

Ondas térmicas en una barra

Jesús Manzanares Martínez¹, Humberto Camacho¹ and Diego Soto Puebla¹

¹Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora

Resumen

Cuando una barra metálica se calienta de forma periódica en uno de sus extremos, una onda de temperatura se propaga a lo largo del objeto. En este poster presentamos un experimento sencillo, realizado con Arduino, que ayuda a entender estas oscilaciones periódicas de temperatura.

Introducción

En 1865, Angstrom realizó un experimento para determinar la conductividad térmica de cuerpos.[1] El método consistía en calentar y enfriar en forma periódica un material. El calentamiento y el enfriamiento se realizaba en forma mecánica como se ilustra en la figura 1.

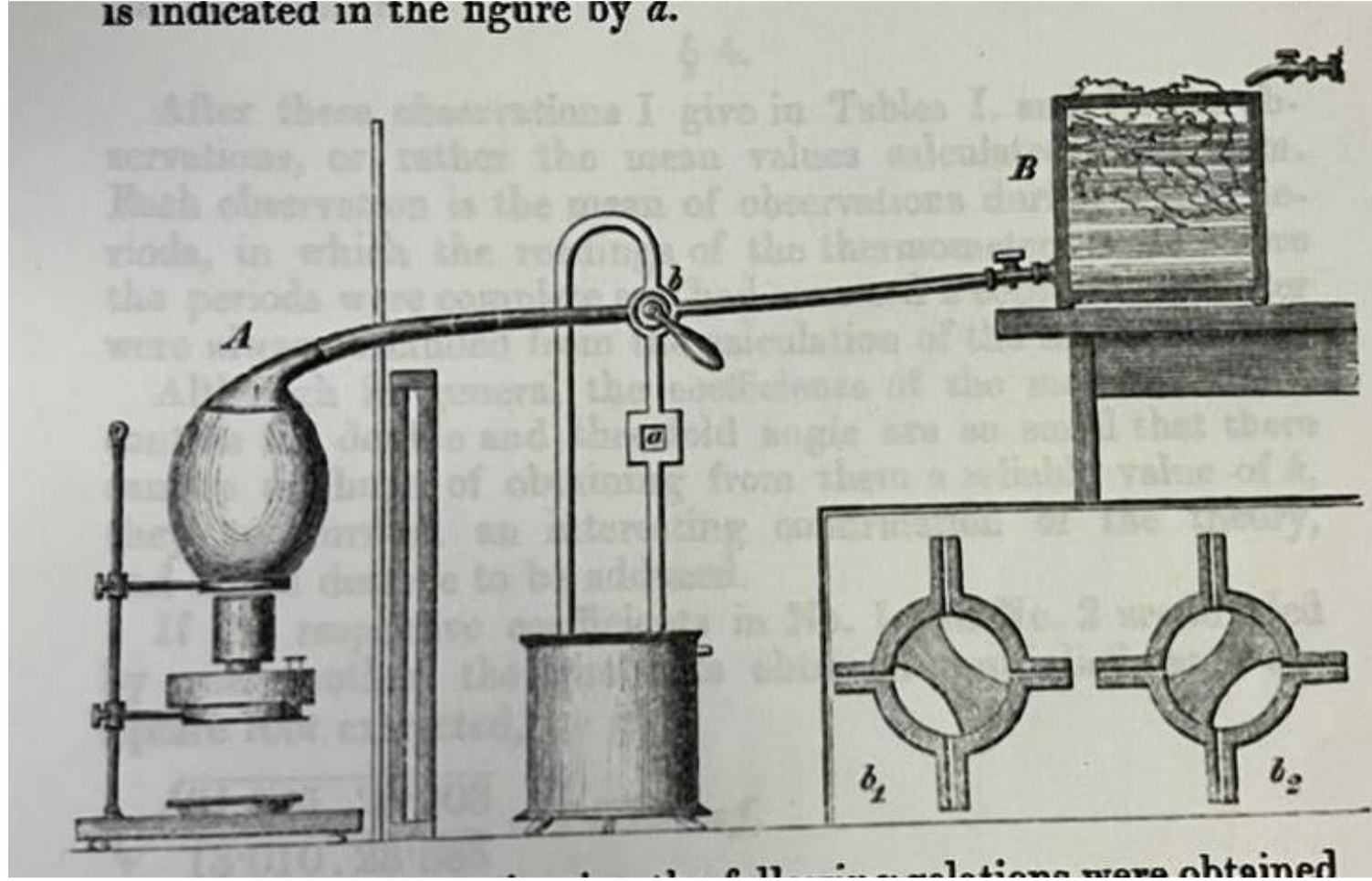


Figure 1: El método de Angstrom para la determinación de la difusividad

En 1998, A. Bodas presentó un experimento que permitía medir la propagación de ondas térmicas en una barra.[2] En este experimento el control del calentamiento y la medición se realizaba manualmente.

