



Recibido: 17/09/2021  
Aceptado: 13/10/2021

### Los Teléfonos Inteligentes en la Física Experimental

Marcos Antonio Batista Zaldivar <sup>1</sup>, Edilberto de Jesús Pérez Alí Osmán <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Holguín (UHo)  
<sup>1</sup>mbatistaz@uho.edu.cu, <sup>1</sup>edilbertop@uho.edu.cu

**RESUMEN** En el presente trabajo se muestra de manera detallada la utilización de los teléfonos inteligentes durante el desarrollo de una práctica de laboratorio de Física General. El trabajo tiene como objetivo mostrar la concepción de una práctica de laboratorio de Física II para la carrera de Ingeniería Industrial con la ayuda de los sensores que tienen incorporados los dispositivos móviles, valorando la importancia del uso de los mismos como un importante instrumento de medición para el desarrollo de las actividades experimentales. La situación impuesta por la COVID-19 condujo a la necesidad de pasar a la modalidad de enseñanza a distancia a través de los Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) de la Universidad de Holguín y en este contexto resultó muy efectivo el uso de los teléfonos inteligentes para continuar el desarrollo de las actividades experimentales. La experiencia se desarrolló con los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial, durante el primer período (febrero-julio) del curso escolar 2021. El estudio se fundamentó en la utilización de los siguientes métodos, del nivel teórico, el análisis-síntesis empleado durante el procesamiento de la información consultada, la inducción-deducción para la elaboración de la propuesta. Dentro de los métodos empíricos se adoptaron la revisión documental y la aplicación de encuestas a estudiantes para valorar el nivel de satisfacción de los mismos durante el desarrollo de la actividad. Finalmente se concluye indicando las posibilidades de utilizar los teléfonos inteligentes en otras prácticas de laboratorio.

**Palabras claves:** Utilización de las TIC; teléfonos inteligentes; actividades experimentales.

*Smart Phones in Experimental Physics*

**ABSTRACT** This work shows in detail the use of smartphones during the development of a General Physics laboratory practice. The objective of the work is to show the conception of a Physics II laboratory practice for the Industrial Engineering career with the help of the sensors that mobile devices have incorporated, assessing the importance of using them as an important measuring instrument for the development of experimental activities. The situation imposed by COVID-19 led to the need to switch to the distance learning modality through the Virtual Teaching-Learning Environments (EVEA) of the University of Holguín and in this context the use of telephones was very effective intelligent to continue the development of experimental activities. The experience was developed with the students of the second year of the Industrial Engineering career, during the first period (February-July) of the 2021 school year. The study was based on the use of the following methods, of the theoretical level, the analysis-synthesis used during the processing of the consulted information, the induction-deduction for the elaboration of the proposal. Within the empirical methods, the documentary review and the application of surveys to students were adopted to assess their level of satisfaction during the development of the activity. Finally, it concludes by indicating the possibilities of using smartphones in other laboratory practices.

**KEYWORDS:** Use of ICT; smart phones; experimental activities.



## 1. Introducción

Indudablemente los próximos años se van a caracterizar por la plena incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todos los ámbitos de las ciencias, la tecnología y la sociedad. En el ámbito educacional, cada vez adquieren mayor importancia, principalmente, en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El enorme desarrollo que tienen las TIC en la actualidad, así como su impacto en la sociedad, se refleja también en la enseñanza universitaria, exigiendo a los docentes su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, asumir roles diferentes dentro del proceso [1].

En este sentido, los docentes deben ser capaces de desarrollar estrategias que permitan la integración de las TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El impacto de las TIC en el mundo contemporáneo hacen de ellas un excelente medio de instrucción y de apoyo a la educación, puesto que sus atributos se combinan para promover nuevas formas de aprendizaje que demandan a su vez, enfoques de enseñanza diferentes a los tradicionalmente utilizados con el fin de promover y lograr la formación de profesionales competentes [2].

La sociedad necesita de profesionales y ciudadanos con una adecuada preparación en el uso de las nuevas tecnologías, en tal sentido la educación juega un papel muy importante. Uno de los retos que tenemos los docentes es lograr, durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, la integración del actual ambiente tecnológico.

Dentro de los objetivos generales de la Física para la carrera de Ingeniería Industrial, declarados en el actual plan de estudios E por el Ministerio de Educación Superior (MES) de Cuba, se destaca el hecho de que los estudiantes sean capaces de aplicar las leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las TIC [3].

