

Smartphone una herramienta de laboratorio para el aprendizaje



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

José Luis Di Laccio y Salvador Gil
Departamento de Física del CENUR LN, Universidad de la República, Salto, Uruguay
Departamento de Física del CeRP del Litoral, Salto, Uruguay
Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM, Buenos Aires, Argentina
jdilaccio@gmail.com



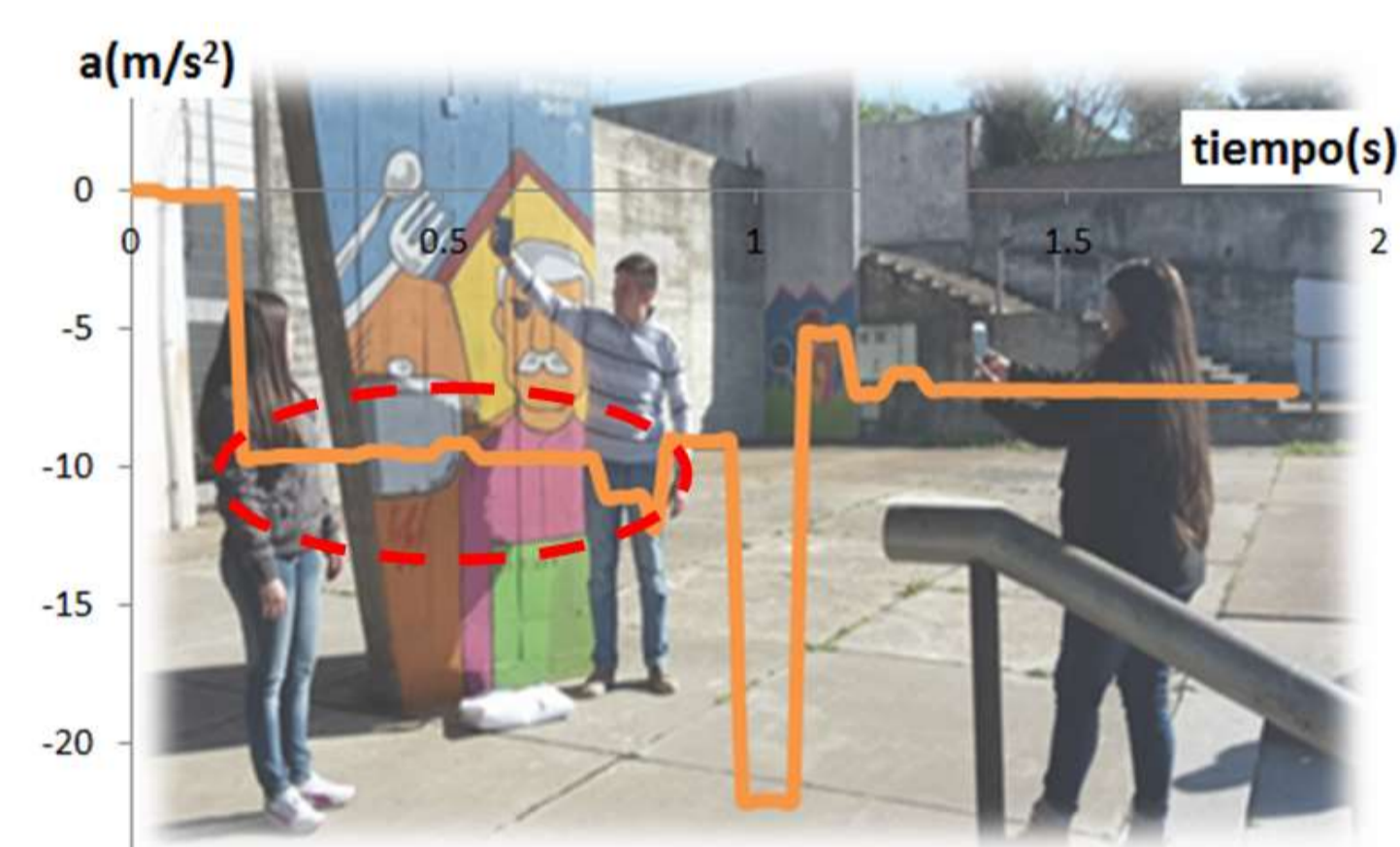
RESUMEN

En este trabajo presentamos un conjunto de mini proyectos experimentales para alumnos de secundario, estudiantes de profesorado de física y estudiantes universitarios principiantes, basados en el aprendizaje por inmersión o indagación, que incorporan teléfono celular inteligente (smartphone) y un equipamiento básico, de muy bajo costo, constituido por planos inclinados, poleas, resortes, y péndulos. Los arreglos experimentales hacen un uso intensivo del smartphone asociado con diferentes aplicaciones (Apps), la mayoría, de uso libre. Estas Apps, permiten medir diferentes magnitudes físicas en forma simple, de modo análogo a los sistemas de