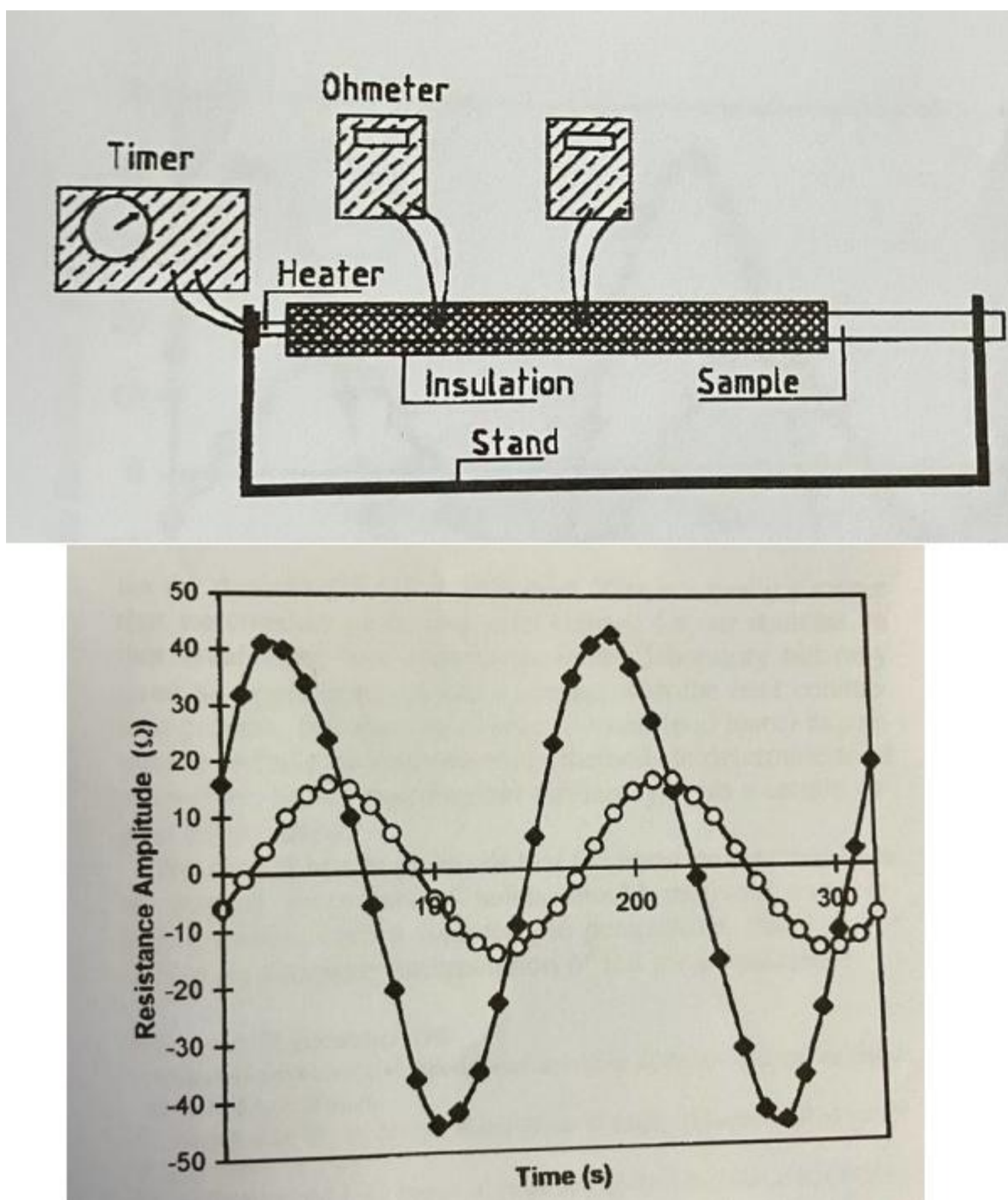


Figure 2: El experimento de Bodas

En el 2014, M. S. Anwar presentó un experimento que permitió controlar de forma automática el calentamiento y la medición.[4]

