

Experimentos en el aula-laboratorio de Física

MEMORIAS
ATENEO EDUCATIVO BINACIONAL
URUGUAY-ARGENTINA
2017-2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDE SALTO

Espacio de reflexión sobre innovación educativa, asociada con la presentación de experiencias prácticas de aulas interactivas y el desarrollo del pensamiento crítico. Ámbito de intercambio y difusión para la mejora de los procedimientos profesionales formativos.

José Luis Di Laccio

Universidad de la República-CeRP del Litoral-Salto-Uruguay

jdilaccio@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan dos guías de experimentos demostrativos que pueden ser incorporados en cursos de Física 1 para mejorar el aprendizaje y motivación por el aprender de los estudiantes. Los experimentos son péndulo simple y oscilaciones de un sistema de masa y resorte que incluyen como adquisidor de datos al teléfono inteligente. Esta herramienta, que ha permeado en nuestras vidas, posibilita que el estudiante pueda validar el conocimiento propuesto por el docente en casi cualquier lugar y cuando lo desee. Los experimentos propuestos incorporan una guía de trabajo flexible y están diseñados para ser realizadas en grupo, lo que propicia el aprender con y del otro. Los resultados de la implementación de las guías en el aula y la utilización del smartphone como adquisidor muestran una posibilidad útil de enseñanza para el aprendizaje. Reconociéndose por parte de los estudiantes como una experiencia, que permite profundizar conocimientos, motivante, innovadora respecto de los experimentos que realizaron en enseñanza media, viable para vincular la teoría con la práctica y que permite el aprender con y del otro.

Palabras claves: Aprendizaje, Teléfonos inteligentes, Física 1.

Introducción

Las metodologías de enseñanza que posicionan al estudiante en un rol pasivo llevan a que una importante proporción de ellos, se interesen poco en aprender Física, se desmotiven con facilidad, no comprendan muchos de sus conceptos y procedimientos ni tampoco vean su utilidad e importancia para su formación. El clima en exceso de formalidad, de transmisión de información por sobre el experimentar y aprender de la experiencia personal e intransferible al interactuar con el objeto de estudio, reduce el interés, sentido, la participación espontánea, la motivación y la curiosidad innata del estudiante.

No resulta extraño que cada vez más se reciban en el aula preguntas del tipo: “¿Para qué estudiamos esto? ¿Para qué sirve?” Estamos inmersos en contextos en donde muchas veces los estudiantes no encuentran el sentido y el valor de la enseñanza. Las propuestas

educativas parecen carecer de significación y por tanto no son estimulantes ni atractivas para muchos estudiantes.

Los estudiantes que concurren a las instituciones educativas hoy, están hiperconectados a través de sus dispositivos celulares, internet, computadoras personales (PC), entre otros, evidenciando un manejo básico de los dispositivos y un conocimiento de la lógica de su funcionamiento. Esta herramienta que les resulta interesante, si nos basamos en las horas del día que le dedica, la familiaridad con su empleo y versatilidad puede ser usada como una alternativa capaz de motivar para el aprendizaje (Tapia, 1997).

Las TIC y en particular el teléfono inteligente (smartphone) y la PC hogareña abren nuevos horizontes y posibilidades a los procesos de enseñanza y de aprendizaje pero hay que ser cuidadoso en el enfoque metodológico a utilizar evitando que su inclusión en dichos procesos no sea un simple modismo (Calderón, Núñez, Di Laccio, Mora Iannelli y Gil (2015); Gil y Di Laccio 2017).

Aquí presentamos dos experimentos demostrativos que incluyen el teléfono inteligente conjuntamente con un enfoque metodológico constructivista que incorpora al menos los siguientes elementos:

Enseñanza centrada en el estudiante: los estudiantes son protagonistas en el desarrollo del experimento y el docente es un consultor/revisor y dosificador del tiempo del trabajo así como el esfuerzo que debe realizar el estudiante dependiendo del nivel y el curso.

Aprendizaje por inmersión: Los estudiantes “aprendan haciendo” el experimento y de la interacción constante y repetida con sus pares y con el docente. El aprendizaje de los contenidos es tan importante como el valor de la experiencia personal y grupal que el estudiante logra en el proceso del trabajo y que puede ser útil en ámbitos académicos o del mundo del trabajo en general.