Por otra parte, el actual plan de estudios, exige que los estudiantes sean capaces de linealizar ecuaciones que resulten de la actividad experimental y realizar ajustes estadísticos de manera manual o con la ayuda de diferentes software [3].

En la actualidad se cuenta con un amplio acceso a las diferentes tecnologías, como por ejemplo los teléfonos inteligentes y tabletas que pueden utilizarse para estudiar diferentes fenómenos físicos con la ayuda de aplicaciones que se encuentran en internet [4]. Las capacidades de cálculo y el conjunto de sensores que incluyen los actuales smartphones permiten que sean usados como unas herramientas experimentales útiles tanto en un laboratorio docente como en las actividades cotidianas para aprender Física [5].

Otro elemento importante lo constituye el hecho de las posibilidades que brindan el uso de estas tecnologías durante la enseñanza a distancia, ya que se pueden orientar las actividades a los estudiantes y estos realizarlas en sus hogares. Debemos concebir experimentos para realizar en casa, haciendo uso de los sensores que poseen los teléfonos celulares, sin dejar de intentar retomar los laboratorios docentes “reales” en todas las ocasiones en que ello sea posible. Debemos intentar que esos laboratorios se beneficien del pensamiento creativo que, con suerte, habremos adquirido gracias a la educación remota [6].

Las TIC por sí solas no tienen efectos mágicos sobre la enseñanza, entendemos que una planificación adecuada con propuestas de proyectos, que los docentes puedan llevar adelante de forma adecuada, se puede lograr un mayor involucramiento de los estudiantes en temas referidos a la ciencia. Logrando de esta manera ciertos contenidos transversales propios de la ciencia, como son: generar hipótesis, modelar el fenómeno de estudio, diseñar estrategias para cotejar sus hipótesis, recolectar datos de las magnitudes apropiadas, analizar y finalmente concluir e informar en diferentes formatos para compartir tanto dentro como fuera del aula [7].

Por todo lo anterior, en este trabajo mostramos cómo debe ser estructurada una práctica de laboratorio tradicional para que la desarrollen los estudiantes en la modalidad de estudios a distancia,



evidenciándose además cómo un teléfono inteligente puede convertirse en un útil instrumento de medición mediante el uso de sus sensores.

## 2. Materiales y Métodos

La experiencia se desarrolló con los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín, durante el primer período del curso escolar 2021, desarrollado entre los meses de febrero a julio.

El estudio se fundamentó en la utilización de los siguientes métodos, del nivel teórico, el análisis-síntesis empleado durante el procesamiento de la información consultada, la inducción-deducción para la elaboración de la propuesta. Dentro de los métodos empíricos se adoptaron la revisión documental y la aplicación de encuestas a estudiantes para valorar el nivel de satisfacción de los mismos durante el desarrollo de la actividad.

La población estuvo constituida por un grupo neutral, en el cual todos los estudiantes tuviesen igualdad de posibilidades para el desarrollo de la actividad experimental, esta población fue de 29 estudiantes, de ellos 7 hombres (24.14 %) y 22 mujeres (75.86 %).

De la población se tomó una muestra utilizando la tabla de números aleatorios, garantizando con ello la homogeneidad de la muestra, la cual estuvo formada por 16 estudiantes (55.17 %), de ellos 4 hombres (25 %) y 12 mujeres (75 %). Reflejándose en la muestra las características de la población. De esta manera fueron formados, para el desarrollo de la actividad experimental, 8 equipos de trabajo con 2 estudiantes cada uno.

La práctica de laboratorio seleccionada fue la de Fotometría, correspondiente al estudio de la Física II de la carrera Ingeniería Industrial, ya que la misma le aporta mucho al ingeniero industrial para su formación y su futuro desempeño profesional.

Las orientaciones sobre las actividades que deben realizar los estudiantes se hicieron a través de la plataforma educativa de la universidad ([www.eduvirtual.uho.edu.cu](http://www.eduvirtual.uho.edu.cu)).

Los teléfonos inteligentes disponen de varios sensores, entre los que se encuentra el sensor de luz, este sensor es muy fácil de ubicar, ya que está situado en la parte superior del móvil y se puede observar su funcionamiento al taparlo y destaparlo con el dedo. Este sensor se utiliza para detectar la intensidad de luz que hay en el entorno donde se esté usando el dispositivo.

El luxómetro es un instrumento que permite medir rápidamente la iluminación de un ambiente.

Para el desarrollo de la práctica se puede utilizar el luxómetro que tiene la aplicación Phypox, la aplicación Luxómetro (Figura 1a y 1b) respectivamente, u otra cualquiera (todas son gratuitas). Se utilizará además el puesto de trabajo con que cuentan en sus hogares para el estudio.



(a) Phyphox.



(b) Luxómetro.

Figura 1: Aplicaciones gratuitas para la práctica

### 3. Resultados

Un resultado importante lo constituye la variante didáctica escogida para estructurar la práctica de laboratorio de manera tal que no constituya una guía previamente elaborada por el docente, sino el planteamiento de una situación física que los estudiantes deben resolver utilizando los teléfonos inteligentes como instrumento de medición.

La Fotometría es la parte de la óptica que trata de la medición de los flujos luminosos y de las magnitudes relacionadas con ello. Intensidad de la luz ( $I$ ): Flujo de radiación de la fuente que corresponde a la unidad de ángulo sólido:

$$I = \frac{d\theta}{d\Omega} \quad (1)$$

En el caso de una fuente extensa se puede hablar de la intensidad de la luz de un elemento  $dS$  de su superficie. Entonces en la ecuación (1) debe entenderse por  $d\theta$  el flujo luminoso radiado por el elemento  $dS$  dentro de los límites del ángulo sólido  $d\Omega$ .

La unidad de medida de la intensidad de la luz es la candela (cd), la cual es una de las unidades fundamentales del Sistema Internacional (SI). La unidad de medida de flujo luminoso es el lumen (lm). Este es igual al flujo luminoso radiado por una fuente isótropa, cuya intensidad de la luz sea de 1cd dentro de los límites de un ángulo sólido igual a un estereorradián:

$$E = \frac{d\theta_{incide}}{dS} \quad (2)$$

La iluminación ( $E$ ) es el flujo luminoso que incide ( $d\theta_{incide}$ ) sobre el elemento de superficie. La unidad de medida de la iluminación es el lux (lx), que corresponde a la iluminación que crea el flujo de 1 lm, distribuido uniformemente por la superficie de  $1m^2$ .



$$1lx = \frac{1lm}{1m^2}$$

La iluminación (E) creada por una fuente puntual se puede expresar por medio de la intensidad de la luz emitida por la lámpara (I), la distancia r desde la lámpara a la superficie iluminada, y el ángulo  $\alpha$  entre la dirección del haz luminoso y la normal a la superficie (dS):

$$d\Omega = \frac{dS \cos \alpha}{r^2} \quad (3)$$

De las ecuaciones (1), (2) y (3) se obtiene:

$$E = I \cos \alpha \frac{1}{r^2}$$

En este caso la dirección del haz luminoso es normal a superficie iluminada por lo que  $\alpha = 0^\circ$  y  $\cos 0^\circ = 1$ , quedando la expresión anterior de la siguiente forma:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Donde:

E: Iluminación que llega a la superficie.

I: Intensidad luminosa de la lámpara.

r: Distancia de la lámpara a la superficie

### Actividades que desarrollaron los estudiantes

- Tomar los valores que consideren necesarios de la iluminación en el puesto de trabajo que utilizan frecuentemente para el trabajo en su hogar.
- Calcular la media de las mediciones realizadas, así como la desviación estándar para luego evaluar el nivel de iluminación del puesto de trabajo. - - Investigue si se puede utilizar el valor de la media como medida de la iluminación encontrada en el puesto de trabajo.
- Comparar los resultados obtenidos en la actividad anterior con los valores de iluminación recomendados.
- Proponga un método para comprobar la ley de la iluminación para una fuente puntual.
- Coloque en tablas las mediciones realizadas y construya las gráficas que considere necesarias.
- Elaborar el informe de la práctica de laboratorio sobre la base de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio.
- Si fueses a realizar nuevamente la práctica de laboratorio, ¿qué cambios propones que se hagan?

Como afirma [1], un elemento importante lo constituyen las orientaciones de las actividades que deben realizar los estudiantes, ya que estas incluyen:

- El objetivo de la práctica de laboratorio.
- La fundamentación teórica.
- La situación física que deben resolver.
- Las tablas de valores que deben completar.
- Las gráficas que deben construir.
- Las indicaciones para la elaboración del informe final.