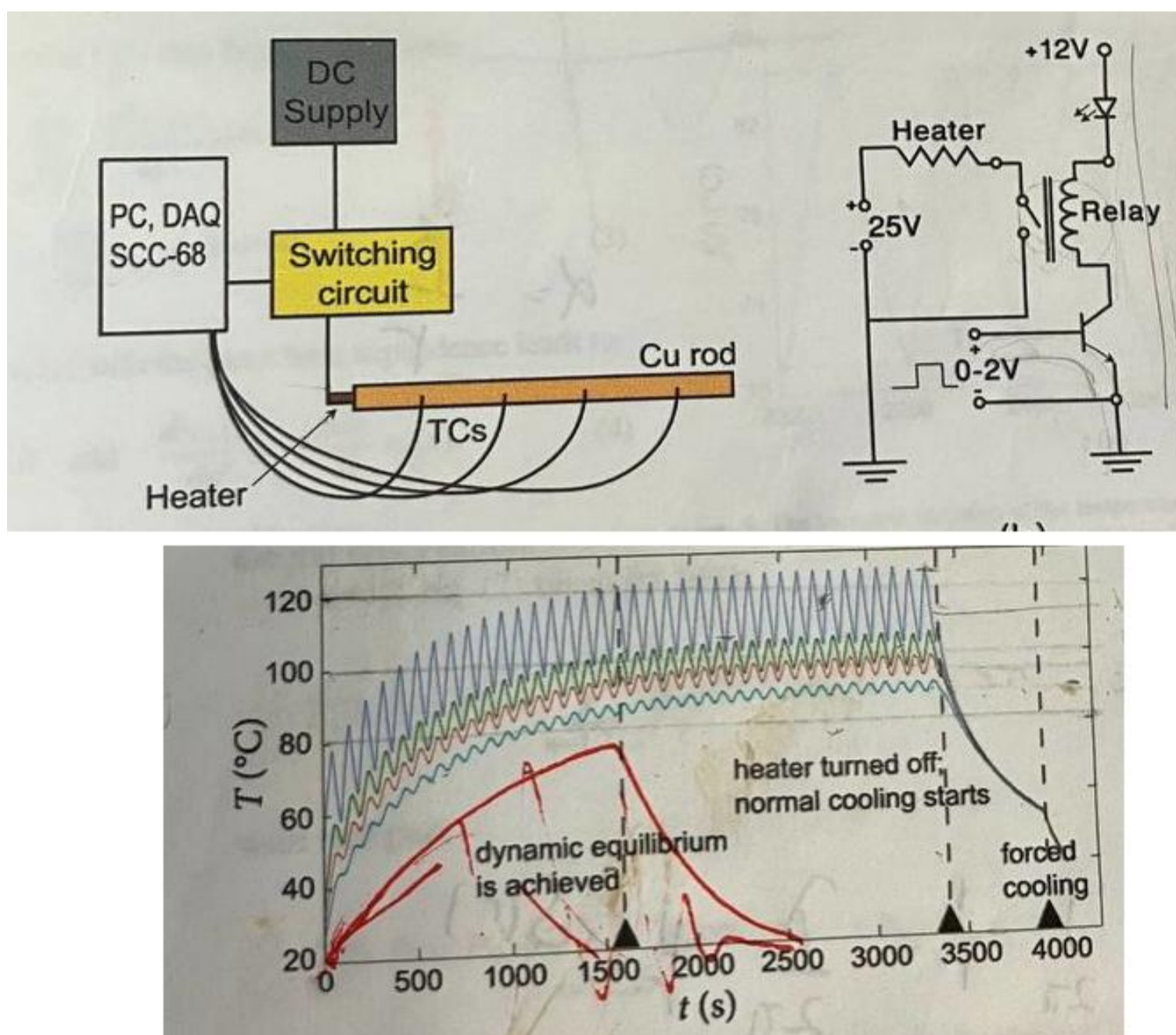


Figure 3: El experimento de Anwar

Teoría

La ecuación de conducción de calor describe la distribución de la temperatura en una barra y se escribe de la forma

$$\frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{D} \frac{\partial T(x, t)}{\partial t}, \quad (1)$$

donde $T(x, t)$ es la temperatura y D es la difusividad. El calentamiento periódico en el borde $x = 0$ se puede expresar como una función periódica de la forma

$$T(x = 0, t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} A_n e^{i(n\omega_0 t + \psi_n)} \quad (2)$$

La solución de la temperatura en la barra se propone como una serie de Fourier de la forma

$$T(x, t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} B_n(x) e^{i(n\omega_0 t + \psi_n)} \quad (3)$$

Todos los coeficientes se encuentran mediante la aplicación de condiciones de frontera.[3]

Experimento

Nosotros hemos realizado un experimento para medir ondas térmicas usando Arduino. Nuestros resultados muestran adecuadamente la existencia de ondas térmicas.

