



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: LA UTILIZACIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES PARA
DETERMINAR LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD USANDO
UN PÉNDULO SIMPLE CON AYUDA DE LA APLICACIÓN
PHYPHOX.**

Autores: GINO MEDINA - EDISON HOLGUIN

Acompañante: MASTER MARCOS GUERRERO ZAMBRANO

MILAGRO, MAYO 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Nosotros, GINO PAÚL MEDINA CONTRERAS y EDISON ALEXIS HOLGUIN MERO en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD USADO UN PÉNDULO SIMPLE CON AYUDA DE LA APLICACIÓN PHYPHOX del Grupo de Investigación CAMBIO EDUCATIVO, TECNOLOGÍA Y PEDAGOGÍAS EMERGENTES de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 29 días del mes de mayo de 2018



Firma del Estudiante

Nombre: Gino Paúl Medina Contreras

CI: 0952074797



Firma del Estudiante

Nombre: Edison Alexis Holguín Mero

CI: 0928898394

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, MARCOS FRANCISCO GUERRERO ZAMBRANO en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado los estudiantes, GINO PAÚL MEDINA CONTRERAS y EDISON ALEXIS HOLGUIN MERO, cuyo título es DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD USANDO UN PÉNDULO SIMPLE CON AYUDA DE LA APLICACIÓN PHYPHOX, que aporta a la Línea de Investigación CAMBIO EDUCATIVO, TECNOLOGÍA Y PEDAGOGÍAS EMERGENTES previo a la obtención del Grado Ingeniero en Sistemas Computacionales; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 29 días del mes de mayo de 2018.



Marcos Francisco Guerrero Zambrano

Tutor

C.I.:0916516957

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

GUERRERO ZAMBRANO MARCOS FRANCISCO

SAQUINAULA BRITO JOSE LUIS

MUÑOZ SALCEDO JOSE MARTIN

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero en Sistemas Computacionales presentado por el/la/los señor (a/ita/es)

GINO PAÚL MEDINA CONTRERAS

Con el título:

Determinación de la aceleración de la gravedad usando un péndulo simple con ayuda de la aplicación Phyphox.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental [63,67]

Defensa oral [16]

Total [79,67]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 29 de mayo del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos

Firma

Presidente Marcos Francisco Guerrero Zambrano

Secretario /a José Luis Saquinaula Brito

Integrante José Martin Muñoz Salcedo



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

GUERRERO ZAMBRANO MARCOS FRANCISCO

SAQUINAULA BRITO JOSE LUIS

MUÑOZ SALCEDO JOSE MARTIN

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero en Sistemas Computacionales presentado por el/la/los señor (a/ita/es)

EDISON ALEXIS HOLGUIN MERO

Con el título:

Determinación de la aceleración de la gravedad usado un péndulo simple con ayuda de la aplicación Phyphox.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[63,67]
Defensa oral	[16]
Total	[79,67]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 29 de mayo del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos

Firma

Presidente Marcos Francisco Guerrero Zambrano

Secretario /a José Luis Saquinaula Brito

Integrante José Martin Muñoz Salcedo



DEDICATORIA

Dedico este proyecto y mi carrera universitaria, en primer lugar a Dios, porque ha sido mi fuerza para superar cada obstáculo, que se me presento en el camino y también le agradezco por tener a mi familia unida, luego dedico a mi padre Gastón Medina Fajardo y a mi madre Ana Contreras Sánchez, ya que ellos son mi inspiración para seguir adelante todos los días de mi vida, porque sin importar las circunstancias siempre pero siempre han estado conmigo, aportando con sus consejos, regaños cuando algo no ha ido bien, pero siempre pensando en mi bienestar y con el amor que todos los padres le dan a sus hijos.

También a mis hermanos Gastón Medina Contreras y Gorkin Medina Contreras, los cuales han estado junto a mí, han compartido sus secretos y dificultades que solo se pueden vivir entre hermanos, siempre nos hemos apoyado entre nosotros y superar cualquier problema que se presente, y juntos sacar a nuestra familia adelante.

Gino Paúl Medina Contreras

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ya que el permite realizar muchas cosas y cumplir metes y sueños en la vida, tanto personal como profesional

A mis padres, Gastón Medina Fajardo y Ana Contreras Sánchez por el apoyo incondicional desde el principio, estando siempre conmigo guiando mis pasos a lo largo de mi vida y carrera estudiantil con el calor y amor de un hogar.

A mis hermanos mayores Gastón Medina Contreras y Gorkin Medina contreras, apoyo incondicional de hermano, brindando consejos y ánimos para superar cada barrera que se ha presentado en mi vida.

A mi familia por siempre tener una palabra de aliento.

Al Master Marcos Guerrero Zambrano por su asesoría y dirección en la realización de este proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este proyecto, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Gino Paúl Medina Contreras

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y mi carrera universitaria a Dios por ser quien me ha guiado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para seguir luchando cada día e ir rompiendo todas las barreras que se me han presentado.

A mis padres + Vicente Holguín Mero y + Andrea Mero Salazar ya que gracias a ellos soy quien soy, fueron ellos los que me dieron ese amor y calor humano necesario, me han dado miles de consejos y regaños los cuales estoy seguro que lo han hecho con todo el amor del mundo para formarme como hombre íntegro, con ellos he compartido tristezas y alegrías, son los que han estado pendientes por mi salud, educación, alimentación, son a ellos a quien les debo todo lo que soy.

A mis hermanos hombres y mujer de carácter fuerte pero que me han demostrado un amor inigualable, los cuales han estado junto a mí, han compartido sus secretos y dificultades que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar, prácticamente hemos vivido las mismas historias, las mismas tristezas y alegrías, unas persona capaces de sacrificarse por el bien de su familia.

A Gabriela Quiyu Valdivieso, amiga y esposa, madre de mis hijos muchas gracias por el apoyo incondicional que me ha brindado, gracias por todo este tiempo de inmensa alegría y triunfos. También dedico esta tesis a todos los docentes que me han apoyado una y otra vez de una u otra manera, los cuales no nombrare porque no quisiera olvidarme de ninguno y por lo extensa que sería la lista.

Edison Alexis Holguín Mero

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios dueño de mi vida y creador del universo que me permite hacer posibles muchos sueños.

A mis padres, + Vicente Holguín Mero y + Andrea Mero por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi trayectoria estudiantil.

A mi esposa, Gabriela Quiyu Valdivieso por apoyarme siempre incondicionalmente.

A mi familia por siempre tener una palabra de aliento.

Al Master Marcos Guerrero Zambrano por su asesoría y dirección en la realización de este proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este proyecto, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Edison Alexis Holguín Mero.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	¡Error! Marcador no definido.
CARÁTULA	II
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
PROBLEMÁTICA	5
JUSTIFICACIÓN	6
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
Aportes de los Smartphone a la Física.	7
Características el teléfono inteligente usado con sus sensores respectivos.	8
Aplicativo Phyphox para Smartphone.	11
Sensores	11
Sensores compatibles	12
El sistema de coordenadas	12
Exportación de datos	13
Control remoto	13
Red (teléfono inteligente y computadora)	14
Navegador web	14
Péndulo simple en el aplicativo PHYPHOX	14
Características del aplicativo péndulo dentro de Phyphox	14
Experimento de registro de variación de la aceleración con un péndulo mediante un Smartphone	17
METODOLOGÍA	20
DESARROLLO TEMATICO	23
CONCLUSIÓN	27
BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del Smartphone	9
Tabla 2: Datos de Longitud obtenido del Smartphone	22
Tabla 3: Diferentes longitudes con su media aritmética.	23
Tabla 4: Cuadrado la media aritmética del período.	24
Tabla 5: Datos de la Pendiente	26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Demostración de uso de Sensores	11
Ilustración 2: Sistemas de coordenadas.....	12
Ilustración 3: Ingreso de la longitud.....	15
Ilustración 4: Determinación de la longitud.....	15
Ilustración 5: Resonancia.....	16
Ilustración 6: Autocorrelación	16
Ilustración 7: Raw data en X	17
Ilustración 8: Raw data en Y & Z.....	17
Ilustración 9: Péndulo con Smartphone registrando las variaciones de aceleración.....	18
Ilustración 10: Montaje del Sistema	21
Ilustración 11: Cuerda midiendo del centro de la varilla al centro del estuche.....	21
Ilustración 12: Grafica de la pendiente	25

LA UTILIZACIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES PARA DETERMINAR LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD USANDO UN PÉNDULO SIMPLE CON AYUDA DE LA APLICACIÓN PHYPHOX

RESUMEN

En esta investigación se presentó el uso de los teléfonos Smartphone en área de la educación e investigación realizando experimentos de física el cual consistió en determinar la aceleración de la gravedad usando un péndulo simple con ayuda del teléfono inteligente usando la aplicación Phyphox, sin tener que utilizar implementos y materiales de difícil acceso debido a su alto costo, donde se propuso una nueva alternativa.