## 4. Discusión

El desarrollo de las prácticas de laboratorio utilizando los teléfonos inteligentes y con la estructura diseñada resultan muy novedosas y además dejan de ser prácticas de laboratorios tradicionales, con un esquema rígido y guías detalladas. De esta manera se contribuye al desarrollo de la creatividad en los estudiantes y se motivan para que diseñen propuestas de solución a la situación física planteada.

Con el objetivo de comprobar el nivel de satisfacción de los estudiantes con relación al uso de los dispositivos móviles para el desarrollo de la práctica de laboratorio, se aplicó una encuesta a los 16 estudiantes que la realizaron.

El análisis de los resultados de la encuesta nos permitió conocer la opinión de los estudiantes sobre las actividades desarrolladas y evidenciar el buen nivel de satisfacción de los mismos durante el desarrollo de la actividad experimental:

- En la pregunta 1, relacionada con el nivel de satisfacción sobre la información brindada en la plataforma educativa para su preparación previa, 6 estudiantes (37.5 %) respondieron muy satisfechos y 10 (62.5 %) se consideran satisfechos.
- En la pregunta 2, relacionada con las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica de laboratorio, 5 estudiantes (31.25 %) se consideran muy satisfechos y 11 (68.75 %) satisfechos.
- La pregunta 3 hace referencia a la calidad de la aplicación utilizada para realizar las mediciones, así como la facilidad de descargarla, 4 estudiantes (25 %) se consideran muy satisfechos mientras que 12 (75 %) se consideran satisfechos.
- En la pregunta 4 se hace referencia al nivel de colaboración entre los integrantes del equipo de trabajo, 7 estudiantes (43.75 %) se consideran muy satisfechos y 9 (56.25 %) se consideran satisfechos.
- En la pregunta 5 está relacionada con el método de evaluación utilizado para las diferentes actividades realizadas, en este caso los 16 estudiantes se consideran satisfechos.

## 5. Conclusiones

El trabajo mostró que existen vías novedosas para el uso de las TIC durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, evidenció además la manera en que puede ser estructurada una práctica de laboratorio tradicional para desarrollarla con el uso de teléfonos inteligentes. Los estudiantes se motivan de manera significativa para el desarrollo de las actividades experimentales, ya que despierta en ellos el interés por el uso de tecnologías de avanzada. Debido a las condiciones actuales donde las actividades presenciales se hacen sumamente difíciles, esta propuesta constituye una ayuda para el desarrollo de las actividades experimentales durante la educación a distancia. Se deben explotar todas las posibilidades que brindan los diferentes sensores (magnetómetro, acelerómetro, giroscopio, termómetro, etc), de los teléfonos inteligentes para utilizarlos en las diferentes actividades experimentales que realizan los estudiantes.

### Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecen al departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín por las facilidades ofrecidas para el desarrollo de la investigación, la cual fue realizada a partir del trabajo científico metodológico del colectivo de disciplina de Física General para las carreras de ingeniería de la sede Oscar Lucero Moya de la Universidad de Holguín.



## Referencias

- [1] Marcos Antonio Batista Zaldivar, Edilberto de Jesús Pérez Alé Osmán y Elser Ferras Santiesteban. «Experiencia de una práctica de laboratorio de Física a través de la plataforma Moodle». En: *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones* 5.1 (2021), págs. 1-6.
- [2] Aymee Hernández Calzada, Yanet Casado Maceo y Francisca Negre Bennasar. «Diagnóstico de necesidades y uso de las TIC para la evaluación del aprendizaje en física en la Universidad de las Ciencias Informáticas». En: *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* 55 (2016), págs. 1-17.
- [3] MES. «Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial». En: *Plan E La Habana Cuba* (2018).
- [4] Freddy Guachún y Sonia Guñay. «Determinación de la ley de Malus utilizando un smartphone como luxómetro». En: *Latin-American Journal of Physics Education* 14.3 (2020), pág. 13.
- [5] Miguel Angel González Rebollo y Manuel Á González. «El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone». En: *Revista de ciencias* 6 (2016), págs. 28-35.
- [6] E Altshuler. «To teach or not to teach, that is the question: Enseñando física en tiempos de Covid-19.» En: *Revista Cubana de Física* 38.1 (2021), págs. 2-4.
- [7] Salvador Gil, Silvia Calderón, Pablo Núñez, José Luis Di Laccio y Leila Mora Iannelli. «Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC». En: *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 12.1 (2015), pp-212.