

Los smartphones como herramientas para el desarrollo de prácticas de física en entornos informales

Miguel A. González¹, Manuel A. González¹,
Sofía Rodríguez¹, Oscar Martínez¹,
Cristina Prieto², María Jesús Santos²,
Julio Mass³, William López³

¹Universidad de Valladolid, ²Universidad de Salamanca, ³Universidad del Norte

Contexto



Aprendizaje debe ser práctico

Laboratorio (entorno formal)



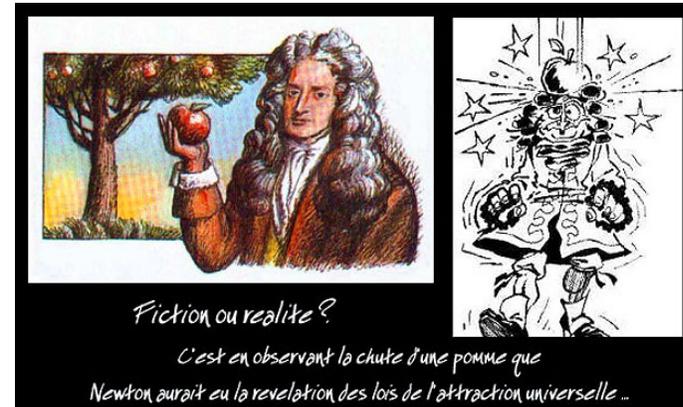
- equipamiento
- + control

- espacio
- tiempo

Ventajas

Problemas

Fuera del laboratorio (entorno informal)



- ubicuidad
- + motivadoras

- equipamiento
- organización

Contexto



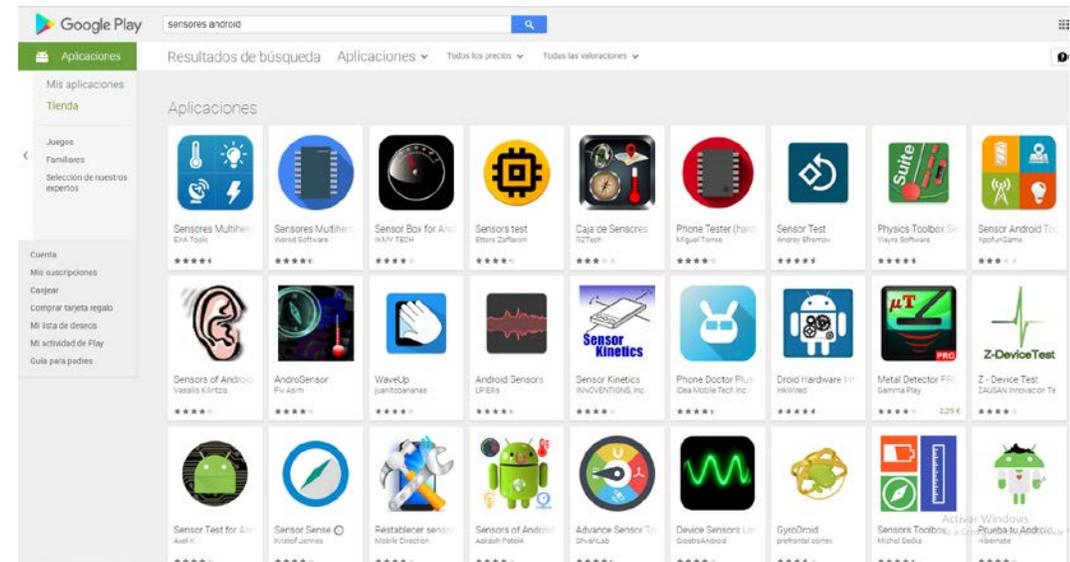
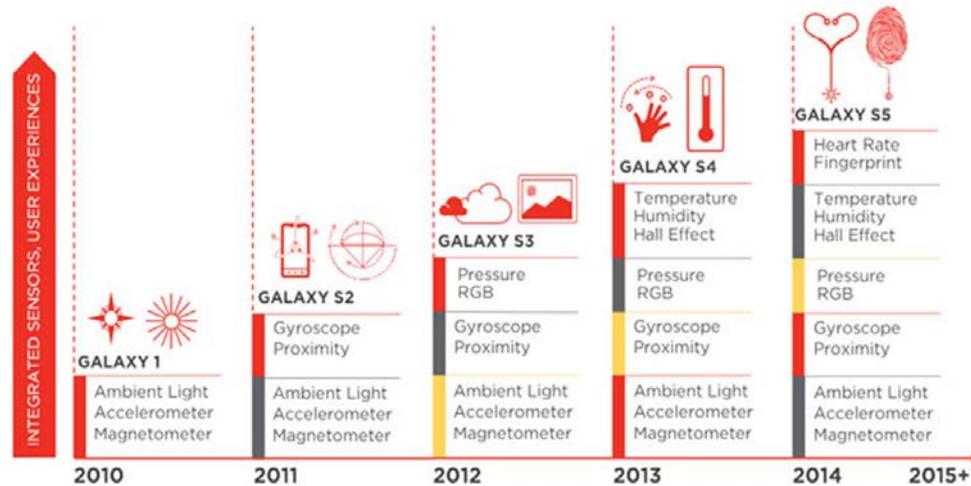
Smartphones

- + potentes
- + económicos
- + populares

+ sensores

+ apps acceso sensores

SENSOR GROWTH IN SMARTPHONES



Idea

Smartphones como dispositivos de medida de magnitudes físicas

- Casi todos los estudiantes lo tienen: BYOD
- Sin fronteras: uso ilimitado en el tiempo y en el espacio
- Nuevas experiencias en entornos informales

