

USEMOS EL CELULAR EN EL AULA

Torroba Patricia Laura (1), UNLP, patricia.torroba@ing.unlp.edu.ar

Devece Eugenio (1, 2), UNLP, eugdvc@gmail.com

Gallego Sagastume Juana Inés (1), UNLP, chinchiya@gmail.com

Aquilano Pereyra Luisina (3), UNLP, luu.aquilano@gmail.com

Hariyo, Marcelo, UNLP, mhariyo@yahoo.com.ar

(1) IMApEC Departamento de Cs Básicas Facultad de Ingeniería – UNLP

(2) IEC-EMIPASIVA-FRLP-UTN

(3) Becaria Alumna Departamento de Cs Básicas Facultad de Ingeniería – UNLP

Resumen— En la actualidad el celular es un dispositivo de uso cotidiano que la mayoría de las personas poseen. Este, contiene un complejo sistema que permite ejecutar múltiples aplicaciones, de las cuales se ha descubierto que algunas resultan útiles para la implementación en el área de la física experimental. En este trabajo se presenta una propuesta, en el marco de cursos introductorios de física de las carreras de ingeniería, que hace uso del celular como instrumento de toma de datos. Se propone medir el período de un péndulo simple y determinar a través de él la aceleración de la gravedad en el lugar en donde se realiza la experiencia. Esta actividad se desarrolla en el aula integrando aspectos teórico-práctico-laboratorio con el empleo de TIC y elementos tradicionales. A partir del sensor de proximidad que tienen estos dispositivos, se puede obtener el período del péndulo. Se comparan los resultados obtenidos a partir del celular, con los valores medidos con una fotopuerta para validar el uso del sensor de proximidad. La toma de datos en tiempo real favorece la validación que el análisis teórico predice del comportamiento de un sistema. Las actividades experimentales a desarrollar, como los laboratorios, en el marco de las leyes de Newton, tienen como objetivo la ejercitación de algunas capacidades como la observación, la interpretación de gráficos, elaboración de modelos, y la adquisición de criterios para su validación.

Palabras clave— *teléfono celular inteligente, movimiento armónico simple, laboratorio.*

1. Introducción

Las Universidades están enfrentando procesos de acreditación de programas y competencias como manera de demostrar la excelencia en la calidad de la educación. Los objetivos en la formación de los recursos humanos se centran hoy no sólo en los conocimientos de contenidos, sino también en las competencias, capacidades, actitudes y aptitudes que permitan generar un profesional de alta capacitación técnica con compromiso social, conciencia ambiental y capacidad de liderazgo.

El rol del laboratorio en la formación básica de los ingenieros tiene una importancia fundamental y es una actividad reconocida en todas las universidades del mundo. Una prueba de ello son las inversiones que se realizan en las Universidades para actualizar los equipos y promover profesores que estén al día con las TIC.

Esta actividad experimental permite la reconstrucción de conceptos como también el aprendizaje de las nuevas tecnologías y desarrollar formas de trabajo asociadas con la metodología científica. El laboratorio genera una instancia en la que el alumno puede ejercitar algunas competencias humanas, tanto metodológicas como participativas, ya que son componentes fundamentales para el ejercicio de la profesión. [1] [2]

Por otro lado, el uso de teléfonos inteligentes se ha extendido vertiginosamente en todo el mundo. Estos dispositivos son de uso cotidiano para el alumno y como tienen muy buena aceptación, acerca al estudiante de manera amigable a utilizarlo como instrumento de medida en el laboratorio.

Actualmente, los celulares inteligentes poseen una gran variedad de sensores: aceleración, rotación, sonido, luminosidad, proximidad, campo magnético, entre otros que los transforman en versátiles instrumentos de medida. El empleo de teléfonos celulares ha sido propuesto en varias experiencias que abarcan temas de mecánica, óptica y oscilaciones entre otras. [3] [4] [5] [6] [7]

El sensor de proximidad en los celulares tiene como objetivo bloquear la pantalla táctil, cuando se aproxima la cara al teléfono para evitar tecleos accidentales con la oreja o la mejilla durante una llamada. Cuando el celular es usado para medir el período del péndulo, requiere un montaje específico que tenga en cuenta las características para las cuales fue diseñado. Por ejemplo, la máxima distancia a la cual se puede colocar el celular para medir. Por lo tanto, el estudiante debe diseñar un esquema experimental adecuado para medir correctamente. Esta situación le permite ejercitar competencias propias del perfil del futuro ingeniero.

