

# Propuesta de actividades experimentales en las clases de física mediante el uso de teléfonos inteligentes

Proposal of experimental activities in physics classes through the use of smartphones

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Horacio Gibbs<sup>1</sup>, Javier Viau<sup>2</sup>, y Alejandra Tintori Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia-Universidad Nacional de Mar del Plata-, Matheu 4051, B7602GKC Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires. Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. Juan B. Justo 4302, CP 7600, Buenos Aires. Argentina.

E-mail: grupodidacticadelaciencia@gmail.com

## Resumen

La enseñanza de la física está fuertemente basada en las actividades experimentales. Sin embargo, en muchas situaciones por razones presupuestarias o de número de estudiantes se limitan o excluyen este tipo de actividades en el proceso educativo. En este trabajo mostramos cómo los teléfonos móviles inteligentes, que todos los estudiantes llevan consigo casi de manera permanente, pueden incorporarse en el aula como *laboratorios activos*, y de esta manera convertirlos en herramientas muy útiles para realizar algunas experiencias sencillas que contribuya al desarrollo de habilidades relacionadas con la creatividad y el pensamiento científico.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Física; Laboratorio de bajo costo; Teléfonos móviles inteligentes; Enseñanza centrada en el estudiante; Desarrollo de competencias científicas.

## Abstract

The teaching of physics is strongly based on experimental activities. However, in many situations, these type of activities are limited or excluded in the educational process because of low budgets or due to great number of students. In this paper we show how smartphones, which all students carry almost permanently, can be incorporated into the classroom as active laboratories, and in this way make them very useful tools to perform some simple experiences that contribute to the development of skills related to creativity and scientific thinking.

**Keywords:** Teaching of Physics; Low cost laboratory; Smartphones; Student-centered teaching; Development of scientific competences.

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en los distintos niveles del sistema educativo, se ha convertido en una preocupación para los docentes, que han advertido las dificultades que tienen los estudiantes para adquirir significativamente los contenidos científicos. Los aportes de las investigaciones en didáctica (Alonso Tapia, 1999; Barrios, 2012) evidencian que la enseñanza de las ciencias y en particular de la física, se han centrado más en el abordaje teórico de contenidos que en promover habilidades del pensamiento creativo, reflexivo y crítico.

La irrupción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las últimas décadas, ha sido uno de los fenómenos culturales de mayor significación e impacto social que hayamos experimentado en mucho tiempo. En tal sentido, la incorporación de las TIC en la enseñanza de la física juega un rol preponderante por su capacidad de integrar los saberes disciplinares, tecnológicos y las competencias científicas. Estudios didácticos de la Física, (Atuendo, 2010; Gros, B. 2012) consideran que la utilización de las TIC como recursos didácticos generan verdaderos cambios al interior del aula, ya que contribuyen a una enseñanza más dinámica, facilitan la conexión con la vida cotidiana e intereses de los estudiantes y permiten un aprendizaje más significativo. Los estudios comparados con grupos paralelos que integran las TIC y otros que no lo hacen, arrojan datos a favor de los primeros por la capacidad moti-

vadora que tiene para el alumnado la incorporación en la enseñanza de estos recursos no convencionales (Mistler-Jackson y Butler Songer, 2000).

Por otro lado, es habitual escuchar que, por razones económicas, los docentes no disponen de los materiales para que sus estudiantes realicen actividades experimentales. Esta problemática conduce a que muchas veces la enseñanza de la física se base en la resolución de problemas de lápiz y papel, sin la posibilidad de la manipulación de los objetos e interpretación de fenómenos a los que estas disciplinas se refieren. Esto inhibe la curiosidad innata de los estudiantes y le resta motivación y actitudes positivas hacia el aprendizaje de la física.

El objetivo de este trabajo es presentar de manera resumida, el contenido de tres propuestas didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de temáticas relacionadas con la Mecánica Clásica. Las propuestas se centran en actividades experimentales mediadas por la utilización de los teléfonos inteligentes y la aplicación *Phyphox*<sup>1</sup>, contemplando contenidos relevantes de los diseños curriculares de Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires.