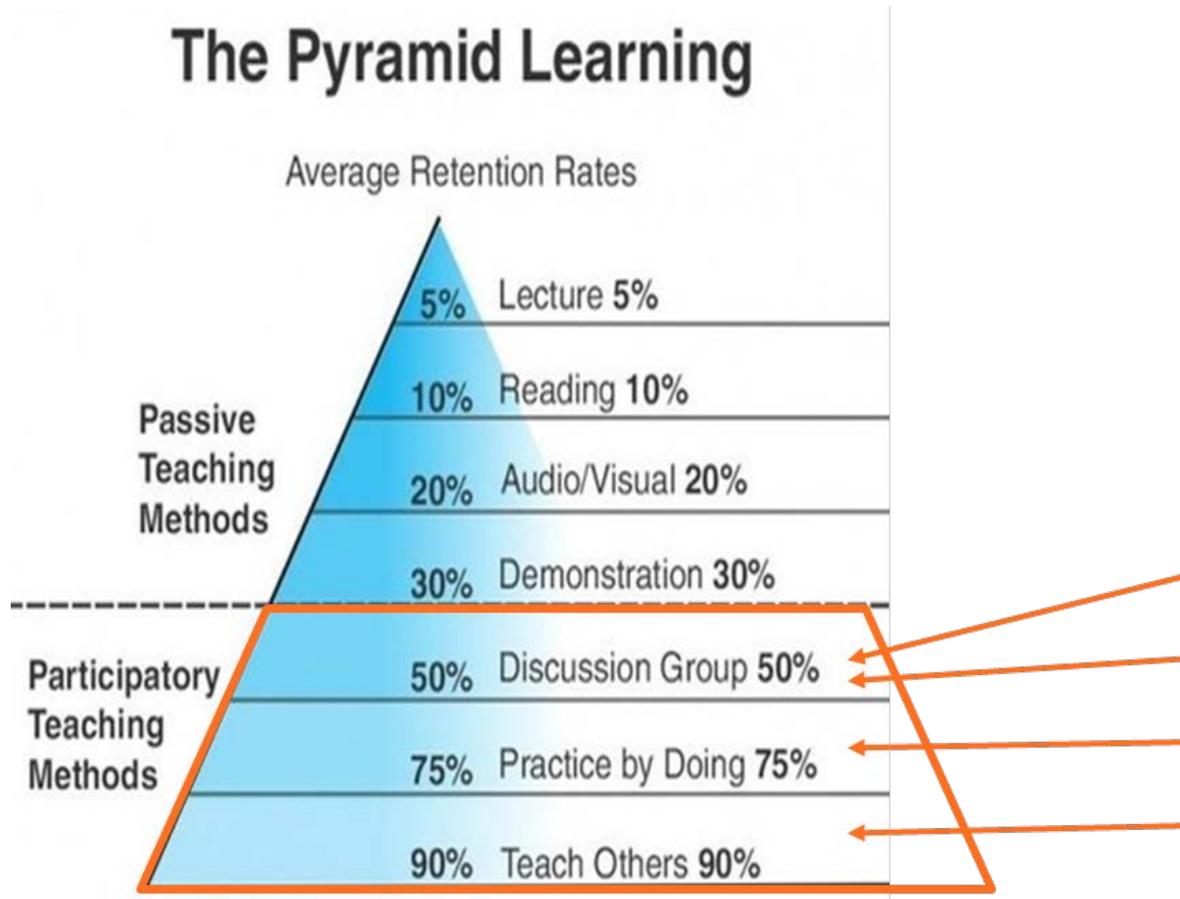


Ventajas



Idea

+ Ventajas



Permiten

- Redes
- Trabajos colaborativos
- Aprender haciendo
- Tutorización por pares

Puesta en práctica

3 Experiencias 3 Universidades

- Universidad de Valladolid, España
- Universidad de Salamanca, España
- Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia



Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Experiencia: Desarrollo de un prototipo para medida de magnitudes físicas basado en smartphones

Dirigida: Estudiantes de la asignatura Física II de las especialidades de Ingeniería Industrial química y mecánica

Objetivo: Entrenar habilidades relacionadas con el trabajo colaborativo, con la realización de proyectos de Ingeniería y con la elaboración y presentación de informes técnicos

Descripción: Se propuso a los estudiantes la realización de dos prototipos para la realización de medidas relacionadas con algunas magnitudes características de la luz.

Se organizaron grupos de 4 estudiantes y se impartió un seminario describiendo las medidas que tendrían que hacer con un dispositivo diseñado por ellos utilizando sus smartphones como dispositivos de medida. Se propusieron tres tipos de proyectos dando la opción de escoger dos de ellos. El trabajo se realizaría fuera del centro dándoles 6 semanas de plazo. Se insistió en que los prototipos deberían ser robustos, fiables y económicos. Los estudiantes deberían presentar una comunicación oral (aprox 15 min) describiendo el proyecto. Deberían incluir los resultados respaldándoles con abundante documentación gráfica. Una memoria económica y el reparto de tareas entre los miembros del grupo. Además realizaron una evaluación por pares puntuando cada uno al resto de los miembros del equipo. Finalmente se realizó una encuesta a todos los participantes.

