

**Retos Científicos**

# **La Física del Telefonito**

Propuesta de investigación

Jose Raul Martínez Afanador - 2200797

Marian Lamar Rivera Ordóñez - 2211702

Miguel Fernando Becerra Rodríguez - 2201888

Sthefania Pinto Basto - 2200803

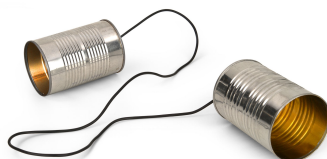
23 de septiembre de 2023

Universidad  
Industrial de  
Santander



### 1. Resumen

Uno de los juguetes antiguos más reconocidos a nivel mundial es el teléfono de lata que consiste en dos vasos, usualmente de papel, conectado por sus bases a través de una cuerda. Un ejemplo de un modelo de este teléfono se muestra en la imagen 1. Dado el fenómeno presente en la transmisión de sonido de un vaso en uno de los extremos al otro, en esta propuesta se pretende abordar el diseño, implementación y evaluación de este sistema telefónico respondiendo a la problemática de su funcionamiento en base a teorías físicas que la respalden. Para la resolución se planteará una metodología y cronograma así como un presupuesto para los componentes del montaje experimental que en el marco del proyecto serán útiles para responder a los objetivos que buscan abordar el fenómeno físico del sistema.



**Fig. 1.** Imagen del teléfono de lata

(1)

### 2. Planteamiento del problema de investigación

En la infancia de numerosas personas, un juego cotidiano era el de unir unos vasos mediante cuerdas para crear un teléfono con el que se podía hablar de claramente y alcanzando una cierta distancia considerablemente larga. Esto representaba, aunque no muy práctica, una astuta y económica forma de comunicación, por lo que esta investigación tiene como objetivo principal estudiar los fenómenos físicos detrás de este juego de niños que permite la comunicación a distancia. Para esto se buscará detectar parámetros que influyen en la calidad de la comunicación y en la distancia máxima que se pueda alcanzar por lo que se plantean que las principales preguntas problemas en el desarrollo de esta investigación son:

- ¿Qué factores determinan la distancia y la calidad de la comunicación en un teléfono de vasos?
- ¿Cómo se ve influenciada la frecuencia de transmisión del sonido en el extremo receptor de la cuerda por la tensión y características de la misma?

Estos cuestionamientos servirán en la propuesta de investigación como la base del proyecto permitiendo así la organización del mismo. Además, se espera que al comprender este fenómeno se pueda incentivar la curiosidad de comprender sistemas de comunicación más complejos y avanzados para la búsqueda de nuevas aplicaciones tecnológicas.

### 3. Justificación

La telefonía ha sido un pilar fundamental en la comunicación humana a lo largo de la historia. Desde las primeras conversaciones mediante telégrafos hasta los modernos teléfonos inteligentes, el deseo de superar las distancias y establecer conexiones ha impulsado importantes avances tecnológicos iniciando por ejemplo, con el primer teléfono, basado en un principio similar al teléfono de lata en donde las ondas de sonido se transformaban en señales eléctricas transmitidas a través de un cable eléctrico [1]. Con estos desarrollos y teniendo en cuenta la complejidad e ingenio detrás de las tecnologías de comunicación contemporáneas, será esencial comprender los principios fundamentales en los que se basa la comunicación.

De esta manera, el desarrollo del problema “*La Física del Telefonito*” se defiende al buscar desarrollar el razonamiento científico del fenómeno presente; una habilidad necesaria para cualquiera que busque generar un aporte en ciencia y tecnología, al menos, en el campo de las comunicaciones. Esto se encuentra al lograr plantearse preguntas de investigación y de esta manera, se desafía a pensar de manera analítica, aplicando en el proceso, principios físicos para contestar los planteamientos y verificar hipótesis con el fin de darle una solución al problema.

En conclusión, el desarrollo de este problema busca no solo el progreso de las habilidades y capacidades para poder realizar experimentos y observaciones para de esta manera enfrentarse al problema y poder obtener resultado que permitan dar una solución y conclusión al problema; sino que también tiene como objetivo incentivar la curiosidad para poder entender otros tipos de sistemas que permiten una mejor comunicación y poder encontrar con esto nuevas aplicaciones tecnológicas.

### 4. Marco Teórico

El análisis de este problema se basa en los principios de la acústica y las tensiones en las cuerdas. La base del vaso, que es responsable de recibir el sonido, presenta un problema relacionado con la acústica formada por las vibraciones de membranas y placas (paredes del vaso) para poder transmitir el sonido a través de la cuerda. La ecuación bidimensional de onda que describe su propagación es ampliamente conocida y estudiada [3]. Además, aspectos como la transmisión y emisión de las ondas de sonido son cruciales para nuestra investigación, lo que nos llevará a examinar cuidadosamente los problemas de valores de

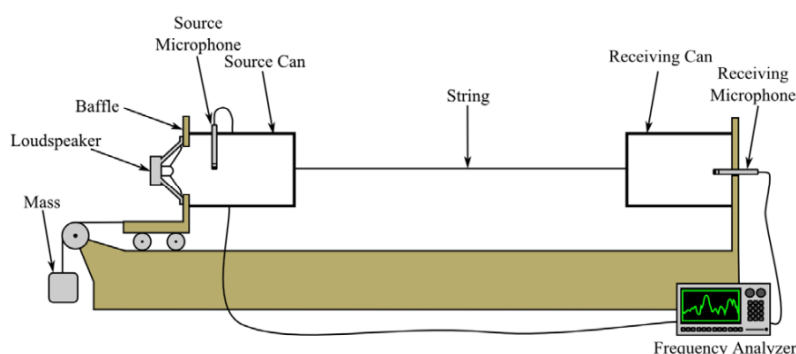
frontera asociados a estos procesos.