Se puede mencionar algunos trabajos relacionados con el uso de teléfonos inteligentes en las clases de física, (Markett y otros, 2006; Calderón y otros, 2015; Arribas Garde, 2015; Gily Di Laccio, 2017) y acordamos con ellos, que el interés de los jóvenes por las tecnologías móviles puede convertirse en una poderosa herramienta para reforzar su participación en las clases y aumentar el compromiso por el aprendizaje de la ciencia. Además, los teléfonos inteligentes, como computadoras de bolsillo, cuentan con una gran ventaja frente a otras computadoras gracias a los sensores incorporados, capaces de obtener información del entorno. Si bien los trabajos mencionados analizan la utilización de los teléfonos inteligentes como recursos didácticos, no se centran en la enseñanza de la Mecánica Clásica en el nivel secundario, como tampoco proponen actividades experimentales concretas mediadas por el uso de la aplicación *Phyphox*.

El aprovechamiento del gran potencial de estos dispositivos tecnológicos en la enseñanza de la física, permite ir más allá de las clases pasivas tradicionales, incorporándolos como *laboratorios activos* que estimulen la autonomía y motiven a los estudiantes a pensar en forma crítica y científica, (Liu y otros, 2003).

## II. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE ACTIVIDADES

El diseño de las propuestas didácticas puede caracterizarse como una tarea de carácter dual que consiste tanto en la elaboración de actividades experimentales como el producto de las mismas, para lo cual se plantean tareas orientadas a lograr ciertos contenidos transversales propios de la ciencia, como lo son: generar hipótesis, modelar el fenómeno de estudio, recolectar y analizar datos y finalmente concluir e informar los resultados obtenidos.

Una parte importante del diseño es la elaboración de una *guía de trabajo de los estudiantes* para ser utilizada por docentes y estudiantes que contempla la explicación de la propuesta, los objetivos, materiales a utilizar, fundamentación teórica, el desarrollo experimental y las actividades a resolver.

En el diseño se adoptaron elementos de la epistemología de Bachelard (2003), que permitieron desarrollar un análisis epistemológico de los contenidos abordados encada una de las propuestas didácticas e investigar los obstáculos epistemológicos que impiden una adecuada comprensión de los conceptos a enseñar. De esta manera tratamos de lograr un perfil epistemológico racional partiendo de perfiles epistemológico realistas que son característicos de los estudiantes de la escuela secundaria, (Viau y otros, 2008).

El enfoque metodológico atiende a un modelo de aprendizaje en el cual los estudiantes no son receptores pasivos del conocimiento sino sujetos que lo construyen y reconstruyen, que generan sus propios significados, basados en sus conocimientos, habilidades y experiencias (Golombek, 2008). En tal sentido, en el diseño se incorporan aspectos de la enseñanza centrada en el estudiante. Sobre esta base, los estudiantes son protagonistas en el desarrollo de la actividad experimental y el docente es un facilitador del aprendizaje, orientando y clarificando los conocimientos que el alumnado va construyendo a través de sus actividades.

Las propuestas didácticas pretenden promover en los estudiantes un aprendizaje significativo que trascienda el mero aprendizaje conceptual, como así también, la construcción de competencias relacionadas relacionadas con el "saber hacer" y el "saber ser" como los son la resolución de situaciones problemática,

---

<sup>1</sup> Abreviatura de "experimentos de física con teléfono móvil" (physical phone experiments), utiliza varios sensores integrados en teléfonos inteligentes modernos, como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros y sensores de presión, como base para una amplia gama de mediciones experimentales. Phyphox fue desarrollado por el 2º Instituto de Física de RWTH Aachen University que ofrece a los estudiantes y personas interesadas la oportunidad de realizar experimentos por sí mismos y obtener experiencia práctica con la adquisición y el análisis de datos. La aplicación está disponible de forma gratuita en Android e iOS.

la comunicación eficaz y el trabajo colaborativo.

Es razonable pensar que el logro de estas competencias se consigue en forma paulatina. También que, para conseguirlas, es un requisito indispensable que los docentes diseñen o incorporen en sus prácticas situaciones, escenarios y estrategias didácticas innovadoras y creativas, que reemplacen a las metodologías tradicionales basada en la transmisión del conocimiento.

### III. PROPUESTAS DIDÁCTICAS

#### A. Propuesta N°1: La velocidad del sonido. 3° Año de la Escuela Secundaria Básica

*Explicación de la actividad:* Partiendo del supuesto de que el sonido se propaga a velocidad constante a distancia no muy grandes, la actividad se basa en la medición de la velocidad del sonido en forma aproximada, utilizando la aplicación *Acoustic Stopwatch* del teléfono inteligente.