En el experimento se midió 5 veces el periodo por cada una de las 8 longitudes diferentes, el dispositivo recopiló la información, se implementó fundamentos de física con respecto a la cinemática y se la dirigió hacia una computadora portátil. Que con los datos recopilados se procesó la información que por cada longitud se determinó la media aritmética, el cuadrado de la media aritmética del período y también la Incertidumbre del cuadrado de la media aritmética del período.

Dado los datos se representó la recta de mejor ajuste en la gráfica \bar{T}^2 vs. L , y donde se seleccionó un punto central de la recta de mejor ajuste y partir de allí se trazó la recta de máxima y mínima pendiente, lo cual permitió determinar la incertidumbre de la pendiente, también determinar el valor de la aceleración de la gravedad que da un resultado $9,24 \text{ ms}^{-2}$ y por ultimo encontrar la incertidumbre de la aceleración de la gravedad.

Por lo que se concluyó que los datos tuvieron una buena caminata aleatoria por encima y debajo de la línea de mejor ajuste, esto sugiere que los datos sean lineales, evidenciando que los errores aleatorios (el tiempo de reacción de la persona en el cronometro), son más significativos que los errores sistemáticos (el calibrar correctamente el péndulo y el Smartphone), y finalmente se determinó que los teléfonos inteligentes son una gran alternativa para el desarrollo de experimento de Física.

PALABRAS CLAVE: Smartphone, péndulo, aceleración de gravedad, Phyphox

THE USE OF INTELLIGENT TELEPHONES TO DETERMINE THE ACCELERATION OF GRAVITY USING A SIMPLE PENDULUM WITH HELP OF THE PHYPHOX APPLICATION

ABSTRACT

This research presented the use of smartphones in the area of education and research conducting physics experiments which consisted in determining the acceleration of gravity using a simple pendulum with the help of the smartphone using The Phyphox application, without having to use implements and materials of difficult access because of its high cost, where a new alternative was proposed.

In the experiment, 5 times the period was measured for each of the 8 different lengths, the device compiled the information, physics fundamentals were implemented with respect to the kinematics and it was directed towards a laptop computer. That with the data collected was processed the information that for each length was determined the arithmetic mean, the square of the arithmetic mean of the period and also the uncertainty of the square of the arithmetic mean of the period.

Given the data was represented the best fit line in the graph \bar{T}^2 vs. L , and where it was selected a central point of the line of better adjust and from there the straight of maximum and minimum slope was drawn, which allowed to determine the uncertainty of the slope, also to determine the value of the acceleration of the gravity that gives a result $9,24 \text{ ms}^{-2}$ and finally find the uncertainty of the acceleration of gravity.

So it was concluded that the data had a good random walk above and below the line of best fit, this suggests that the data are linear, showing that random errors (the reaction time of the person in the stopwatch), are more meaningful than systematic errors (correctly calibrating the pendulum and Smartphone), and finally it was determined that smartphones are a great alternative for the development of physics experiment.

KEY WORDS: Smartphone, pendulum, gravity acceleration, Phyphox.

INTRODUCCIÓN

En la última década se han incorporado nuevas tecnológicas en los dispositivos móviles como los denominados (Smartphone), este tipo de innovaciones han mejorado entre otros el sector de la educación haciendo más accesible las labores de docentes y estudiantes en las aulas de clases logrando una mayor interacción y dinamismo en las actividades curriculares. Desde su aparición en el mercado en el año de 1993 desarrollado por la empresa IBM y luego en el año de 1994 por la compañía Nokia siendo considerado como el primer teléfono portátil, aunque en realidad desde el 90 Nokia Aparece el Nokia 9000i que es considerado uno de los primeros Smartphone, fue uno de los móviles más novedosos puesto que se podía abrir de forma horizontal y acceder a una pantalla completa y aparecía el teclado Qwerty, además podía enviar y recibir mensajes de texto y acceso a la web. (González & González, 2015)

A medida que los teléfonos evoluciona también su equipamiento físico como es lo sensores puesto que los primeros dispositivos móviles solo contaban con el sensor del micrófono y que por medio de este se medía la frecuencia de la voz para las llamadas de móvil a móvil y luego se incorporó el sensor infrarrojo el que permitía una conexión de datos entre móviles que poseían el mismo sensor, al paso de los años se incorporaron más tales como cámara, Magnetómetros que permiten el funcionamiento del GPS, la constante actualización de los dispositivos móviles y de la tecnología continua incluyendo más sensores como es el Fotómetro que permitía que la luz del móvil se acople a la luz solar, y de esa manera nuevas herramientas como son el cronometro, acelerómetro y el giroscopio que permite obtener la ubicación del móvil. (Catalunya, 2015)

De la misma manera que con los ordenadores el aprendizaje ha mejorado notablemente puesto que se cuenta con más herramientas de apoyo para el aprendizaje ya que se encuentra más información en la web sobre conceptos basados en física, sobre guías de experimentos que pueden ayudar al estudiante al mejor desempeño de sus prácticas curriculares, y aún más teniendo todo ese acceso al alcance de la mano con el uso de los dispositivos móviles. (González & González, El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone, 2016)

El uso de estos sea más eficiente y más adaptable al medio tecnológico que se vive hoy en día, en un informe de la National Science cuyo personal se dedica a la investigación en ciencias, educación y tecnología detallan que con estos nuevos dispositivos abarrotando el mercado ha incrementado el interés por la física en los actuales Smartphone existen aplicaciones que nos ayuda en el aprendizaje por motivos que muchos centros de educativos no tienen un laboratorio fortalecido con los equipamiento por su costo elevado estos equipos vinculan el hardware y el software. Debido a la gran importancia que esta materia tiene en la vida es que se buscan formas dinámicas y realistas para poder impartir estas ciencias en los centros educativos para que los estudiantes tengan un método económico para receptor las prácticas experimentales tales como tipos el método del péndulo simple, la aceleración por la gravedad entre otros. (Duarte, Ryan, Sapognikoff, Freidin, & Gasaneo, 2016)

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

La utilización de teléfonos inteligentes para determinar la aceleración de la gravedad usando un péndulo simple con ayuda de la aplicación PHYPHOX.

PROBLEMÁTICA

En la última década se han incorporado nuevas tecnológicas en los dispositivos móviles como los denominados (Smartphone), este tipo de innovaciones han mejorado entre otros el sector de la educación haciendo más accesible las labores de docentes y estudiantes en las aulas de clases logrando una mayor interacción y dinamismo en las actividades curriculares.

Pero el uso de los Smartphone facilita la captura y tratamiento de datos físicos en los laboratorios de prácticas convirtiendo esta tecnología móvil en una alternativa importante para los medios de adquisición de información tradicionales como son los ordenadores de escritorio e incluso las laptops y sobre todo esta es una formas más efectiva y menos costosa que las habituales para poder acercar a los estudiantes a la Física.