adquisición de datos basados en computadoras. Los smartphones, combinados con una PC hogareña, permiten a los estudiantes y docentes disponer de laboratorios sofisticados y modernos, para realizar muchos experimentos tanto en la escuela como el hogar o el campo, transformado cualquiera de estos entornos en un medio propicio para la indagación y el aprendizaje. El encuadre pedagógico propuesto se centra en el aprendizaje del alumno, en promover el trabajo en equipos y el desarrollo de habilidades de experimentación. Apuntamos a que los estudiantes puedan responder a las preguntas: ¿Qué fundamenta este conocimiento? ¿Qué evidencia/s experimentales tenemos sobre esto? Preguntas que ilustran la naturaleza del pensamiento científico. Entendemos que el smartphone es una herramienta útil para mejorar el aprendizaje de la física y las ciencias en general, incentivar vocaciones, a la par de desarrollar habilidades de resolución de problemas que pueden ser de gran utilidad en diversos ámbitos académicos y laborales.

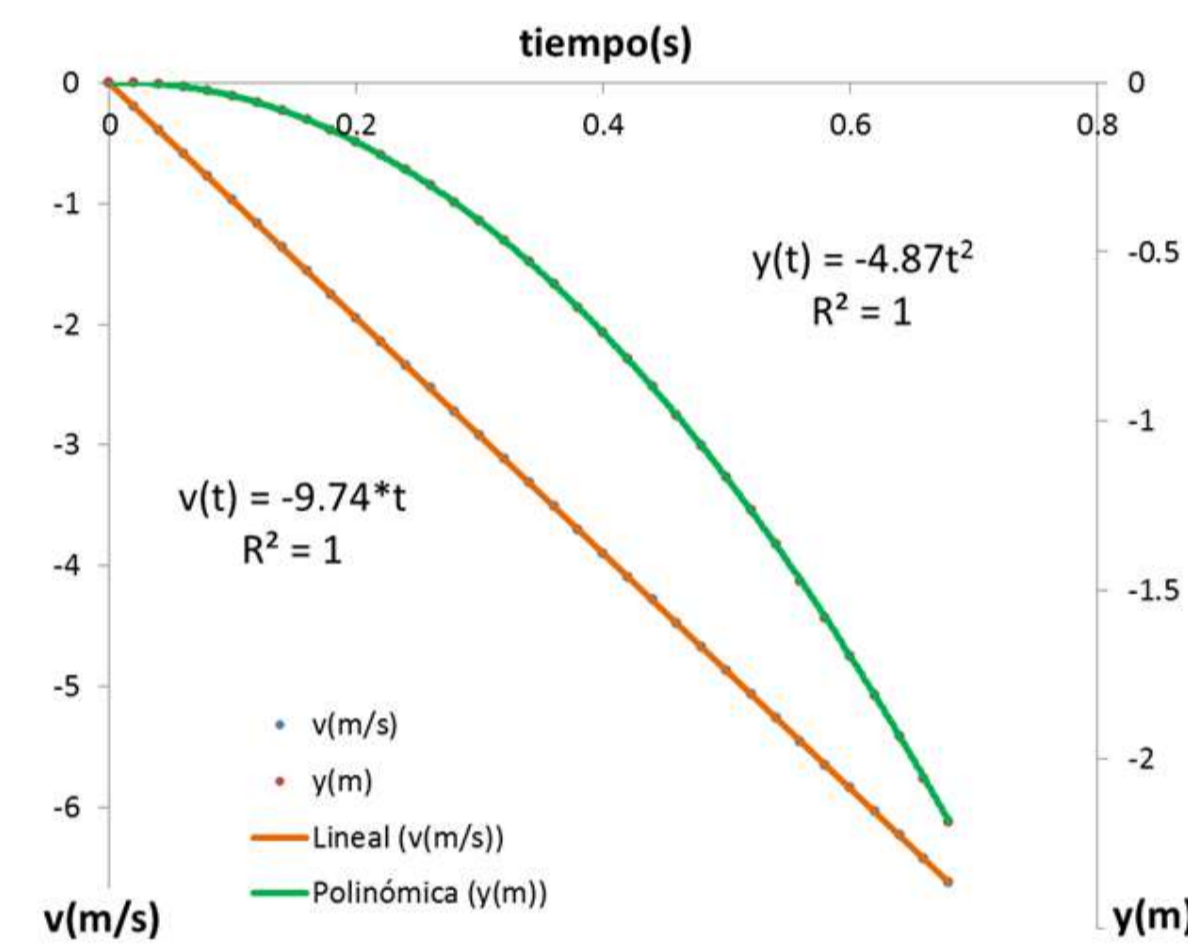
Algunas experiencias sencillas de ejemplo:

1. Caída Libre

Este experimento estudiamos la caída libre, recreando la confrontación de ideas aristotélicas y galileanas sobre este punto. Primero dejamos caer un solo smartphone y luego adherimos dos (cambio de masa) y nuevamente los dejamos caer.



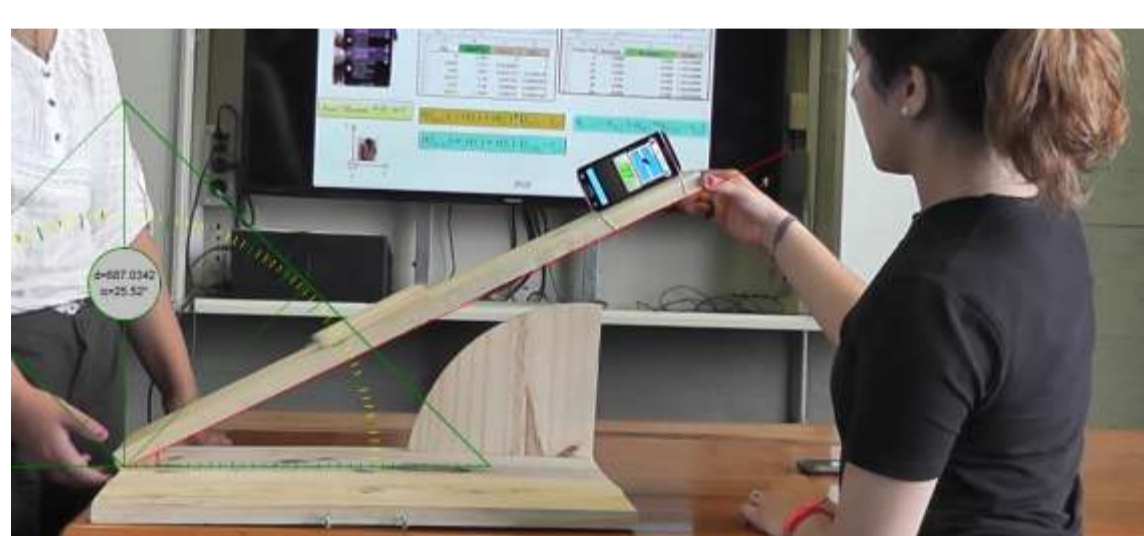
Aceleración en función del tiempo en trazo continuo. El óvalo en líneas de punto indica la caída libre del Smartphone.



En trazo continuo anaranjado la velocidad de caída ajustada con una recta. En trazo continuo verde la altura en función del tiempo ajustada con una parábola.