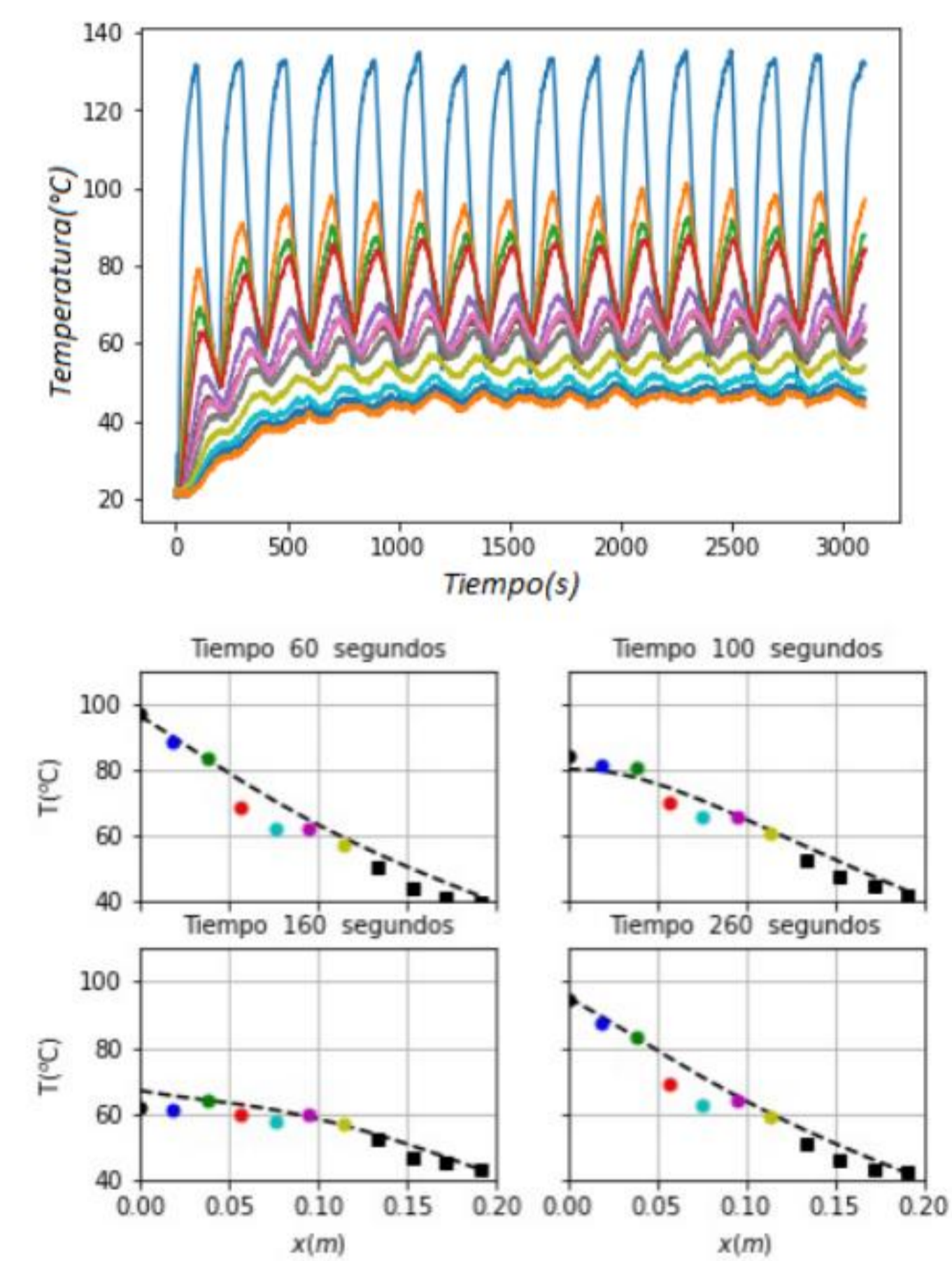
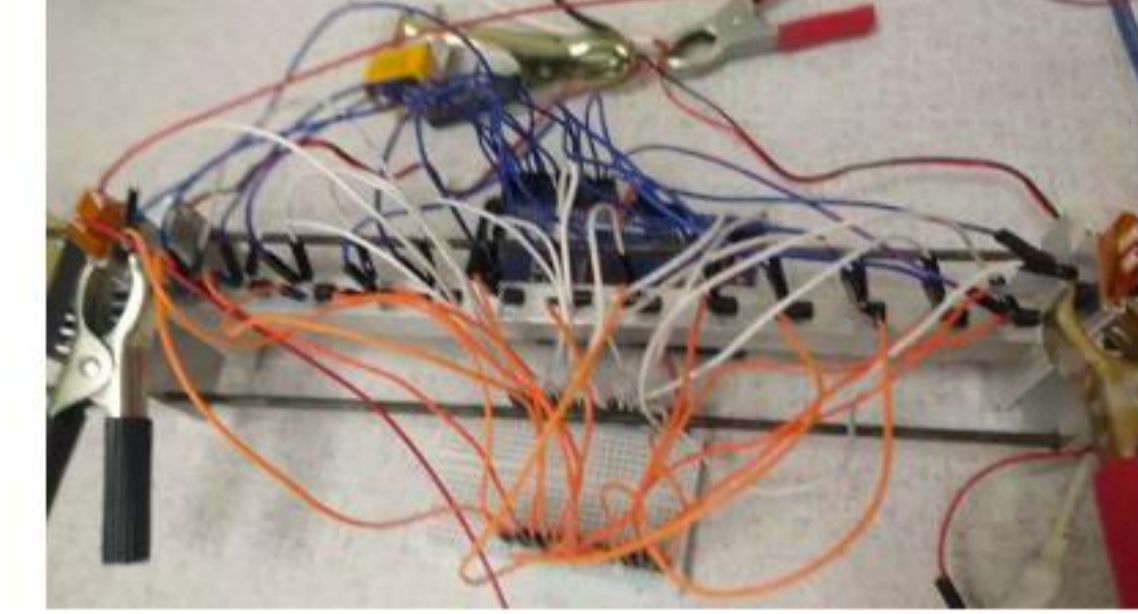


Figure 4: El experimento en Arduino

Results in progress....