En el área de los experimentos de física se los implementaba en laboratorios con utensilios que eran algo costosos acorde a cada experimento existe una herramienta que permita realizar su mediciones de integrar para un aula de clase, por tal razón es que no se realizan muchos experimentos porque su precio es elevado, pero con los avances de la tecnología se logra que estas prácticas se realizan con un Smartphone ya que se puede medir la velocidad, la aceleración de un cuerpo dejándolo caer , o incluso la frecuencia de algún cuerpo gracias a los sensores que tiene el móvil.

En la actualidad, con la aparición de las nuevas tecnologías, que permiten una mayor facilidad para obtener nuevos conocimientos o a su vez reforzarlos y reafirmarlos, pero existe inconvenientes en la implementación de laboratorios o adquisición de instrumentos de física en instituciones, como colegios, e inclusive en ciertas Universidades, ya que son muy costosos, esto se debe a las condiciones económica que cuentan las instituciones, teniendo como problema que esta ciencia experimental sean enseñadas por trasmisión oral y escrita sin tener la posibilidad de manejar objetos y fenómenos a lo que esta disciplina se refieren. Este problema genera una carencia evidente para el aprendizaje de la física.(Calderón, Núñez, Laccio, & Iannelli, 2015)

Por tal motivo, se plantea una nueva alternativa, que incorpora la utilización de teléfonos inteligentes (Smartphone) de gama media, para realizar experimentos de física, haciendo que sea mucho más accesible para cualquier institución o persona debido a su bajo costo económico para realizar experimentos. (Roman, Fuentes, J.; Franco, G., R.; Gordillo, M., 2013) En esta investigación se planteó realizar un experimento que se basa en la determinación de la aceleración de la gravedad usando un péndulo simple con la ayuda de un teléfono inteligente.

OBJETIVO GENERAL

- El propósito de nuestra investigación es proponer una alternativa para determinar la aceleración de la gravedad usando un péndulo simple con ayuda del teléfono inteligente con la ayuda de la aplicación PHYPHOX.

JUSTIFICACIÓN

En la presente investigación, está enfocado en plantear una nueva alternativa en la práctica en los experimentos de física mediante el uso de los teléfonos inteligentes, ya que estos dispositivos y el avance de la tecnología permiten que puedan ser utilizados en muchas áreas de la ciencia, y una de ellas es la física, debido a los múltiples beneficios que poseen, tales como los sensores que vienen incorporados en el Smartphone, el cual permiten reemplazar a ciertos instrumentos o materiales de alto costo que son empleados en la parte experimental.

En este trabajo se desarrollara un experimento de física basado en un péndulo simple, donde se permite determinar la aceleración de la gravedad, utilizando un teléfono inteligente de gama media, esto permitirá demostrar que los teléfonos inteligentes son una buena alternativa para el aprendizaje de la física en la parte experimental y que pueden ser implementados en instituciones educativas, específicamente en colegios y universidades que no tengan un nivel económico alto, el cual les permita adquirir los implementos necesarios para realizar los experimentos.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Los avances de la tecnología permiten que uno de los componentes más importantes en la vida de los usuarios sean los dispositivos móviles lo cual es clave de la aparición de m-Learning, el otro es la creación de las redes y de los puntos de acceso que se encuentran disponibles en cualquier parte del mundo.

Cada avance va dejando de lado las técnicas tradicionales como son los ordenadores, incluso las portátiles ya que ahora todo se puede hacer por medio de los celulares, desde enviar un mail hasta crear una presentación en power point con estados de resultados que logran que un ejecutivo pueda presentar todo esto ante un consejo sin ningún inconveniente.

De ahí la intención de usar estos dispositivos para poder realizar prácticas de laboratorio en el área de la física, la cual tiene mucha importancia para la comprensión adecuada de los fenómenos que se hayan en la naturaleza. (Valero, Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación, 2015)

Aportes de los Smartphone a la Física.

La Física al igual que muchas ciencias su única intención es poder comprender y analizar todos los fenómenos que ocurren en el universo con el fin de poder tener una mejor interpretación del espacio y el tiempo, ya que el desarrollo de esta materia contribuye a una mejor familiarización con la naturaleza de la actividad científica es que se encuentra fuertemente ligada a la experimentación.

Debido a la gran importancia que esta materia tiene en la vida es que se buscan formas más dinámicas y realistas para poder impartir esta materia en los centros educativos con el fin de que los estudiantes puedan comprender de mejor manera el propósito del estudio de esta rama tan fundamental que puede mejorar el desarrollo de todo el mundo. (Duarte, Ryan, Sapognikoff, Freidin, & Gasaneo, 2016)

Gracias a la tecnología de esta nueva era se pueden tener alternativas para poder realizar experimentos y análisis físicos con mayor realismo, y darles a los estudiantes una forma más eficiente de poder entender los acontecimientos de la naturaleza, permitiendo que se tenga una mayor entrega e interés de parte del estudiante por aprender Física, el trabajo de laboratorio permite aprender el uso de los materiales y de las técnicas para la experimentación. (Fourés, Graziosi, & Shitu, 2015)

Debido a la aparición de los Smartphone estas prácticas experimentales ahora pueden llevarse a cabo con mayor facilidad sin tener tantos contratiempos presupuestarios ya que todos poseemos un teléfono inteligente en nuestras manos, en este proyecto se detallaran todos los recursos que se usaron para poder realizar un experimento con un Smartphone para determinar la aceleración de la gravedad por el método del péndulo simple mediante una aplicación móvil llamada Phyphox.

El Smartphone puede funcionar como un aparato que recolecta y ayuda a generar los datos de la investigación, sin importar el modelo del dispositivo que se use mientras sea un dispositivo inteligente, lo que es un beneficio en todos estos dispositivos es la cámara aunque no se la considere como tal, esta herramienta integrada en los móviles permite que se pueda obtener información de los movimientos de los objetos factores que ayudan al estudio de la cinética y la mecánica. (Andrea V. Basantes, 2016). Claro está que el uso de los dispositivos móviles para experimentos físicos requiere que los docentes estén al pendiente de la exactitud de los sensores del móvil ya que deben ser adecuados para la práctica, del mismo modo se debe seleccionar con cuidado las aplicaciones que se usaran para poder realizar la medición de los datos, ya que pueden presentar valores erróneos que impedirán un buen análisis de la información. (González & González, El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone, 2016)

Características el teléfono inteligente usado con sus sensores respectivos.

Para la ejecución del experimento se usó un Smartphone de la compañía Samsung en una serie S (Samsung Galaxy s3 mini) el cual es considerado gama media en la tecnología en funciones física y posee dimensiones 121.5x63x9.9 mm y un peso de 112g, cuyas características son los sensores que todo teléfono inteligente de esta generación trae incorporado que son lo sensores de Acelerómetro, Geomagnético, Giroscopio, Proximidad.

Tabla 1: Características del Smartphone

Modelo y características físicas	Samsung Galaxy S3 mini GT-i8190 8GB
Marca	<u>Samsung</u>
Modelo	<u>Galaxy S3 mini GT-i8190 8GB</u>
También conocido como	Samsung Galaxy S III mini 8GB, Samsung GT-i8190 S3 mini
Región o país donde se vende	especificación no registrada
Disponibilidad	noviembre, 2012
Tipo / Diseño	Clásico / Bar
Grosor / Espesor	9,85 milímetros
Dimensiones (anchura x altura)	62,95 x 121,55 milímetros
Peso	112 gramos
Vibración	Compatible
Tonos / ringtones	Polifónicos y personalizados
Navegación web	HTML, XHTML, HTML5
Java / Flash player	Sí / No
Sensores	Acelerómetro Proximidad Brújula Giroscopio
Otras características	- Colores: Blanco, Azul - WiFi direct - WiFi hotspot

Fuente: Obtenida de Compañía Samsung

Este permitió que se pudiera medir la aceleración de gravedad con la aplicación Phyphox, las características de este dispositivo que facilitaron el acceso a este experimento son los sensores que vienen integrado en todos los dispositivos y que se detallan a continuación.