Las tensiones en las cuerdas que se estudian ampliamente en varias aplicaciones de la industria, también desempeñan un papel fundamental en este sistema. Esto se debe a que el sonido no se propaga directamente a través de la cuerda, sino que esta es traccionada por la base del vaso receptor [2].

## 5. Estado del Arte

En la revisión del estado del arte, se encuentran proyectos académicos como el titulado “*Liste Up*” [4]. Además, se ha identificado un recurso audiovisual valioso en el video de B. Yeany titulado “*String Telephones versus Sound tubes... STEM project... Homemade Science with B. Yeany*” [5]. Ambas prácticas abordan la explicación fenomenológica detrás del teléfono de cuerda. En su video, Bruce Yeany proporciona **insights** sobre el material que mejor transmite el sonido, considerando aquel que distorsiona menos el mensaje.

Por otro lado, en el proyecto “*Liste Up*” se llevó a cabo un análisis del espectro de frecuencias utilizando cuatro tipos diferentes de vasos, fabricados con dos materiales distintos, con lo que se permitió identificar las frecuencias que cada tipo de vaso transmitía de manera más efectiva. Trayendo esto a consideración, el montaje experimental que proponen (ver figura 4), se tendrá en cuenta para nuestro análisis en el espectro de frecuencias.



**Fig. 2.** Montaje experimental tomado de [4]

La importancia y aporte del proyecto presente radicará en la realización de un análisis más profundo y completo en la reproducción del fenómeno. El enfoque principal será entonces determinar las variables físicas que responden a las preguntas de investigación. Esto significa que, partiendo de la información proporcionada por B. Yeany sobre el material óptimo, buscaremos reproducir los resultados obtenidos en el proyecto “*Listen Up*” desde una perspectiva más amplia en términos de fundamentos y detalles.

### 6. Objetivos

#### Objetivo General

El objetivo a largo plazo de este reto es comprender y explicar el fenómeno físico que da pie a una buena comunicación en el juego del teléfono de lata. Además de identificar las variables claves que afectan la calidad de comunicación de este. Este propósito se orienta hacia la ejecución de una investigación que contribuirá significativamente al fomento del aprendizaje en cuanto a métodos científicos, conceptos y divulgación de resultados, de tal manera que se comprenda la importancia del trabajo desarrollado.

#### Objetivos Específicos

- Determinar y caracterizar los parámetros relacionados con los materiales de los vasos y las cuerdas que afecten la comunicación.
- Diseñar un montaje para la recopilación de datos experimentales y su posterior tratamiento.
- Desarrollar un modelo simulado que describa y prediga la transmisión del sonido.
- Determinar el mejor rango de frecuencias y evaluar el desempeño del sistema en recepción de las mismas teniendo en cuenta los diferentes elementos usados para su construcción.

### 7. Metodología

Para el desarrollo de la propuesta, se plantea una metodología ajustada a los objetivos específicos identificando en cada etapa las actividades en donde se verán responsables de su ejecución todos los investigadores desarrolladores de la propuesta.

#### **Etapla 1. Determinar los parámetros que influyen en la calidad de sonido transmitido en el sistema.**

- **Actividad 1.1.** Revisión bibliográfica de transmisión de ondas en medios con el fin de destacar las variables de estudio que afectan la transmisión del sonido.
- **Actividad 1.2.** Identificación de los elementos (y sus parámetros) presentes en el sistema para su construcción, evaluando las opciones de bajo costo que permiten garantizar una buena calidad de sonido.
- **Actividad 1.3.** Selección de frecuencias accesibles juntos con los dispositivos que las generen.