UVa: resultados

Ejemplo: Construcción de un Polariscopio

• Material utilizado

BOLSAS DE CONGELACIÓN CON ZIP

LÁMPARA CON BOMBILLA (Luz blanca)

CARTÓN (Para evitar luz externa)

CELOFÁN O CINTA ADHESIVA

2 FILTROS POLARIZADORES

GAFAS 3D



• Obtención de polarizadores



• Fabricación de lámpara



UVa: resultados

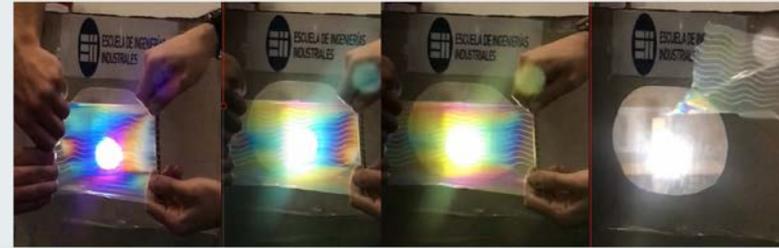
• Presupuesto

MATERIAL	PRECIO NUEVO (€)	¿PUEDE SER REUTILIZADO?	¿ES IMPRESCINDIBLE?
Bolsas con zip	<u>0,15€ unidad</u>	SI	SI
Lámpara	<u>10 €</u>	SI	SI
Bombilla (luz blanca)	<u>2,50 €</u>	SI	SI
Cartón	0,75 €	SI	NO
Cinta adhesiva	1 €	-	NO
Filtros polarizadores	<u>Desde 3,50 €/und.</u>	SI	SI
Gafas 3D polar.	Desde 2 €	SI	NO
Listones de madera	3,50 € aprox.	SI	NO
Clavos	0,75 €	-	NO
Cable bipolar	2 €	-	NO
Enchufe macho	0,75 €	-	NO
Portalámparas	2,50 €	-	NO

• Conclusiones:

• ¿Colores? ¿Qué significan?

Diferentes colores que muestran la intensidad de la tensión interna que soporta el material.