Ningún sensor dispuesto en el móvil solo por estarlo, ya que cada componente integrado en este tiene su función y una de las principales es incitar al consumidor a comprarlo, aunque a más de la dispuesta por los fabricantes se puede dar otro uso a estos sensores que pueden ser de utilidad para las prácticas de experimentos de laboratorio en el área de la Física. (González & González, 2015)

Los sensores más destacados son:

- **Fotómetro:** este es un sensor de luz que sirve para poder percibir la intensidad de las ondas solares.
- **Acelerómetro:** el acelerómetro permite medir la aceleración del móvil en tres ejes
- **Magnetómetro:** este como su nombre lo indica contiene un magneto que permite que funcione la brújula para la ubicación por GPS
- **Barómetro:** este también es un complemento que está integrado para la función del GPS, con este se puede medir la ubicación exacta de un cuerpo.
- **Micrófono:** con este se puede analizar datos de frecuencias como son voz, resonancias, la relación entre una cuerda y su frecuencia, incluso se puede examinar algo de biocústica, ya que los dispositivos pueden no solo percibir el sonido sino analizarlo en tiempo real su frecuencia.
- **Cámara:** la cámara puede medir el movimiento de los cuerpos a investigar
- **Giroscopio:** mide la velocidad angular de rotación del cuerpo que se pretende estudiar.

Por esta y las demás herramientas que poseen los dispositivos es que se pueden realizar un sinnúmero de experimentos, debido a estos es que los dispositivos móviles se pueden convertir en una gran herramienta para la aplicación de experimentos de física.

Aplicativo Phyphox para Smartphone.

La aplicación fue desarrollada con un nivel pedagógico que fue integrado por el doctor Sebastián Kuhlen que explica todas las características de este aplicativo como una forma dinámica para poder entender y experimentar la física de manera más entretenida y sobre todo poniéndola en práctica mediante experimentos que se pueden realizar a través del teléfono. (Sandoval, 2015)

Sensores

Este aplicativo de phyphox, presenta varias ventajas, la cual es que se puede usar los sensores en un teléfono inteligente para realizar experimentos, como, por ejemplo, la aplicación detecta la frecuencia de un péndulo, donde se tiene que utilizar el acelerómetro o también se puede medir el efecto Doppler usando el micrófono.

Ilustración 1: Demostración de uso de Sensores



Fuente: phyphox.org

Sensores compatibles

Phyphox tiene compatibilidad con los siguientes sensores de entradas y salidas:

Entradas

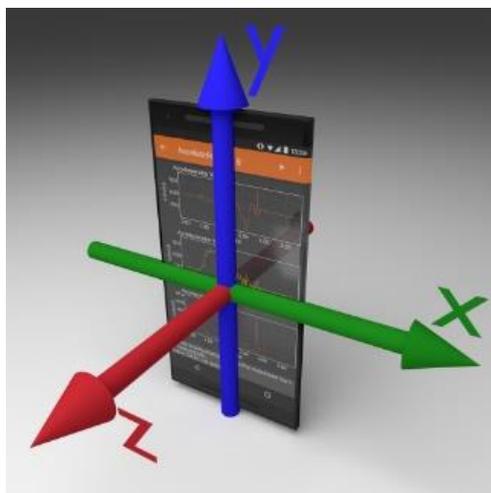
- Acelerómetro
- Magnetómetro
- Giroscopio
- Sensor de luz
- Presión
- Sensor de proximidad
- Micrófono
- GPS / Ubicación
- Bluetooth para dispositivos personalizados (por ejemplo, un Arduino)

Salidas

- Altavoz
- Bluetooth para dispositivos personalizados (por ejemplo, un Arduino)

El sistema de coordenadas

Ilustración 2: Sistemas de coordenadas



Fuente: phyphox.org

La aplicación de phyphox, presenta tres ejes cardinales, los cuales son x,y, z, donde el eje z se presenta de forma perpendicular a la pantalla, es decir apuntando hacia afuera del teléfono inteligente, el eje x se presenta de manera que se direcciona a la derecha, es decir apunta hacia la derecha del dispositivo, donde la posición del teléfono se observa la pantalla en orientación vertical, y por último el eje y apunta hacia arriba donde se observa a lo largo del lado más largo del teléfono inteligente.

Exportación de datos

Esta ventaja, hace de que el trabajo se facilite de gran manera, al momento de realizar un trabajo de experimento, donde se recopilan y se procesan datos, que pueden ser exportados en varios formatos comunes, esto sirve y ayuda a realizar análisis en el software que el usuario desee trabajar, también presenta la facilidad de guardar y compartir los datos a través de cualquier aplicación en el teléfono inteligente del usuario.

Formatos de exportación

Actualmente, phyphox admite los siguientes formatos de exportación:

- Valores separados por comas (CSV)
- Valores separados por tabuladores
- MS Excel (xls)

Control remoto

Una de las características más resaltantes de la aplicación de Phyphox, es que se puede controlar el experimento que se te realizando desde cualquier navegador web, es decir que phyphox se puede controlar desde una computadora portátil y descargar los datos que se obtiene del trabajo y ser observados directamente a su escritorio de la computadora, pero antes de eso se deben cumplir ciertos paramentos los cuales son que el teléfono inteligente y la computadora se deben encontrar en la misma red y que presente un navegador web contemporáneo, a continuación se presenta los parámetros mencionados de forma más detallada:

Red (teléfono inteligente y computadora)

Para efectuar una conexión se debe estar en la misma red entre los dispositivos. Es decir, entre el teléfono y la computadora pueden hablar directamente a través de WI-FI, es decir que los dispositivos ya mencionados deben estar conectados a la misma red WIFI, un ejemplo correcto sería que, si se está trabajando con Phyphox en casa que solo presente una sola señal WIFI, lo más seguro que la computadora y el teléfono inteligente que se esté utilizando, ya estén conectados a misma red.

Pero si intenta usar phyphox en un lugar público, como por ejemplo un WIFI universitario, pueden presentar ciertos problemas de que no permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí o pueden distribuir a los usuarios a diferentes subredes por razones técnicas.

, donde se deberá realizar configuraciones de red para que la computadora y el teléfono inteligente este en la misma red wifi y se pueden transmitir los datos.

Navegador web

Este debería ser bastante simple. El otro dispositivo debe tener un navegador web actualizado. Los navegadores típicos con los que se ha probado phyphox son Firefox, Chrome, Internet Explorer y Safari. Tenga en cuenta que, especialmente para Internet Explorer, debe asegurarse de tener la versión más reciente para evitar problemas. Muchas otras opciones deberían funcionar siempre que el navegador admita la mayoría de los estándares modernos (HTML5 y CSS3, JavaScript debe estar habilitado).

Péndulo simple en el aplicativo PHYPHOX

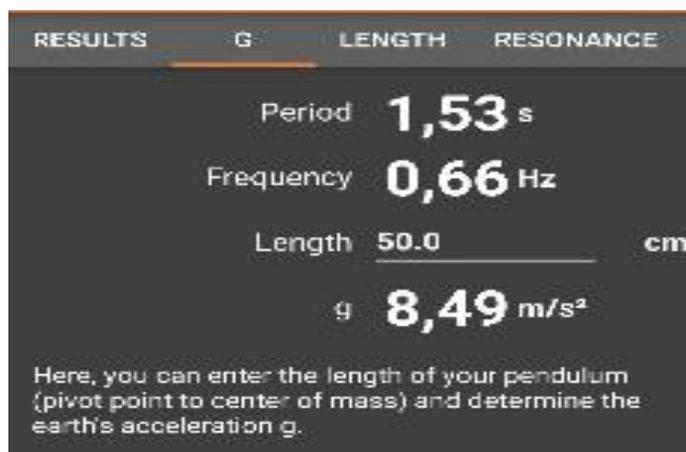
El experimento "Péndulo" muestra el movimiento de un péndulo de cuerda y determina su período y frecuencia. Además, si proporciona la longitud de la cuerda, puede calcular "g", la aceleración gravitacional local. (Corral, 2015)

La aplicación Phyphox registrará la velocidad angular de su teléfono durante el experimento. Debe seguir una función sinusoidal con los valores extremos (velocidad angular máxima absoluta) en el punto más bajo del movimiento de oscilación. (Acosta, 2015)

Características del aplicativo péndulo dentro de Phyphox

G: aquí, puede ingresar la longitud de su péndulo (punto de pivote al centro de masa) y determinar la aceleración de la tierra g.