2. Fuerza de rozamiento estático y dinámico

Determinamos los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre dos superficies en contacto usando un plano inclinado, una madera rectangular y un smartphone.



$$f r_e \leq N \cdot \mu_e$$

$$f r_d = N \cdot \mu_d$$

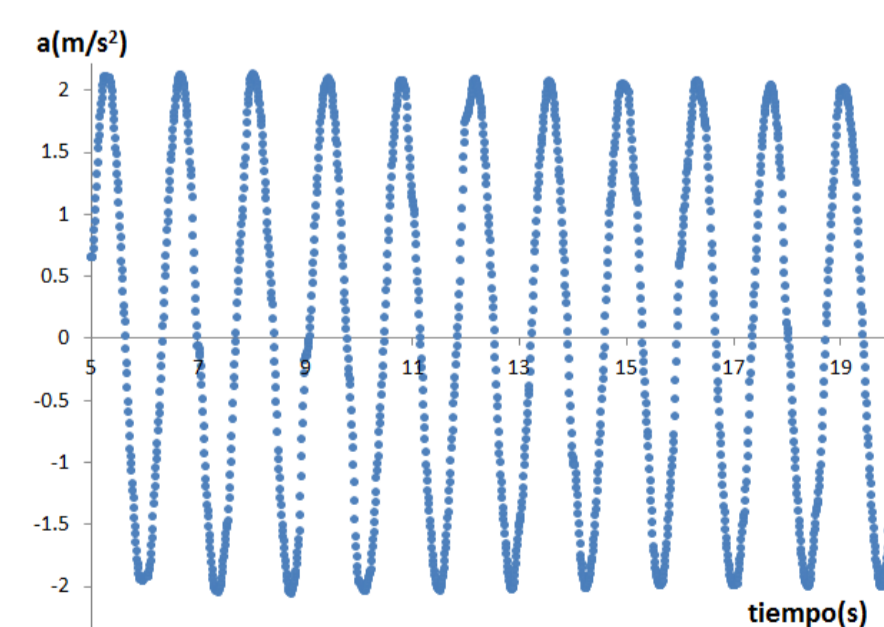
El ángulo crítico nos permite determinar el coeficiente de rozamiento estático entre madera-madera. El coeficiente dinámico se determina adhiriendo el smartphone a la madera y midiendo la aceleración en la dirección del movimiento.