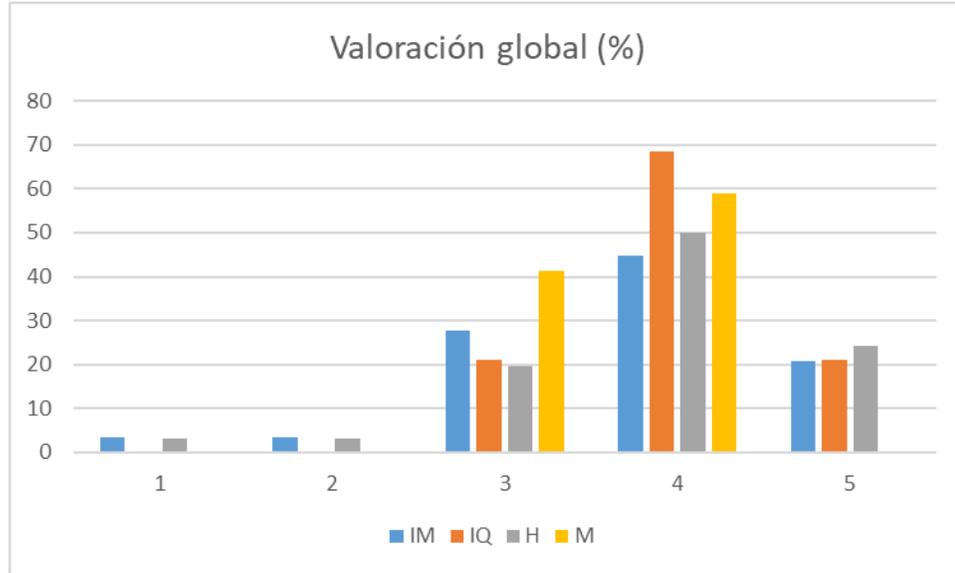


• Reparto de tareas en el grupo

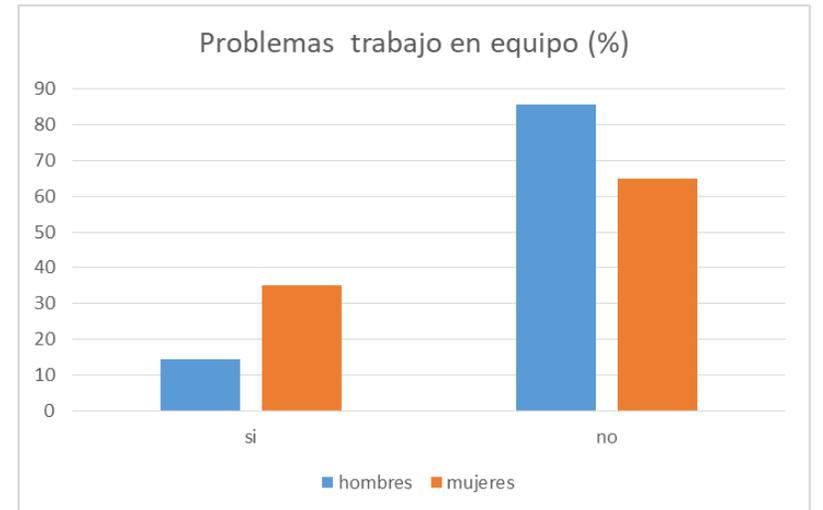
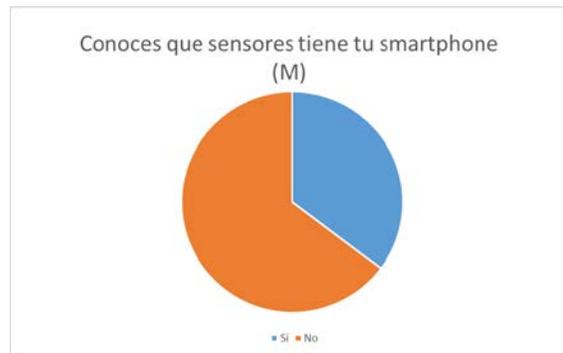
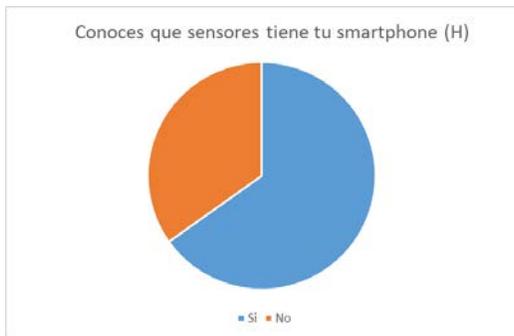
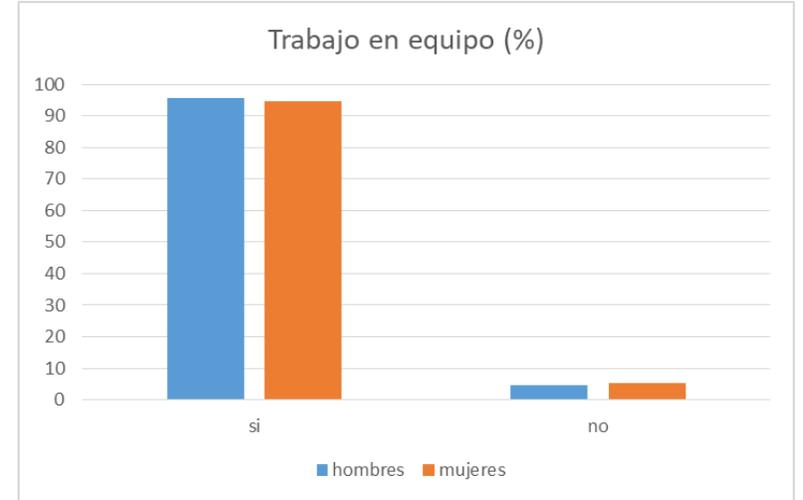
REPARTO DE TAREAS	
Raúl Vaquero Olivar	Isaac Sergio Sánchez Martín
<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y desarrollo del PowerPoint. - Montaje de la estructura para la experiencia de fotoelasticidad. - Obtención de los polarizadores de la pantalla de ordenador reutilizable. - Cálculo del presupuesto general. 	<ul style="list-style-type: none"> - Montaje final de la estructura de la experiencia de fotoelasticidad. - Explicación del marco teórico de los experimentos. - Grabación del equipo realizando las prácticas. - Toma de fotos de las experiencias.
Roberto Velázquez Ramos	Noelia Sancho Pozo
<ul style="list-style-type: none"> - Montaje final de la estructura de la experiencia de fotoelasticidad. - Explicación de los objetivos y conclusiones de ambas experiencias. - Diseño de la presentación oral. - Grabación del equipo realizando las prácticas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicación de los objetivos y conclusiones de ambas experiencias. - Grabación y toma de fotos junto con la edición de los mismos. - Obtención de los polarizadores de la pantalla de ordenador reutilizable. - Grabación del equipo realizando las prácticas a través de una cámara provista de un filtro polarizador.
Tareas comunes	
<ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda de materiales para la realización de las prácticas. - Experimentación y cálculos. 	

UVa: resultados

IM: Ingeniería Mecánica
 IQ: Ingeniería Química
 H: hombres
 M: mujeres



Resultados encuesta



UVa: resultados

- La valoración de la experiencia en general es muy positiva
- Consideran elevado el trabajo realizado
- Hay diferencias de apreciación entre los estudiantes de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química
- Al desglosar por género aparecen también algunas diferencias en la apreciación de ciertos ítems
- Se constató la conveniencia de una tutoría intermedia obligatoria para evaluar el avance del proyecto

Experiencia: Uso de smartphones en Física

Dirigida: Estudiantes del Master de Educación Secundaria

Objetivo: Integrar el uso del móvil para medir magnitudes físicas de forma natural en su labor docente.

Descripción: Se propuso a los estudiantes la realización de experimentos (hasta 9) en distintos campos de la física, mecánica, óptica, ondas sonoras utilizando el móvil como dispositivo de medida.

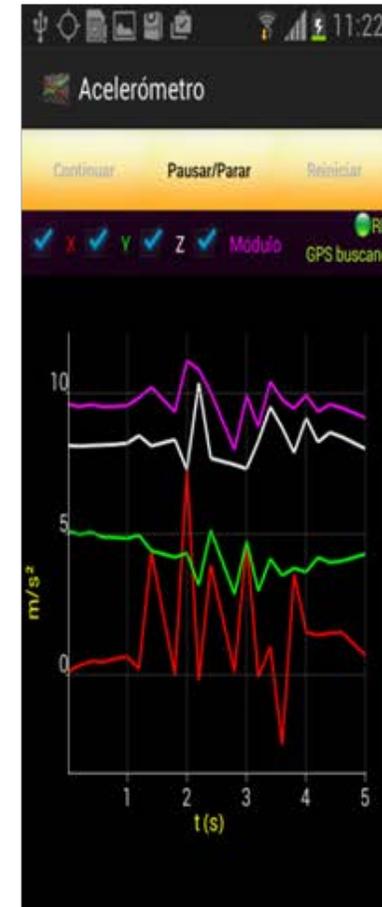
El procedimiento de trabajo incluía , la presentación de un proyecto, el entrenamiento en el uso de las aplicaciones, el diseño de una práctica, la realización de la experiencia, el análisis de los resultados. Además, el planteamiento de la actividad para estudiantes de secundaria y una propuesta de evaluación de la actividad

Usal: app

App: Se utilizaron 2 apps desarrolladas por el grupo TIA de la Universidad de Valladolid “AudiA” y “Sensor Mobile”. Ambas disponibles en la tienda de aplicaciones de Google play



Usal: app



Usal: resultados



medidas en un ascensor

Ejemplo 7: Determinación del período de oscilación de un muelle

■ OBJETIVO

Se pretende registrar simultáneamente con el acelerómetro y el sensor de proximidad las oscilaciones verticales de un muelle, y comparar los resultados que se obtienen para el período. Posteriormente, a partir del período se puede determinar la constante del muelle.

