

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**Maestría Enseñanzas de las Ciencias Exactas**

**Implementación de una aplicación para equipos móviles que motive las prácticas experimentales de física en estudiantes de grado décimo, de la I.E. Santa Elena del municipio El Cerrito.**

**José Alberto Campo Núñez**

Palmira, 2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**Maestría Enseñanzas de las Ciencias Exactas**

**Implementación de una aplicación para equipos móviles que motive las prácticas experimentales de física en estudiantes de grado décimo, de la I.E. Santa Elena en el municipio del Cerrito.**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magíster en Enseñanzas de las Ciencias Exactas

Director:  
Carlos Segundo Pitre Andrade.

Palmira, 2016

**Nota de Aceptación:**

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Colombia, para optar al título de Magíster en Enseñanzas de las Ciencias Exactas

---

Presidente de Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Palmira, X de mes de 2016

## **Dedicatoria**

Este trabajo educativo hace parte de toda persona que desea mejorar los niveles de calidad en el desempeño de esta noble labor, proponiendo alternativas de enseñanza novedosas que muestren resultados a mediano plazo para mejorar las condiciones de calidad de vida de nuestro país. Comprometido plenamente en considerar que el pilar más importante para transformar el mundo es la educación.

A mi hija Julianita Campo, que es mi aliciente en mis grandes propósitos, gracias mi reina por tu compañía.

## **Agradecimientos**

A todos los maestros y maestras, y a cada uno de los estudiantes que buscan en su diario vivir nuevas propuestas de enseñanza y aprendizaje que les permitan encaminar y potencializar nuevos horizontes en la construcción de una nueva sociedad, a todos y cada uno de ellos está dedicado este proyecto académico. Se espera que se motive el gusto por descubrir y aprender el comportamiento de los fenómenos naturales, desde el punto de vista de la Física.

A mis estudiantes, que con cariño y amor esperan lo mejor de un profesor, ayudándoles a comprender mejor el mundo físico con estrategias de enseñanza novedosas.

## Tabla de Contenido

	pág.
Glosario.....	11
Resumen.....	12
Introducción .....	14
Capítulo I .....	18
Planteamiento del problema.....	18
1.1 Formulación del problema: .....	19
Capítulo II.....	20
Justificación .....	20
Capítulo III.....	23
Objetivos.....	23
3.1 Objetivo general .....	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
Capítulo IV.....	24
Marco de Referencia .....	24
4.1 Marco teórico y estado del arte .....	24
4.1.1 El constructivismo .....	28
Capitulo V.....	31
Antecedentes.....	31
Capítulo VI.....	33
Metodología .....	33
6.1 Socialización de la aplicación physicssensor para los estudiantes.....	35
6.2. Descripción e información de la aplicación PhysicsSensor .....	36
6.2.1 Fotocompuerta, dispositivo que captura datos con la aplicación: physicssensor .....	39

6.2.2 Calibración de la fotocpuerta.....	40
6.2.3 Proceso de socialización de la aplicación: physicssensor .....	43
6.3. Movimiento Uniformemente Acelerado. Descenso de un carrito por un plano inclinado.	44
6.5 Caída libre usando el SONOSCOPIO .....	46
6.5 Movimiento parabólico con APLICACIÓN VIDEO TRACKER .....	50
6.6 Generalidades de la aplicación que analiza los sonogramas, obtenidos con el Sonoscopio. .....	53
Capitulo VII .....	55
Resultados y discusión .....	55
7. Conclusiones .....	57
Referencias Bibliográficas .....	60
Anexo .....	63

## Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Esquema de funcionamiento de la adquisición de datos. ....	27
Figura 2. Panel Principal de la aplicación PhysicsSensor.....	36
Figura 3. Foto compuerta (FT) lista para su aplicación.....	39
Figura 4. Regla cebra con 15 divisiones. Que al pasar por la fotoc compuerta genera pulsos, que son leídos por la aplicación del SONOSCOPIO.....	40
Figura 5. Calibración del sonoscopio con la regla cebra. Tarjeta de sonido para acondicionar la señal a la aplicación. ....	41
Figura 6. Fotocompuerta, en la fecha se aprecia la cinta de enmascarar (flecha roja) que disminuye la luz incidente en la fotorresistencia. ....	42
Figura 7. Sonograma en el que se aprecian los pulsos recortados y no definidos. (Flecha roja)..	42
Figura 8. Sonograma mejorado en el que se observa, que los pulsos son bien definidos.....	43
Figura 9. Montaje experimental con la regla cebra.....	44
Figura 10. Adquisición de la información .....	44
Figura 11. Sonograma del montaje realizado correspondiente al mostrado en la Figura 8. ....	45
Figura 12. Tabulación de los datos entregados por el sonograma. Y formato de presentación de resultados. ....	46
Figura 13. Montaje para la medición de la aceleración del campo gravitacional de la tierra. Imagen, archivo propio .....	47
Figura 14. Sonograma obtenido a partir del montaje mostrado en la Figura 12.....	48
Figura 15. Descripción del movimiento de caída libre. Con la respuesta proporcionada por la aplicación PHYSICSSENSOR. ....	49
Figura 16. Esquema de montaje experimental para obtener la trayectoria que describe una esfera en caída libre para registrar los datos en la aplicación PhysicsSensor. ....	51
Figura 17. Se muestra el menú mediante el cual se obtiene la información del respectivo movimiento analizado.....	51

Figura 18. Resultados del movimiento semi-parabólico. Imagen, archivo propio ..... 52

Figura 19. Información obtenida por la aplicación del sonoscopio (sonograma), se aprecia que  
todos los pulsos están bien definidos. Imagen, archivo propio..... 54

## Lista de Anexos

	pág.
Anexos A. Archivo fotográfico de los estudiantes manejando la aplicación de PhysicsSensor...	63
Anexos B. Regresión lineal y cuadrática .....	65
Anexos C. Generalidades de los equipos celulares.....	66
Anexos D. Terminologías de funcionamiento. ....	69

## Glosario

**APLICATIVO O APLICACIÓN:** El Software de Aplicación son los programas diseñados para o por los usuarios para facilitar la realización de tareas específicas en la computadora, como pueden ser las aplicaciones ofimáticas. Son muy utilizados en los celulares o equipos móviles, (procesador de texto, hoja de cálculo, programa de presentación, sistema de gestión de base de datos...), u otros tipos de software especializados como software médico, software educativo, software de mediciones, editores de música, programas de contabilidad, etc.

**FOTOCOMPUERTA:** transductor que convierte una señal análoga luminosa, en una señal digital. Valiéndose del cambio de la resistencia de salida en una fotorresistencia.

**SONOGRAMA:** Grafico de pulsos, que representa la información capturada por un transductor.

**SONOSCOPIO:** Aplicación que permite el análisis del sonograma, obtenido los datos de las variables monitoreadas. A saber: tiempo, posición en X, posición en Y.

## Resumen

Se proponen un conjunto de experiencias de Física orientadas a enseñanza media y primeros años de la enseñanza superior que se realizan gracias al empleo de teléfonos inteligentes. Los equipos móviles, los cuales abarcan los celulares y tabletas o IPADS, permiten la adquisición de información contenida en un experimento. Estos dispositivos de uso sumamente extendido en todo el mundo suelen contar con un conjunto de sensores para medir: aceleración, rotación, sonido, luminosidad, proximidad, campo magnético, entre otros; que los transforman en versátiles instrumentos de medida. Los campos de la Física que abarcan estas experiencias son muy amplios, destacándose mecánica, electromagnetismo, oscilaciones, ondas y óptica. El empleo de dispositivos de uso cotidiano como lo son los celulares en los estudiantes, despierta en ellos el interés por aprender y conocer más aplicaciones de estos equipos, en otros campos del conocimiento.

El propósito de adecuar los equipos celulares para obtener información de un evento experimental, permite acortar la brecha entre la Ciencia como un objeto abstracto de estudio reservado para unos pocos y la Ciencia como una apasionante aventura presente en todos los aspectos de la vida. Es por ello que este trabajo presenta una justificación de la relevancia que tiene el aprovechar los espacios de laboratorio y resaltar su importancia en el desarrollo de las clases de física y adicionalmente en el desarrollo del pensamiento físico-matemático de los estudiantes.

La metodología aplicada para el desarrollo de este trabajo está enmarcada en el aprendizaje por medio de prácticas de laboratorio y la deducción de las leyes físicas experimentales elementales para los grados de básica secundaria. Adicional a lo anterior el

manejo de la información obtenida de un experimento necesita un tratamiento para obtener su interpretación y deducir la ley física que generaliza su comportamiento.

**Palabras clave:** Sonoscopio, Sonograma, Dispositivos móviles, Transductores, Fotocompuerta, Physicssensor (ps), Aplicación de Celular, Android,

## **Introducción**

En este documento se reivindica la importancia del laboratorio de física, y se incentiva su práctica con la adecuación de los dispositivos móviles como instrumentos de captura y análisis de datos experimentales. En Colombia la educación con calidad es una necesidad apremiante y cualquier esfuerzo por lograr este objetivo es perfectamente válido. Una de estas propuestas se ven reflejadas en los contenidos del plan decenal de educación en el que la ciencia y la tecnología deben estar integradas en la educación, con el fin de despertar el espíritu científico y la creatividad de los estudiantes a través de la robótica y las energías alternativas. El trabajo en el laboratorio se presta para la demostración cuantitativa de los fenómenos, familiarizarse con instrumentos de medida, enseña a manipular los datos experimentales, aclara conceptos, verifica leyes o las induce, es por lo tanto el lugar ideal para aprender a utilizar y aplicar el conocimiento en situaciones reales. De este modo las práctica de laboratorio ocupan un papel de suma importancia, toda vez, que el estudiante al realizar una práctica, fija su conocimiento por diferentes canales de comunicación con su medio exterior, esto garantiza un aprendizaje del “cómo funciona”.

La información que el experimento brinda debe capturarse para su análisis, en este aspecto se desarrollara el presente trabajo, siendo esta una de las etapas más importante en la práctica de un laboratorio. La cual involucra la adquisición de datos, con esta premisa en mente se utilizaran los dispositivos móviles como sistema de adquisición de datos.

Para describir un movimiento de un objeto, se debe obtener información con el fin de analizar su comportamiento, a este procedimiento se denomina: Adquisición de Datos. La adquisición de datos (DAQ) es un proceso de medición a través de un computador o un teléfono

inteligente de un fenómeno eléctrico o físico, a saber: voltaje, corriente, temperatura, presión, sonido etc. Un sistema DAQ está compuesto por sensores, hardware y un software programable. Comparados con los sistemas de medición tradicionales, los sistemas DAQ aprovechan la potencia del procesamiento, la visualización, y las interfaces de conectividad entre dispositivos móviles. En este orden de ideas es una aplicación de fácil acceso y ejecutable en los teléfonos inteligentes, promueve su manipulación en cualquier lugar, y modelando el comportamiento de un sistema físico cotidiano.

Las prácticas experimentales de Física, para décimo grado, por ejemplo: caída libre, movimiento en un plano inclinado, movimiento parabólico, movimiento pendular, etc. Requieren de equipos sofisticados de medición que permitan corroborar la validez de la teoría Física.

Los equipos sofisticados para la realización de prácticas de laboratorio limitan su uso para los estudiantes de clases populares, como los afirma, Mosquera & otros (2014).

*Mientras que en las prácticas de laboratorios no convencionales no es necesario que exista un espacio designada para ello, éstas pueden hacerse en cualquier parte que se adecúe a las necesidades de un determinado experimento, donde no se tienen que utilizar materiales de alto costo sino que se buscan opciones dentro de elementos que sean de fácil acceso a los estudiantes. Otra característica de los las prácticas no convencionales es que no siempre se sigue una receta dada por el maestro ya que los mismos estudiantes la pueden elaborar y además pueden describir lo que observan y de ahí adecuarlo a una teoría. (Mosquera, Román, & Velásquez, 2014, p 24. ).*

Que corrobora la necesidad de facilitar el acceso a prácticas experimentales con elementos de fácil acceso, con lo que el estudiante puede realizar su laboratorio en un salón de clase.

Según Castañeda & Alonso (2012), “estos equipos son de difícil acceso en escuelas públicas por su alto costo”.

Sin embargo podemos utilizar una aplicación para equipos móviles de acceso gratuito, que garantice resultados similares que los equipos de alto costo.

El registro de la información del experimento se obtiene mediante un instrumento de medida, que en este escenario es una aplicación para equipos celulares, llamada PhysisSensor (PS), de acceso libre, creada por la Escuela de Física de la Universidad Nacional sede Medellín. (Aristizábal, 2015)

Esta aplicación se compartió entre estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa de Santa Elena, El Cerrito (Valle del Cauca), quienes la implementaron en sus equipos móviles para realizar algunas mediciones de carácter físico.