Ilustración 3: Ingreso de la longitud



Fuente: phyphox.org

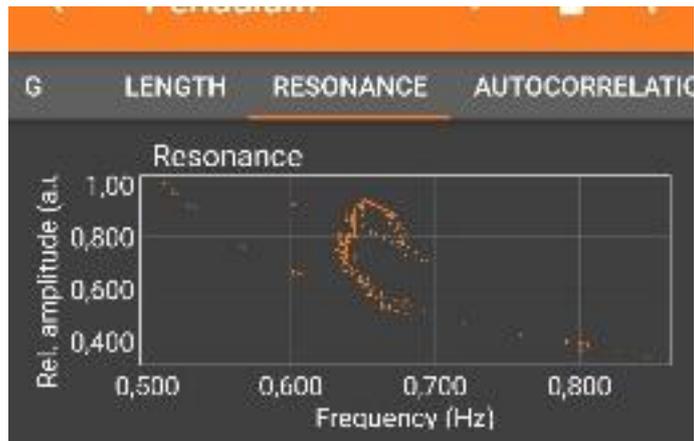
Length/Longitud: aquí, puedes determinar la longitud de tu péndulo (punto de pivote al centro de masa) asumiendo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Ilustración 4: Determinación de la longitud



Resonance/Resonancia: resonancia en esta pestaña, la amplitud se representa frente a la frecuencia detectada. Puede usar esto para medir la resonancia de un oscilador conducido. La amplitud se normaliza a un rango de 0 a 1.

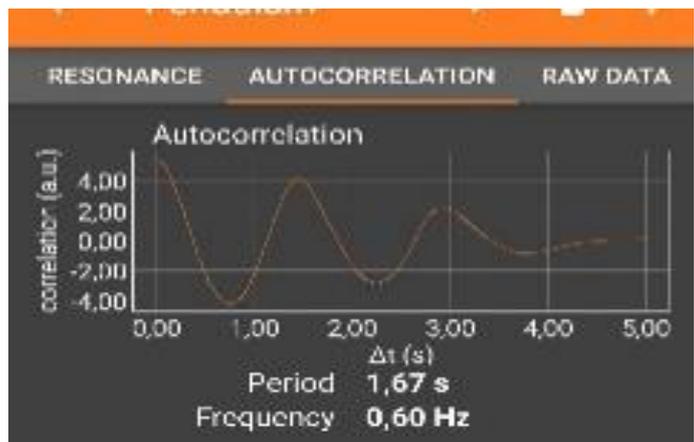
Ilustración 5: Resonancia



Fuente: phyphox.org

Autocorrelation/Autocorrelación: phyphox calcula la autocorrelación de los datos. El primer máximo (después del máximo en cero) se toma como el período y su inversa como la frecuencia de oscilación.

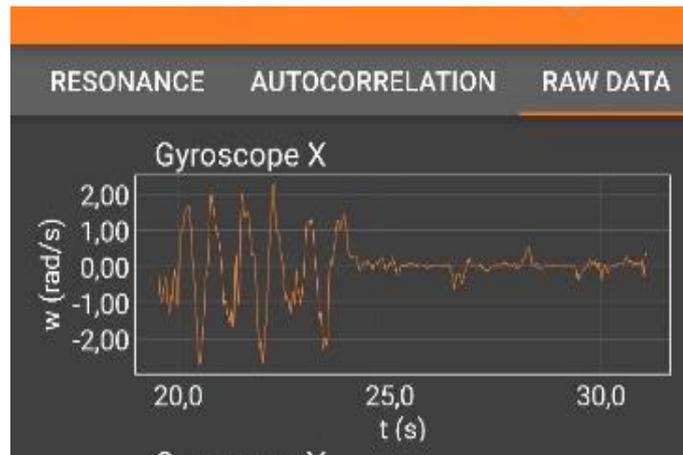
Ilustración 6: Autocorrelación



Fuente: phyphox.org

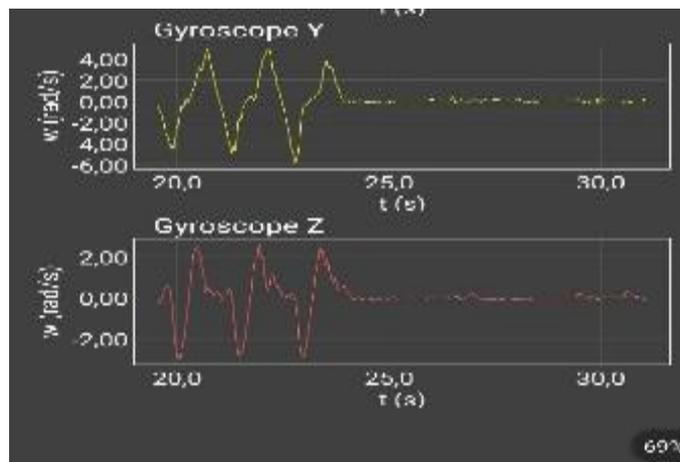
Raw data: también conocidos como datos primarios, son datos (por ejemplo, números, lecturas de instrumentos, figuras, etc.) recopilados de una fuente.

Ilustración 7: Raw data en X



Fuente: phyphox.org

Ilustración 8: Raw data en Y & Z



Fuente: phyphox.org

Experimento de registro de variación de la aceleración con un péndulo mediante un Smartphone.

El uso de los sensores de los Smartphone permite que se puedan sustituir varios materiales que resultan costosos para poder realizar este tipo de experimentos, o incluso poder construir algunos circuitos electrónicos que son económicos y que se pueden conectar al móvil para poder tener una mejor precisión de datos, ya que esto permite que se puedan implementar nuevos métodos de enseñanza que atraigan la atención de los alumnos. (PORTILLA, 2015)

Además la aplicación usada permite administrar los sensores integrados en el teléfono para poder realizar el experimento y así determinar la oscilación del péndulo simple registrando los datos sin procesar para poder exportarlos después de terminar el experimento. (Pérez & Enrique, 2015)

El aplicativo además tiene un acceso remoto para que se lo pueda ejecutar desde otro móvil o pc, permitiendo que la aplicación sea usada en diferentes plataformas facilitando el desarrollo de las prácticas de la física y de su entendimiento. (Caudill, 2015)

Con “Phyphox” puedes diseñar tus propios experimentos personalizados a través de un editor que te permite crear tus propios experimentos y obtener resultados que te ayuden a entender mejor estos fenómenos.

Ilustración 9: Péndulo con Smartphone registrando las variaciones de aceleración.



Fuente: phyphox.org

Este experimento corresponde al estudio de las oscilaciones de un péndulo simple al que se le ha incorporado un Smartphone para poder recolectar todos los datos de este experimento, este se lo realizó introduciendo el móvil en una bolsa a la que se le colocó un hilo que permite la oscilación, en donde se adhirió a una pieza metálica unida a una barra metálica, y se obtuvo con gran exactitud el periodo de oscilación y la aceleración de la gravedad a partir de los datos obtenidos con el móvil. (Catalunya, 2015)

Se detalla la secuencia completa de las medidas incluyendo los estados registrados junto con los componentes y la aceleración la cual se la obtiene con la frecuencia de la oscilación.