Aula-laboratorio: El concepto de aula laboratorio no se reduce al trabajo en clase, se puede prescindir de un salón. Cualquier lugar puede ser propicio para experimentar y aprender Física, por ejemplo la cocina o patio de la casa del estudiante, un parque de diversiones, juegos de plaza, entre otros. Solo se necesita un lugar de intercambio, de aprendizaje en igualdad de condiciones y de contar con al menos un smartphone. Un aula laboratorio con estas características colabora con accesibilidad, la creatividad, disponibilidad e igualdad de oportunidades (porque cuando pensamos en enseñar Física no contemplamos a aquellos estudiantes que tienen diferentes capacidades, y que la enseñanza tradicional los deja de lado). El smartphone y la PC posibilitan tener oportunidades que la enseñanza tradicional de Física de lápiz y papel, limita o impide.

Desarrollo

Gil y Di Laccio (2017) incluyen el smartphone como herramienta de medición para el aprendizaje mediante la propuesta de un conjunto de experimentos que pueden desarrollarse de forma ágil en cursos de Física básica. El smartphone es un dispositivo que reúne en una sola pieza diferentes recursos: cámara fotográfica, sensores (luz, aceleración, sonido, campo magnético, velocidad angular entre otros dependiendo del modelo),



aplicaciones (App), la posibilidad de emitir y grabar tonos y otras prestaciones.

Disponer de algunas App, que se pueden bajar en forma gratuita desde la Play Store para los sistemas Android, permite usar los sensores que trae incorporado el smartphone. Algunas de las App que se han testeado son: *Androsensor*, *Frequency Sound Generator*, *ON 2D Measure*, *Ruler*, *Smart Measure*, *Physics Toolbox*, *VidAnalysis*, *Maps*, entre otras, ver figura 1. Todas estas aplicaciones sirven para medir diferentes magnitudes físicas como: longitudes, aceleraciones, velocidades angulares, iluminación, nivel de sonido, campo magnético, entre otras y emitir/grabar tonos, hacer videos y fotografiar. Es recomendable que el usuario atienda las indicaciones del programador de la App para lograr un correcto manejo y obtenga una primera impresión de los comentarios de otros usuarios.

Pero las posibilidades que ofrece el smartphone no se limitan a su cámara fotográfica, ni a las aplicaciones que pueden descargarse para usar los sensores; pueden agregársele accesorios como por ejemplo una cámara termográfica, lentes, telescopios, difusores, entre otros que amplían sus posibilidades.

Aquí presentamos dos ejemplos de experimentos de mecánica: péndulo simple y oscilaciones de un sistema de masa y resorte que incluyen la App *Androsensor* (Asim, 2015) para medir principalmente la aceleración del sistema. Si bien son experimentos clásicos, en el planteo el péndulo puede ser sustituido por un columpio de una plaza (columpio con una persona sentada) y el sistema de masa y resorte por una cuerda elástica y una pesa (modelando el puenting o bungee jumping¹).

Es de notar que la carcasa del smartphone tiene asociado los ejes cartesianos: x , y , z , ver figura 2. Por ejemplo, al medir la aceleración obtenemos las componentes de esta a lo largo de los ejes: $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$ (Countryman, 2014). Con las componentes de la aceleración y las condiciones iniciales de posición y velocidad es posible construir las funciones velocidad y posición con marca temporal.

Para un movimiento unidimensional, en el eje x y obtenida la aceleración, la velocidad cuando ha pasado un tiempo igual al período de muestreo es: $v_x(t_1) = v_x(t_0) + a_x(t_0)T_{\text{muestreo}}$, en donde $v_x(t_0)$ es la velocidad inicial en x y (T_{muestreo}) el período de muestreo. La velocidad para el tiempo de muestro siguiente es $v_x(t_2) = v_x(t_1) + a_x(t_1)T_{\text{muestreo}}$ y así sucesivamente. De forma general: $v_x(t_{i+1}) = v_x(t_i) + a_x(t_i)T_{\text{muestreo}}$. Para obtener la posición en función del tiempo, el procedimiento es similar al anterior, se parte de la velocidad generada y la posición inicial, x_0 . De forma general: $x(t_{i+1}) = x(t_i) + v_x(t_i)T_{\text{muestreo}}$ con $i=0, 1, 2, \dots, N$, siendo N el enésimo dato. Los procedimientos anteriores se pueden implementar fácilmente en una hoja de cálculo disponible en cualquier teléfono inteligente o PC.



