

Urkund Analysis Result

Analysed Document: R3.docx (D38316203)
Submitted: 5/4/2018 6:45:00 PM
Submitted By: mguerreroz@unemi.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

INTRODUCCIÓN ANTECEDENTES Los teléfonos inteligentes han sido un boom desde 1992, ya que el primer teléfono inteligente diseñado por Simón en el año antes mencionado. Fue mostrado al público en 1993 y comercializado por BellSouth, este teléfono adquiría un calendario para la visualización de fechas, una libreta de direcciones para su ubicación, un reloj mundial, una calculadora para la realización de cálculos matemáticos, envía y recibía fax etc. No poseía botones físicos, sino tenía una pantalla táctil para su manejo o manipulación del mismo, ya que este contaba con un teclado en la pantalla. Por su reciente aparición no contaba con sensores capaces de realizar experimentos, ni capacidades o soportes para estas aplicaciones, pero soportaba conectividad wireless con sensores inalámbricos para él envío de correos, fax. Luego apareció el Nokia 9000, fue sacado al mercado en 1996, este teléfono para muchas personas fue un diseñado como un comunicador, pero sin duda alguna el número uno de los teléfono inteligentes. Cabe resaltar que a pesar de no ser un teléfono sofisticado, contaba con sensores de acelerómetro, eCompass, Giroscopio, Sensor de Luz y Sensor de proximidad, para su mejor funcionamiento. Ericsson R380 salió al mercado como un teléfono inteligente, pero no ejecutaba aplicaciones del mismo, por su características básicas no contaba con sensores, ya que su ergonomía es de un teléfono sencillo. Luego apareció el Nokia 9210, este teléfono indiscutiblemente el primer teléfono por su sistema operativo, llamado comunicador por su fácil manipulación, este teléfono no posee sensores por su capacidad de procesamiento. CITATION Fam12 \l 3082 (Fambona Cadavieco, Pacual Sevillano, & Ferreira Amador, 2012) Si bien, la evolución no quedó ahí, luego apareció el Nokia 7650, que fue anunciado en el 2001 y catalogado como Smart phone y para su mejor visibilidad ahora es llamado "Smartphone" por ende fue calificado como un teléfono fotográfico, aunque tenía capacidades mejores que los anteriores no tenía ningún tipo de sensor. Luego vino la aparición Microsoft Windows Smartphone 2002, fue un teléfono con mayor credibilidad por su sistema operativo y sobre todo por su soporte completo a correos electrónicos, es por esta razón que fue el más vendido, con sensores eficientes de proximidad, luz, acelerómetros entre otros. Pero sin duda, la evolución cambió exitosamente con la aparición del iPhone y de iOS en 2007, haciendo que las industrias de telefonía revolucionen a pasos agigantados con los Smartphone. Esta revolución hizo que los iPhone sean mayormente factibles ya que cuentan con diferentes tipos de sensores como: Giroscopio, Brújula, Acelerómetro, Sensor de proximidad, Sensor de luz ambiental, Sensor de iluminación de cámara. Este nuevo OS continuó con el Android OS, que fue lanzado después del anuncio de iPhone con un cambio en su interfaz, y sus sensores hacen más eficiente a la hora de manipularlo, cuenta con sensores de Acelerómetro, Giroscopio, Brújula, GPS, Proximidad, Sensor de luz ambiental. En el 2012 apareció Windows Phone 8, un teléfono más sofisticado con sensor de datos, sensor de almacenamiento, sensor de luz, sensor BSI y por último el Nokia Luminas, por su llamativo esquema cuenta con sensor magnetómetro, sensor de luz ambiental, sensor de proximidad, sensor de luminosidad, acelerómetro entre otros.

Existe una evolución de sensores cada vez mejor para el comportamiento y movimiento de los datos, el primer sensor fue de proximidad y fue creado en 1958, por Pepperl Fush, este fue diseñado como uno de los sensores inductivos para la innovación. Luego salió el sensor inteligente en 1969 por Honeywell, para darle solución a los problemas de temperaturas. En este mismo año fue dado a conocer el primer sensor CCD, diseñado únicamente para las

cámaras fotográficas. Y por último salió el sensor infrarrojo que fue diseñado por William Herschel.