Con el estudio de las oscilaciones de un péndulo simple unido al Smartphone se lo pudo realizar de forma más fácil y además los ajustes de los datos experimentales a una función armónica para poder obtener con suficiente exactitud los datos de la aceleración de la gravedad con los valores ofrecidos por el Smartphone. (González & González, Physics in Your Pocket: Doing Experiments and Learning With Your Smartphone, 2015)

METODOLOGÍA

La investigación que se plantea a continuación permite dar una nueva alternativa para poder aplicar las nuevas tecnologías en ámbito de la física, con la utilización de los teléfonos inteligentes en los experimentos de física. La investigación que se va a realizar consiste en un experimento basado en la medición del periodo de un péndulo utilizando un Smartphone.(Martín-Ramos, Ramos Silva, & Pereira da Silva, 2017)

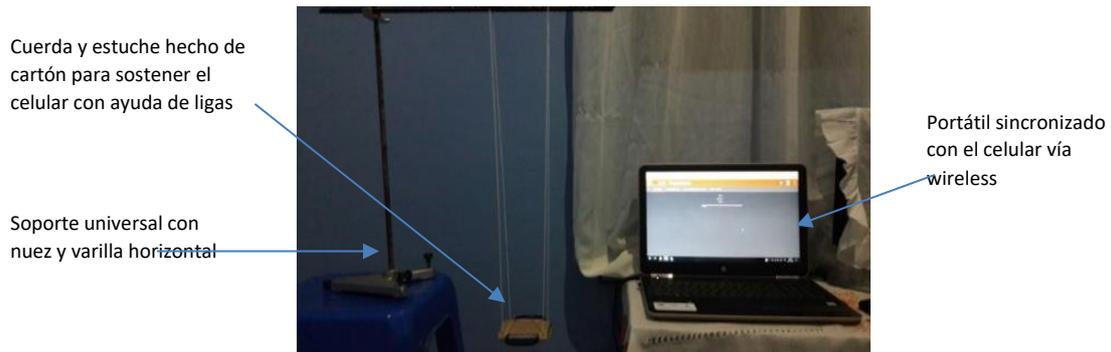
Para llevar a cabo el experimento, la herramienta que se utilizó fue un teléfono inteligente, el Samsung Galaxy S3 mini(Posee una pantalla Super AMOLED WVGA de 4 pulgadas, cámara de 5 megapíxeles, procesador dual-core a 1GHz, 1GB de RAM, conectividad 3G, 8/16GB de almacenamiento interno y NFC y corre Android 4.1 Jelly Bean.), cabe recalcar que el Smartphone que se está utilizando, es de gama media, por lo que su precio actual es muy accesible y podrá permitir desarrollar este estudio sin necesidad de un teléfono inteligente de última generación.(Gil, Luis, & Laccio, 2016)

Los materiales a utilizar para realizar el experimento de péndulo simple de esta investigación son los materiales siguientes:

- Un teléfono inteligente (Samsung Galaxy S3 mini)
- Cartón para estuche de celular
- Un par de ligas
- Rollo de cuerda
- App Phyphox, opción péndula, práctica g
- Un soporte Universal
- Una nuez
- Una varilla
- Un graduador
- Una hoja de papel milimetrado
- Una portátil
- Conexión Wireless

Para realizar el experimento se debe tener un teléfono inteligente, en este caso se utilizó el Samsung Galaxy S3 mini, que es un teléfono de gama media, no costoso en la actualidad, también se debe descargar e instalar la aplicación Phyphox, en el teléfono y en la computadora portátil, se abre la aplicación donde algunas opciones de diferentes experimentos, pero se selecciona la opción de péndulo, porque es el experimento que se realiza para este trabajo, se arma el sistema en la ilustración 10.

Ilustración 10: Montaje del Sistema



Fuente: Elaboración propia.

Continuación, la longitud de la cuerda se la mide del centro de la varilla al centro del estuche del cartón, tal como se muestra en la ilustración 11. Las longitudes a trabajar son 0.30 m, 0.35m, 0.40 m, 0.45 m, 0.50 m, 0.55 m, 0.60 m y 0.65m. Se continua a ingresar las medidas ya mencionadas, primero con 0.30 m en la aplicación g del péndulo, después ir a las opciones que está a lado derecho de la aplicación y presionar **Timed run** y seleccionar 1.0 s como tiempo de inicio y 6.0 s en duración del experimento. Finalmente presionar **Enable a time run**. Una vez conseguido eso se presiona **Enable remote access**, luego el botón **Ok**, para finalmente copiar la dirección URL en un buscador (Firefox, Google Chrome, Safari) de la portátil. En este momento están sincronizados el teléfono inteligente y la portátil.

Ilustración 11: Cuerda midiendo del centro de la varilla al centro del estuche



Fuente: Elaboración propia.

Luego se coloca el teléfono inteligente con cuidado si tocar la pantalla en el interior del estuche de cartón, para evitar que se produzca un cambio en los datos, después de debe hacer oscilar el sistema y presionar el botón de inicio que está en la parte superior derecha de la pantalla de la portátil, para anotar el valor del periodo. Y por último se procede a repetir los procesos anteriores, es decir que por cada una de las siguientes longitudes (0.35m, 0.40 m, 0.45 m, 0.50 m, 0.55 m, 0.60 m y 0.65m), medir 5 veces el periodo y anotar los diferentes los datos en la siguiente tabla 2:

Tabla 2: Datos de Longitud obtenido del Smartphone

Longitud L/m $\pm\Delta L = \pm 0.005\text{ m}$	Período T/s $\pm\Delta T = \pm 0.01\text{ s}$				
0,30	1,17	1,16	1,17	1,16	1,16
0,35	1,24	1,24	1,26	1,25	1,25
0,40	1,32	1,33	1,33	1,33	1,32
0,45	1,41	1,41	1,39	1,41	1,40
0,50	1,49	1,46	1,49	1,47	1,47
0,55	1,55	1,54	1,55	1,55	1,56
0,60	1,64	1,63	1,61	1,62	1,63
0,65	1,68	1,66	1,68	1,68	1,69

Fuente: Elaboración propia.

DESARROLLO TEMATICO

El desarrollo que presenta la tecnología, permite que las actividades diarias sean mucho más fáciles, con la aparición de los teléfonos inteligentes (Smartphone), se pueden realizar sin números de cosas sencillas, así como también complejas, y si se relaciona los teléfonos inteligentes en el área de física, permite un fácil acceso al desarrollo de experimentos, sin tener que utilizar implementos y materiales de difícil acceso debido a su alto costo. (Martín-Ramos et al., 2017)

El experimento del péndulo simple se procede a procesar los datos que se obtuvo en el capítulo anterior con la recopilación de los datos sobre las diferentes longitudes con sus correspondientes periodos, ahora se tendrá que por cada longitud obtener la media aritmética del periodo usando la ecuación $\bar{T} = \frac{T_1+T_2+T_3+T_4+T_5}{5}$ que equivale a la sumatoria de los 5 periodos y dividirlos por la misma cantidad de periodos, y después determinar la incertidumbre de cada media aritmética del periodo usando la ecuación $\Delta\bar{T} = \frac{T_{MAX}-T_{MIN}}{2}$. Luego se presentan los valores en la siguiente tabla 3:

Tabla 3: Diferentes longitudes con su media aritmética.

Longitud L/m $\pm\Delta L = \pm 0.005\ m$	Media aritmética del período $\underline{T/s}$	Incertidumbre e la media aritmética del período $\underline{\Delta T/s}$
0,30	1,162	0,015
0,35	1,245	0,020
0,40	1,327	0,010
0,45	1,405	0,010
0,50	1,479	0,020
0,55	1,554	0,015
0,60	1,621	0,015
0,65	1,683	0,025

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores que se presentaron en la tabla anterior, ahora se eleva al cuadrado la media aritmética del período \bar{T}^2 y determinar su incertidumbre mediante la ecuación $\Delta\bar{T}^2 = 2\bar{T}\Delta\bar{T}$ y llenar la siguiente tabla:

Tabla 4: Cuadrado la media aritmética del período.