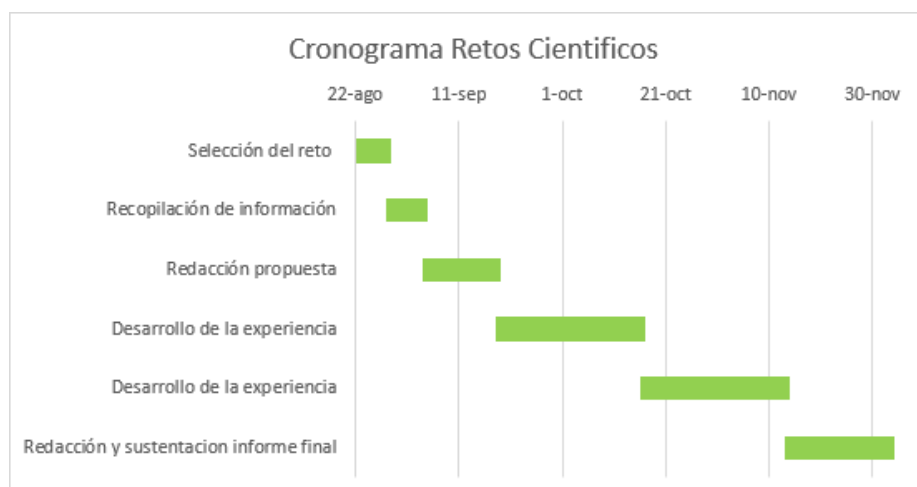
**Etapla 2. Acercamiento matemático al modelo del sistema para entender la transmisión del sonido, según las frecuencias de emisión y, su adquisición en los extremos del sistema.**

- **Actividad 2.1.** Simulación de la propagación de la onda sonora en los diferentes medios propuestos.
- **Actividad 2.2.** Diseño de un montaje experimental que permita modificar los parámetros establecidos en la primera etapa teniendo en cuenta los resultados obtenidos en simulación.

**Etapla 3. Implementación y evaluación de los parámetros seleccionados en pruebas para las frecuencias accesibles.**

- **Actividad 3.1.** Ensamble del sistema físico y adquisición de medidas de audio a través del sistema para la construcción de la base de datos.
- **Actividad 3.2.** Evaluación del desempeño de los diferentes sistemas al ser comparados con el audio original.

## 8. Cronograma por Fechas



**Fig. 3.** Cronograma general basado en las fechas dispuestas del curso.

Actividades		Tiempo de duración del proyecto en semanas con la fecha de inicio de cada una											
		18-sep	25-sep	02-oct	09-oct	16-oct	23-oct	30-oct	06-nov	13-nov	20-nov	27-nov	04-dic
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapa 1.	Actividad 1.1. Revisión bibliográfica												
	Actividad 1.2. Identificación de elementos del sistema												
	Actividad 1.3. Selección de frecuencias												
Etapa 2.	Actividad 2.1. Simulación del sistema												
	Actividad 2.2. Diseño del sistema												
Etapa 3.	Actividad 1.1. Ensamble y adquisición												
	Actividad 3.2. Evaluación de desempeño												

**Fig. 4.** Cronograma detallado con inicio a partir de la semana (18 de Septiembre) del curso Retos Científicos donde las fechas de inicio en blanco representan semanas de entrega.

## 9. Resultados Esperados

Etapa	Entregable	Tipo
1	Reporte de las condiciones y parámetros óptimos para generar un audio de alta calidad.	Apropiación social del conocimiento
1	Reporte con la identificación de herramientas útiles para la propagación de frecuencias en el sistema con detalles de estas.	Apropiación social del conocimiento
2	Simulación del sistema en una herramienta computacional de diseño y análisis de transmisión de señales.	Generación de conocimiento
2	Exposición divulgativa del proyecto para la Universidad Industrial de Santander como una intervención en la asignatura de Retos Científicos ofrecida por su programa de pregrado en física.	Generación de conocimiento
3	Base de datos de las frecuencias obtenidas etiquetadas con sus respectivos elementos del sistema que las generan.	Generación de conocimiento
3	Artículo científico.	Generación de conocimiento

## 10. Presupuesto Montaje Experimental

Categoría	Detalle	Cantidad	Efectivo COP
Servicios Técnicos	Diseño de un soporte de madera	1	15000,00
Otros	Contrapesos	1	0,00
	Pita por 10 metros	1	408,00
	Alambre de cobre por 10 metros	1	4259,00
	Caucho de ropa de 0.5 cm por 10 metros	1	16500,00
	Hilo de nylon por 10 metros	1	600,00
	Material para vasos de diferentes formas y tamaños de aluminio, cartón, papel y plástico	-	10000,00
Equipos de laboratorio y maquinaria	Osciloscopio	1	0,00
	Parlante o altavoces	2	0,00
	Micrófonos	2	15000,00
		<b>Total</b>	<b>61767</b>

A modo de aclaración, se destaca que los precios obtenidos se estimaron usando la página web de Mercado Libre. Adicionalmente, aquellos objetos sin precio hacen referencia a su disponibilidad en la Universidad Industrial de Santander.



## 11. Referencias

- [1] A.G. Bell. Improvement in telegraphy. *U.S. Patent No. 174,465*, 1876.
- [2] A.P. French. *Vibrations and Waves*. CRC Press., 1st edition, 1971.
- [3] Lawrence E Kinsler, Austin R Frey, Alan B Coppens, and James V Sanders. *Fundamentals of acoustics*. John wiley & sons, 2000.
- [4] Jason D. Sagers, Andrew R. McNeese, and Preston S. Wilson. The tin-can telephone: An example of sound propagation and communication for Project Listen Up. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 9(1):025002, 2010.
- [5] Bruce Yeany. String telephones versus sound tubes... stem project.... homemade science with bruce yeany, 2021. Fecha de acceso: 1/09/2023.