En este trabajo se presenta una práctica de laboratorio que consiste en determinar la aceleración de la gravedad con el empleo de un péndulo simple en el marco del estudio del movimiento armónico simple. La experiencia consiste en medir el período con una fotopuerta y con el sensor de proximidad que poseen los teléfonos inteligentes. Finalmente se comparan los resultados obtenidos con ambos instrumentos.

2. Marco Teórico

El laboratorio es un medio que permite lograr un aprendizaje activo [8]. Se considera el Aprendizaje Activo de la Física como el conjunto de estrategias y metodologías para la enseñanza y el aprendizaje de la Física, en donde los alumnos son guiados a construir su conocimiento de los conceptos físicos mediante observaciones directas del mundo físico”[9]

Las herramientas tecnológicas tienen la ventaja de: 1) Permitir a los alumnos que dirijan su práctica sin consumir la mayor parte del tiempo en recolectar datos para su demostración. 2) Los datos son graficados en tiempo real y permiten a los alumnos una inmediata retroalimentación y poder ver los datos en forma comprensible. 3) Debido al hecho de que los datos son rápidamente obtenidos y analizados, los alumnos pueden examinar fácilmente las consecuencias de un gran número de cambios en las condiciones experimentales durante una sesión de laboratorio. 4) Las herramientas de hardware y software son generales, es decir, independientes de los experimentos, por lo cual los alumnos son capaces de enfocarse en la investigación de muchos fenómenos físicos sin perder tiempo usando instrumentos más complicados [10].

La tarea docente en este laboratorio es la de guía en el proceso de aprendizaje del grupo de estudiantes.

3. Descripción de la actividad experimental

El objetivo general del laboratorio es determinar la aceleración de la gravedad (g) y comparar su valor con el medido para la ciudad de La Plata, por la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP. Como objetivos particulares se espera que el estudiante ejercite competencias tales como: el manejo de distintas herramientas de medición y analice la diferencia que existe entre ellos, tanto en aspectos técnicos como prácticos; practique el trabajo colaborativo, desarrolle la expresión escrita por medio de la presentación de un informe, modele un sistema físico e interprete gráficos.

Utilizando el marco teórico de las Leyes de Newton y el tema Movimiento Armónico Simple se realiza la experiencia mediante el uso de un péndulo simple, como se muestra en la figura 1

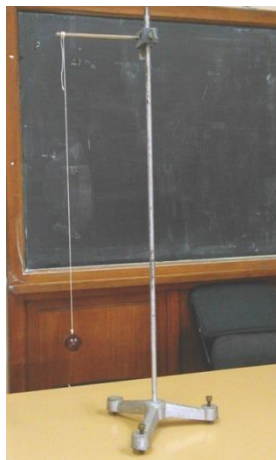


Figura 1. Péndulo simple

Fuente: elaboración propia

Si se aparta el péndulo de su posición de equilibrio, el mismo oscilará en forma periódica con un período que puede aproximarse mediante la siguiente expresión [11]:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Donde L es la longitud del hilo y g es la aceleración de la gravedad.

En esta instancia, el docente destaca la importancia del modelado del sistema físico y las suposiciones que se consideran e indaga sobre: a) ¿Si se modela a la esfera como partícula en dónde se pone de manifiesto esta condición? b) ¿Cómo lo considera al roce? c) ¿Cómo debe ser el apartamiento de la posición de equilibrio y por qué? d) El movimiento está restringido a un plano? e) ¿Por qué se toman varias medidas del período? f) ¿Cómo modela a la cuerda? g) ¿Con qué instrumento se mide su longitud? h) ¿Mide el radio de la esfera con un vernier? etc

Anteriormente, para realizar las medidas del período del péndulo se empleaba un cronómetro que actualmente ha sido reemplazado por las TIC que permiten relevar datos a tiempo real.

Se emplea un Photogate Vernier como se muestra en la figura 2 para medir el período. Este es un instrumento un poco más moderno, que requiere de una interfaz que codifique los datos medidos y de una computadora con el software “LoggerPro”. Con estos elementos se visualizan los resultados que la interfaz envía y se obtienen los gráficos con los valores obtenidos con su respectiva incerteza.