■ MATERIAL

- Dos teléfonos móviles
- App Sensor Mobile
- Muelle (y soporte)
- Distintas masas
- Cestilla donde colocar el móvil y (en su caso) las masas

■ MÉTODO EXPERIMENTAL

- Se coloca en la cestilla el móvil con el acelerómetro conectado (y si es necesario, también la masa adicional)
- Colgar la cestilla del muelle, que está colocado en un soporte
- Situar el otro móvil con el sensor de proximidad conectado debajo de la cestilla, de forma que al oscilar ésta llegue a la distancia que cambia el valor del sensor de proximidad
- Se repite el proceso para distintas masas.

■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

El movimiento vertical de la cestilla (con el móvil) es de tipo oscilatorio armónico, con dependencia temporal de la forma $y=A \sin \omega t$. La aceleración tendrá la misma dependencia temporal. A partir de los datos registrados para la aceleración en función del tiempo por el móvil (o de la figura correspondiente) se determina fácilmente el período de oscilación.

La regularidad de la oscilación provoca un proceso de conexión/desconexión también regular del sensor de proximidad. El período se encuentra midiendo el tiempo entre dos puntos sucesivos que representen el mismo cambio.

A partir del período se puede determinar la constante del muelle por la relación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

■ RESULTADOS

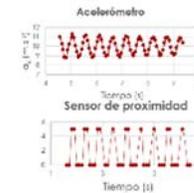
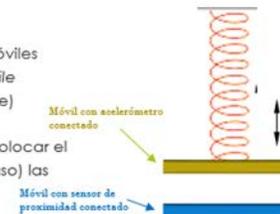
La figura 1 muestra los resultados para la componente z de la aceleración (el móvil se asentaba plano en la cestilla) y los correspondientes al sensor de proximidad.

El valor del período obtenido a partir de ambos sensores es: $T = 0,5 \text{ s}$

■ CONCLUSIÓN

Ambos métodos de medida del período con el teléfono móvil proporcionan resultados coincidentes dentro de la incertidumbre experimental.

DURACIÓN veinte minutos



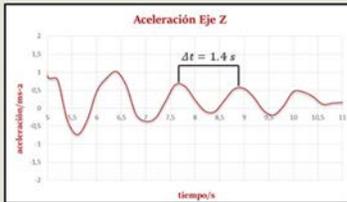
propuesta de guion

Usal: resultados

t/s	Ax/ms ⁻²	Ay/ms ⁻²	Az/ms ⁻²	Módulo
5,000	-8,668	0,221	0,873	8,761
5,200	-10,936	0,777	0,793	10,994
5,400	-10,087	0,687	-0,334	10,116
5,600	-10,281	0,254	-0,737	10,310
5,800	-9,980	0,195	-0,353	9,988
6,000	-9,850	-0,181	0,467	9,863
6,200	-9,536	-0,252	0,835	9,566
6,400	-10,159	-0,074	1,017	10,201
6,600	-10,555	0,444	0,629	10,584
6,800	-10,327	0,692	-0,860	10,352
7,000	-9,495	0,919	-0,266	9,547
7,200	-9,516	0,821	-0,268	9,556
7,400	-10,075	0,622	0,192	10,096
7,600	-10,543	0,326	0,656	10,668
7,800	-10,303	-0,108	0,899	10,324
8,000	-10,179	-0,284	0,329	10,186
8,200	-9,706	-0,250	-0,078	9,710
8,400	-9,852	0,001	-0,097	9,853
8,600	-10,496	0,348	0,223	10,504
8,800	-10,447	0,696	0,336	10,483
9,000	-9,805	0,812	0,545	9,954
9,200	-9,694	0,804	0,292	9,632
9,400	-9,807	0,602	-0,072	9,825
9,600	-10,268	0,317	-0,909	10,272
9,800	-10,438	-0,047	0,063	10,438
10,000	-9,426	0,011	0,489	9,437
10,200	-9,632	-0,028	0,483	9,643
10,400	-9,443	0,155	0,223	9,450
10,600	-10,140	0,441	0,110	10,150
10,800	-10,285	0,263	0,141	10,314
11	-10,0096	0,6991	0,1634	10,0353

RESULTADOS

TABLAS Y GRÁFICAS.



COMENTARIO SOBRE LOS RESULTADOS

Realizando la experiencia de una forma tradicional, determinando el tiempo empleado en realizar cinco oscilaciones hemos obtenido un periodo de 1,9 segundos. Asumiendo que este valor sea "el verdadero" podemos estimar el error relativo cometido.

$$E_r = \frac{1,9 - 1,4}{1,9} \times 100 = 26,31\%$$

Esta diferencia puede deberse a la gran cantidad de variables que pueden influir en el experimento. Desde el cabeceo inicial del teléfono al dejarlo oscilar hasta el hecho de no haberlo equilibrado adecuadamente o errores en el montaje del sistema.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se observa una disminución de la aceleración o amortiguamiento, sin duda consecuencia del rozamiento con el aire.

La distancia entre dos máximos o mínimos corresponde a el intervalo de tiempo transcurrido entre dos posiciones iguales simultáneas del móvil, por tanto es lo que denominamos periodo.

OTRAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1

¿Qué creéis que ocurrirá si aumentamos la masa del péndulo?