Hemos desarrollado un trabajo teórico y experimental que demuestra la existencia de interferencia de ondas térmicas.

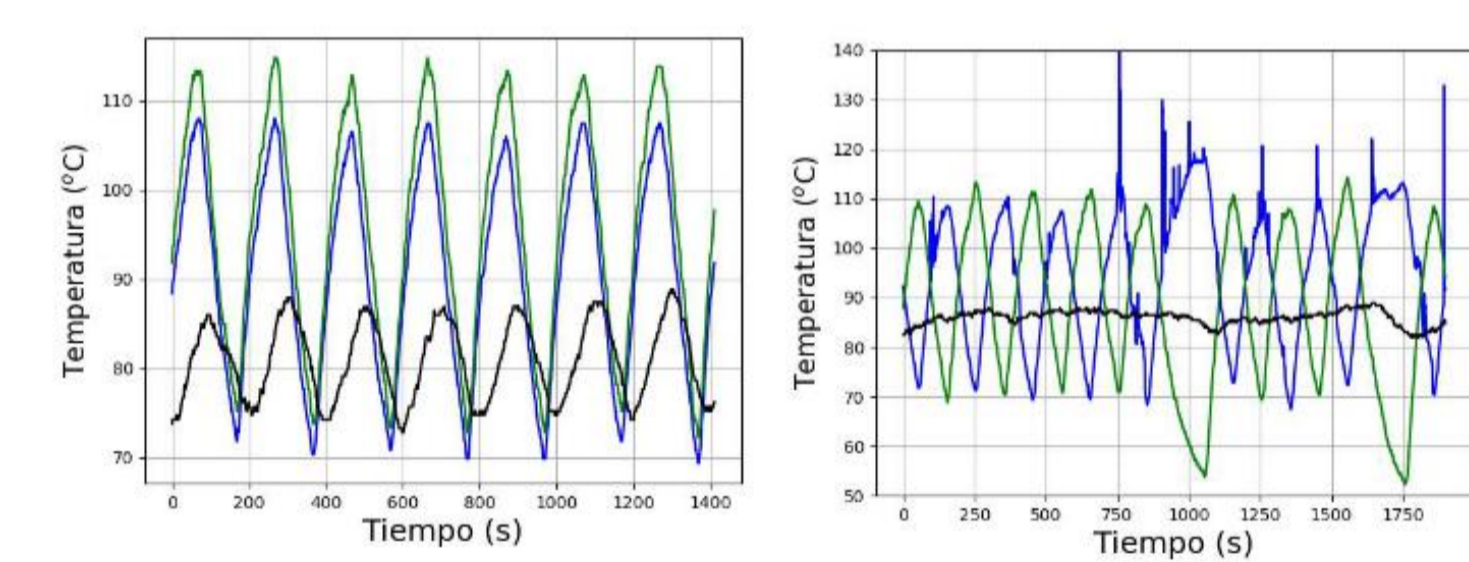


Figure 5: Interferencia constructiva y destructiva

Conclusiones

Hemos desarrollado un experimento en Arduino que permite la medición de ondas térmicas. Hemos desarrollado un análisis teórico y experimental para analizar fenómenos de interferencias en una barra finita.

References

- [1] A. Angström. "XVII. New method of determining the thermal conductivity of bodies". In: *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 25.166 (1863), pp. 130–142.
- [2] A. Bodas, V. Gandía, and E. López-Baeza. "An undergraduate experiment on the propagation of thermal waves". In: *American Journal of Physics* 66.6 (1998), pp. 528–533.
- [3] H. Camacho. "Ondas de Difusión en una barra metálica". In: *Tesis de Licenciatura en Física 2022.3* (2022).
- [4] M. Sabieh Anwar et al. "Fourier analysis of thermal diffusive waves". In: *American Journal of Physics* 82.10 (2014), pp. 928–933.