Figura 2. Carcasa del smartphone y ejes asociados. Note que cumplen con la regla del tornillo de rosca derecha.

¹ Es una actividad en la cual una persona salta o se deja caer desde cierta altura (H) estando atado a una cuerda elástica que está fija al lugar de partida. La cuerda se estira hasta detener a la persona y luego oscila hasta detenerse. Puede ver en: <https://www.youtube.com/watch?v=I9m4cW2yxy0>

El estudiante previo a la realización de actividades experimentales, se han sensibilizado en el uso del smartphone para la recolección de datos experimentales y el uso de hojas de cálculo. Es importante aclarar este punto, ya que, se debe dosificar la complejidad del propio proceso de uso y medición con la de los nuevos conceptos desde la física. Cuando el estudiante es principiante y debe atender varios frentes a la vez tiende a abrumarse con la información. Se sugiere usar como idea fuerza MENOS ES MÁS, sin llegar a la trivialidad, es decir, atender al esfuerzo esperado por el estudiante en el nivel que se realiza el experimento.

Guías para los estudiantes

Péndulo

El péndulo simple es un sistema idealizado, constituido por una partícula de masa m que está suspendida de un punto O mediante un hilo inextensible de largo l y peso muy pequeño y para el cual se desprecia el rozamiento con el aire. A partir de una inspección de la figura 3, es sencillo plantear las fuerzas sobre la masa en la dirección tangencial y llegar a la ecuación de movimiento del péndulo simple:

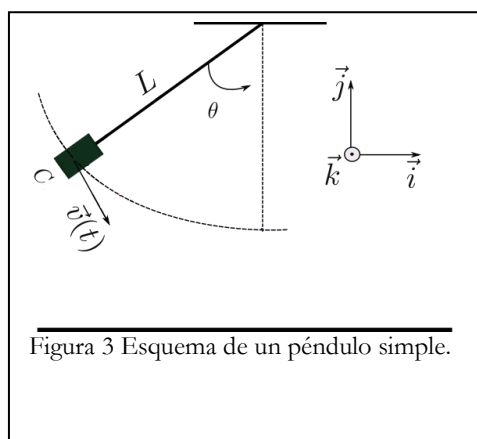


Figura 3 Esquema de un péndulo simple.

$$ml^2\ddot{\theta} + mgl \sin\theta = 0, \quad (1)$$

en donde $\ddot{\theta}$ es la forma habitual de escribir la aceleración angular y g es la aceleración gravitatoria. Para pequeñas oscilaciones, $\sin\theta \approx \theta$, obteniéndose así la ecuación de un oscilador armónico,

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta = 0. \quad (2)$$

La frecuencia angular es $\omega_0 = \sqrt{g/l}$ y el ángulo θ está en radianes. El período de oscilación asociado a esta frecuencia es $T = 2\pi/\omega_0$, que se puede escribir como (Resnick, Halliday, Krane, 2011):

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}, \quad (3)$$

que no depende de la masa m del péndulo ni de la amplitud de la oscilación (hipótesis de pequeñas oscilaciones), depende del largo del hilo de la forma $l^{1/2}$.

Proyecto: Poniendo a prueba las leyes del péndulo

El objetivo de este proyecto es poner a prueba las leyes del péndulo simple. Estudiar, para el caso de las pequeñas oscilaciones, la relación entre: el período de oscilación y su longitud y la dependencia o no del período con la masa que pende para un largo de hilo fijo.

Equipo

Equipo necesario: un smartphone que tengan aplicaciones para medir las componentes de la aceleración (acelerómetro) y/o la velocidad angular (giroscopio), hilo delgado, un soporte y de forma opcional una computadora personal.

Sugerencias de trabajo

**Implemente un péndulo como el de la figura 3, use un largo de péndulo de alrededor de 1.5 m.

**Configure su celular para registrar las componentes de la aceleración y/o la velocidad angular. Una frecuencia de muestreo de 100 Hz puede ser suficiente para recolectar sus datos.

**Inicie la medición, separe el bulbo del péndulo (smartphone) un ángulo menor a 10° y libérela dejando que realice al menos unas 10 a 15 oscilaciones, luego de haber entrado en régimen, y luego detenga la recolección.