Figura 2. Fotopuerta vernier

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se mide con un celular inteligente con el montaje mostrado en la figura 3.

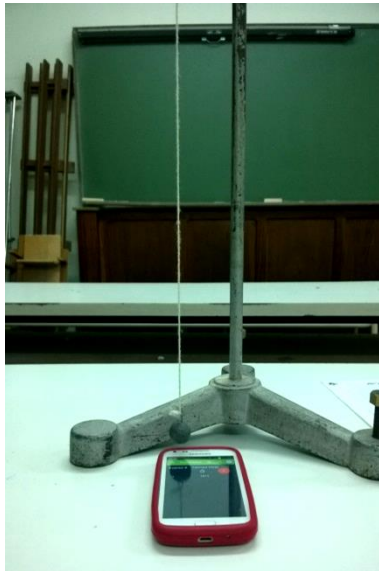


Figura 3. Montaje de la experiencia con el celular.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Distancias óptimas

Fuente. Elaboración propia

Cuando se toman los datos, el celular debe colocarse a una distancia no mayor a 1cm del péndulo y el apartamiento del equilibrio debe ser de la misma magnitud. Estas distancias se indican en la figura 4 y depende del dispositivo utilizado.

Es necesario que el dispositivo opere con Android exclusivamente. Una aplicación llamada “Sensor Box” permite visualizar todos los sensores disponibles en ese celular, explorar el funcionamiento de ellos y verificar que el sensor de proximidad este presente (Figura 5). La aplicación “Physics Toolbox” permite realizar las mediciones y se obtienen los datos del periodo del péndulo. Esta aplicación es una herramienta útil que permite realizar experimentos de física clásica sin la necesidad de disponer de sensores tradicionales. Utiliza los sensores de dispositivos móviles para recoger datos de registro que luego almacena en formato de texto como tabla y puede ser enviado por correo para su análisis en una hoja de cálculo. En este caso se utiliza el sensor de proximidad en el modo “Péndulo”.



Figura 5. Logo de Sensor Box

Fuente: www.play.google.com



Figura 6. Logo de Physics Toolbox

Fuente: www.andropedi.com

Se toman aproximadamente veinte medidas consecutivas del periodo con cada instrumento y luego se analizan los resultados para la validación de los conceptos teóricos y se procede con los cálculos necesarios.

4. Resultados y Discusión

El valor de la aceleración de la gravedad se obtiene a partir de la ecuación (1) resultando:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad (2)$$

Para expresar la incertidumbre asociada a g se empleó la Ley de Propagación, dando como resultado la expresión:

$$\Delta g = \frac{4\pi^2 \Delta L}{T^2} + \left| -\frac{4\pi^2 2L}{T^3} \right| \Delta T \quad (3)$$

En la tabla 1 se muestran las medidas de los 20 períodos tomados con el sensor vernier y con el sensor de proximidad

Tabla 1. Medidas de los periodos tomadas con el sensor vernier y el celular

Medida	Sensor	Celular
0	1,619s	1,625s
1	1,618s	1,624s
2	1,621s	1,623s
3	1,622s	1,625s
4	1,62s	1,619s
5	1,618s	1,621s
6	1,62s	1,619s
7	1,621s	1,622s
8	1,62s	1,623s
9	1,619s	1,62s
10	1,62s	1,618s
11	1,619s	1,621s
12	1,622s	1,62s
13	1,621s	1,621s
14	1,62s	1,623s
15	1,619s	1,618s
16	1,621s	1,621s
17	1,623s	1,624s
18	1,619s	1,622s
19	1,62s	1,624s

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se indican los promedios de los períodos tomados con ambos dispositivos

Tabla 2. Promedios de períodos

$\bar{T}(\text{Sensor})$	$\bar{T}(\text{Celular})$
1,620s	1,621s

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se presentan las incertezas vinculadas con los períodos dados por el software LoggerPro.

Tabla 3. Incertezas en las medidas de los períodos

$\Delta T(\text{Sensor})$	$\Delta T(\text{Celular})$
0,005s	0,007s

Fuente: Elaboración propia.