La enseñanza de las ciencias se ha permeado por la programación de computadores o software, análogamente para los equipos móviles los programas, reciben el nombre de aplicación, que viene de la lengua inglesa: App. Con esta perspectiva en mente se pueden distinguir dos tendencias: una *algorítmica*, en la que el aprendizaje se logra tras seguir una secuencia lógica y ordenada de instrucciones, la información se presenta en forma secuencial para que sea seguida por el estudiante. Y otra *HEURISTICA*, en la que predomina el aprendizaje de forma experimental y por descubrimiento, el educando llega al conocimiento a partir de la experiencia, creando y probando sus propios modelos de pensamiento. (Furio, 2006).

La experiencia docente permite asegurar que romper el ritmo de una clase de física, para desarrollar en el aula una actividad experimental tiene muchas ventajas, además de ser muy bien acogida por los alumnos que la consideran como una ventana a la realidad y deja de ser abstracta.

Se espera que las aplicaciones con fines educativos para equipos móviles sean de uso masivo y contribuyan a mejorar las competencias científicas en los educandos. Motivando la iniciativa por construir experimentos en los que sean aplicables las técnicas de medición propuestas en este trabajo.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema

La ciencia implica hacer preguntas, buscar respuesta y proponer un conjunto de reglas para relacionar una amplia variedad de observaciones. La intuición y la inspiración intervienen también en la ciencia. La ciencia se basa en observaciones, estas conducen a suposiciones lógicas llamadas hipótesis. Una hipótesis permite hacer predicciones que puesta a prueba, se verifica la validez de la hipótesis planteada inicialmente. Con este trabajo se proyecta posicionar una herramienta tecnológica de fácil acceso que facilite la adquisición y fijación de conocimientos de física en los estudiantes de ciencias básicas.

*“El constructivismo aporta una visión compleja, en la que el aprendizaje memorístico se contrapone al aprendizaje significativo...”* (Pico, 2004, p 26.)

La memorización de un concepto o de una fórmula no implica que haya un raciocinio mental, es necesario que en la aplicación de una teoría se respalde con la práctica, representada en un evento experimental. Es claro que la resolución de problemas o situaciones físicas, requieren en alguna medida la aplicación de la memoria para encontrar la solución, pero no debe ser el factor determinante para encontrar la respuesta. Es por esto que el arte de razonar sería una habilidad fundamental para mejorar el desempeño académico de nuestros estudiantes.

Basado en el concepto emitido por el profesor Crespo donde plantea que el desarrollo de una práctica de laboratorio es:

*“Proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza temporal y espacialmente, para ejecutar etapas*

*estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los alumnos pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque Interdisciplinar-Profesional”*, (Crespo, et al., 2005, p38. ).

Esta apreciación puede ser una alternativa para que el maestro despierte el interés en los estudiantes haciendo una entrega de un equipo de laboratorio y mediante una serie de preguntas el estudiante descubra que fenómeno físico está demostrando o quiere demostrar. Sin embargo, muchos estudiantes piensan que el propósito del trabajo de laboratorio es seguir instrucciones y obtener la respuesta correcta, por lo que se concentran en la idea de manipular instrumentos más que manejar ideas. (Hofstein & Lunetta, 2004).

### **1.1 Formulación del problema:**

¿Cómo implementar una práctica experimental de Física en el aula de clases sin necesidad de elementos y equipos de medida sofisticados y costosos, haciendo uso de instrumentos de medida de fácil adquisición?

## **Capítulo II**

### **Justificación**

La habilidad de modelación y experimentación de un objeto de estudio ligado a un fenómeno físico, y encontrar posibles soluciones a una situación física planteada, es una competencia cognitiva que se debe estimular desde los primeros años de la vida académica, donde el estudiante debe realizar acciones experimentales para hacer efectiva la actividad del estudio de la Física, como: transformar el objeto de estudio, desarrollar el modelado a través de la representación matemática y realizar la experimentación del modelo matemático del fenómeno estudiado en equipos disponibles en los laboratorios, o usar la simulación numérica del fenómeno a través de programas computacionales.

Según De Zubiria (1987), “es una realidad que los estudiantes de los primaria y secundaria reciben una enseñanza tradicionalista, basada en la memorización de conceptos, cuando en estas edades no se aprenden conceptos sino nociones” (p12. ), además de que no relacionan lo aprendido con su diario vivir, esto hace que no brinden solución a diferentes situaciones que se les plantean en su entorno o en pruebas que establece el estado, como las Pruebas Saber, las cuales en los últimos cuatro años (2009,2012, 2013, 2014) han arrojado resultados insuficientes en el área de las Ciencias Naturales, consecuencia que deja al municipio de El Cerrito como entidad territorial por debajo del promedio nacional y por fuera de las entidades que tuvieron niveles satisfactorios. (Secretaría de Educación, 2015)

La importancia de la actividad experimental en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, es validada continuamente por los profesores de Física, quienes vemos en estas prácticas una ventana hacia el despertar del interés científico del estudiante. Claro está que no es una labor

fácil porque el educando espera obtener conclusiones sin hacerse preguntas que lo lleven a pensar. En este sentido, se ha planteado que el experimento juega un papel central en la enseñanza de la Física dado que posibilita desarrollar tres aspectos que están íntimamente ligados, pero que se pueden diferenciar por el énfasis hecho. En primer lugar, el experimento permite la organización de la experiencia y los procesos vinculados a la construcción de magnitudes y formas de medida. En segundo lugar, el experimento permite proponer problemas conceptuales en torno a la organización de los fenómenos. Por último, la actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o entramado de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta organización conceptual.

Como señalan Hofstein y Luneta (2004), la enseñanza centrada en el laboratorio posee importantes ventajas como:

- Ser un medio de aprendizaje, en el que los profesores aplican, de forma integrada, conocimientos, tareas y recursos (y actitudes, añadimos nosotros) para favorecer una enseñanza efectiva.
- Su gran potencial como medio de aprendizaje, capaz de promover importantes logros y motivación en los estudiantes.
- Proporcionar a los profesores los conocimientos, habilidades y recursos para realizar su docencia con eficacia, al permitir que los alumnos interactúen, intelectual y físicamente, utilizando sus manos, en la investigación y su mente para la reflexión (y su inteligencia emocional, añadimos nosotros).
- Saber que la percepción y la conducta de los estudiantes en el laboratorio está muy influenciada por las expectativas de los profesores, la evaluación y los medios utilizados (y el trato recibido, añadimos nosotros).

La didáctica de la Física, relacionada con los asuntos de enseñanza y aprendizaje, tiene como fin el orientar los procesos de pensamiento que conllevan a la adquisición de conocimientos propios de la Física. Según Auzaque, Contreras, & Delgado (2009), no debe ser entendida como *“un conjunto de actividades que rompen la rutina del aula de clase, divierten a los estudiantes o les dan un momento de esparcimiento y relajación”*, es decir, que no consiste en inventar estrategias facilistas y sin objetivos, esta debe aparecer cuando el docente piensa en su quehacer como guiador de un proceso científico para que los estudiantes manejen e implementen temas de Física, sabiendo las ventajas conceptuales que involucra la realización de prácticas experimentales.

Trabajos de investigación en didáctica de la Física indican que la enseñanza por transmisión verbal no es la mejor metodología para lograr que los estudiantes comprendan con profundidad los temas expuestos, especialmente Chen, (2010); Fakcharoenphol, (2011), pues en ella el estudiante es principalmente un receptor de información. A pesar de la evidencia, este método de enseñanza continúa siendo el más usual en las aulas; sin embargo, debido a los avances científicos y tecnológicos, la demanda de profesionales mejor capacitados aumenta y el papel del educador es trascendental para lograr satisfacerla.

Con estos argumentos se hace pertinente promover la práctica de laboratorio en la clase de Física, para mejorar el nivel de conocimiento básico que un estudiante debe adquirir en básica secundaria. La limitación de presupuestos, bajo esta óptica, no es causa para restringir la práctica experimental de Física, en un salón de clases, porque con elementos y materiales de fácil consecución se construyen laboratorios de Física básica, con resultados demostrativos en el quehacer científico.

## Capítulo III

### Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Implementar y manipular la aplicación PhysicsSensor en los dispositivos móviles (celulares) de uso cotidiano en los estudiantes, como una herramienta pedagógica para la motivación del aprendizaje de los conceptos básicos de Física, en estudiantes de grado décimo, de la Institución Educativa Santa Elena (El Cerrito, Valle del Cauca).

#### 3.2 Objetivos específicos

- Estudiar los conceptos básicos de un sistema de adquisición de datos (DAQ), por sus siglas en inglés, reconociendo sus principales componentes.
- Buscar la integración académica del alumno con el sistema de investigación científica, e impulsar el interés por la ciencia y la tecnología.
- Capturar los datos generados por la experimentación de un proceso físico, con una aplicación para equipos móviles.
- Ampliar el uso de las aplicaciones implementadas en un equipo de comunicación móvil.
- Interpretar y analizar la información entregada por la aplicación PhysicsSensor.

## Capítulo IV

### Marco de Referencia

#### 4.1 Marco teórico y estado del arte

En el desarrollo de habilidades y competencias de los estudiantes de básica secundaria y universitarios, están las de carácter tecnológico, que se requieren para ser competitivos, por lo tanto se ha propuesto que los niveles de enseñanza sean cada vez más intensivos y más rigurosos, en donde los futuros profesionales de distintas áreas tengan la capacidad de enfrentarse a las necesidades de la sociedad moderna que cada vez son más ambiciosas y exigentes, de esta manera como en el caso de las ingenierías, hoy se está exigiendo que el futuro profesional tenga una gran cantidad de capacidades, en donde el principal objetivo es que utilice las tecnologías que estén a su alcance para el diseño de nuevas herramientas que puedan servir para comprender una ley física de forma experimental. En este proceso de aprendizaje se incentiva la construcción e implementación de sistemas de medición de magnitudes físicas en varias clases de procesos que le permiten aplicar su inventiva e iniciativa.

De esta manera es que en la formación de profesionales es necesario que en las Prácticas de Laboratorio de física, ya sea en mecánica, electricidad o electrónica, se implemente el uso de nuevas tecnologías o técnicas de enseñanza, medición o investigación, de esta manera que al involucrar nuevos sistemas de enseñanza se está obligando a los directivos de las Instituciones Educativas encargados de diseñar los planes curriculares de secundaria, a actualizarlos a estas nuevas exigencias, rompiendo el paradigma de la enseñanza tradicional, para iniciar un sistema en el cual se utilicen las nuevas tecnologías de enseñanza, de esta manera los maestros tienen que

cambiar sus metodologías de enseñanza en las clases teóricas a prácticas para poder cumplir con los nuevos requerimientos.

La física, la química y la biología son ciencias experimentales y se basan en la observación ya sea cualitativa o cuantitativa. Para la física la experimentación se hace de lo cotidiano, lo que facilita su aprendizaje, sin necesidad de espacios sofisticados para su estudio. El quehacer científico parte de la curiosidad, por lo tanto su esencia radica en la capacidad humana para plantearse preguntas y formular hipótesis. Esta capacidad surge de la necesidad de saber y entender el porqué de las cosas.

“Se debe confirmar la hipótesis con experimentos que reproduzcan las condiciones bajo las cuales ocurre el fenómeno estudiado, y de esta forma, poder observarlo mejor.” (Bautista et al, s.f., p. 11).

Colado (2003) opina que la actividad experimental está orientada hacia la comprensión de la naturaleza de los conocimientos científicos, las características de la actividad investigadora, la utilización de los métodos de observación y experimentación a través del enfrentamiento a tareas y soluciones de problemas del entorno cotidiano, que permiten la adquisición de formas de razonamiento sistemáticas y generalizadas, y que contribuyen a desarrollar capacidades intelectuales en el proceso de aprendizaje y al mismo tiempo incrementan el interés por el estudio de las ciencias naturales y su responsabilidad en la valoración de utilidad y significado social.

En Física, la captura y análisis de datos de un experimento, es una actividad que involucra una de las etapas más importantes de esta ciencia experimental, de la cual se desprende la descripción de determinado comportamiento natural, siendo consecuentes con este enunciado, el uso de equipos móviles inteligentes, tienen las características necesarias para

implementar una medición y adquisición de datos de fácil acceso y excelente precisión. Los teléfonos inteligentes son computadores con microprocesadores, que llevan a cabo tareas sofisticadas, cuya aplicación en prácticas experimentales permite llegar a resultados que verifican las teorías y leyes de la Física.

Específicamente Hodson, (1994), hace una revisión de los principales aspectos que justifican los beneficios que el trabajo experimental aporta a la educación. También realiza una evaluación de los objetivos que tienen los docentes al momento de proponer una actividad experimental y concluye que no hay un punto de consenso entre el tipo actividad experimental y los objetivos; por tanto propone que pueden considerarse cinco categorías generales, a saber: a) la motivación, b) técnicas de laboratorio, c) aprendizaje de conocimientos científicos, d) enfocado en el método científico y e) para desarrollar actitudes científicas.