**Repita el ítem anterior al menos 5 largos diferentes.

**A partir de los datos recolectados, de velocidad angular o aceleración, grafique la magnitud como función del tiempo y de esta forma obtenga el período promedio de oscilación (se sugiere tomar el período promedio de al menos 4 oscilaciones completas) para cada longitud.

**Grafique T^2 vs l y mediante el ajuste adecuado de los datos responda: ¿se cumple la dependencia con la longitud dada por la ecuación 3? ¿Cómo lo sabe? En caso de que el modelo se ajuste al planteado en la ecuación 3, determine el valor de la aceleración gravitatoria.

**Como segundo caso, elija un largo fijo de su péndulo, por ejemplo 1.5 m y determine el período promedio de oscilación usando un único teléfono inteligente y luego, manteniendo el mismo largo, usando de bulbo dos teléfonos adheridos entre sí. ¿Se producen variaciones en el período? ¿Por qué?

Sistema de masa y resorte

En ausencia de fuerzas disipativas, el sistema masa-resorte es un oscilador, ver figura 4, armónico simple. Si se toma como referencia la posición de equilibrio la ecuación de movimiento del sistema es:

$$y''(t) = -\frac{k}{m}y(t) \quad (4)$$

Si se define $\omega_0 = \sqrt{k/m}$, la ecuación puede escribirse:

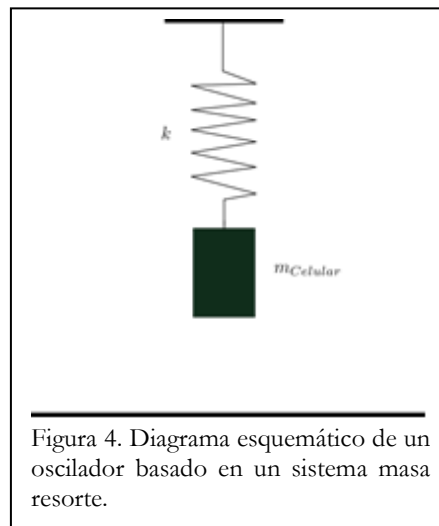
$$y''(t) = -\omega_0^2 y(t) \quad (5)$$

Una solución posible de esta ecuación diferencial es:

$$y(t) = A \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (6)$$

Los parámetros A y φ son determinados por las condiciones iniciales. Por su parte ω_0 es una propiedad dinámica del sistema llamada frecuencia angular de oscilación. El período de oscilación es $T = 2\pi/\omega_0$ cuya expresión equivalente es $T = 2\pi\sqrt{k/m}$ que puede escribirse (Resnick, Halliday, Kenneth, (2007):

$$T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k} \quad (7)$$



Proyecto: Oscilaciones libres

Existen diferentes métodos de toma de datos experimentales que permiten estudiar las oscilaciones de un sistema mecánico. En este proyecto se propone analizar las oscilaciones de un sistema de masa y resorte vertical y evaluar si los datos experimentales se ajustan o no al modelo de oscilaciones libres. Para el caso de oscilaciones libres se busca verificar la tan importante relación: $T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k}$ al graficar el período al cuadrado en función de la masa.

Equipo

Un smartphone con una aplicación para medir las componentes de la aceleración, un resorte, seis a ocho lastres de 50 g, una computadora personal y opcionalmente una balanza.

Sugerencias de trabajo

- ** De forma aproximada determine la constante elástica del resorte usando un lastre de masa conocida (puede ser su propio celular) y midiendo el estiramiento: $k=P/y_{eq}$, siendo P el peso del lastre y y_{eq} el estiramiento del resorte desde su longitud natural y hasta la posición de equilibrio.
- ** Prepare su dispositivo experimental como se muestra en la figura 4.
- ** Configure adecuadamente su aplicación para medir componentes de la aceleración desde las herramientas de Androsensor. Se sugiere un intervalo de medición de 20 ms.
- ** Con el teléfono en la posición de equilibrio inicie la recolección de datos, luego estire el resorte unos centímetros y libérela desde el reposo dejando que logre su estado de régimen estacionario.
- ** Grafique a_y vs t y luego seleccione entre sus datos unas 4 a 8 oscilaciones completas, asegurándose que el sistema haya estado en régimen. Con estas determine el período promedio de sus oscilaciones. Anote la masa correspondiente a este período.
- ** Varíe la masa del teléfono agregando lastres de 50 g y mida el nuevo período de oscilación. Repita lo anterior para al menos 6 masas diferentes.
- ** Grafique el T^2 vs m y coteje sus resultados con la ecuación 7. ¿Se cumple la relación entre el período cuadrado y la masa? ¿Cómo lo sabe?
- ** Mediante el ajuste adecuado de sus datos determine la constante elástica del resorte, k , y compare este resultado con el obtenido de forma rápida al inicio del experimento.

En el aula-laboratorio

Estas guías han sido propuestas en un curso de Física 1 de primer semestre de nivel universitario y los estudiantes las realizaron en grupo como tarea domiciliaria, luego de ser tratado el teórico en clase. La evaluación de los trabajos presentados por los estudiantes/grupos referido a uno de los dos experimentos se realizó a través de la solicitud de un informe (ver anexo 1), los cuales enviaron a través del Entorno Virtual de Aprendizaje (plataforma EVA). Las correcciones de los informes se hicieron a través de la plataforma en un foro al cual todos podían acceder. Los estudiantes que querían mejorar la nota obtenida en la primera entrega o en los casos en la entrega era insuficiente podían realizar una nueva entrega definitiva.

Adicionalmente se les solicitó a los estudiantes, de forma voluntaria, respondan a tres preguntas semi estructuradas referidas al trabajo, en la misma plataforma. Las preguntas realizadas a los estudiantes fueron:

1. Describa la experiencia de haber incorporada actividades experimentales sencillas en el curso usando teléfonos inteligentes.

2. Compare esta experiencia con otros experimentos realizados en cursos de física anteriores (enseñanza media)
3. ¿Qué le gustó más de la experiencia?

Resultados de la experiencia

En la propuesta podemos diferenciar dos tipos de resultados, los que se obtienen de los informes entregados por los estudiantes y los que se obtienen de la valoración de la experiencia al responder las preguntas semi estructuradas.

Informes

Grupo	Integrantes	Aprobado intento 1	Aprobado intento 2
1	3	✓	
2	3	✓	
3	4	✓	
4	2	✓	
5	4	✓	
6	3	✓	
7	4	✓	
8	3	✓	
9	4	✓	
10	3	x	✓
11	2	✓	
12	4	✓	
13	5	x	✓
Total =	44	11	2

Tabla 1. Detalle del rendimiento de los estudiantes ante la realización del informe.

La propuesta la realizaron 13 grupos de estudiantes con un total de 44 participantes. De los informes presentados a la fecha del plazo de entrega 11 fueron aceptables y solamente 2 insuficientes. Los grupos que no alcanzaron la suficiencia realizaron una nueva entrega y alcanzaron niveles aceptables. En la tabla 1 se presenta el detalle correspondiente a la cantidad de grupos, el número de integrantes de cada uno y la aprobación del informe solicitado en el primero o segundo intento.

Valoración de la experiencia

De las 44 participantes de la propuesta, 12 de ellos realizaron la encuesta voluntaria de valoración de la experiencia. Estos 12 estudiantes cubren un total de 9 grupos, ver tabla 2. El análisis de los resultados se realizó con la opción Análisis de la herramienta de encuesta de la plataforma EVA. Esto permite agrupar las respuestas por preguntas de todos los participantes para luego procesarlas. Del procesamiento de las respuestas se obtiene que:

1. Los encuestados tienen una valoración positiva de la incorporación de actividades experimentales sencillas en

Grupos	Realizaron la encuesta
1	1
2	0
3	1
4	0
5	0
6	0
7	3
8	2
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
Total =	9

Tabla 2. Integrantes de los grupos que realizaron las preguntas de encuesta.

el curso usando teléfonos inteligentes.

- ✚ Es un **buen complemento**, a decir de uno de los encuestados *“Es un buen complemento, aprender a recolectar datos y luego procesarlos, analizar los resultados, es algo que no se aprende de otra manera, te acerca a la realidad y permite pensar y hacer el proceso de relacionar la teoría con la realidad.”*
 - ✚ Es una **ayuda para comprender**, a decir de uno de los encuestados: *“Las actividades experimentales realizadas en clase ayudaron a ver desde otro punto de vista lo aprendido en el curso”*
 - ✚ Es **nuevo, interesante y sencillo** de entender, a decir de uno de los encuestados: *“Fue una experiencia nueva e interesante. Además es lo suficientemente sencillo de entender para poder realizar los experimentos sin que signifique una dificultad el hecho de hacer el experimento.”*
2. Cuando comparan la realización del experimento con smartphone con otros experimentos realizados en cursos de física de enseñanza media manifiestan que este tipo de trabajos es innovador, el estudiante es quien experimenta, es accesible y dinámico, permite trabajar con profundidad el tema y no es necesario contar con equipos muy específicos, todo el equipamiento que necesitan está en el smartphone.
- ✚ Es **innovador**, a decir de uno de los encuestados: *“Comparado con los experimentos realizados en el liceo es una experiencia innovadora. Lo que antes solamente podíamos hacer en el salón de clases con artefactos que solo habías visto en ese lugar ahora lo podías realizar en tu casa con tu propio teléfono.”*
 - ✚ El **estudiante es quien experimenta**, refiriéndose a la enseñanza secundaria, uno de los encuestados manifiesta: *“En mi caso particular las actividades experimentales fueron muy escasas, y al realizarlas no intervenía demasiado el alumno.”*
 - ✚ Es **accesible y dinámico**, a decir de uno encuestados: *“El teléfono es algo que todos tenemos por lo que la posibilidad de experimentar es mucho más accesible comparada con la posibilidad que da un laboratorio, donde los recursos siempre son limitados y no siempre se puede manipular equipos.”* Otro remarca: *“Fue muy dinámico y en mi caso me ayudó a entender mejor los temas físico dados en clase.”* En referencia a su experiencia en secundaria otro encuestado dice: *“...que se demoraba mucho armando todo, nunca llegábamos mucho a hablar acerca de que habíamos obtenido, gastábamos todo el tiempo armando el aparato.”*
 - ✚ Permite **profundizar**, a decir de uno de los encuestados: *“En comparación con los experimentos realizados en secundaria, pienso que la diferencia se debe a la mayor profundidad de los teóricos dados en facultad, ya que en general se trataron los mismos temas de 5to y 6to, pero ahora, al contar con mayor información y de mejor calidad, realizamos los experimentos con mayor claridad y crítica para asimilar los temas. Otra diferencia es que al usar el smartphone se deja de lado otros artefactos que eran utilizados anteriormente en secundaria.”*
3. Lo que más les gusto de la experiencia fue poder vincular la teoría con la práctica, entender y comprender los fenómenos a la luz de los datos, aplicar conocimientos, trabajar en equipo y que los informes fueran revisados rápidamente.

✚ **Vinculación teoría-práctica**, a decir de varios encuestados:

“La parte más satisfactoria para mí es cuando teniendo los datos los analizas y puedes entender que sucedió en cada parte de la gráfica.”

“Me gustó lo sencillo que era, y como era fácil de comprender todo después con las gráficas obtenidas.”

“El acercamiento entre estudiantes aportando soluciones y/o interrogantes a los fenómenos físicos y el contraste existente entre el modelo teórico y la situación “más real”.

✚ **Entender y comprender los fenómenos.** *“Realizar los análisis, ser capaz de darme cuenta qué datos son útiles y cuáles podemos descartar.”*

✚ **Aplicar conocimientos**, a decir de los encuestados: *“...aplicar los conceptos dados, en particular me gusta realizar experimentos y comprobar que realmente en la vida cotidiana se pueden modelar las situaciones, ya que muchas veces se piensa teóricamente, o sea, en los ejercicios modelamos las situaciones en torno a la teoría, pero realmente no sabemos si en la vida real estos modelos son ciertos, intuitivamente sí, pero está bueno experimentarlo y poner en práctica, para auto convencerse y reforzar las ideas.”*

“Me gusto aplicar lo aprendido en el curso con datos reales como se hizo en las actividades.”

✚ **Trabajar en equipo**, a decir de los encuestados:

“Trabajar en equipo”, “...trabajar en grupo, ya que si no entendía algo por lo menos trataba de entender y nos ayudábamos entre todos.”