Se midió la longitud del péndulo y su valor fue:

Longitud del péndulo: $L = 0,66 \pm 0.0005m$

Utilizando la ecuación (2) y la (3) se obtuvieron los siguientes resultados finales de la gravedad

Tabla 4. Resultados de la experiencia

$g(\text{Sensor})$	$g(\text{Celular})$
$9,85 \pm 0,07 \frac{m}{s^2}$	$9,84 \pm 0,09 \frac{m}{s^2}$

Fuente: Elaboración propia.

Luego se obtiene la exactitud de la medida comparando el valor obtenido con cada uno de los instrumentos en relación al valor dado por el observatorio de la ciudad de La Plata UNLP.

Valor medido en el observatorio: $g = 9,7973667 \pm 0.0000001 \frac{m}{s^2}$

$$Exactitud = E\% = \left(1 - \frac{|M_1 - M_{ref}|}{|M_{ref}|}\right) * 100 \quad (4)$$

Donde M_1 es el valor calculado en el laboratorio y M_{ref} es el valor de referencia.

En la tabla 5 se muestra el valor de la exactitud para cada uno de los instrumentos.

Tabla 5. Resultados de la experiencia

$E\%(\text{Sensor})$	$E\%(\text{Celular})$
99,43	99,56

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En este trabajo se presenta una propuesta para determinar el valor de la aceleración de la gravedad midiendo el período de un péndulo simple con el sensor de proximidad de un celular. El valor obtenido fue $g = (9,84 \pm 0,09) m/s^2$. Se repitió la experiencia con otro instrumento de medida que emplea TIC, un sensor Vernier. Esta herramienta mide también el

período del péndulo simple. Con este instrumento de medida el valor obtenido de la gravedad fue $g = (9,85 \pm 0,07)$. Por lo tanto, por los resultados encontrados se puede afirmar que el sensor de proximidad es una herramienta válida para determinar el valor de la gravedad. Además, los valores obtenidos de la exactitud respaldan la confiabilidad del uso del sensor de proximidad del celular para la determinación de la aceleración de la gravedad.

Por otro lado, los sensores con que cuentan los celulares permiten realizar medidas que se aplican en una gran variedad de temas de mecánica, sonido, electromagnetismo y óptica. Este hecho junto con la familiaridad que tienen los estudiantes con los teléfonos inteligentes facilita el acercamiento de ellos a la actividad experimental.

Por lo tanto, el empleo de estos sensores permitiría fortalecer el rol del laboratorio en la formación del futuro ingeniero así como desarrollar las competencias propias de este espacio.

Referencias

- [1] PESA, M; BRAVO, S; PÉREZ, S. (2012). *La importancia de las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros*. Memorias del Decimoprimer Simposio de Investigación en Educación en Física. Sief XI Esquel, Argentina.
- [2] PESA, M; BRAVO, S; PÉREZ, S; VILLAFUERTE M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Florianópolis. Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 642-665. Brasil
- [3] VOGT, P; KUHN, J. (2012). Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor. *Phys. Teach.* 50, 182.
- [4] VOGT, P; KUHN, J. (2012) Analyzing spring pendulum phenomena with a smart-phone acceleration sensor. *Phys. Teach.* 50, 504.
- [5] VOGT, P; KUHN, J. (2013). Analyzing radial acceleration with a smartphone acceleration sensor. *Phys. Teach.* 51,182.
- [6] STREEPEY, J. (2013). Using iPads to illustrate the impulse-momentum relationships. *Phys. Teach.* 50, 54.
- [7] THOMS, L, COLICCHIA, G; GIRWIDZ, R (2013). Color reproduction with a smart-phone . *Phys. Teach.* 51,440.
- [8] SOKOLOFF, D; THORNTON, R. (2004). *Interactive lecture Demonstrations*. Hoboken, N. J: Wiley
- [9] SOKOLOFF, D; THORNTON, R; (1997). Using Interactive Lecture Demonstration to create an Active Learning Enviroment, *The Phys. Teach.*v 36:6, 340-347
- [10] SOKOLOFF, D; THORNTON, R; (1990). Learning motion concepts using-time microcomputerbased laboratory tools, *Am. J. Phys.* v. 58, 858-867
- [11] SERWAY, R. A.: *Física*, Vol. I, Mc Graw-Hill, México.