3. Oscilaciones

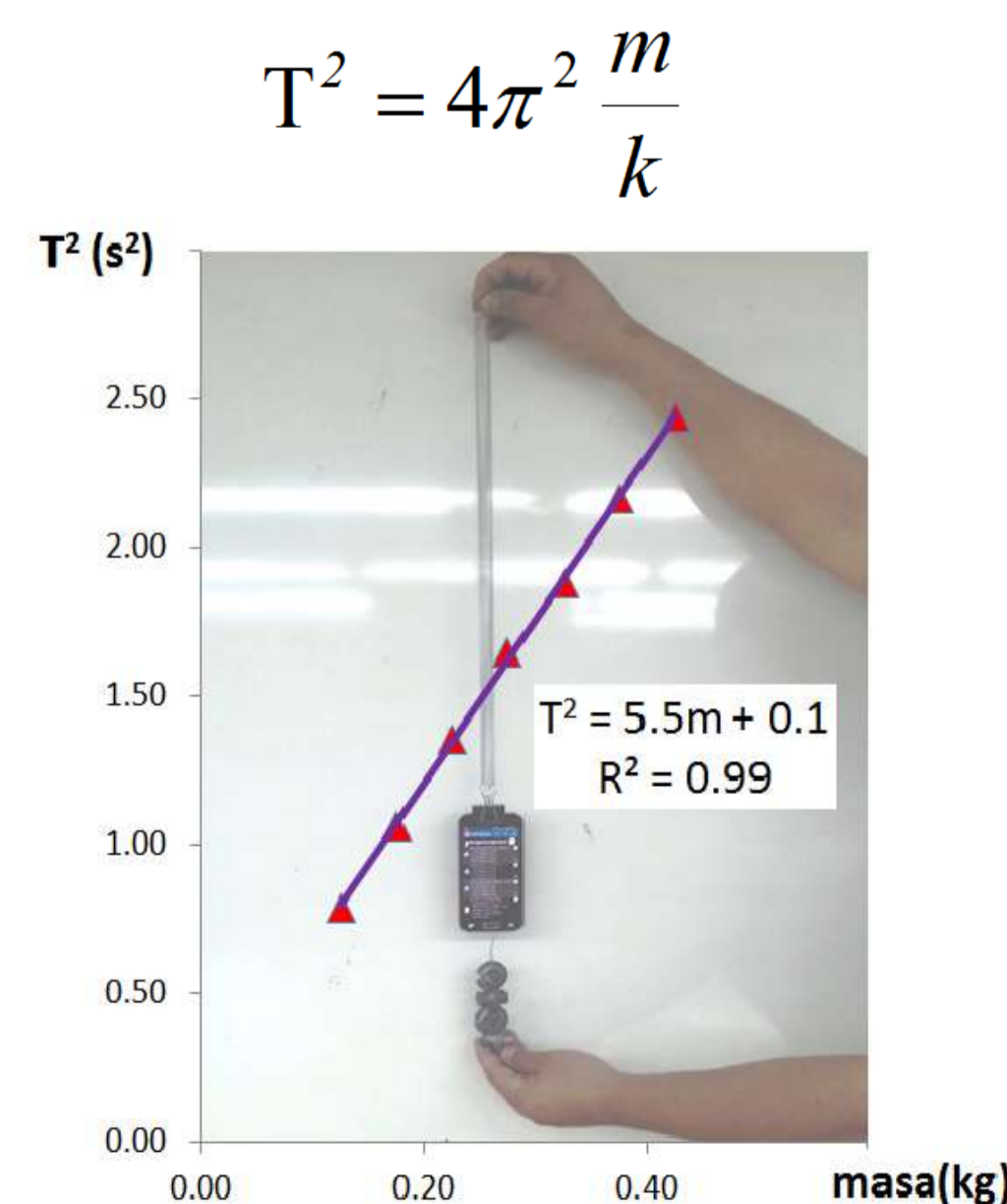
Este experimento nos permite poner a prueba el importante resultado de los sistemas oscilatorios:



Aquí hemos tomado el tiempo de diez oscilaciones completas y el período es este tiempo dividido diez. Sin embargo, ajustando una función sinusoidal a los datos, este período y/o frecuencia se puede obtener con una precisión de 0,5%.