Longitud L/m $\pm\Delta L = \pm 0.005\text{ m}$	Cuadrado de la media aritmética del período \bar{T}^2/s^2	Incertidumbre del cuadrado de la media aritmética del período $\Delta\bar{T}^2/s^2$
0,30	1,35	0,03
0,35	1.55	0,05
0,40	1.76	0,03
0,45	1,97	0,03
0,50	2,19	0,06
0,55	2,41	0,05
0,60	2,63	0,05
0,65	2,83	0,08

Fuente: Elaboración propia.

La tabla, muestra los valores de las diferentes longitudes, cada longitud presenta el cuadrado de la media aritmética del período y también la Incertidumbre del cuadrado de la media aritmética del período.

Ahora se grafica en la hoja de papel milimetrado los respectivos pares ordenados de longitud L y el cuadrado de la media aritmética período \bar{T}^2 , para posterior trazar en la gráfica las barras de error tanto para la longitud L, como para el cuadrado de la media aritmética período \bar{T}^2 .

Trazar la recta de mejor ajuste en la gráfica \bar{T}^2 vs. L, y luego se deberá seleccionar un punto central de la recta de mejor ajuste y partir de allí trazar la recta de máxima y mínima pendiente, para determinar la pendiente de la recta de mejor ajuste m y las pendientes máximas m_{MAX} y mínimas m_{MIN} .

Planteado los procedimientos anteriores de experimento, ahora a continuación se va realizar el siguiente cálculo, esto permitirá determinar la incertidumbre de la pendiente mediante la ecuación $\Delta m = \frac{m_{MAX} - m_{MIN}}{2}$.

Una vez con eso se podrá determinar el valor de la aceleración de la gravedad mediante la ecuación $g = \frac{4\pi^2}{m}$ y también encontrar la incertidumbre de la aceleración de la gravedad mediante la ecuación $\Delta g = \frac{\Delta m}{m^2}$

Con estos valores podremos obtener una gráfica la cual se verá afectada por varios motivo estos pueden ser por los sensores del equipo utilizado por el tamaño de la muestra también es un factor fundamental al realizar la gráfica entre más errores de aplicación de fórmulas se suele utilizar valore que se encuentra fuera del máximo y mínimo dando como resultado una gráfica con valores nulos o por menores del estimado. Estos errores son conocidos como sistemáticos o aleatorios. (Allum & Talbot, 2016)

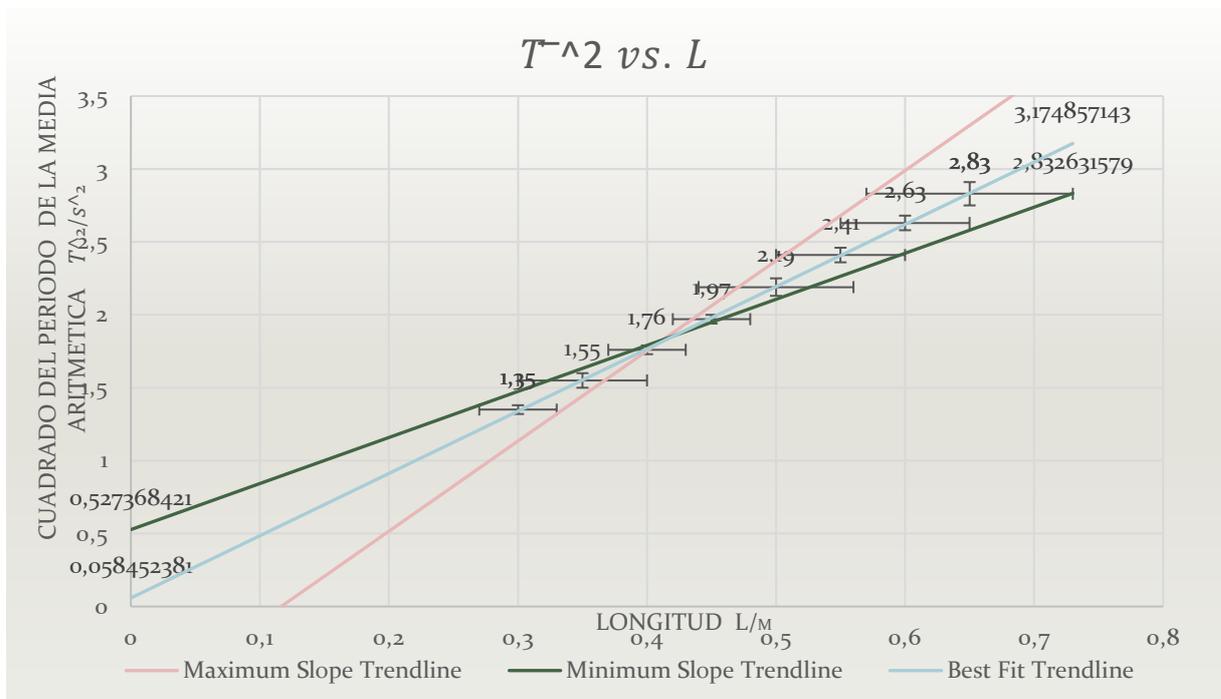
Grafica de la pendiente

Ilustración 12: Grafica de la pendiente

Longitud $\rightarrow L/m$

Periodo $\rightarrow T$

Cuadrado de la media aritmética del período $\rightarrow T^2/s^2$



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Datos de la Pendiente

PENDIENTE	4,271
MIN	0,058
MAX	1,000

Fuente: Elaboración propia.

- Determinar la incertidumbre de la pendiente

$$\Delta m = \frac{\max - \min}{2}$$

$$\Delta m = \frac{1,000 - 0,058}{2}$$

$$\Delta m = 0,471$$

- Determinar la aceleración de la gravedad

$$g = \frac{4\pi^2}{m}$$

$$g = \frac{4\pi^2}{4,271}$$

$$g = 9,24 \text{ ms}^{-2}$$

- Determinar la incertidumbre de la aceleración de la gravedad:

$$\Delta g = \frac{\Delta m}{m^2}$$

$$\Delta g = \frac{0,471}{(4,271)^2}$$

$$\Delta g = 0.0258 \text{ ms}^{-2}$$

CONCLUSIÓN

Obteniendo resultado favorable después de realizar la investigación, es posible encontrar la aceleración mediante el péndulo simple utilizando un teléfono inteligente mediante la aplicación Phyphox, registrando en el dispositivo varios valores en diferentes posiciones, para posteriormente calcular la aceleración.

En la ejecución de nuestro proyecto nos encontramos con errores aleatorios en la generación de toma de muestra con el equipo Smartphone que utilizamos el cual no es un equipo especializado para realizar experimentos de física pero si posee sensores que permiten realizar estas tomas, las mismas que pueden variar con mínima de posibilidad, es decir que los valores pueden ser mayores o menores del valor correcto, también nos topamos con errores sistemáticos se produjeron con el funcionamiento del equipo en el software del android que generaba una lectura que presenta más alta o más baja que el valor correcto y es medido de la misma cantidad. Para obtener Los datos parecen tener una buena caminata aleatoria por encima y debajo de la línea de mejor ajuste se actualizo la versión de software y se corrigió el problema con los errores sistemáticos, y de esta manera se sugiere que los datos sean lineales, sus intersecciones en Y máximas y mínimas se encuentran en el origen. La relación teórica predice que su mejor tendencia de ajuste debe ir por el origen, entonces, esta es una evidencia de que los errores aleatorios como el no detener el cronometro de la aplicación Phyphox cuando se suponía que se debía detener en el momento exacto, aumentando el tiempo de reacción, son más significativos que los errores sistemáticos, como se tuvo que calibrar para que el péndulo este en equilibrio para que funcione correctamente.