¿Cómo afectará al periodo? ¿Y si alteráis la longitud de los alambres?

Comprobadlo experimentalmente

ACTIVIDAD 2

Proponed otros ejemplos de la vida cotidiana que pongan de manifiesto el mismo tipo de movimiento que hemos estudiado durante la práctica. Describir un breve procedimiento por el cual podríais determinar el periodo de dicho movimiento

ACTIVIDAD 3

Realizad una estimación de la velocidad que experimenta el teléfono cuando alcanza el punto más bajo del recorrido. Para ello podéis hacer uso del Principio de Conservación de la Energía Mecánica, deducid como. ¿Se corresponde vuestro análisis teórico con la realidad? ¿Qué velocidad habéis calculado y cuál es la que se obtiene al tratar los datos experimentales?

análisis resultados

propuesta de actividades adicionales

Usal: resultados

- En la evaluación del proyecto, los estudiantes han valorado el uso del móvil en clase de Física con la máxima puntuación (ver tabla). Además consideran que este tipo de actividades es muy útil y de aplicación inmediata en su futura actividad como docentes.
- La actividad se integrará sistemáticamente en las asignaturas de “Didáctica en la Especialidad de Física y Química” e “Innovación Docente en la Especialidad de Física y Química” de cara a las próximas ediciones de MUPES

Cuestiones	1	2	3	4	5
Valora la actividad "Uso del móvil en clase de Física"	0	0	0	0	100%
¿Piensas que los contenidos abordados en la asignatura serán útiles en tu práctica docente?	0	0	0	0	100%
El trabajo final que tienes que hacer en esta asignatura: la presentación de una experiencia ¿consideras que es apropiado a la formación que se supone debéis recibir?	0	0	0	0	100%

Experiencia: Estudio del Campo Magnético

Dirigida: Estudiantes de la asignatura de Electricidad del grado de Físicas

Objetivo: Mejorar el aprendizaje del concepto de campo magnético a través de una metodología práctica de medición

Descripción: Realizar una cartografía del Campo Magnético del Campus de la Universidad. Para ello se desarrolló una aplicación propia en entorno IOS y se proporcionó a los estudiantes, organizados en grupos de trabajo una Tablet para la realización de las medidas. Se dividió en sectores el área del Campus y se asignaron a los diferentes grupos.

Se realizaron unos test, antes y después de realizar las medidas, tanto a los estudiantes que las llevaron a cabo como a un grupo de control, con el fin de evaluar la eficacia de la actividad desde el punto de vista del aprendizaje.

UniNorte: resultados

iPad 11:56 a.m. 100%

LABORATORIO DE FÍSICA ELECTRICIDAD
UNINORTE



CAMPO MAGNÉTICO (μT)

POSICIÓN

Modulo = 28.6

Altura = 22 m

Bx = 13.4

Longitud = $-74^{\circ} 51' 4.3672''$

By = 16.4

Latitud = $11^{\circ} 1' 12.1493''$

Bz = -19.3



De medidas = 50

ENVIAR

AÑADIR

iPad 11:57 a.m. 100%
Cancelar Datos Laboratorio de Fisica 2S2015 Enviar

Para: wlopez@uninorte.edu.co

Cc/Cco:

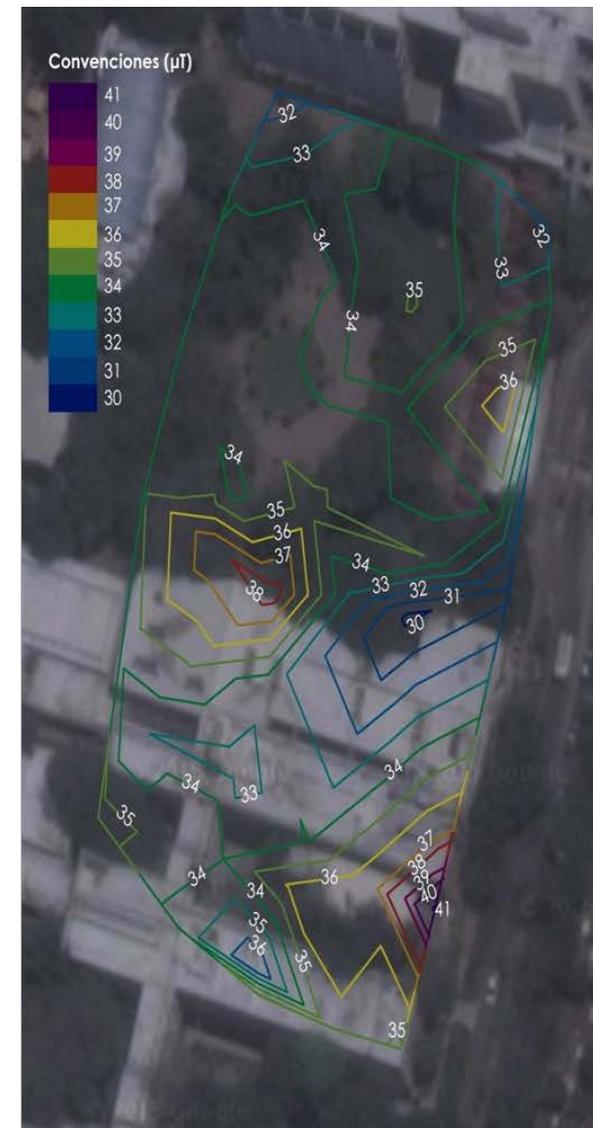
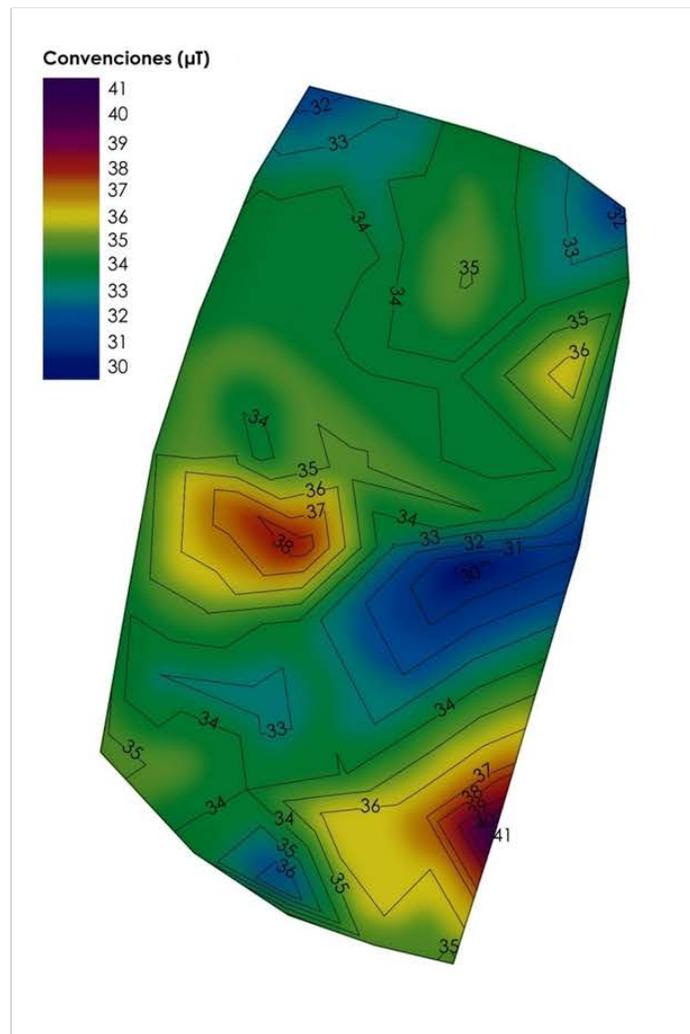
Asunto: Datos Laboratorio de Fisica 2S2015

#	Modulo	Bx	By	Bz	Altura	Latitud	Longitud
1	29.4	13.9	15.6	-20.7	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
2	29.8	14.5	15.7	-20.8	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
3	29.5	14.4	15.2	-20.8	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
4	29.6	13.6	16.2	-20.7	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
5	29.2	13.8	15.6	-20.5	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
6	29.7	13.9	15.7	-21.1	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
7	30.2	14.8	15.7	-21.1	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
8	30.0	14.3	16.0	-21.0	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
9	30.1	14.5	15.9	-21.1	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
10	29.8	14.0	15.7	-21.1	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
11	30.3	14.4	16.5	-20.9	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
12	29.5	14.3	15.4	-20.7	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
13	29.6	13.6	16.0	-20.9	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
14	30.7	14.4	16.2	-21.7	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
15	29.7	13.9	16.0	-20.8	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
16	30.4	13.9	16.6	-21.4	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
17	29.5	13.5	15.6	-21.0	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
18	30.2	14.5	15.9	-21.2	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
19	29.9	14.2	16.0	-20.8	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
20	29.7	14.0	16.0	-20.7	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
21	30.1	14.6	16.0	-20.9	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
22	30.2	14.0	16.2	-21.4	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
23	29.9	14.6	15.9	-20.6	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
24	29.6	14.4	15.7	-20.5	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
25	29.8	13.8	15.7	-21.2	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$
26	29.3	14.0	16.0	-20.2	22 m	$11^{\circ} 1' 12.0890''$	$-74^{\circ} 51' 4.4029''$

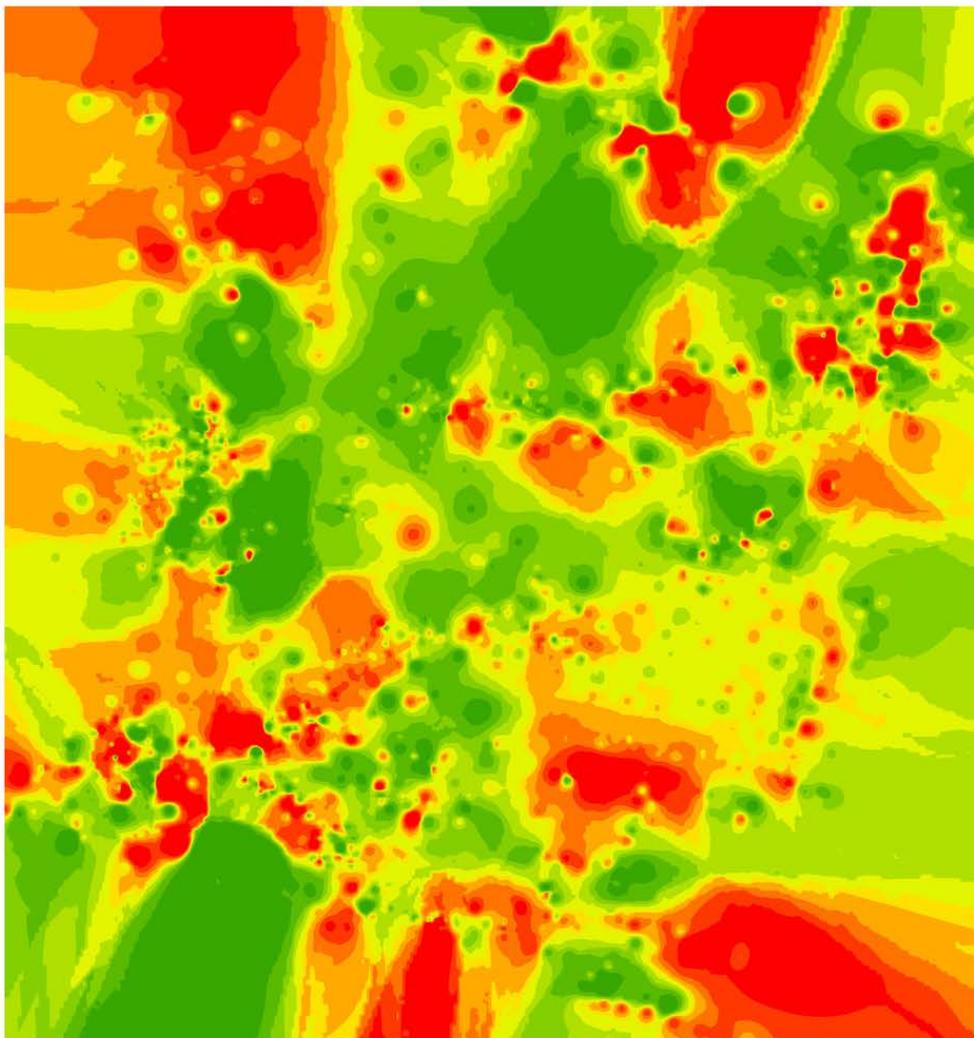
UniNorte: resultados



estudiante tomando medidas



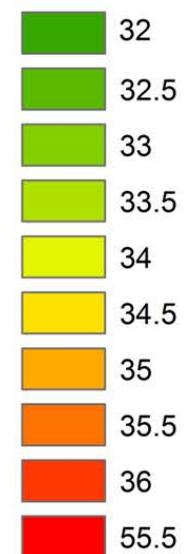
UniNorte: resultados



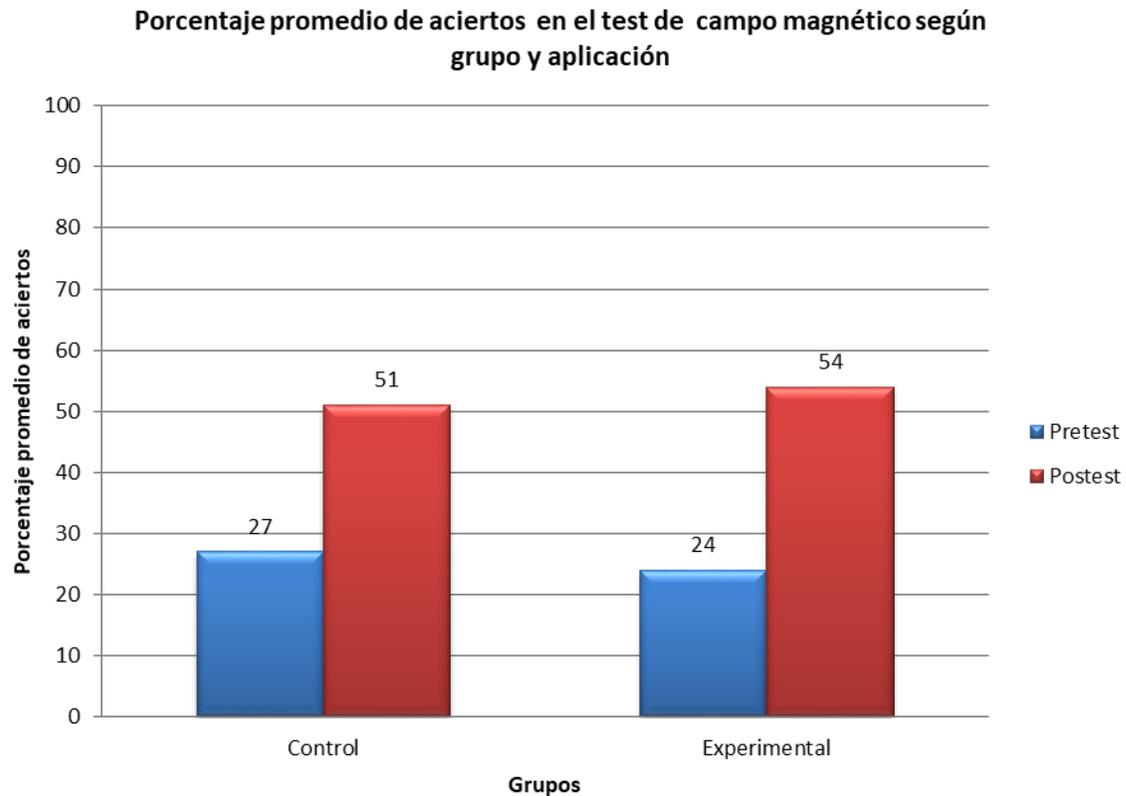
MAPA DEL CAMPO
MAGNETICO DE LA
UNIVERSIDAD DEL NORTE

LEYENDA

Intensidad de campo
magnetico (uT)



UniNorte: resultados



- Se constató una mejora, pequeña pero significativa, de los resultados con relación al grupo de control.
- Los estudiantes transmitieron su interés por este tipo de experiencias realizadas fuera de los laboratorios

Conclusiones

- **Se han realizado 3 experiencias docentes en 3 centros, dirigidas a estudiantes de distintos grados y niveles**
- **Excelente acogida en todos los casos**
- **Parece que resultan estimulantes**
- **Consolidan el trabajo colaborativo**
- **Aunque haya indicios positivos, no hay aún de datos suficientes para concluir sobre sus efectos en el aprendizaje**