Los experimentos de bajo costo y a micro escala, que consideran la construcción del material de laboratorio por los propios estudiantes, puede contribuir a desarrollar la creatividad y fomentar un aprendizaje significativo de la Física, esto sin duda estimulará a nuestros estudiantes a reproducir por su cuenta lo visto en clase, reforzando nuestro trabajo e indirectamente se convierten en difusores de la Ciencia. Utilizar este tipo de materiales puede tornar las experiencias más lúdicas y mostrar la Física como una ciencia de lo cotidiano y no como algo abstracto.

De acuerdo a Peña (2012), las actividades experimentales son aquellas actividades educativas en la ciencia que para su realización incluyen una experiencia que sea real, efectuada por el maestro con la colaboración de los estudiantes, empleando materiales de su entorno, y que dirijan y articulen el proceso enseñanza-aprendizaje y evaluación de algún concepto científico.

Algunos especialistas, (Gíl Pérez, D., Furio, C., & Valdés, Ruiz, D., Azuaje, E., & Ruiz, H. etc.) En técnicas pedagógicas apuntan su discurso hacia un mayor uso del laboratorio, con prácticas que faciliten en el estudiante la comprensión de un conocimiento específico. Se debe considerar al laboratorio de Física como un auténtico espacio para la construcción del conocimiento donde se experimenta técnicas y experiencias de aprendizajes, a través de la captura de datos para su posterior análisis.

“El análisis gráfico es una forma de describir los movimientos”.... (Bautista, et al, s.f., [p.36](#))

Al graficar la información obtenida de un laboratorio de física, lo que interesa es conocer y describir su comportamiento mediante una ecuación que es obtenida al realizar una regresión lineal o cuadrática de los datos obtenidos.

#### **4.1.1. Breve descripción del proceso de adquisición de datos.**

#### **Figura 1. Esquema de funcionamiento de la adquisición de datos.**

Fuente: PCE. (2016). Instrumentos de medida Sistemas Transductores. Recuperado de: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/transductores.htm>

Los transductores son ampliamente utilizados en el acondicionamiento de señales, normalmente se puede obtener una medición mejor de una cantidad si ésta se puede convertir a otra forma que sea más fácil de medir o exacta de observar. Por ejemplo, el termómetro de

mercurio convierte cambios de temperatura en cambios de longitud de una columna de mercurio, las variaciones en la longitud de la columna de mercurio dan cuenta de la temperatura a la que está sometida el termómetro. Los transductores convierten cantidades físicas en señales eléctricas. Los transductores eléctricos (micrófonos, parlantes y fotorresistencias) son los más utilizados hoy en día. Su amplio uso es debido a que las señales eléctricas poseen muchas cualidades y características que son fácilmente acondicionadas para su detección por dispositivos electrónicos. Si una señal eléctrica es débil, se puede amplificar hasta cuando su amplitud sea lo suficientemente detectable por el equipo de medida acondicionado. Fácilmente hay dispositivos para registrar y observar señales eléctricas que pueden seguir variaciones de alta frecuencia, por lo tanto una magnitud no eléctrica que tiene una variación de muy alta frecuencia (tal como las vibraciones de un sólido) se puede convertir a una forma eléctrica y obtener su señal de registro. El transductor que se utilizó para acoplar la señal producida por el cambio de posición fue la fotorresistencia, la cual a una variación en la intensidad luminosa incidente, produce un cambio en su resistencia y la tarjeta de sonido del dispositivo móvil detecta esta variación. De esta forma se obtiene la información de la magnitud física que está en movimiento. La sensibilidad del dispositivo móvil, permite detectar variaciones en unidades de tiempo del orden de  $23 * 10^{-5}$  segundos.

#### **4.1.2 El constructivismo**

**El constructivismo** se basa en el principio de Mergel (1998), que: *“quien aprende construye su propia realidad, o por lo menos la interpreta de acuerdo con la percepción derivada de su propia experiencia”*, que lo prepara para enfrentar exitosamente situaciones de la

vida real. (p 58.). En consecuencia cobra importancia el hecho de que el estudiante aprenda experimentando con los propios materiales del medio ambiente que lo rodea, que tenga participación activa en su proyecto de vida y sobre todo, que las herramientas puestas a su disposición sean aprovechadas, en este caso en su vida laboral.

Ante la experiencia con7structivista es necesario que el docente conozca de antemano qué ideas previas tienen los estudiantes acerca del tema tratado, con el fin de constituir los aspectos conceptuales, actitudinales y procedimentales, para que los conocimientos nuevos puedan integrarse en forma efectiva.

La evidencia puede ser la obtenida a partir de las investigaciones científicas o de las bases de datos. Incluye también identificar, interpretar, obtener o elaborar información textual, tabular o graficar u otros símbolos de representación relevantes a los principios de la ciencia, expresando conceptos, revisando información. Pero la vía correcta es obtener la información con nuestros propios medios, con instrumentos que sean manipulados por el experimentador.

Las prácticas de laboratorio facilitan la aprehensión de un conocimiento, por todos los factores inmersos en esta actividad. Con estos razonamientos en mente es de suma importancia, promover esta clase de actividades con las herramientas que se tienen a nuestro alcance. Estas herramientas son de uso cotidiano en nuestro medio, como son los equipos celulares y tabletas. En los celulares se les instala una aplicación que permite dotarlos de la capacidad de hacer mediciones con exactitud y precisión, aprovechando los sensores con los cuales estos dispositivos móviles vienen dotados, como son con sensores de medición de variables ambientales y signos vitales del cuerpo humano.

Por ejemplo, con estas herramientas los estudiantes capacitados experimentan planteando situaciones mecánicas en las cuales, es adecuado el montaje de un transductor o fotoc compuerta

para captar datos de posición. Luego esta información tabulada, se analiza con los programas de regresión de la aplicación PHYSICSENSOR.

En Física, la toma de datos y su análisis es una actividad que involucra una de las partes más importantes de esta ciencia experimental, de la cual se desprende la descripción de determinado comportamiento natural. Siendo consecuentes con este enunciado, el uso de equipos móviles -hablando de teléfonos inteligentes- tiene las características necesarias para implementar una medición y adquisición de datos, de fácil acceso y excelente precisión.

## Capítulo V

### Antecedentes

La práctica de laboratorio de ciencias, es un área descuidada para la enseñanza de las ciencias, debido a la relevancia limitada que los docentes le merecen. Este panorama no favorece que el estudiante adquiera habilidades y técnicas de medición, manipulación de instrumentos de medida y manejo de la información.

García, Martínez & Mondelo (1998). dicen que con frecuencia los profesores enfocan los trabajos prácticos de laboratorio hacia una enseñanza tradicional de las ciencias experimentales, al ser más dependientes y pedir la de las respuestas correctas que aparecen en los textos o esperadas por el docente, y menos condicionadas a los resultados de una auténtica situación real, aspecto que origina en muchos alumnos, una visión distorsionada sobre el enfoque metodológico de las ciencias naturales, lo cual termina limitando las posibilidades para desarrollar las capacidades científicas en nuestros estudiantes. Las respuestas correctas son claves, pero no fundamentales para el aprendizaje porque cometer errores de igual forma enseñan. El salón de clases se presta para comunicar abundante información en poco tiempo, algunos temas se pueden inducir a partir de demostraciones cualitativas o videos; por otro lado en los laboratorios las demostraciones de tipo cuantitativo de datos experimentales, aclara conceptos, verifica leyes o las induce, y es por lo tanto el lugar ideal para aprender a utilizar los conocimientos en situaciones reales. Es importante aclarar que las virtudes de un laboratorio son desperdiciadas, porque estas prácticas se limitan a seguir una receta y obtener una respuesta correcta, en lugar de proporcionarle al estudiante la posibilidad que descubra con sus propia iniciativa algunas leyes básicas de la física, experimentando y aplicando el método de error y ensayo para llegar a la

respuesta adecuada, es decir tratar de imitar el camino recorrido por los científicos de la edad media en llegar a las teorías propuestas por ellos.

El trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad.

Además, según Osorio (2004) opina que:

*el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los verifica mediante las prácticas. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico (Osorio, 2004, pp.7-10).*

## **Capítulo VI**

### **Metodología**

La enseñanza de la física a estudiantes de grado décimo, tiene como limitante la abstracción teórica de las primeras situaciones físicas, limitando la comprensión de los conceptos básicos de la mecánica, con este propósito en mente se desarrolló este proyecto. La lectura de datos que caracterizan un movimiento de cualquier índole es una de las partes más importantes dentro de la experimentación en Física. Por ejemplo en la caída libre de objetos; ¿cómo describir el comportamiento de la velocidad a medida que transcurre el tiempo? Para responder a esta pregunta se debe sentir el cambio de la posición del objeto en movimiento a medida que transcurre el tiempo. Con la ayuda de una práctica de laboratorio se promueve el aprendizaje a través de una actividad experimental.

La metodología propuesta para el uso de esta aplicación fue la del aprendizaje por descubrimiento, en la que los estudiantes manipulan el equipo móvil, explorando los diferentes menús de la aplicación PHYSICSSENSOR, estableciendo el uso de cada aplicativo empleado en la medición de una magnitud física, específica. Como es el caso del LUXOMETRO, que sirve para medir el nivel de luminosidad de un determinado recinto. Con este tipo de aplicativos se incentiva la curiosidad y el interés por aprender con dispositivos de alta tecnología. Esta es una metodología que permite al estudiante iniciarse en un proceso de construcción del conocimiento desde una base científica.

En la práctica un laboratorio de física propende a fijar unos conceptos de forma directa, incentivando la curiosidad en el estudiante. Mediante esta actividad se recrean y validan los principios y leyes básicas del comportamiento de la naturaleza, es por este motivo que se quiere

dar un impulso a este tipo de actividades, en las cuales el estudiante es el actor principal de su aprendizaje; brindándole herramientas tecnológicas de fácil acceso y manipulación. En un equipo celular están instalados una serie de sensores mediante los cuales funcionan un sin número de programas computacionales, que reciben el nombre de aplicaciones, esta palabra viene del inglés: APP, que en nuestro medio se traduce como: APLICACIÓN. En nuestro caso la aplicación que se usara recibe el nombre de PhysicsSensor (PS) (laboratorio móvil de Ciencias Naturales), cuya autoría le pertenece al Profesor de la Universidad Nacional sede Medellín: Diego Luis Aristizábal. Quien me ha permitido el uso de esta aplicación. El menú de opciones de esta aplicación es el siguiente: cada una de las cuales tiene su campo de acción específico, en este trabajo la atención está enfocada en el uso de las siguientes aplicaciones: sonoscopio, acelerómetro, sonómetro, video traker. Con estos programas computacionales se realizaran las respectivas mediciones para obtener datos experimentales, los cuales se confrontaran con los respectivos valores teóricos para verificar la validez y precisión del instrumento de medición. Los montajes del sistema mecánico a los cuales se le conectaran los sensores, son de suma importancia, debido a que se deben adaptar a las condiciones del sensor instalado en el celular con el cual se obtendrán los datos. El sensor referido corresponde a uno que recibe el nombre de: fotocpuerta, que para referirnos a ella se usara el apocope de FT. La FT funciona con un diodo emisor de luz y una fotorresistencia, al interrumpir la luz incidente en la fotorresistencia, esta varia su resistencia y esta señal es interpretada por el sonoscopio como un pico de sonido. De esta forma se obtienen datos experimentales de un evento físico.

Con esta información obtenida se realiza una operación matemática denominada curva de ajuste y método de mínimos cuadrados. Con lo cual se obtiene una ecuación que me describe el comportamiento de los datos obtenidos y de esta forma se llega a la respuesta de la pregunta

planteada. En realidad cualquier actividad experimental en física, requiere la captura de información que posteriormente se analiza para generalizar su comportamiento. Se quiere lograr que el estudiante incentive su curiosidad, planteando preguntas básicas y compruebe sus pronósticos, con la construcción básica de prácticas experimentales, en las cuales la adquisición de datos es efectuada a partir de un equipo móvil, bien sea un celular o una tableta. De esta manera se realizó en un grupo de estudiantes de grado décimo, la difusión de una aplicación en celulares que cumpla con el propósito de incentivar el gusto por capturar una información de una práctica experimental e interpretar su contenido.

### **6.1 Socialización de la aplicación physicsensor para los estudiantes.**

El grupo de estudiantes que participo en la actividad experimental fue escogido de acuerdo con el interés mostrado durante la ejecución de las clases, a este grupo se reúne en un salón de clases, donde se explica la intensión del proyecto. La participación fue satisfactoria, en especial al manipular la aplicación, en la sección de toma y captura de datos con la fotocpuerta. Esta fotocpuerta permite lectura de información de un experimento, que caracterice un tipo de movimiento.

La explicación y demostración de la aplicación PHYSICSENSOR fue compartida inicialmente a los estudiantes copiándola en cada uno de sus celulares, luego se hizo el ejercicio de instalar la respectiva aplicación en los celulares de los estudiantes. Seguidamente se impartió una explicación general del menú principal, dando a conocer las características de esta aplicación. Haciendo énfasis en la aplicación SONOSCOPIO, la cual es usada para la adquisición de datos, los que son graficados en un desarrollo de programación del

PHYSICSENSOR que recibe el nombre de: ANÁLISIS de SONOGRAMAS CON PHYSICSENSOR, que es una herramienta poderosa de esta aplicación, con la que se efectúa el análisis de los datos capturados por la fotocompuerta.

## 6.2. Descripción e información de la aplicación PhysicsSensor

PhysicsSensor es una plataforma hardware-software desarrollada por docentes de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y es de libre uso.



**Figura 2. Panel Principal de la aplicación PhysicsSensor**

La última versión (versión 2017.5.2) se compone de los siguientes 9 módulos de software:

- **Acelerómetro:** Un acelerómetro es un es un tipo de sensor analógico transductor que detecta el movimiento o el giro, es decir, es capaz de responder con una señal eléctrica ante una perturbación inducida por la aplicación de una fuerza o la gravedad. Este dispositivo es capaz de detectar si está en horizontal o vertical o por ejemplo si se agita el celular en el aire. Un acelerómetro no mide directamente el valor de la aceleración inercial, ni tampoco mide directamente la gravedad. Un acelerómetro mide la aceleración que generaría la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo en el cual se encuentra apoyado, pero sin tener en cuenta el peso del mismo.

- **Regresión Lineal:** Para ajustar una colección de datos a una línea recta.
- **Regresión cuadrática:** Para ajustar una colección de datos a una parábola. En una ecuación de 2 grado.

- **Generador virtual de señales sinusoidales:** Para obtener de la tarjeta de sonido del equipo móvil una señal armónica. Útil para experimentos de ondas y oscilaciones. Convierte la tarjeta de sonido en un generador de señales armónicas. Acoplándole a esta un amplificador de señales permitirá realizar numerosas experiencias en los laboratorios de física (oscilación de cuerdas, placas vibrantes, varillas vibrantes,...).

- **Sonoscopio virtual de 44 khz:** Permite la medida de intervalos de tiempo mediante el análisis de señales que se introducen por la tarjeta de sonido del computador. También se pueden medir frecuencias a través de la medida de periodos.

- **Sonómetro:** Emplea la tarjeta de sonido del equipo móvil y un micrófono. El sonido es muestreado a 44100 Hz y cuantizado con 16 bits ( $2^{16}=65\ 536$  niveles) permitiendo medir el nivel de intensidad sonora en un rango de 0 a 96 dB.

- **Analizador de espectros en el visible (Espectrómetro):** Permite el estudio de los espectros de emisión de fuentes de luz, como por ejemplo: el sol, las velas, las bombillas y las lámparas en general. También los espectros de absorción de muestras de disoluciones, como por ejemplo de clorofila. Para esto sólo es necesario obtener una foto del espectro que se desea analizar, sobreponiendo delante de la cámara (webcam o fotográfica) una red de difracción (podría ser un trozo de CD).

- **Arduino:** Es una plataforma periférica, programable, de software libre, lo que permite la interconectividad de cualquier tipo de sensor y crear librerías muy versátiles, para aplicaciones diversas. Con la ventaja adicional que su costo es el más bajo del mercado.

- **Luxómetro:** mide el nivel de iluminación (iluminancia) en un recinto, su unidad de medida es el Lux.

- **Video Tracker:** Es una aplicación que permite el análisis de los movimientos grabados en un video. Siguiendo el objeto en movimiento por medio de unas coordenadas cartesianas (x,y), virtuales, planteadas en la pantalla del video, siguiendo la trayectoria del objeto en movimiento, con las respectivas coordenadas en: tiempo, x, y.

- **Gaussímetro:** El Gaussímetro tiene sensor interno para la detección de la radiación magnética, y su unidad de medida está en Teslas o micro Gauss.

- **Inclinómetro:** Esta aplicación permite determinar la inclinación del equipo celular, apoyado sobre una superficie plana, con respecto a cualquier eje de referencia, del sistema de coordenado.

A continuación se describe el proceso desarrollado para dar a conocer la aplicación PHYSICSENSOR.

### 6.2.1 Fotocompuerta, dispositivo que captura datos con la aplicación: physicssensor

Los detectores de la luz fotoconductores son básicamente resistencias sensibles a la luz. La fotorresistencia son conocidas como LDR por sus siglas en inglés; se caracterizan por una disminución en su resistencia cuando aumenta la intensidad de la luz incidente. Con esta característica de las fotorresistencias se elaboró un dispositivo llamado fotocompuerta, el cual se compone de un diodo emisor de luz o fotodiodo y una fotorresistencia. El dispositivo terminado tiene la siguiente forma.

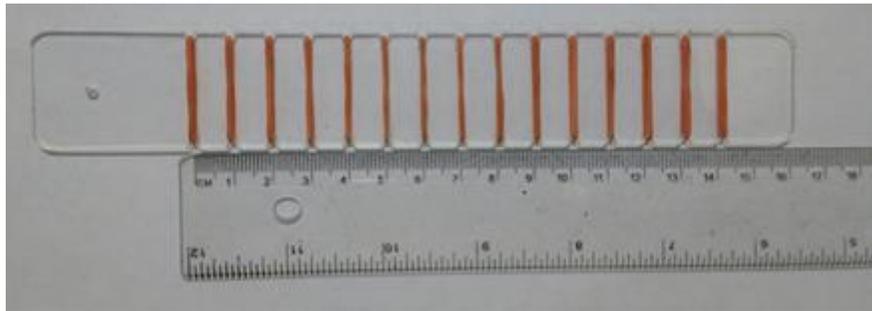


**Figura 3. Foto compuerta (FT) lista para su aplicación**

La salida de la foto compuerta se conecta a la entrada de una tarjeta que acondiciona la señal, llamada tarjeta de sonido, y su salida se lleva al dispositivo móvil.

Una breve descripción del funcionamiento de la foto compuerta es el siguiente: Cada vez que luz emitida por el fotodiodo es interrumpida, se registra un pulso en la memoria del equipo móvil y con esta información almacenada se hace el respectivo análisis del comportamiento del desplazamiento del móvil. El montaje realizado en las instalaciones de un aula de clases, no requiere materiales sofisticados.

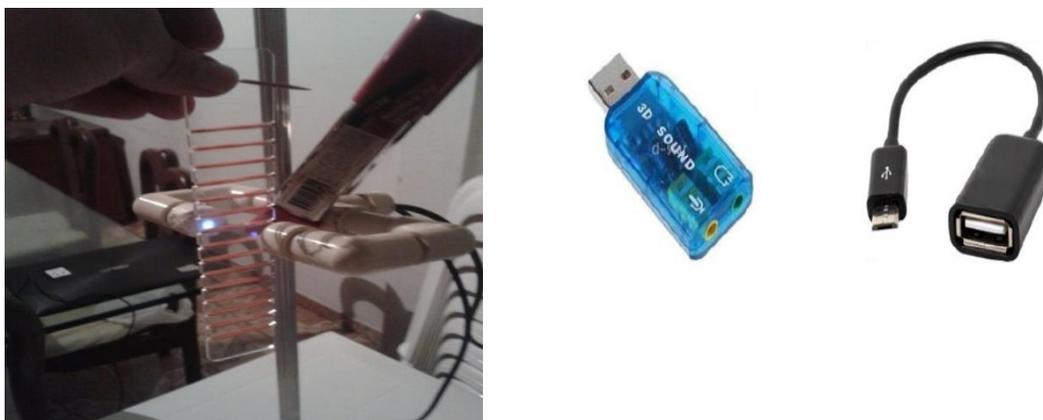
Para la puesta a punto de la foto compuerta, para la realización de este procedimiento de calibración se debe utilizar una regleta en acrílico, que lleva el nombre de regla cebra, con la cual se hace la verificación de funcionamiento de la foto compuerta. Esta regla tiene la siguiente forma.



**Figura 4. Regla cebra con 15 divisiones. Que al pasar por la fotoc compuerta genera pulsos, que son leídos por la aplicación del SONOSCOPIO.**

### **6.2.2 Calibración de la foto-compuerta.**

El procedimiento inicial realizado en compañía de los estudiantes fue la calibración del sensor de la fotoc compuerta, para lo cual se realizó el montaje mostrado en la figura 4., en la que se aprecia la puesta a punto y calibración del equipo. Es importante anotar que cada equipo celular tiene unas características especiales, por ejemplo en nuestro caso se trabajará con el equipo MOTOROLA MOTO G (3G), que tiene buen desempeño en el manejo de la aplicación PHYSICSENSOR.



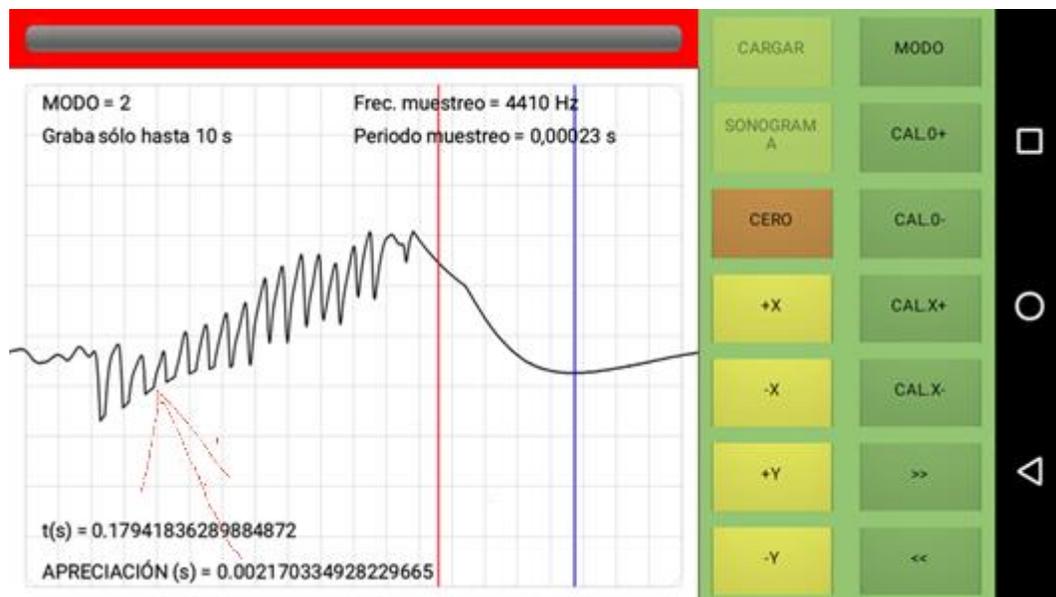
**Figura 5. Calibración del sonoscopio con la regla cebra. Tarjeta de sonido para acondicionar la señal a la aplicación.**

La calibración se hace así: se deja deslizar libremente la regla cebra a través del transductor de la fotocompuerta, la cual detecta las variaciones de la intensidad luminosa a medida que pasa la regla cebra. En el dispositivo móvil, debe aparecer un gráfico donde aparecen los pulsos que indican la señal del transductor. Es importante que los pulsos no salgan recortados, como se aprecia en la Figura 6, si es así se debe disminuir la intensidad luminosa del foto-diodo, colocándole una cinta de enmascarar sobre su orificio. Y se repite la operación, hasta obtener los pulsos bien definidos y no recortados: Figura 7. La sensibilidad de la fotocompuerta hace que los pulsos recibidos en la fotorresistencia, recorte la señal capturada por el sonoscopio, por lo tanto se hace necesario la colocación de una tira de cinta de enmascarar, como se aprecia en la Figura 5.

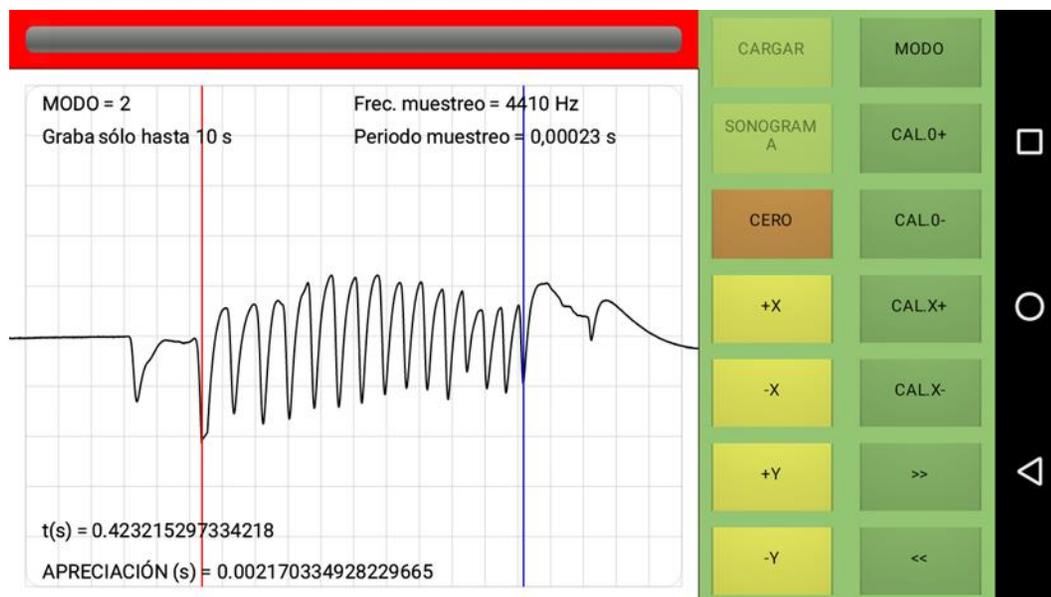
Con esta modificación realizada en la fotocompuerta, los pulsos capturados son bien definidos, lo que permite una mejor precisión. Cada equipo celular requiere una calibración inicial, para su puesta en funcionamiento.