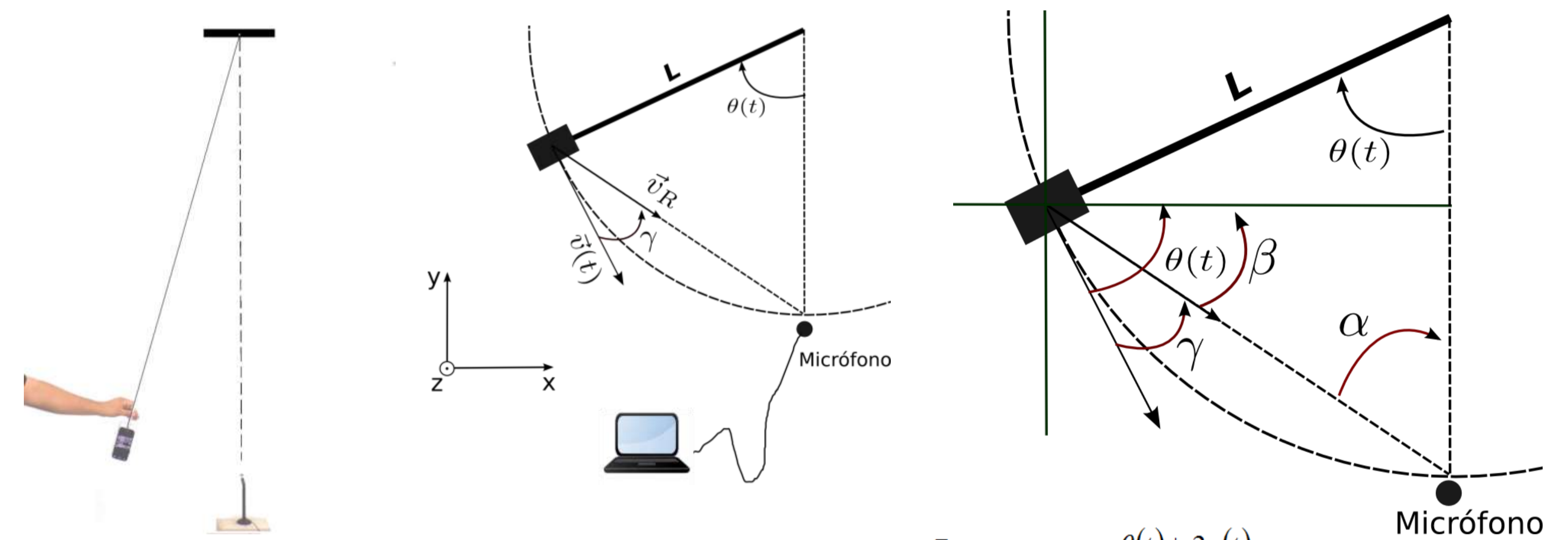


La buena precisión de los resultados este experimento muestra que el smartphone es un instrumento muy adecuado para estudiar las oscilaciones. Si bien aquí se presenta el caso del sistema de masa y resorte, el péndulo es un sistema que también es de muy fácil estudio e incluso puede estudiarse al aire libre usando un columpio.



Un ejemplo con más desafío: Efecto Doppler acústico

Estudiamos cuantitativamente las características básicas del efecto Doppler usando un péndulo y dos teléfonos inteligentes (Smartphones). Los Smartphones, colocados como bulbo de un péndulo, se utilizan: uno para la medición de su velocidad angular y emisor de una señal sonora de una frecuencia fija (monocromática) y el otro se usa como grabador de señales de audio. Un segundo micrófono, conectado a una PC, graba la señal sonora desde un sistema de referencia fijo al laboratorio. De este modo podemos comparar las señales de audio, medidas por dos observadores, uno en reposo y el otro en movimiento respecto de la fuente, simultáneamente. Se desarrolla un modelo sencillo que permite explicar teóricamente los datos observados.



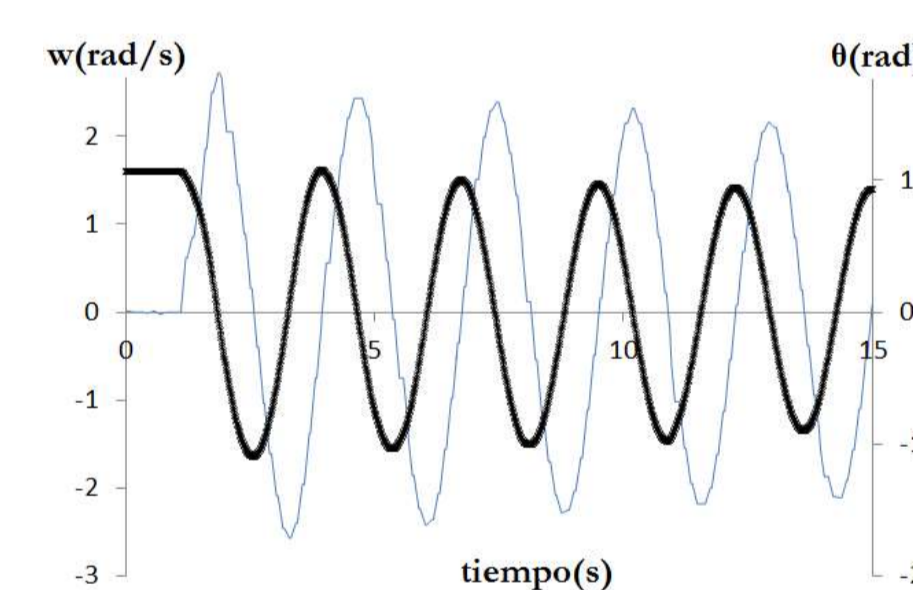
$$\theta_{rel}(t) = \theta(t) + \omega_s(t) * T_{masa}$$

