



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# **Didáctica de la Física Experimental con Smartphones**

**TESIS DOCTORAL**

Memoria presentada por:  
**Isabel Salinas Marín**

Directores:  
**Juan Antonio Monsoriu Serra**  
**Juan Ángel Sans Tresserras**

*Junio 2019*



## Resumen

El objetivo de las prácticas de laboratorio de Física es doble: por un lado, reforzar los conocimientos adquiridos previamente en las clases de teoría y problemas, y por otro, habituarse a las técnicas experimentales propias del método científico. Sin embargo, los estudiantes no siempre lo perciben así. Como elemento motivador, se propone que los estudiantes utilicen su propio teléfono móvil (*smartphone*) como instrumento de medida, controlando los sensores mediante aplicaciones (*Apps*) gratuitas. La ventaja de utilizar el móvil es múltiple: por una parte, se fomenta el interés del alumnado; por otra parte, la gama de ensayos existente es muy amplia y variada.

El objetivo fundamental de esta Tesis es explorar nuevas vías de aplicación de los sensores de los *smartphones* a la didáctica de la Física. Al mismo tiempo que se introduce un elemento innovador, como es el uso de un dispositivo móvil como herramienta de medida, se ha optado por ensayos sencillos que se puedan adaptar tanto a las enseñanzas a nivel de educación secundaria como universitaria. En este documento se recopila, en formato de compendio de publicaciones, una serie de experiencias que aportan una perspectiva diferente al trabajo realizado en un laboratorio.

Se utiliza el sensor de aceleración para el estudio del movimiento rectilíneo vibratorio forzado con amortiguamiento débil, en un carril cinemático, y del movimiento oscilatorio armónico, en un aparato de torsión; el sensor de presión para el análisis de las oscilaciones amortiguadas en un medio viscoso; el giroscopio para estudiar la dinámica de un yoyó; y, finalmente, el sensor de luz ambiente para el análisis de la dependencia de la iluminancia con la distancia.



## Resum

L'objectiu de les pràctiques de laboratori de Física és doble: d'una banda, que els estudiants reforcen els coneixements adquirits prèviament en les classes de teoria i problemes; per una altra, que s'habituen a les tècniques experimentals pròpies del mètode científic. No obstant això, els estudiants no sempre ho perceben així. Com a element motivador, es proposa que els estudiants utilitzin el seu propi telèfon mòbil (*smartphone*) com a instrument de mesura, controlant els sensors mitjançant aplicacions (*Apps*) gratuïtes. L'avantatge d'utilitzar el mòbil és múltiple: d'una banda, es fomenta l'interès de l'alumnat; d'altra banda, la gamma d'assajos existent és molt àmplia i variada.

L'objectiu fonamental d'aquesta Tesi és explorar noves vies d'aplicació dels sensors dels *smartphones* a la didàctica de la Física. Al mateix temps que s'introdueix un element innovador, com és l'ús d'un dispositiu mòbil com a eina de mesura, s'ha optat per assajos senzills que es puguin adaptar tant als ensenyaments a nivell d'educació secundària com a universitària. En aquest document es recopila, en format de compendi de publicacions, una sèrie d'experiències que aporten una perspectiva diferent al treball realitzat en un laboratori.

S'utilitza el sensor d'acceleració per a l'estudi del moviment rectilini vibratori forçat amb esmorteïment dèbil, en un carril cinemàtic, i del moviment oscil·latori harmònic en un aparell de torsió; el sensor de pressió per a l'anàlisi de les oscil·lacions esmorteïdes en un mitjà viscos; el giroscopi per a estudiar la dinàmica d'un io-io; i, finalment, el sensor de llum ambient per a l'anàlisi de la dependència de la il·luminància amb la distància.



## **Abstract**

The objective of the laboratory practices of Physics is twofold: on the one hand, to reinforce the knowledge previously acquired in theory and problem classes, and on the other hand, to get used to the experimental techniques of the scientific method. However, students do not always perceive it that way. As a motivating element, it is proposed that students use their own mobile phone (smartphone) as a measuring device, controlling its sensors through free applications (*Apps*). The advantage of using the mobile is multiple: the interest of the students is encouraged but also the range of existing experiments is very wide and varied.

The main objective of this Thesis aims to explore new ways of applying the sensors of smartphones to the didactics of Physics. At the same time that an innovative element is introduced, such as the use of a mobile device as a measuring tool, simple experiments have been chosen to being adapted to both secondary and university education. This document compiles a series of publications that show a different approach to the laboratory work.

The acceleration sensor enables us to study the forced and damped oscillations in a dynamic track, and the harmonic oscillatory motion, in a torsion apparatus; the pressure sensor is used for the analysis of damped oscillations in a viscous medium; the gyroscope to study the dynamics of a yo-yo; and, finally, the ambient light sensor is used to determine the dependence of the illuminance of several light sources with the distance.





*A mi familia y amigos,  
por su apoyo incondicional.*



## ÍNDICE

<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	3
1.1.1. Los sensores en el aula .....	10
1.2. Proceso de diseño .....	12
1.2.1. Metodología de diseño .....	13
1.2.2. Diseños realizados .....	13
1.3. Objetivos de la Tesis .....	14
1.4. Estructura de la Tesis .....	15
<b>Capítulo 2: Publicaciones</b> .....	<b>19</b>
2.1. Cómo visualizar las oscilaciones forzadas en tu Smartphone .....	21
2.2. El <i>smartphone</i> como barómetro en experimentos de Física .....	37
2.3. Demonstration of the parallel-axis theorem through the Smartphone .....	53
2.4. Dynamics of a yoyo using a smartphone gyroscope sensor .....	63
2.5. Characterization of linear light sources with the smartphone's ambient light sensor .....	79
<b>Capítulo 3: Discusión general de los resultados</b> .....	<b>89</b>
3.1. Aportaciones realizadas .....	91
3.2. Evaluación de los resultados .....	93
<b>Capítulo 4: Conclusiones</b> .....	<b>95</b>
4.1. Cumplimiento de los objetivos .....	97
4.2. Aportaciones realizadas .....	98
4.3. Líneas de investigación futuras .....	98
<b>Bibliografía general</b> .....	<b>101</b>
<b>Apéndice: Encuesta de disponibilidad de sensores</b> .....	<b>113</b>