✚ **Retroalimentación de los informes**, a decir de uno de los encuestados: *“La rápida corrección de los informes.”*

En suma, podemos decir que la implementación realizada es considerada valiosa por los estudiantes encuestados ya que incorpora elementos novedosos que actúan como motivación para el aprendizaje de Física a nivel del primer semestre universitario. El logro de los informes aceptables de todos los grupos muestra en parte que las guías funcionan para el propósito buscado. Ayuda a que los estudiantes se enfrenten al conocimiento propuesto de forma independiente, con confianza y autonomía.

El docente participa para organizar el tiempo, retroalimentar tareas, fomentar el trabajo en tiempo y forma y como estrategia para que los estudiantes vivan el aprendizaje de la Física desde sus experiencias personales, experiencias que son intransferibles y propias de cada estudiante.

La vivencia de los experimentos es muy diferente a la que tuvieron en enseñanza media. Ahora el laboratorio tradicional no existe. La experiencia desarrollada ayuda a la transformación del sujeto de la experiencia, por eso, la propuesta presenta un cambio metodológico en la enseñanza para el aprendizaje de la Física.

La experiencia desarrollada es un recorrido que deja huellas en los estudiantes, los acerca a los métodos por los cuales se hace ciencia de forma simplificada. Les permite vincular teoría y práctica, comprender conceptos y procedimientos, aplicar conocimientos a situaciones nuevas y trabajar en equipo.

Lo anterior no significa que esta sea “la forma de encarar estos cursos de física básica” sino que muestra una posibilidad útil para hacerlo poniendo en el centro al estudiante que tiende a trabajos de coordinación con sus pares y el docente.

Anexo 1

Título del experimento

Nombres de los integrantes:

Introducción: Explicar de qué trata el experimento y cuál es el objetivo principal.

Detalles experimentales: Explicar que se mide y como se mide. Colocar una foto del experimento y usarla para describir los equipos usados.
Ejemplo:

Resultados experimentales: Describir objetivamente los resultados. Usar los gráficos necesarios y no olvidar que deben quedar claros y bien nombrados los ejes.

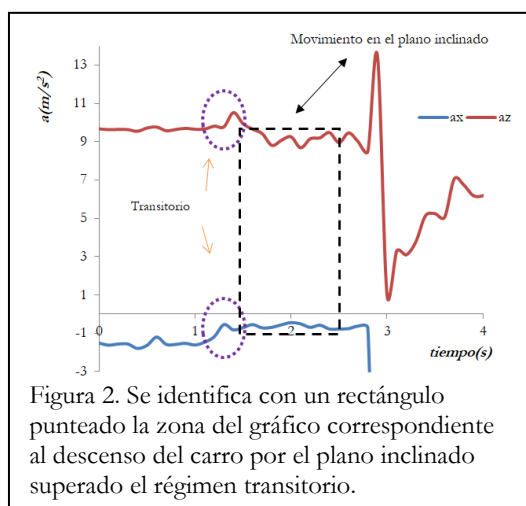
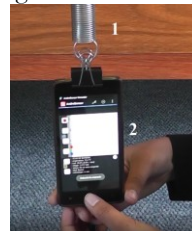
Ejemplo de gráfico:

Análisis: Analizar los resultados y contrastarlos con otras fuentes de información.

Otros comentarios: Dificultades encontradas, lecciones aprendidas, que modificaría para que fuera más interesante, etc.

Entrega: Grupo de tres o cuatro integrantes. *No superar las dos carillas. Letra Times New Roman 12. Interlineado sencillo.

Figura 1. El dispositivo está constituido por: 1- resorte y 2-teléfono inteligente.



Referencias

- Alonso Tapia, J. (1997). *Motivar para el aprendizaje. Teoría y Estrategias*. Ed. EDEBÉ España. Recuperado de: http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Tapia_Unidad_4.pdf
- Asim, F. (2015). Androsensor. Recuperado de: <http://www.fivasim.com/androsensor.html>
- Calderón, S., Núñez, P., Di Laccio, J.L., Mora Iannelli, L. y Gil, S. (2015) Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.12 (1), 212-226.
- Countryman, C.L. (2014) Familiarizing Students with the Basics of a Smartphone's Internal Sensors. *The Physics Teacher*, n° 52, 557-559.
- 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). Recuperado de: http://www.lajpe.org/mar17/1305_Salvador_2017.pdf
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2011). *Física, Volumen 1*. 5ª Edición. México: Grupo Editorial Patria.