**Figura 6. Fotocompuerta, en la fecha se aprecia la cinta de enmascarar (flecha roja) que disminuye la luz incidente en la fotorresistencia.**



**Figura 7. Sonograma en el que se aprecian los pulsos recortados y no definidos. (Flecha roja)**



**Figura 8. Sonograma mejorado en el que se observa, que los pulsos son bien definidos**

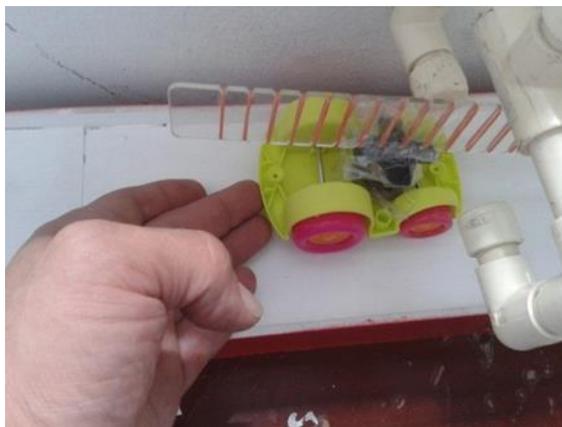
### **6.2.3 Proceso de socialización de la aplicación: physicsensor**

El proceso puesto en marcha para dar a conocer esta ayuda didáctica llamada PHYSICSENSOR, a los estudiantes de grado décimo de la IESE, fue siguiendo el procedimiento de la explicación por descubrimiento. Posteriormente, de haber explicado las generalidades y funcionamiento del aplicativo PHYSICSENSOR se procedió a la realización de tres prácticas experimentales, las cuales se relacionan a continuación:

1. Movimiento uniformemente acelerado. Descenso de un carrito por un plano inclinado.
2. Caída libre de la regla cebr, con la cual se determina la constante de aceleración del campo gravitacional, en este punto que se realiza la práctica.
3. Movimiento Parabólico.

### 6.3. Movimiento Uniformemente Acelerado. Descenso de un carrito por un plano inclinado.

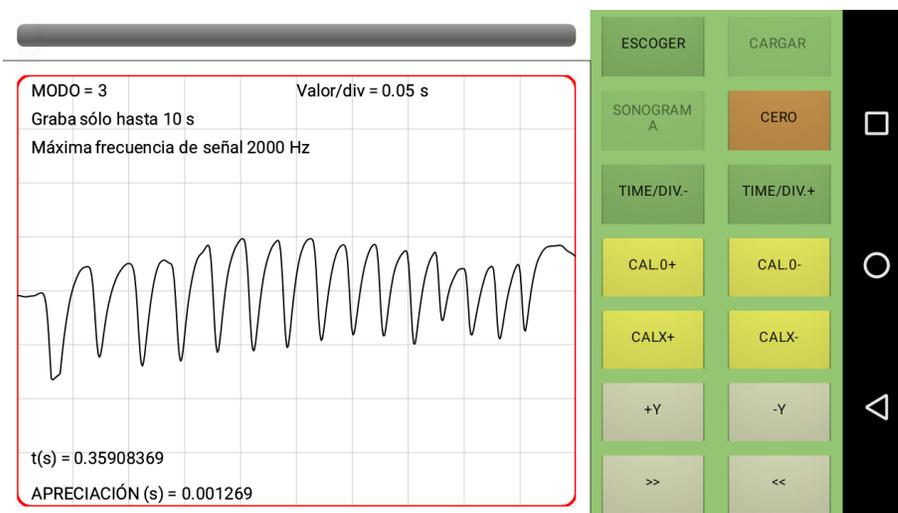
Este consiste en un carrito que rueda por un plano inclinado. Como se observa en la figura 8, al carrito se le adhirió la regla cebra, la que al pasar por la fotoc compuerta hace que se registre la información de su movimiento a través del sonograma que se despliega en la aplicación SONOSCOPIO, Figuras 9 y 10.



**Figura 9. Montaje experimental con la regla cebra**



**Figura 10. Adquisición de la información**



**Figura 11. Sonograma del montaje realizado correspondiente al mostrado en la Figura 8.**

La lectura de la información obtenida en el sonograma se tabula, Figura 11 izquierda. Asumiendo que las fuerzas que actúan sobre el carrito son constantes, la aceleración con la que desciende este también será constante, es decir su movimiento es rectilíneo uniformemente variado (MUV) y por lo tanto su posición vs el tiempo se expresa mediante la siguiente ecuación:

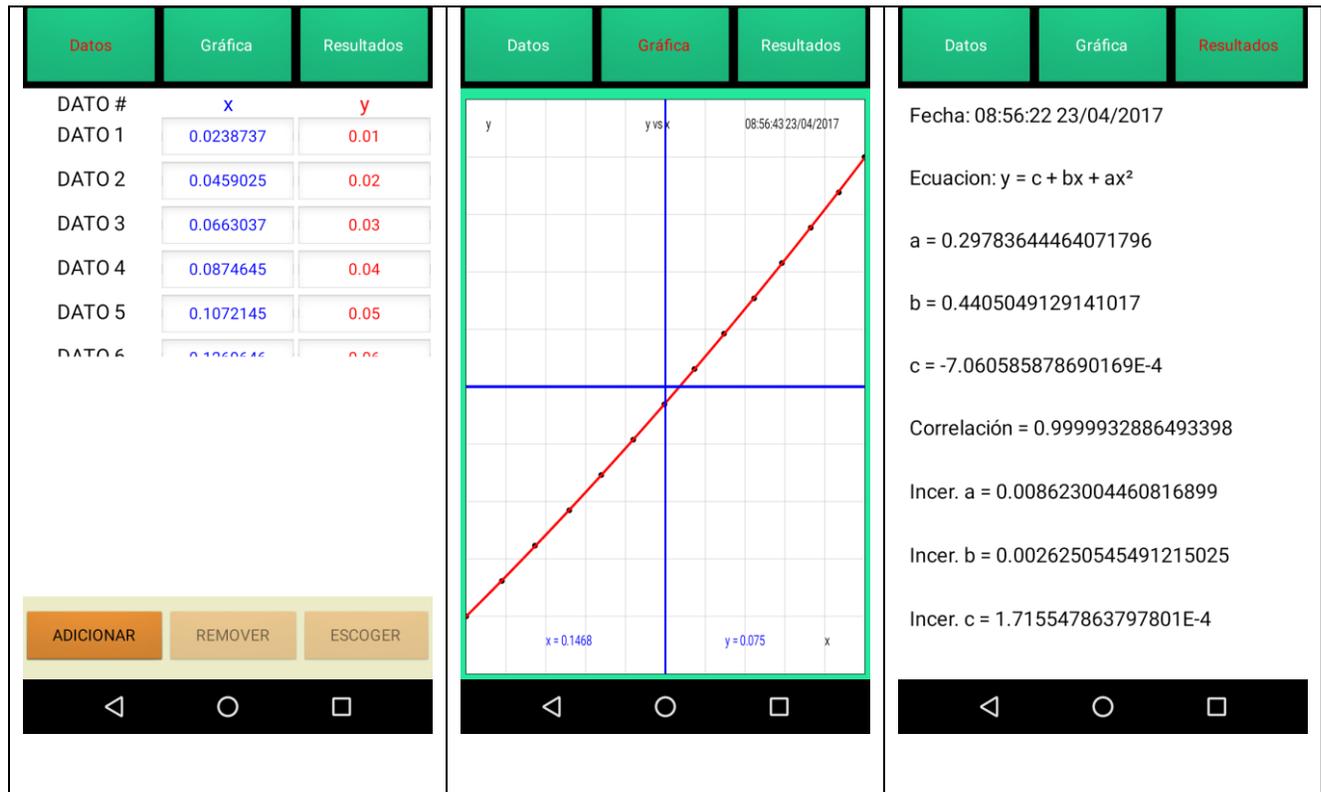
$$x = x_o + V_{ox} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

Con base en esto se procedió a realizar una regresión cuadrática obteniéndose la gráfica posición contra tiempo,  $x(m)$  vs.  $t(s)$  Figura 11 centro y los resultados de los coeficientes ilustrados en la Figura 11 derecha. De aquí se deduce que la aceleración con la que desciende el carrito es:

$$a_x = 0.60 \frac{m}{s^2} \pm 0.02 \frac{m}{s^2}$$

No es posible obtener un porcentaje de error debido a que no se tiene información de un posible valor teórico de esta aceleración. Este último está lejos de ser  $a_x = g \text{ sen}(\theta)$  por las características mecánicas del carrito (ejes ejerciendo alto torque de fricción sobre las ruedas y

adicionalmente éstas con masa y radio apreciables lo que no permite despreciar el momento de inercia de las mismas).



**Figura 12. Tabulación de los datos entregados por el sonograma. Y formato de presentación de resultados.**

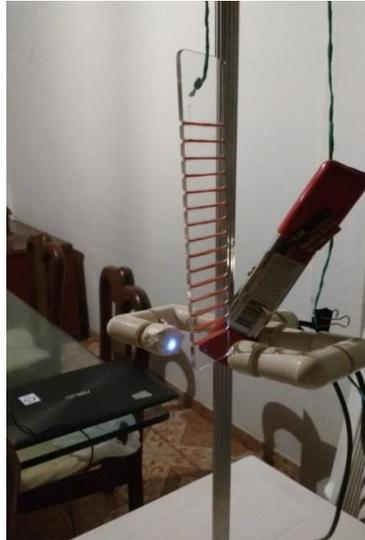
### 6.5 Caída libre usando el SONOSCOPIO

Si se deja caer un cuerpo y se puede despreciar la fuerza arquimediana y la fuerza de fricción con el aire se dice que es el cuerpo estará en caída libre, es decir, el cuerpo solo estará bajo la acción de la fuerza de gravedad (peso) y su ecuación de posición contra tiempo,  $y(m)$  vs.  $t(s)$  es la de un MUV:

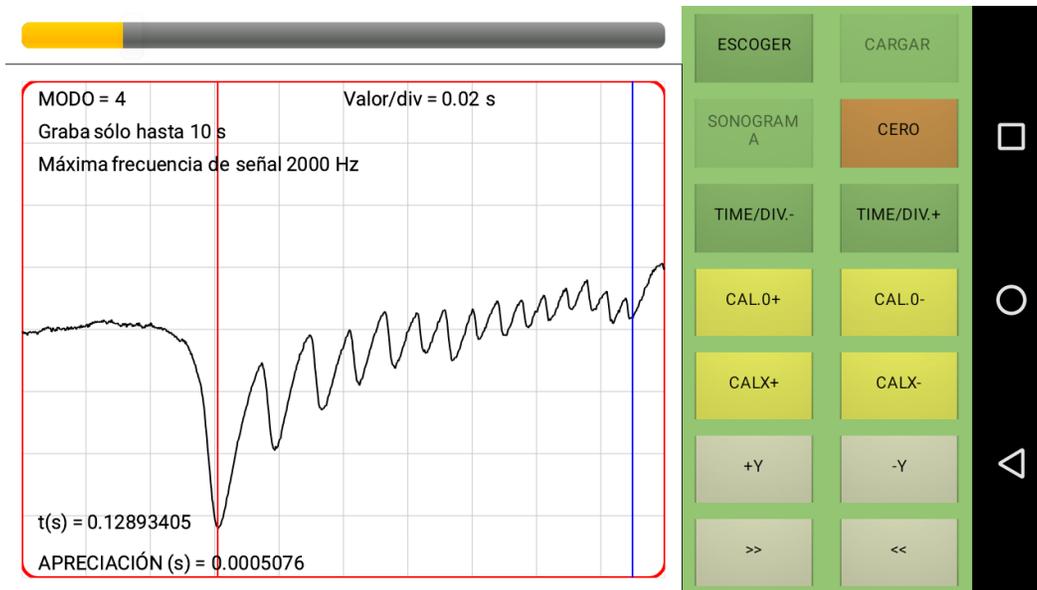
$$y = y_o + V_{oy}t + \frac{1}{2}g t^2$$

en donde  $g$  es la aceleración de la gravedad la cual se asumirá aproximadamente igual a  $9.78408 \frac{m}{s^2}$  valor reportado para el lugar donde se realizan los experimentos.

En este experimento se deja caer la regla cebra a través del transductor, Figura 12. A medida que las bandas pasan por el transductor, se registra en el sonograma desplegado en el SONOSCOPIO los picos que sirven para la elaboración de la tabla de datos  $y(m)$  vs.  $t(s)$ , Figura 13. En realidad es muy práctico realizar esta actividad y muy ilustrativa del movimiento desarrollado. En la Figura 14 se ilustran los resultados obtenidos después de tabular y realizar la regresión cuadrática.

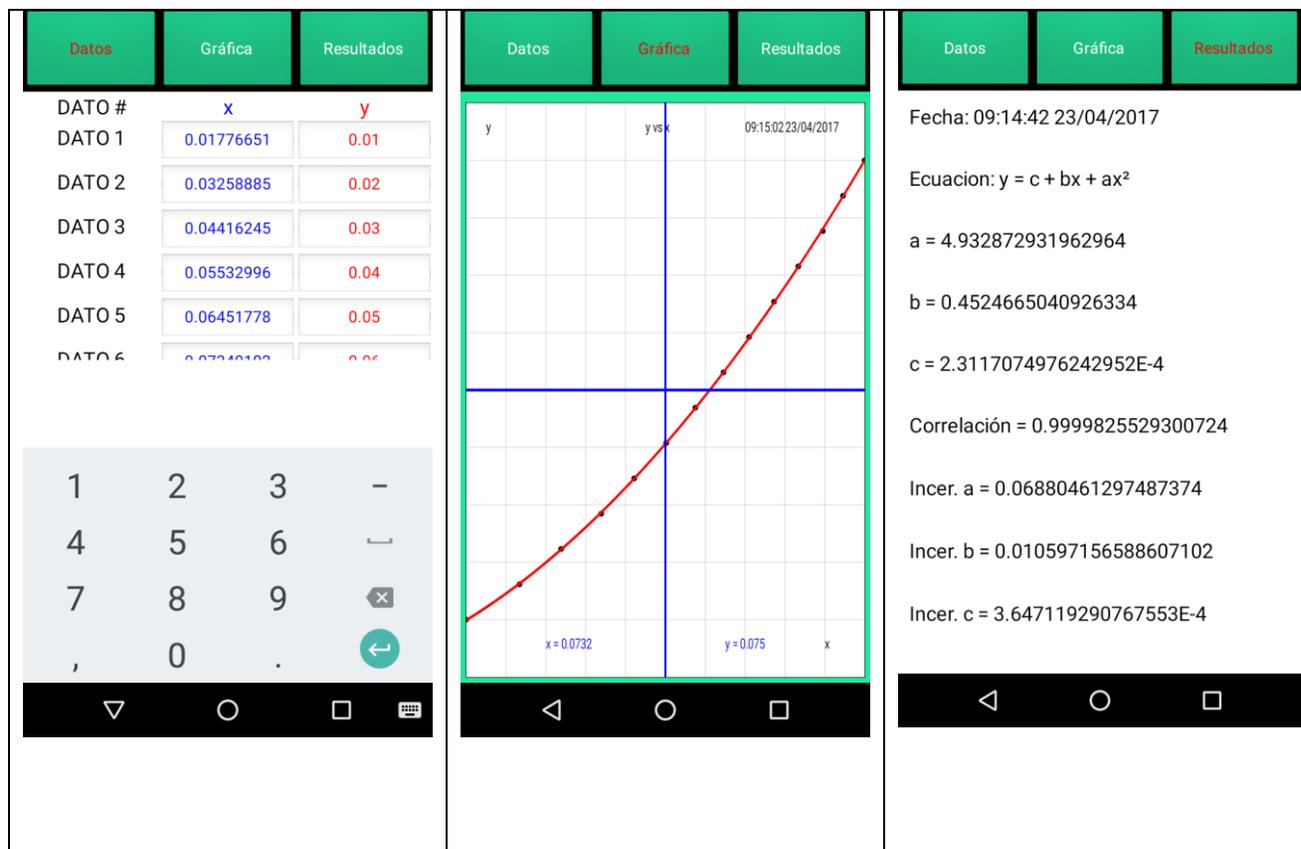


**Figura 13. Montaje para la medición de la aceleración del campo gravitacional de la tierra. Imagen, archivo propio**



**Figura 14.** Sonograma obtenido a partir del montaje mostrado en la Figura 12

Con la información obtenida se tabula la información, y los datos, son procesados con una aplicación denominada: regresión cuadrática, con la que se obtiene la ecuación matemática que representa el comportamiento de los datos capturados. Esta secuencia de pasos, es aplicable a cualquier tipo de experimento. Lo que facilita el análisis de la información desde el punto de vista experimental.



**Figura 15. Descripción del movimiento de caída libre. Con la respuesta proporcionada por la aplicación PHYSICSENSOR.**

Como puede observarse en la Figura 14., del valor obtenido para la constante  $a = 4.932872$  que al multiplicarse por 2 se obtiene la constante gravitacional, que es:

$$g = 9.86 \frac{m}{s^2} \pm 0.1 \frac{m}{s^2}$$

El porcentaje de error para este nivel de exactitud ( $\pm 0.1 \frac{m}{s^2}$ ) es 0.2 % en este experimento en particular. Se asumió el valor de la gravedad en el lugar donde se realizó el experimento es  $9.78408 \frac{m}{s^2}$ .

## 6.5 Movimiento parabólico con APLICACIÓN VIDEO TRACKER

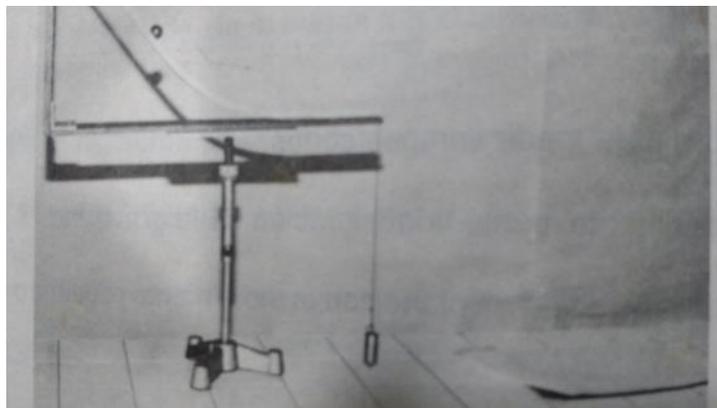
Si se lanza un cuerpo en una dirección que no sea vertical y se puede despreciar la fuerza arquimediana y la fuerza de fricción con el aire se dice que el cuerpo estará en un movimiento parabólico de caída libre, es decir, el cuerpo solo estará bajo la acción de la fuerza de gravedad (peso). Este movimiento es la composición de dos movimientos, un MU (Movimiento Uniforme) en dirección horizontal (no hay fuerzas que actúen en esta dirección) y en dirección vertical un MUV de caída libre (actúa sólo el peso). Es decir, las siguientes ecuaciones representan la posición del cuerpo:

$$x = x_o + V_{ox} t$$

$$y = y_o + V_{oy} t + \frac{1}{2} g t^2$$

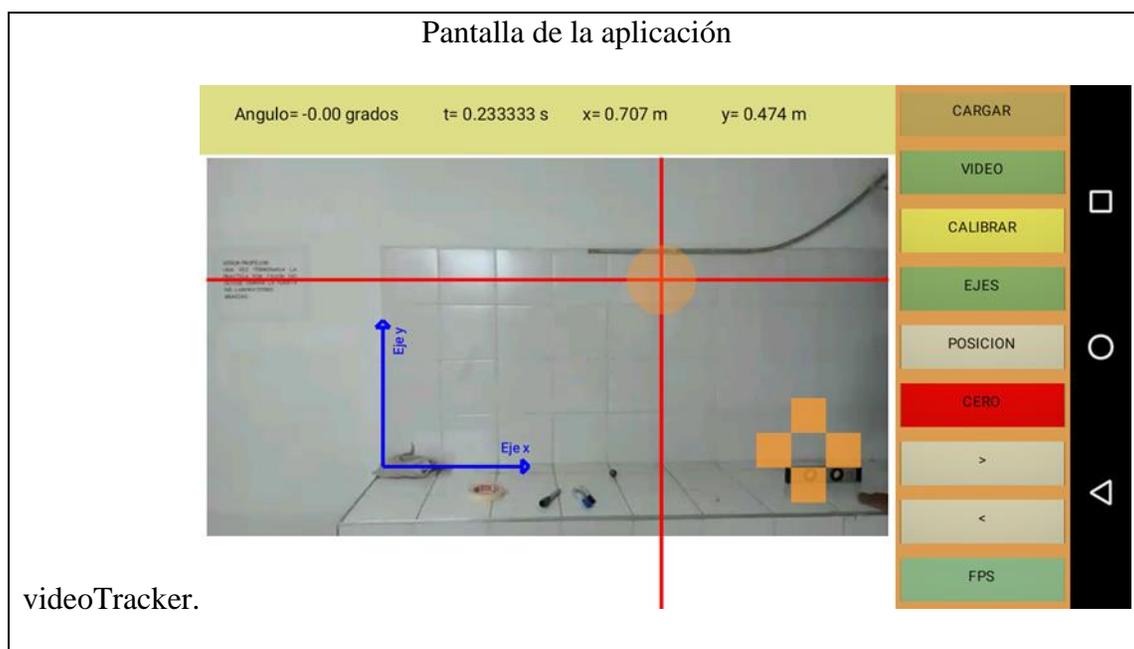
en donde  $g$  es la aceleración de la gravedad la cual se asumirá aproximadamente igual a  $9,80 \text{ m.s}^{-2}$ .

En este experimento se lanza una bola en dirección horizontal, Figura 15. Se hace una filmación de este evento y se realiza un análisis con la aplicación VIDEO TRACKER de PhysicsSensor, Figura 16, obteniendo de este modo las coordenadas en el espacio para  $x$  y  $y$  de la trayectoria descrita por el objeto en movimiento.



**Figura 16. Esquema de montaje experimental para obtener la trayectoria que describe una esfera en caída libre para registrar los datos en la aplicación PhysicsSensor.**

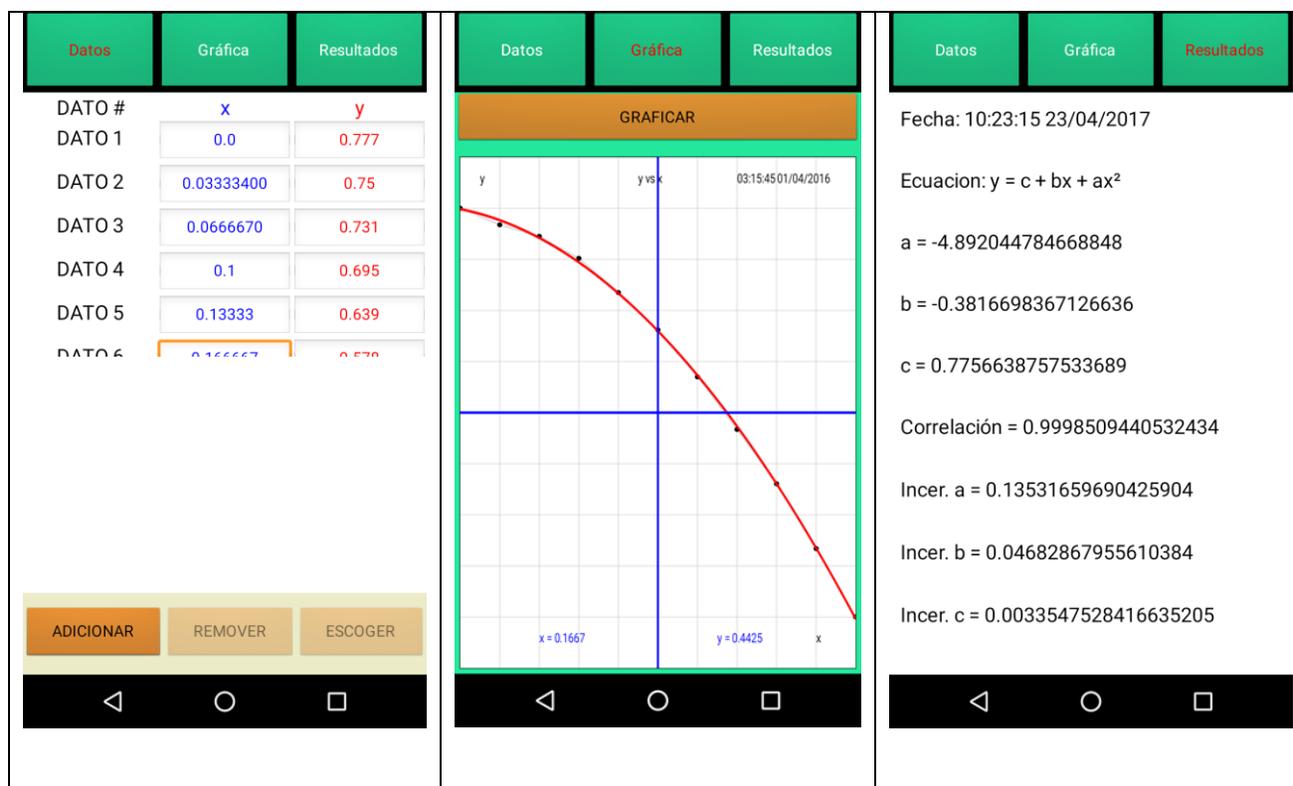
**Fuente: Propia**



**Figura 17. Se muestra el menú mediante el cual se obtiene la información del respectivo movimiento analizado.**

**Fuente: Propia**

Se tabularon los datos  $y(m)$  vs.  $t(s)$ , y se realizó una regresión cuadrática. En la Figura 17 se ilustran los resultados obtenidos.