Tomando en cuenta estos resultados tenemos como consecuencia un experimento de física con datos favorables con debilidades como los sensores del Smartphone y sistema de android los cuales son problema solucionables con un equipo que posea sensores más actualizados así minimizando errores sistemáticos y errores aleatorios en la toma de datos pero, de la misma maneras podríamos decir que el experimento fue éxito con errores minio que no afecta en gran manera los resultado estando en un rango aceptable por el costo del de realización del experimento es más económico que el valor de utilizar un equipo especializado para llevar a cabo este tipo de experimento Otro aspecto importante con esta investigación, enfocado en el ámbito de aprendizaje y educación, es que se pueden realizar experimentos de física que no requieran equipos sofisticado con un Smartphone de gama media, se presenta una alternativa viable, económico y de fácil acceso, permitiendo que

establecimientos educativos, que no cuenten con recursos económicos suficientes para adquirir equipos e implementos sofisticados, puedan utilizar esta aplicación, para que generen y refuercen conocimientos en el ámbito de la física, para lograr un mayor interés por parte de los estudiantes.

El valor esperado de gravedad es $9.81ms^{-2}$ y el valor de la aceleración de la gravedad con su respectiva incertidumbre, la gravedad salió $9.24\pm 0.025ms^{-2}$, es quiere esto quiere decir que el valor teórico de la gravedad se encuentra dentro del rango de valores esperado. Las pruebas del péndulo en el Smartphone dieron gráficas con una proximidad de valores reales con un mínimo de error con sus máximos y mínimos, se observó que entre menos sea la longitud de la cuerda, el periodo también será menor, se concluye que el movimiento solo dependerá de la cuerda.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. (2015). *Propuesta didáctica para la enseñanza de conceptos fundamentales de la Física*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/48919/7/Tesis%20Versi%C3%B3n%20Corregida%20v%2004.06.2015.pdf>
- Andrea V. Basantes, M. E. (2016). *Los Dispositivos Móviles en el Proceso de Aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v10n2/art09.pdf>
- Allum, J., & Talbot, C. (2016). *Física Unemi*.Pdf.
- Biera, G. H. (2010). *Aceleración de la gravedad n de la gravedad* . Obtenido de <http://users.exa.unicen.edu.ar/catedras/fisexp1/files/2007-pendulosimple.ppt.pdf>
- Calderón, S. E., Núñez, P., Laccio, J. L. Di, & Iannelli, L. M. (2015). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92032970014>.
- Catalunya, C. E. (2015). *Las tecnologías móviles en los centros educativos*. Obtenido de http://consellescolarcatal.gencat.cat/web/.content/consell_escolar/actuacions/documentos_i_informes_en_pdf/static_files/Doc1-15_castellano.pdf
- Caudill, J. G. (2015). *The Growth of m-Learning and the Growth of Mobile Computing: Parallel developments*. Obtenido de <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/348/873>
- Corral, M. A. (2015). *Primeras mediciones precisas de la gravedad*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v60n1/v60n1a7.pdf>
- Duarte, C., Ryan, B., Sapognikoff, M., Freidin, E., & Gasaneo, G. (2016). *V Jornada Nacional y I Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en carreras Científico-Tecnológicas*.
- Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía . (2012). *El Péndulo Simple. Medida de la aceleración de la gravedad*. Obtenido de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1593/course/section/2045/Prac03.pdf>
- Fourés, C., Graziosi, C., & Shitu, J. (2015). *La enseñanza universitaria: aportes desde la didáctica de la física y la didáctica general*. Obtenido de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8083/ev.8083.pdf
- Gil, S., Luis, J., & Laccio, D. (2016). *Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje Laboratorios de bajo costo para aprendizaje de las ciencias* (PDF Download Available), (September). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/307590782_Smartphone_una_herramienta_de_laboratorio_y_aprendizaje_Laboratorios_de_bajo_costo_para_aprendizaje_de_las_ciencias
- Gobierno de Navarra. (2013). *Uso de dispositivos móviles*. Obtenido de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/48F9746B-080C-4DEA-BD95-A5B6E01797E1/315641/7Usodedispositivosmoviles.pdf>
- González, M. Á., & González, M. Á. (2015). Obtenido de *Physics in Your Pocket: Doing Experiments and Learning With Your Smartphone*: [http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion\(2012\).pdf](http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion(2012).pdf)

- González, M. Á., & González, M. Á. (2015). Uso de smartphones en experimentos de Física en el laboratorio y fuera de él. *Departamento de Física la Materia Condensada, Escuela de Ingenierías Industriales*.
- González, M. Á., & González, M. Á. (2016). El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone. *Revista de Ciencias*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/17485/1/gonzalez-CDC-nv.pdf>
- Klein, G. (2014). *Didáctica de la Física*. Obtenido de http://www.anep.edu.uy/ipa-fisica/document/material/cuarto/2008/didac_3/did_fis.pdf
- Martín-Ramos, P., Ramos Silva, M., & Pereira da Silva, P. S. (2017). Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion| El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles.]. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 213. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17663>
- Martín Monteiro, C. C. (2014). Con la Física a todas partes: experiencias utilizando el teléfono inteligente. *Universidad ORT Uruguay*.
- Nannetti, E. G. (2015). *La Ingeniería de Ecosistemas*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n42/n42a10.pdf>
- Pereira, L. (2013). Experimentos de Física com Tablets e Smartphones. *UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO*, 116. Obtenido de http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Leonardo_Vieira/dissertacao_Leonardo_Vieira.pdf
- Pereira, L. (2015). *Vivamos la innovación de la inclusión de dispositivos móviles en la educación*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/4772/477249927005/477249927005.pdf>
- Perez, A. (2015). *Ciencia y tecnología al alcance de todos*. Obtenido de <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014866/014866.pdf>
- Pérez, M., & Enrique, J. (2015). Aceleración de la gravedad n de la gravedad. *Revista Eureka*, 346. Obtenido de <http://users.exa.unicen.edu.ar/catedras/fisexp1/files/2007-pendulosimple.ppt.pdf>
- Pinto, G., & Martin, M. (2016). *Enseñanza y Divulgacion de la Física*. Obtenido de [http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion\(2012\).pdf](http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion(2012).pdf)
- PORTILLA, C. S. (2015). *El uso del smartphone como herramienta para la búsqueda de información*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/educ/v25n49/a02v25n49.pdf>
- Ramírez, S., Sierra, F., & Sánchez, F. (18 de 01 de 2015). *DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD PÉNDULO SIMPLE*. Obtenido de <http://ocw.upm.es/fisica-aplicada/tecnicas-experimentales/contenidos/PLFis/Teoria/P2T.pdf>
- Reyes, P. L. (2016). Interaccion con la aplicacion Phypox. *Revista de Ciencias*, 55.
- Rios, P. (2014). *Comunicacion movil: el uso del celular para los experimentos*. Obtenido de http://www.flacso.edu.mx/biblioiberoamericana/TEXT/MCS_XVII_promocion_2008-2010/Rios_P.pdf
- Roberto Alexander, J. L. (2014). *LA FISICA y EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA*. Obtenido de https://rmf.smf.mx/pdf/rmf/31/3/31_3_429.pdf
- Roman, Fuentes, J.; Franco, G., R.; Gordillo, M., a. (2013). XVI Congreso Internacional sobre Innovaciones en Docencia e Investigación en Ciencias Económico

Administrativas RETOS Y OPORTUNIDADES PARA ADMINISTRADORES Y.
Apcam, 9694700(4945), 1–20.

Sandoval, J. (2015). El teléfono inteligente (smartphone) como herramienta pedagógica.

Revistas Científicas de América Latina, 80. Obtenido de

<http://www.redalyc.org/pdf/688/68830443002.pdf>

Valero, C. C. (2012). *Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación*. Obtenido de

http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf

Valero, C. C. (2015). *Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación*. Obtenido de

http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf