedades primitivas, la única herramienta que permite explicar las razones de por qué unos sonidos son agradables y otros no es la ciencia física y matemática. Los instrumentos musicales fueron desarrollados en gran medida mediante ensayo y error por los primeros músicos, pero todos han terminado convergiendo a unos pocos grupos de instrumentos: de cuerda, de viento y de percusión (Hoy día se pueden encontrar algunos ejemplos que no pertenecen a ninguno de ellos, como los sintetizadores o el theremin).

En el Laboratorio de Mecánica del Departamento de Física de la Universidad de Córdoba vamos a construir con los alumnos, una versión simplificada de algunos instrumentos. Por una parte tendremos una cuerda tensada, ejemplo básico de instrumento de cuerda, y por otra parte tendremos un tubo de aire, versión más sencilla de instrumento de viento. En el proceso usaremos un generador de onda como sintetizador de música electrónica.

### *Protocolos*

Los protocolos que se aplicará durante el desarrollo de la actividad incluyen:

- Protocolo de **organización de un laboratorio** de Física.
- Protocolo de medida de magnitudes físicas en la práctica de **la cuerda tensada**.
- Protocolo de medida de magnitudes físicas en la práctica del **tubo de Kundt**.
- Realización de un **cuaderno de laboratorio**.

### *Materiales y aparatos a utilizar*

- Cuerdas de guitarra.
- Balanza electrónica.
- Pesas varias.
- Electroimán.
- Autotransformador.
- Regla milimetrada.
- Superficie de soporte con anclajes para los componentes del experimento.
- Generador de funciones.
- Altavoz.
- Osciloscopio.
- Tubo de Kundt.
- Polvo de licopodio.

### *Resultados esperados*

Con la realización de las prácticas propuestas en este proyecto, los alumnos aprenderán las estrategias utilizadas durante la experimentación en física y comprenderán la estrecha relación entre los modelos de la física matemática, la experimentación física y sus aplicaciones a otras áreas. Tendrán pruebas, de tipo visual y auditivo y como resultado de medidas de magnitudes físicas, de que el modelo propuesto por la física matemática



para la descripción de los fenómenos musicales es apropiado y funciona. También aprenderán a realizar una memoria de trabajo de laboratorio, realizarán los cálculos necesarios para obtener las medidas indirectas y verificarán algunas magnitudes físicas, como la velocidad del sonido o la composición del aire.

#### *Cronograma detallado de la actividad*

##### Primera sesión

Presentación del proyecto por el Profesor

##### Segunda sesión

Lugar: Laboratorio de Mecánica

##### Objetivos:

- Conocer un laboratorio de experimentación física.
- Caracterizar y montar una cuerda tensada.
- Aplicar el modelo de onda estacionaria a la cuerda tensada.
- Realizar medidas de la velocidad de la onda en una cuerda tensada.
- Aprender a trabajar en el laboratorio con orden y limpieza.
- Confeccionar un cuaderno de trabajo en el laboratorio.

##### Recursos y consumibles necesarios:

- Cuerdas de guitarra.
- Balanza electrónica.
- Pesas varias.
- Electroimán.
- Autotransformador.
- Regla milimetrada.
- Superficie de soporte con anclajes para los componentes del experimento.

El alumnado manipulará este material siguiendo las instrucciones y bajo supervisión del profesor.

##### Actividades a desarrollar

1. Pesado y medición de las cuerdas de guitarra.
2. Montaje de la cuerda tensada, utilizando el soporte y las pesas varias.
3. Realización de una comprobación inicial del efecto de la densidad lineal de masa y de la tensión de la cuerda tensada.
4. Conexión del electroimán.
5. Diseño de un plan sistemático de toma de medidas, incluyendo el número de medidas, las condiciones de la cuerda tensada y los valores de los parámetros que se van a variar.
6. Realización de las medidas directas sobre la cuerda tensada..



### Tercera sesión

Lugar: Laboratorio de Mecánica

Objetivos:

- Analizar los datos de las medidas directas para obtener medidas indirectas.
- Realizar gráficas con los datos obtenidos.
- Utilizar los datos obtenidos en el cuaderno de laboratorio para realizar una memoria de prácticas.
- Montar el experimento del tubo de Kundt.
- Aplicar el modelo de onda estacionaria al tubo de Kundt.

Recursos y consumibles necesarios:

- Generador de funciones.
- Altavoz.
- Osciloscopio.
- Tubo de Kundt.
- Polvo de licopodio.

Actividades a desarrollar

En una segunda parte, los alumnos llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Análisis de los datos recogidos en el laboratorio el día anterior.
2. Realización de gráficas que relacionan los parámetros medidos y verificación de la validez del modelo de onda estacionaria para la cuerda tensada.
3. Realización de las medidas indirectas: la velocidad de la onda en las cuerdas tensadas de distintos grosores.
4. Montaje del tubo de Kundt.
5. Realización de una comprobación inicial del experimento variando la frecuencia.
6. Observación visual de la localización de los nodos de la onda en el tubo de Kundt usando polvo de licopodio.
7. Diseño de un plan sistemático de toma de medidas, incluyendo el número de medidas, las condiciones del tubo de Kundt y los valores de los parámetros que se van a variar.

### Cuarta sesión

Lugar: Departamento de Física.

Objetivos:

- Realizar las medidas de longitud de onda del tubo de Kundt.
- Analizar los datos de las medidas directas para obtener las medidas indirectas.
- Realizar gráficas con los datos obtenidos.



**CAMPUS CIENTIFICO DE VERANO Universidad de Córdoba**  
**Macroárea de Ciencias Exactas y Naturales**

- Utilizar los datos obtenidos en el cuaderno de laboratorio para realizar una memoria de prácticas.
- Usar el generador de funciones como sintetizador.

Recursos y consumibles necesarios:

- Generador de funciones.
- Altavoz.
- Osciloscopio.
- Tubo de Kundt.

Actividades a desarrollar

- Realización de las medidas directas sobre el tubo de Kundt.
- Análisis de los datos recogidos.
- Realización de gráficas que relacionan los parámetros medidos y verificación de la validez del modelo de onda estacionaria para el tubo de Kundt.
- Realización de las medidas indirectas: el peso molecular medio del aire.

Quinta sesión

Los alumnos participarán primero en una sesión específica en las que se les enseñará a tratar, analizar y presentar los resultados obtenidos de acuerdo con el método científico. Posteriormente, en formato powerpoint, los alumnos presentarán al resto de participantes los resultados obtenidos en su trabajo, comentando sus impresiones sobre la experiencia desarrollada.

<b>Día</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
<b>P L A N</b>	Inauguración campus Presentación Proyectos	Trabajo en el Laboratorio de Mecánica	Trabajo en el Laboratorio de Mecánica	Trabajo en el Laboratorio de Mecánica	Trabajo en aula convencional y/o de informática
<b>O B J E T O</b>	Organización de los grupos de trabajo	Conocer el funcionamiento del laboratorio	Aprender a diseñar un estudio experimental y llevarlo a cabo	Aprender a diseñar un estudio experimental y llevarlo a cabo	Aprender a tratar, analizar y presentar los resultados



REFERENCIAS

- Alonso M. y Finn E.J.: “Física” Vol. II. Addison Wesley Iberoamericana (1986).
- Tipler P.A. Y Mosca G. “Física para la ciencia y la tecnología” Vol. 1. Reverté (2010).
- Baird D.C. “Experimentation: An introduction to Measurement Theory and Experiment Design”. Prentice Hall (1995).
- Sanchez del Río C. “Análisis de Errores”. Eudema (1989).