**Figura 18. Resultados del movimiento semi-parabólico. Imagen, archivo propio**

Como puede observarse el valor obtenido de la gravedad es:

$$g = 9.8 \frac{m}{s^2} \pm 0.2 \frac{m}{s^2}$$

El porcentaje de error para este nivel de exactitud ( $\pm 0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) es 0.2 % en este experimento en particular. Se asumió el valor de la gravedad en el lugar donde se realizó el experimento es  $9.78408 \frac{m}{s^2}$ .

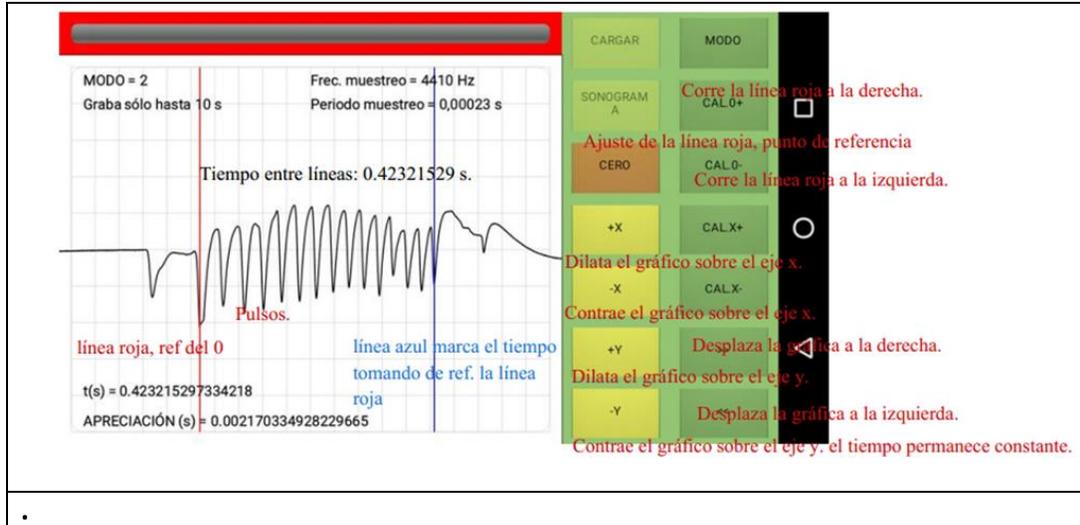
Es importante anotar las siguientes recomendaciones para obtener óptimos resultados con esta aplicación (VT):

- La cámara de video debe grabar perpendicular al movimiento en análisis y ubicándola en un eje lo más central de la escena.

- La luz que facilita este proceso es la luz incandescente.
- Durante la grabación se debe colocar una referencia, que puede ser una regla o algún otro objeto que se conozca su longitud, para escalar los ejes coordenados.
- El formato del video debe tener la extensión: videos.mp4 o convertir el video a este formato. El tiempo de duración máximo del video es de 10 s.

## **6.6 Generalidades de la aplicación que analiza los sonogramas, obtenidos con el Sonoscopio.**

La aplicación que recibe el nombre de SONOSCOPIO, permite la obtención de datos de un experimento con un análisis de los pulsos obtenidos del sonograma, que es analizado en el SONOSCOPIO. El cuadro de diálogo para el manejo gráfico tiene los siguientes sub-menus. 1) ESCOGER: que selecciona el archivo sonograma para analizar. 2) CARGAR: Carga el archivo. 3) SONOGRAMA: visualiza el sonograma en la pantalla. 4) CERO: posiciona la línea roja como referencia para la lectura de los diferentes pulsos del sonograma. 5) CAL 0+: mueve hacia la derecha la línea roja. 6) CAL 0-: mueve hacia la izquierda la línea roja. 7) CALx+: mueve hacia la derecha la línea azul, que selecciona el pulso a ser leído. 8) CALx-: mueve hacia la izquierda la línea azul que selecciona el pulso a ser leído. 9)+Y: hace zoom en la gráfica con relación al eje de las ordenadas. 10)-Y: reduce la amplificación de la gráfica con relación al eje de las ordenadas. 11)>>: desplaza toda la gráfica hacia la derecha. 12) <<: desplaza toda la gráfica hacia la izquierda. A continuación, Figura 18, se muestra un esquema, con la explicación de cada una de los cuadros de diálogo del display.



**Figura 19. Información obtenida por la aplicación del sonoscopio (sonograma), se aprecia que todos los pulsos están bien definidos. Imagen, archivo propio**

## Capítulo VII

### Resultados y discusión

El planteamiento inicial corresponde a la realización de unas preguntas exploratorias por parte de los alumnos de grado 10, de la IESE, (Ver anexo E: Diseño taller diagnóstico), donde se indaga sobre los conocimientos previos que tiene el estudiante, relacionados con las aplicaciones de los dispositivos móviles. Al analizar las respuestas obtenidas de la encuesta, se obtiene que el 15% de los estudiantes tienen conocimiento que la medición se puede realizar con un equipo celular. Y el 10% que se puede hacer análisis de datos con un equipo móvil. Bajo estas características se puede identificar que las aplicaciones de los celulares entre los jóvenes requieren de un incentivo para promover su uso frecuente con ánimos académicos. A continuación se explica a los estudiantes como mediante un equipo celular, en el que se ha instalado una aplicación llamada PhycisSensor, y con la instalación de una fotoc compuerta se puede captar información de un experimento, de cualquier índole que involucre el movimiento, bien sea de un móvil o de un objeto oscilante. Con esta actividad se promueve la interacción de la tecnología con un proceso experimental, que involucra la participación activa de los estudiantes como actores principales en la construcción de su conocimiento.

El montaje de las conexiones eléctricas y electrónicas de los equipos necesarios para el óptimo funcionamiento del equipo de medición, y su calibración no está incluido en este documento, el cual hace parte de otra fase de este proyecto. La práctica experimental que impacto el interés de los estudiantes fue la caída libre de un objeto, llamada regla cebra, con la que se obtuvo el valor de la constante gravitacional de Santa Elena (El Cerrito), que corresponde

a un valor de  $9.78408 \frac{m}{s^2}$ , con este equipo es posible obtener la lectura de esta constante, con la facilidad indicada en un salón de clases.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que mediante la elaboración de una gráfica, se observa como es el comportamiento de un determinado evento físico, que aunado con la respectiva ecuación que la representa, se obtiene un planteamiento que predice cómo se comporta bajo determinadas circunstancias. Este procedimiento es aplicable a cualquier tipo de experiencia física, en donde el sistema de adquisición de datos con sus sensores, pueda captar la información del respectivo movimiento o fenómeno físico.

## 7. Conclusiones

La implementación de una herramienta tecnológica promueve el interés por adquirir un conocimiento, para el caso particular de la física; la manipulación y adecuación de un equipo celular como instrumento de medida despierta la curiosidad en los estudiantes por adquirir una nueva aplicación de estos equipos.

La ejecución de una práctica de laboratorio en un aula de clase motiva el interés por aprender, pero este interés debe estar guiado por parte del docente, que direcciona las preguntas hacia un aprendizaje contextualizado con su entorno.

En la metodología desarrollada para implementar esta aplicación en equipos móviles se enfatizó: el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo y el aprendizaje cognitivo, donde los estudiantes manipulan el fenómeno físico y deducen los conceptos involucrados, mientras que el docente se convierte en el orientador del proceso.

La actividad en un laboratorio de Física por parte del estudiante en un 80% corresponde a la toma de datos y 20% restante al montaje de la práctica.

La facilidad con la que se monta el equipo de medida, hace que sea muy versátil y apropiado para enseñar los conceptos básicos de la Física. La app PhysicSensor permite obtener en tiempo real la adquisición de la información de la variable física a evaluar.

La adquisición de datos de un evento experimental y real, es el punto inicial de donde se parte para comprender un proceso y modelar su comportamiento desde una perspectiva física.

Los laboratorios, son el sitio acondicionado para la realización de la experimentación, sin embargo no son indispensables, para la enseñanza de la Física, y se pueden hacer muy buenas

prácticas experimentales en un salón de clases con objetos de fácil consecución, utilizando la creatividad del estudiante y un teléfono celular inteligente con la aplicación PhysisSensor.

Mostrarle al estudiante un fenómeno físico en un escenario experimental con elementos cotidianos, promueve en el educando la curiosidad por comprender su comportamiento y las leyes que lo gobiernan, proporcionando deducciones y conceptualizaciones.

La conectividad de equipos periféricos en un celular cumple con unas reglas de compatibilidad que son descubiertas cuando se hacen pruebas de ensayo y error, preparando al estudiante para aplicar esta técnica en otros campos del conocimiento.

La construcción de gráficos en los cuales se aprecia el comportamiento de dos variables, son de trascendental importancia en la comprensión y conocimiento de un saber específico.

Con las herramientas implementadas en la adquisición de datos, se dota al estudiante de una técnica robusta para la construcción de un sinnúmero de prácticas experimentales, con las cuales se enriquecerá su inventiva en la solución de problemas.

Con la experimentación la creatividad del estudiante es evaluada continuamente, o en su defecto la capacidad de iniciativa que posee. Esta actividad experimental se ve beneficiada con la ayuda de los equipos móviles, los cuales facilitan el muestreo de datos experimentales, que permiten su procesamiento para su análisis.

La captura de los datos y su adquisición conforman una parte vital de un experimento, porque con este insumo se configura y caracteriza las ecuaciones que describen su comportamiento.

La tecnología de los equipos móviles hace posible la creación de conceptos mentales bien elaborados en los alumnos, que realizan las prácticas experimentales en Física, lo cual permite comprender un fenómeno físico con su respectivo soporte experimental.

La experiencia docente permite asegurar que romper el ritmo de una clase de Física tradicional, para desarrollar en el aula una actividad experimental tiene muchas ventajas, además de ser muy bien acogida por los alumnos que la consideran como una ventana a la realidad, para cambiar la idea que la Física es una ciencia abstracta.

La posibilidad de registrar una información obtenida mediante un equipo celular de un experimento, es poco conocida en los estudiantes que cursan grado 10, de la IESE, por lo tanto es importante difundir esta tecnología, para desarrollar las habilidades experimentales en ellos.

Los estudiantes que realizaron las prácticas experimentales con los equipos móviles, presentaron propuestas técnicas para implementar el uso de esta tecnología, es el caso de un alumno quien planteo la posibilidad de contar elementos que pasen a través de un fluido transparente.

Los estudiantes que participaron en la práctica experimental, hacia propuestas experimentales, mediante las cuales se obtenían datos adicionales que reflejaban la curiosidad de los estudiantes por obtener información adicional del experimento propuesto.

## Referencias Bibliográficas

- Aristizábal, D. L. (2015). *PhysicsSensor-Mobile Edition. Módulo # 8.- Generador de señales*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia: Facultad de Ciencias Escuela de Física
- Bautista, M., Sánchez , F. J., Rosales, A., Ureña, H. & Benavides , O. J. (s.f). *Física*. Enseñanza secundaria. Libro de texto. (s.l.): Santillana, p. 11.
- Castañeda L. & Alfonso, H. (2012). *Diseño de manual experimental de Física, empleando materiales cotidianos*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
- Colado, J. (2003). *Estructura didáctica de las actividades experimentales de ciencias naturales para el nivel medio*. Tesis doctoral. La Habana, Cuba: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, 129 p.
- Crespo M., Elio J. & otros. (2005). *Taller Iberoamericano de la enseñanza de la Física universitaria*. En: Monografías. com. , La Habana. [Consulta 25 de junio de 2010]. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos29/practicas-laboratorio/practicaslaboratorio.shtml>
- Chen, T. Stelzer, & Gladding, (2010). *Using multimedia modules to better prepare students for introductory physics lecture*, *Phys. En: Rev. ST Phys. Educ. Res.* 6, 010108
- Fakcharoenphol, W.; Eric Potter, E. & Timothy. (2011). *What students learn when studying physics practice exam problems*. Stelzer Urbana, Illinois 61801, USA: Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign,

- De Zubiría, M. & De Zubiría, J. (1987). *Fundamentos de Pedagogía Conceptual*. Plaza & Janés Editores.
- Furio M, C. (2006). *La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida*. IV Jornadas Internacionales. [En línea], Recuperado de: [http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO\\_db/doc/78\\_pdf961.pdf](http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/78_pdf961.pdf)
- García, S., Martínez, C. & Mondelo, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. En: *Enseñanza de las Ciencias*, No. 2, Vol. 16, pp. 353-366
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. En: *Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hofstein, A & Luneta, V. (2004). *The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century Inc*. Sci Ed 88:28 – 54, 2004; published online in Wiley InterScience . Recuperado de: [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI 10.1002/sce.10106.
- Mergel, B. (1998). *Diseño instruccional y teoría del aprendizaje*. Canadá: Universidad de Saskatchewan, Programa Comunicaciones y Tecnología Educacional
- Mosquera, O. L; .Román, J. C. & Velásquez, L. (2014). *Prácticas de laboratorio no convencionales en la enseñanza de la evolución biológica: Una relación análoga con las plantas de la Familia Fabaceae*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación Departamento de Ciencias y Artes, Licenciatura en Ciencias Naturales.
- Osorio, Y.W. (2004). El experimento como indicador de aprendizaje. En: *Boletín PPDQ*, No. 43, pp. 7-10.