En la actividad se trabaja con dos teléfonos, denominamos *celu-A* y *celu-B*, separados una cierta distancia  $x$ , teniendo en cuenta que ambos teléfonos se accionaran al recibir un sonido fuerte. A continuación, un alumno aplaude cerca del *celu-A* activando los dos temporizadores, por supuesto, dado que el *celu-B* está un poco más lejos, comenzará a funcionar un poco más tarde (cuando el sonido que viaja a velocidad  $v_s$  lo alcance).

Después de un breve intervalo de tiempo, otro alumno aplaude cerca del *celu-B* para detener ambos teléfonos. Ahora, como se aplaude cerca del *celu-B*, esencialmente éste se detiene justo a tiempo, sin embargo, el *celu-A* se detiene un poco más tarde debido a la distancia  $x$  en la que el sonido se propaga.

El *celu-A* y el *celu-B* registran dos intervalos de tiempo diferentes. La diferencia entre estos intervalos es el tiempo para que el sonido viaje del *celu-A* al *celu-B* y de vuelta de B a A. Por lo tanto, para realizar el cálculo de la velocidad del sonido se tomará la distancia medida entre los dos teléfonos, que será el doble de  $x$  (sonido de ida y vuelta) dividida por la diferencia en los intervalos de tiempo.

Así, utilizando la ecuación (1):

$$t_d = t_A - t_B \quad (1)$$

Obtenemos el valor de la velocidad del sonido mediante la ecuación:

$$v_s = \frac{2x}{t_d} \quad (2)$$

A continuación, se muestra en forma sintética la guía de trabajo de los estudiantes.

*I. Objetivo:* Medir la velocidad del sonido en forma aproximada, utilizando la aplicación *Acoustic Stopwatch* del teléfono inteligente.

*II. Materiales:* 2 teléfonos inteligentes con la App *Phyphox* instalada. Cinta métrica. Calculadora.

*III. Desarrollo experimental:*

1° Instalar en el teléfono una aplicación de grabación de datos y un cronómetro acústico como *Phyphox*.

2° Separen ambos teléfonos una cierta distancia  $x$ , como se muestra en la siguiente figura



3° Al igual que con otros experimentos basados en la acústica, deberán hacer el máximo silencio y jugar con los valores de umbral para asegurar que se cancele el ruido ambiental.

4° Abrir la aplicación y ejecutar el *Acoustic Stopwatch*.

5° Para la primera medición comenzar con una separación de los teléfonos  $x$  igual a 3 metros. Aceptar el error absoluto,  $\Delta x$ , que se obtiene en cada medida de distancia y volcarlo en la tabla. Recuerde que si suma distancias medidas para obtener el valor de  $x$  el error absoluto también debe sumarse.

6° Activar el cronómetro del *celu-A* de la aplicación más cercano a usted casi instantáneamente y activar el *celu-B* un instante más tarde. Cuando aplauda algún compañero del lado del *celu-B*, el cronómetro se detendrá inmediatamente en el segundo teléfono y luego de un breve retraso en el segundo mientras el sonido viaja al otro teléfono, como se indica en el Fundamento Teórico.

7° Realizarla lectura de los tiempos,  $t_A$ ,  $t_B$ , y calcular el error absoluto  $\Delta t$  de cada uno con lo observa-

do en los teléfonos.

8° Repetir las mediciones para otras cuatro distancias (puede incrementar de a 50 cm) y completar con los valores obtenidos los restantes puntos.

#### IV. Actividades:

En forma grupal realizar un reporte de la actividad experimental en el cual se incluya:

- Portada
- Planteamiento del problema en forma de pregunta
- Registro fotográfico del desarrollo de la actividad
- Resultados:

##### 1. En forma de tabla

Mediciones	Distancia $x$	Distancia con su error $x \pm \Delta x$	Tiempo del celu-A $t_A$	Tiempo del celu-B $t_B$	Diferencia de tiempos $\Delta t$	Diferencia de tiempo con su error $t_d \pm \Delta t_d$

##### 2. En forma gráfica: Gráfico de $x$ vs $t_d$ obtenidos. ¿Qué representa la pendiente del gráfico?

- Cálculo de la velocidad de sonido para cada una de las distancias obtenidas, utilizando la ecuación (1)
- Información del valor de la velocidad del sonido un día a 21°C y su comparación con el valor el determinado en la actividad.
- Indicaciones sobre cómo se pueden mejorar los errores de las mediciones realizadas
- Una conclusión argumentando los aspectos relevantes de la actividad experimental.

### B. Propuesta N°2: Caída libre de un cuerpo. 3° Año de la Escuela Secundaria Básica

*Explicación de la actividad:* Mediante la utilización de un Cronómetro Acústico de la App *Phyphox*, se realiza la medición de los tiempos de caída, desde distintas alturas, que transcurren desde la explosión de un globo y el sonido del choque contra el piso de un cuerpo. Se analiza el desplazamiento del cuerpo y la velocidad de caída como una función del tiempo.

A continuación, se presenta la guía de trabajo de los estudiantes.

*I. Objetivo:* Medir la velocidad de caída libre de un cuerpo, utilizando la aplicación *Acoustic Stopwatch* del teléfono inteligente.

*II: Materiales:* Teléfono inteligente, con la App *Phyphox* instalada. Globos. Cuerpo pequeño. Regla. Computadora.

*III. Fundamento teórico:* Para analizar la caída libre de un cuerpo se sujeta un cuerpo pequeño a un globo y se lo ubica a una cierta distancia  $h_i$  del piso. Cuando el globo estalla, el cuerpo cae e impacta contra el piso.

Aplicando entonces las ecuaciones del movimiento uniforme acelerado, obtenemos:

$$h_f = h_i + v_i t - \frac{1}{2} g t^2, \text{ con } h_f = 0; v_i = 0, \text{ se tiene:}$$

$$h_i = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

despejando la gravedad:

$$g = 2 h_i / t^2 \quad (2)$$

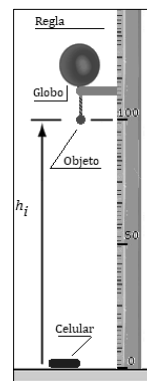
La velocidad un instante antes de chocar, contra el piso es  $v_f = -g t$ , reemplazando el tiempo de caída en la ecuación (2) queda:

$$v_f = -g \sqrt{\frac{2 h_i}{g}} = \sqrt{2 g h_i} \quad (3)$$

esta velocidad corresponde a la velocidad final de la caída desde una altura  $h_i$ .

IV. Desarrollo experimental:

1. Realizar el armado experimental que se muestra en la siguiente figura.
2. Recordar que durante todo el procedimiento mantener el silencio para evitar que se active el cronómetro.
3. Ubicar sobre el piso el teléfono celular, activar el programa *Phyphox* y el *Acoustic Stopwatch*.
4. Registrar la altura inicial,  $h_i$
5. Estallar el globo y el cronómetro acústico se activará.
6. Registrar en tiempo  $t_1$ , en el cual el objeto cae en caída libre e impacta contra el piso, (el cronómetro acústico se detendrá).
7. Colocar otro globo en el dispositivo modificando la altura inicial y repetir los puntos 4, 5 y 6.
8. Repita tres veces más el punto 7.



V. Actividades: en forma grupal realizar un reporte de la actividad experimental en el cual se incluya:

- a) Portada
- b) Planteamiento del problema en forma de pregunta
- c) Registro fotográfico del desarrollo de la actividad
- d) Resultados:

i. Completar la siguiente tabla con los datos obtenidos en las distintas mediciones

Mediciones	Altura inicial $h_i$	Error absoluto de la altura $\Delta h$	Tiempo de caída $t$	Error absoluto del tiempo $\Delta t$	Gravedad $g$	Velocidad de llegada al piso $v_f$

Analizar si los valores de la gravedad obtenidos según la ecuación (2) del Fundamento Teórico son los esperados y elaborar una conclusión.

ii. En forma gráfica:

1. Construir una gráfica de la altura inicial en función del tiempo de caída. Argumentar y justificar si la gráfica obtenida es la esperada para el tipo de movimiento analizado.
  2. Construir una gráfica de la velocidad de caída en función del tiempo de caída. Argumentar y justificar si la gráfica obtenida es la esperada para el tipo de movimiento analizado.
- e) Una conclusión argumentando los aspectos relevantes de la actividad experimental.