$$\alpha(t) + \beta + \frac{\pi}{2} = \pi$$

$$\theta(t) + 2\alpha(t) = \pi$$

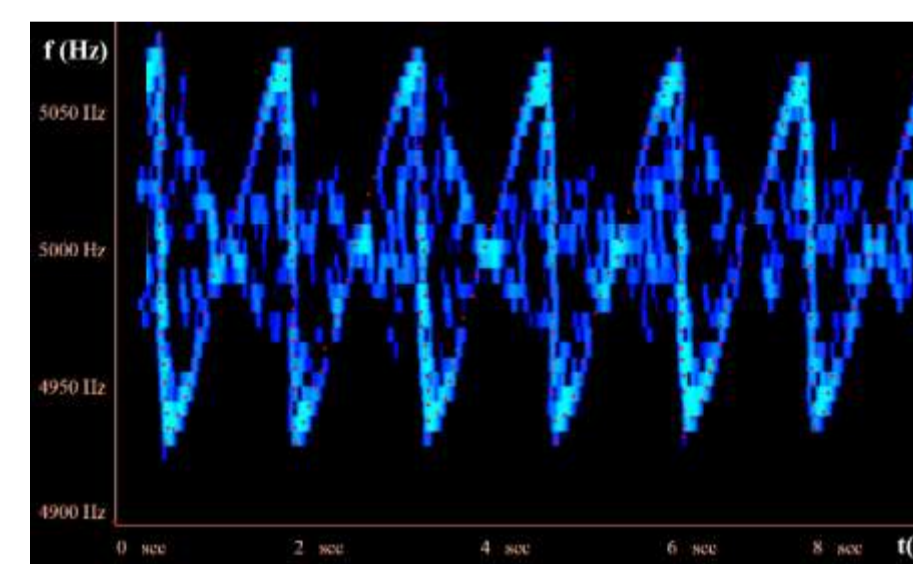
$$\theta(t) = \beta(t) + \gamma(t)$$

$$\beta(t) = \gamma(t) = \frac{\theta(t)}{2}$$



$$v_x(t) = \omega_s(t) L \cos\left(\frac{\theta(t)}{2}\right)$$

$$f(t) = f_{fuente} \frac{c}{c - \left[\omega_s(t) L \cos\left(\frac{\theta(t)}{2}\right)\right]}$$



El experimento ilustra un modo simple y económico de realizar un estudio cuantitativo del efecto Doppler acústico, usando dos Smartphones y una PC con un micrófono. Los resultados se pueden modelar muy bien usando un modelo simple del efecto Doppler. Se encontró un muy buen ajuste entre el modelo teórico y las frecuencias medidas por dos observadores inerciales.

Este experimento es un ejemplo simple de relatividad clásica. La diferencia entre las señales acústicas medidas por dos observadores inerciales es bien conspicua y clara, y permite introducir algunos conceptos básicos e importantes de la física, como es la teoría clásica de la relatividad.

BIBLIOGRAFIA

- Gil, S. (2014). Experimentos de Física usando TIC y elementos de bajo costo. Buenos Aires: Alfaomega.
Monteiro M., Stari C., Cabeza C., y Marti A. C. (2015). The Atwood machine revisited using smartphones. The Physics Teacher, 53(6), 373-374.
Calderón S., Núñez P., Di Laccio J. L., Mora Iannelli L., Gil S.. (2015.). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(1).

CONCLUSIONES

Este conjunto de experiencias son solo un listado muy sucinto de las múltiples aplicaciones que los Smartphone pueden tener en los laboratorios y aulas como herramienta de medición y aprendizaje de las ciencias. Además, permite a los estudiantes disponer de una poderosa herramienta de estudio, que la pueden llevar a la escuela, usar en la casa o para estudiar fenómenos donde quiera se encuentren y en el momento que lo deseen. La función de los centros educativos y el docente es así poner en valor y maximizar su uso en contextos educativos a este interesante dispositivo, cada vez más prevalente en la sociedad.