PCE. (2016). *Transductores*. [En línea]. Recuperado de: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/transductores.htm>

Peña Carabalí, E. (2012). *Uso de actividades experimentales para recrear conocimiento científico escolar en el aula de clase, en la institución educativa mayor de yumbo*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración.

Pico Plata, O. E. & Ravelo Rey, N. (2004). *Diseño de prácticas de laboratorio para promover el aprendizaje significativo de los conceptos de Química en el grado 9-02 del Colegio Gimnasio Superior*. Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Humanas,. Escuela de Educación.

Secretaria de Educación. (2015). *Análisis y uso de los resultados de las evaluaciones de estudiantes Saber 3°, 5°, 9° y 11° año 2014*. Departamento del Valle del Cauca, [Consultada el 21 de febrero de 2016]. Recuperado de: <http://www.valledelcauca.gov.co/educacion/descargar.php?id=16312>

## **Anexo**

### **Anexos A. Archivo fotográfico de los estudiantes manejando la aplicación de PhysicsSensor**

Estudiante de grado 10 atendiendo las explicaciones del funcionamiento de la aplicación de toma de datos con equipos celulares. Y adquiriendo destrezas en el manejo de la aplicación PhysicsSensor.

Explicación práctica del sistema de funcionamiento del PhysicsSensor. Con los estudiantes de grado 10. La fotocpuerta montada sobre la plataforma móvil, registra el tiempo que toma en deslizarse por el plano inclinado.



Estudiante de la IESE, participando de la implementación de la aplicación PHYSICSENSOR.



Realizando la captura de los datos de la practica: Descenso de un carrito por un plano inclinado.

## **Anexos B. Regresión lineal y cuadrática**

### Regresión lineal

Dada una colección de datos despliega la gráfica de la línea recta que mejor se ajusta (utiliza el método de mínimos cuadrados) con las respectivas barras de incertidumbre. Además, reporta los valores de la pendiente y el intercepto con las respectivas incertidumbres y la correlación del ajuste. Permite controlar la veracidad de los datos recolectados por los grupos de trabajo del laboratorio mediante la identificación del número del grupo, del curso y la fecha (ver Figura 15).

Figura 15. Módulo de regresión lineal de PhysicsSensor.

### **Regresión cuadrática.**

Dada una colección de datos, el programa de regresión cuadrática, despliega la gráfica de la parábola que mejor se ajusta utiliza el método de mínimos cuadrados con las respectivas barras de incertidumbre. Reporta los valores de los coeficientes de la parábola con las respectivas incertidumbres, además de la correlación del ajuste. Al igual que el programa de regresiones lineales, permite controlar la veracidad de los datos recolectados por los grupos de trabajo del laboratorio mediante la identificación del número del grupo, del curso y la fecha

## **Anexos C. Generalidades de los equipos celulares**

Usos de los sensores den los celulares para su funcionamiento

Los sensores integrados en los dispositivos móviles tienen como principal objetivo el de recopilar información importante para el funcionamiento en general, pero también para ciertas aplicaciones y en definitiva, el sistema operativo. Aunque no los conozcamos o veamos, dentro de un smartphone o tablet pueden coexistir más de una decena de sensores. Este es un listado de los más importantes y sobre todo, los que más nos facilitan la vida día a día.

### **Acelerómetro**

Es el encargado de conocer la orientación del dispositivo. Se trata de un componente de tamaño reducido cuyo componente de fabricación principal es el silicio. Dejando de lado la física detrás de su funcionamiento, el acelerómetro. En el caso de los dispositivos electrónicos, emula pequeños tubos con muelles y bolas haciendo de masa en cada uno de los tres ejes de coordenadas (los famosos X, Y y Z), de forma que cuando movemos el dispositivo, las bolas comprimen o expanden los muelles para definir la posición. Así, por ejemplo, se rota la pantalla automáticamente en el caso de que gire la posición del celular.

### **Giroscopio**

El acelerómetro no es el único elemento que permite a un dispositivo conocer su posición y mantenerla. Para ello también existe un giroscopio, un elemento que permite cambiar o mantener la orientación, lo que ayuda al dispositivo a obtener una información mucho más completa de la posición del dispositivo. Sus principios físicos son aún más complicados de explicar, por lo que nos quedaremos con la idea de que “ayuda” al acelerómetro.

### **Magnetómetro**

Por definición, un magnetómetro mide la fuerza o dirección de una señal magnética. Ahora bien, ¿cómo afecta esto a un dispositivo? La mayoría lo utilizan como brújula, detectando el polo norte magnético de nuestro planeta para definir donde se encuentra el polo norte geográfico.

## **Barómetro**

Continuamos con los medidores. En este caso, el barómetro permite medir la presión ambiental, algo elemental si por ejemplo queremos calcular la altura a la que nos encontramos y “prescindir” ligeramente del GPS. No obstante, este sensor no tuvo demasiado éxito y se prescindió de él en favor de otros como los sensores de humedad.

## **Podómetro**

Como ya sabemos, este sensor permite medir el número de pasos que hemos realizado a lo largo del día. Si bien este funcionamiento se puede llegar a emular a través del acelerómetro, lo cierto es que un podómetro es mucho más preciso, sobre todo cuando se trata de contar el número de pasos a la hora de correr.

## **Sensor de humedad ambiente**

El Samsung Galaxy S4 es uno de los pocos terminales con este sensor que permite controlar la humedad para, por ejemplo, ayudar a las personas con problemas respiratorios. Esto, unido a su sensor de temperatura exterior –obviamente todos los terminales cuentan con termómetro para medir su temperatura interior y evitar sobrecalentamientos, pero normalmente no integran uno para medir temperatura ambiente- hacen del terminal uno de los más completos en el mundo de los sensores.

## **Sensores de luz y proximidad**

El primero de ellos permite conocer qué cantidad de luz está incidiendo en nuestro dispositivo, algo realmente útil para que la pantalla cambie el brillo de forma automática, convirtiendo esta cantidad de luz en una señal eléctrica “entendible” por el dispositivo.

Por otra parte, el de proximidad es utilizado para apagar la pantalla una vez estamos hablando por teléfono ya que la luz infrarroja que emite es “devuelta” por nuestra oreja. No obstante, también sirve para bloquear el teléfono automáticamente si lo metemos en el bolsillo.

### **Sensor ultravioleta**

Fue una de las grandes novedades del Samsung Galaxy Note 4 y permite conocer en todo momento el riesgo que sufre nuestra piel expuesta a los rayos solares. Solo bastan unos segundos y el sensor “mirando” al sol para conocer si debemos echarnos crema o alejarnos de la luz.

### **Sensor infrarrojo**

Presente en bastantes dispositivos de nueva generación, este sensor permite controlar ciertos dispositivos del hogar como televisores o máquinas de aire acondicionado, actuando como mando cuando lo necesitemos –eso sí, mucho más inteligente de lo habitual.

### **Sensor de ritmo cardíaco**

Como su propio nombre indica, nos permite conocer las pulsaciones de nuestro corazón. Además, según el terminal, permite conocer el estrés que sufre en ese momento nuestro cuerpo y, por ejemplo, el nivel de oxígeno en sangre.

### **Sensor de huellas dactilares**

Una de las grandes novedades que instauró Apple con el iPhone 5. Con la huella digital, un smartphone puede bloquearse, desbloquearse, permitir pagos electrónicos y mucho más. En definitiva, aumenta la seguridad del dispositivo en general para evitar el uso de personas desconocidas.

## **Anexos D. Terminologías de funcionamiento.**

Los siguientes términos se emplean para definir el funcionamiento de un sensor.

**Exactitud:** La exactitud es la cualidad o grado de un instrumento de medida de dar una lectura próxima al verdadero valor de la magnitud medida. En otras palabras, es el grado de conformidad de un valor indicado a un valor estándar aceptado o valor ideal, considerando este valor ideal como si fuera el verdadero. El grado de confiabilidad independiente es la desviación máxima entre la curva de calibración de un instrumento y una curva característica específica, posicionada de modo tal que se reduce al mínimo dicha desviación máxima.

**Precisión:** La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

### **Rango de funcionamiento:**

El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

**Velocidad de respuesta:** El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

**Calibración:** El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

**Fiabilidad:** El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

**Distancia operativa:** Es la distancia característica más importante de un sensor. Depende básicamente del diámetro del sensor (bobina o condensador). Una influencia adicional que tienen las dimensiones y la composición del material, como también la temperatura ambiente.

Con los sensores magnéticos se debe tener en cuenta además la alineación y la fuerza del campo magnético.

## **Muestreo**

Se refiere a la discretización del dominio de la señal, es decir, al número de muestras que se toman de la señal análoga correspondiente. El denominado teorema del muestreo exige que la frecuencia con la cual se muestrea debe ser como mínimo el doble de la frecuencia más alta presente en la señal análoga que se digitaliza. En el caso del sonido, la frecuencia más alta perceptible por ser humano es alrededor de los 20 000 Hz, por lo tanto se debe muestrear mínimo a 40 000 Hz para no perder calidad del sonido. Normalmente se muestrea a 44 100 Hz.

Como ejemplo, para los Compact Discs el Bit Depth de 16 bits y la frecuencia de muestreo es de 44 100 Hz. Hay sistemas de grabación de sonido con Bit Depth de 24 bits y frecuencia de muestreo de 96 000 Hz. La mayoría de los dispositivos móviles actuales manejan el audio para frecuencias de muestreo de 44 100 Hz y cuantización de 16 bits.

**Histéresis:** La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento o la señal de salida para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente. Se expresa en porcentaje del margen de la medida.

*LABORATORIO DE FÍSICA: El laboratorio de Física es el lugar donde se comprueba la validez de los principios físicos mediante la aplicación del método científico a través de experimentos generalmente planeados y organizados para un grupo de estudiantes que participan activamente o como observadores en la elaboración de los mismos. En él se realizan experimentos con electricidad, electrónica, óptica y afines.*

## Anexos E. Encuesta realizada por los estudiantes

Encuesta realizada por los estudiantes, con el fin de conocer sus conocimientos sobre las aplicaciones de celulares como instrumentos de medida.

FECHA:\_\_\_\_\_ Responde de la manera más objetiva posible.

Encuesta para conocimientos previos. Responde rellenando el ovalo que consideres correcto. Los dispositivos móviles: celulares y tabletas, tienen los siguientes usos o aplicaciones, de acuerdo con tu experiencia en la manipulación de estos equipos cuales realmente has utilizado.

- Medir la Intensidad luminosa
- Inclinación del dispositivo móvil.
- Hora en cualquier lugar del mundo.
- Procesador de texto.
- Altura sobre el nivel del mar.
- Medir la Temperatura.
- Tomar fotografías.
- Enviar y recibir videos.
- Espectrómetro.
- Acelerómetro.
- Regresión Lineal.
- Video Tracker.
- Sensor de humedad, sensor de proximidad.
- Sistema de adquisición de datos o información de un sensor.
- PhysicsSensor.
- Transferir y compartir información.
- No entiende la actividad.

¿Cuántas óvalos relleno?

- De 1 a5
- De 6 a 10
- De 11 a 16

Durante el uso que le da a su celular, en escala de 1 a 6, donde 6 corresponde a la dedicación mayor en tiempo y 1, en lo que menos lo utiliza, (menor tiempo). Es:

- Escuchar música o ver videos.
- Jugar.
- Chatear.
- Leer.
- Navegar por internet.
- Medir cualquier magnitud física.
- No tiene celular.

¿La manera con la que aprendes en su colegio está integrado o relacionado con los contenidos que se pueden compartir en su equipo móvil?

- SI
- NO
- NO SABE.

SI la respuesta anterior fue SI, amplía su respuesta, de una manera clara.