C. Propuesta N°3: Variación de la energía en el rebote de una pelota. 3° Año de Secundaria Superior

*Explicación de la actividad:* la actividad permite estudiar la pérdida de energía que experimenta una bola en sucesivos rebotes, asumiendo que pierde iguales cantidades de energía en cada rebote que ejecuta. Para tal fin, se utiliza el sonido producido y el tiempo entre los impactos contra el piso, el cual se mide con el Cronómetro Acústico de la App *Phyphox*, del teléfono inteligente.

El tiempo transcurrido entre los rebotes se utiliza para calcular: a) la altura inicial de la bola y la altura entre cada rebote, b) la porción de energía perdida y c) el coeficiente de restitución en cada rebote.

A continuación, en la tabla III, se muestra la guía de trabajo para los estudiantes.

I. *Objetivo:* Determinar la pérdida de energía que se produce en el rebote de una pelota de golf mediante la aplicación *App Phyphox*.

II. *Materiales:* teléfono inteligente, con la App *Phyphox* instalada, Pelota de golf, Computadora.

III. *Fundamento teórico*

Cálculo de la velocidad final de caída de la bola: vamos a suponer una bola que se deja caer desde una altura  $h_i$  e impacta contra el piso  $t_1$  segundos después activando el cronómetro acústico. Aplicando las ecuaciones en general del movimiento uniforme acelerado, obtenemos:

$$h_f = h_i + v_i t - \frac{1}{2} g t^2, \text{ con } h_f = 0 ; v_i = 0, \text{ se tiene:}$$

$$h_i = \frac{1}{2} g t^2 \tag{1}$$

despejando el tiempo de caída obtenemos:

$$t = \sqrt{\frac{2h_i}{g}} \quad (2)$$

siendo la velocidad un instante antes de chocar, contra el piso  $v_f = -g t$ , reemplazando el tiempo de caída en la velocidad anterior queda:

$$v_f = -g \sqrt{\frac{2h_i}{g}} = -\sqrt{2g h_i} \quad (3)$$

esta velocidad corresponde a la velocidad final de la caída desde una altura  $h_i$ .

Cálculo de la altura máxima de cada rebote y de la variación de la energía: la Energía Mecánica es la suma de la Energía Potencial y la Cinética:

$$E_m = E_p + E_c \quad (4)$$

reemplazando en la ecuación (4) las expresiones de  $E_p$  y  $E_c$  obtenemos:

$$E_m = m g h + \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

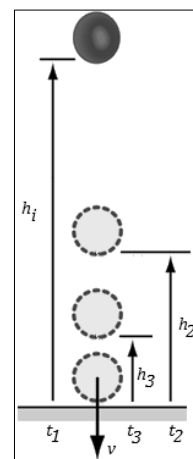
Este valor siempre es constante en sistemas conservativos, es decir donde hay ausencia de fuerzas externas como podrían ser las fuerzas de rozamiento.

En nuestro caso parte de la energía cinética se pierde en cada rebote disminuyendo la altura que alcanza la pelota luego de cada impacto (ver figura). Después del primer rebote la bola alcanzará la altura  $h_2$  y al alcanzar el piso nuevamente el cronómetro registrará  $t_2$ , así posteriormente se alcanzará la altura  $h_3$  y regresará indicando el tiempo  $t_3$ , estos tiempos son de ascenso y descenso de la bola por lo tanto los tiempos que se deben tomar en las caídas son la mitad de estos.

La relación entre la energía cinética antes y después de un rebote se puede calcular relacionando:  $E_{c2} = \frac{1}{2} m v_2^2$  y  $E_{c3} = \frac{1}{2} m v_3^2$

Teniendo en cuenta que:  $v_2 = -g \frac{t_2}{2}$  y  $v_3 = -g \frac{t_3}{2}$ , nos queda:

$$\frac{E_{c2}}{E_{c3}} = \frac{t_2^2}{t_3^2} \quad (6)$$



Por otro lado, la diferencia entre las alturas entre rebotes está dada por:

$$h_2 - h_3 = \frac{1}{8} g (t_2^2 - t_3^2) \quad (7)$$

Mientras que la altura, teniendo en cuenta los tiempos indicados en la caída, queda:

$$h_2 = \frac{1}{8} g t_2^2 \quad (8)$$

Cálculo del coeficiente de restitución: El coeficiente de restitución,  $e$ , es una medida del grado de conservación de la energía cinética en un choque entre partículas. Se expresa como el cociente de la velocidad relativa final entre la velocidad relativa inicial entre dos objetos sometidos a colisión.

$$e = -\frac{v_{1f} - v_{2f}}{v_{1i} - v_{2i}} \quad (9)$$

El coeficiente presenta valores en el intervalo de números reales que va de 0 a 1 es decir, satisface la desigualdad  $0 \leq e \leq 1$ . Siendo su valor una medida de la naturaleza de la colisión: si su valor es cero se supone un choque perfectamente inelástico, mientras que si  $e = 1$  es considerado un choque elástico. Dado que el sistema 2 es el suelo y su velocidad es nula esta expresión se simplifica a:

$$e = -\frac{v_{1f}}{v_{1i}} \tag{10}$$

Reemplazando en la ecuación (10) la velocidad obtenida en la ecuación (3), identificando  $v_{1f} = v_{N+1}$  y  $v_{1i} = v_N$  y luego la velocidad por la altura de la (8), queda:

$$e = \sqrt{\frac{h_{N+1}}{h_N}} = \frac{t_{N+1}}{t_N} \tag{11}$$

IV. Desarrollo experimental:

1. Ubicar sobre piso el celular con el programa *Phyphox* activado.
2. Colocar la pelota de golf aproximadamente a 1,75 m, siguiendo una vertical a una pequeña distancia sobre el celular.
3. Activar el programa *(In)elastic collision*
4. Soltar la pelota, cuando se completan las alturas y los tiempos detener el programa.
5. Exportarlas medidas registradas a una planilla de Excel.
6. Verificar los datos exportados: abrir la planilla de Excel en la computadora (TABLA I)

TABLA I. Registro de la mediciones realizadas y cálculos realizados

Orden n	$t_{caída}$	E	Altura (m)	$t_N = t_{cn} - t_{c(n-1)}$	$\frac{E_{c(n-1)}}{E_{cn}}$	$\frac{t_{N-1}^2}{t_N^2}$	$\frac{1}{2} g (t_N/2)^2$	$\frac{t_{N+1}}{t_N}$
0								
1								

- a) En la primera columna indicar el orden, **n**.
- b) En la segunda columna aparece el tiempo que transcurre desde el instante inicial y cada rebote (bounce).
- c) En la tercera columna aparece la energía y en la cuarta la altura alcanzada en cada rebote.
- d) En la quinta columna se indica la diferencia entre los tiempos,  **$t_N$** .
- e) En la sexta columna de indica la relación entre las energías,
- f) En la séptima columna aparece la relación de tiempos de caída al cuadrado
- g) En la octava el cálculo de la altura inicial y en la novena cálculo del coeficiente de restitución.

V. Actividades: en forma grupal realizar un reporte de la actividad experimental en el cual se incluya:

- a) Portada
- b) Planteamiento del problema en forma de pregunta
- c) Registro fotográfico del desarrollo de la actividad
- d) Los resultados completando la TABLA 1
- e) La resolución de las siguientes cuestiones:
  - a. Elaborar una conclusión a partir de la comparación de los resultados indicados en la columna 6 y 7 de la TABLA 1 con la ecuación (6) y la columna 8 con la ecuación (1) del Fundamento Teórico.
  - b. Realizar una gráfica de la altura inicial en función del tiempo de caída y discutir justificadamente si la gráfica obtenida es la esperada.
  - c. Calcular la velocidad de llegada al piso de la pelota para los órdenes 1 a 5, realizar el cociente entre las velocidades encontradas,  $\frac{v_{N+1}}{v_N}$ , y compararlo con el coeficiente de restitución de cada uno en la columna nueve de la TABLA 1. ¿Qué obtiene si eleva el coeficiente al cuadrado?

### III. CONCLUSIONES

Las actividades didácticas que se presentan fueron elaboradas no como propuestas rígidas que deban implementarse tal como fueron pensadas, sino con el propósito de que cada docente las reinterpreté en función de la realidad y dinámica del aula.

El trabajo pretende aportar a los docentes de física materiales de utilidad para el desempeño de su práctica, en donde las actividades propuestas se configuren como sugerencias didácticas quizás inspiradoras.

Si bien las propuestas presentadas aún no han sido implementadas y valoradas en el aula, consideramos que los estudiantes para dar respuesta a las actividades planteadas deberán modelizar situaciones reales simples, analizar fuentes de error en las mediciones, volcar datos en tablas y graficar, defender y fundamentar hipótesis, además de establecer vinculaciones con la teoría. Estos desempeños están en concordancia con el desarrollo de competencias de pensamiento científico y vinculan a los estudiantes con las habilidades y actitudes del trabajo científico.

Hoy en día, los teléfonos inteligentes se han convertido en una parte indispensable de la vida de los estudiantes que los utilizan principalmente para comunicarse y como entretenimiento. El aula tradicional de clases, en nuestra propuesta, se convierte en “laboratorio” sin ser necesario estar en el clásico laboratorio de ciencias para realizar experimentos, en realidad ni siquiera es necesario estar en el aula para realizar las actividades experimentales propuestas.

Estamos trabajando en dos niveles de evaluación para las propuestas didácticas diseñadas (Tiberghien, y otros, 2009):

Nivel 1: Serán analizadas bajo la opinión de docentes experimentados y a partir de cómo los estudiantes aprenden con las actividades propuestas.

Nivel 2: Los resultados arrojados en el nivel 1, permitirán realizar el rediseño y ajuste de las actividades. Las propuestas ajustadas, se desarrollarán en el aula, con la intervención de un docente que no haya sido parte del diseño hasta ese momento. Los datos surgidos de las puestas en aula servirán para continuar reelaborando y nutriendo cada una de las propuestas didácticas.

En el mes de junio del corriente año, las secuencias didácticas serán implementadas, por primera vez, en una escuela secundaria dependiente de la UNMdP. En un próximo trabajo reportaremos las modificaciones que se realicen a partir de los resultados obtenidos.

### REFERENCIAS

Alonso Tapia, J. (1999). ¿Qué podemos hacer los profesores universitarios para mejorar el interés y el esfuerzo de nuestros alumnos por aprender? En Ministerio de Educación y Cultura (Ed): *Premios Nacionales de Investigación Educativa*. Madrid: MEC.

Arribas Garde, E., Escobar García, I., Suárez Rodríguez, C., Nájera López, A., y Beléndez, A. (2015). Medida del campo magnético de imanes pequeños con un smartphone: una práctica de laboratorio muy económica. En Enrique Arribas y Alberto Nájera(eds.). *Experiencias de innovación docente en la enseñanza de la Física Universitaria* (4ª edición). Albacete: LuluEnterprises.

Atuendo, E. (2010). Simulaciones para la enseñanza de la física en la Universidad. Presentado en V *TEYET*. Mayo del 2010, El Calafate, Santa Cruz, Argentina.

Bachelard, G. (2003). *La filosofía del no*. Amorrortu Editores. Buenos Aires.

Barrios, E. A. (2012). *La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en el departamento de Nariño*. Universidad de Nariño, Pasto: Editorial Universitaria.

Calderón, S., Núñez, P., Laccio, J. L., Mora Ianneli, L. y Gil, S. (2015). Aulas – laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*12,212-226.

Gil, S. y Di Laccio J. L. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *American Journal of Physics Education*. 1305, 1-9.

Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: Del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Fundación Santillana.



Gros, B. (2012). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *Revista de Educación a Distancia*, 1(32), 1-13.

Liu, T. C., Wang H. Y., Liang J.K., Tak-Wai C., Ko H.W. y Yang. J.C. (2003). Wireless and mobile technologies to enhance teaching and learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), 371- 382.

Markett, C., Arnedillo Sánchez I., Weber S. y Tangney B. (2006). Using short message service to encourage interactivity in the classroom. *Computers & Education*, 46(3), 280-293.

Mistler-Jackson, M. y Butler Songer, N. (2000): Student Motivation and Internet Technology: Are Students Empowered to Learn Science? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 459-479.

Tiberghien, A., Vince, J. y Gaidioz, P. (2009). Design-based research: case of the teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.

Viau, J., Moro, L., Zamorano, R., y Gibbs, H. (2008). La transferencia epistemológica de un modelo didáctico analógico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2), 170-184.