Las aplicaciones así como los teléfonos inteligentes han tenido una evolución vertiginosamente, por la falta de ayuda en diferentes campos educativos, trabajo entre otros. CITATION FOr15 \l 3082 (F, B, & ME, 2015). Para el estudio y experimento de la física existen diferentes aplicaciones que ayudan a extraer para una mejor manipulación. Y fue así como hoy en día existe una amplia gama de Smartphone (teléfonos inteligentes), con sistemas operativos de mayor potencia en el mercado y adaptabilidad por sus funciones, soporte técnico e infraestructura como Samsung, iPhone, LG, Sony, Huawei. El uso de tecnologías de la información con Smartphone en experimentos y los ordenadores en la educación ha evolucionado vertiginosamente en todo el mundo, a gran medida para el aprendizaje tanto académico e intelectual, basado también en los teléfonos inteligentes que ayudan simultáneamente con diferentes aplicaciones e integración de sensores, así también como la evolución de los sistemas operativos tanto Android e iOS. La utilización de los teléfonos inteligentes habitualmente se ve como una herramienta útil y permanente por su recurso y tiempo. Desde un punto de vista diferente, la utilización de los Smartphone, posibilita la participación y el aprendizaje en un entorno virtual combinado, permitiendo un trabajo personalizado. Existen infinidad de aplicaciones tanto para Android como para iOS en la realización de experimentos de físicas, estas aplicaciones han ido progresando conforme pasan los años, la tecnología y también la evolución de los teléfonos inteligentes, en los años 90 apareció diferentes aplicaciones que facilitan el trabajo en los laboratorios de físicas, entre estas tenemos Collider, Lab4Physics entre otros. Gracias a esto hoy en día los jóvenes optan un interés apropiado por los teléfonos inteligentes ya que por su capacidad de interacción los hace más llamativos, tanto en el área de estudio como en diferentes ámbitos, esto se debe a que es una herramienta poderosa en la participación en clases y el compromiso. Por lo tanto, las nuevas tecnologías están llamadas a jugar un papel importante, significativo y beneficioso para el aprendizaje intelectual en las aulas. En específico, los teléfonos inteligentes o también llamados ordenadores de bolsillo, que además de poseer una notable capacidad de memoria, incorporan innumerables sensores como acelerómetro, sensores de luz, sensores de proximidad, sensor de hall, lector de huellas dactilares, brújula etc. Todo esto hace que los convierta en herramientas de medida experimental, muy útil y disponible para prácticas en un ambiente educativo. CITATION Ram17 \l 3082 (Ramos, Ramos Silva, & Pereira da Silva, 2017). En la presente indagación, se denota la capacidad de estos dispositivos para la enseñanza de la física, ya que ha sido idóneo, disminuyendo el uso de recurso y tiempo. Los experimentos de física en los teléfonos inteligentes, permite a los alumnos instruirse en el uso de técnicas experimentales y análisis de los datos obtenidos. Esta revolución impactó mucho más en los laboratorios de experimentos física, para los alumnos, donde diversas experiencias se ven facilitadas por el uso adecuado de los sensores que habitualmente cuentan con estos dispositivos. Actualmente, el empleo de los teléfonos inteligentes ha sido planteado en varias prácticas que implican varias temáticas de mecánica, movimiento circular uniforme (MCU), electromagnetismo, óptica, oscilaciones y ondas entre otras. CITATION Mon15 \l 3082 (Monteiro, Cabeza, & C, 2015).

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO Es importante tener en cuenta que para implementar una infraestructura de sensores y equipamiento para experimentos de física, es muy significativo ya que hace que la enseñanza tanto en colegios como en universidades sea limitada, excluyendo a los jóvenes de diversos conocimientos. En la actualidad estos equipos se hacen cada vez menos visibles en los centros educativos, por otra parte los teléfonos celulares inteligentes (TCI), se hacen más llamativos por su bajo costo y facilidad de utilización. CITATION Mar15 \l 3082 (Martínez Pérez , 2015) En la actualidad los jóvenes tienen un desinterés por aprender física, ya que para ellos es tedioso y un poco aburrido el realizar cálculos y experimentos en papel y lápiz, todo esto conlleva a lo difícil que es para unos aprender física. Por lo tanto, cuando referimos a educación, esto conlleva a bajo conocimiento de aprendizaje y falta de conocimiento intelectual. Es por esta razón, que ciertas instituciones educativas en Latinoamérica cambiaron la enseñanza cotidiana por los teléfonos inteligentes, esto es gracias a su interés y gusto que los jóvenes tienen por los Smartphone, a la facilidad de adquirir conocimiento y capacidad para hacer experimentos de física.

Objetivo El propósito de esta investigación es determinar el radio de un objeto en una trayectoria circunferencial usando un iPhone 5 con ayuda de la aplicación PHYPHOX.

Justificación del Problema

En Latinoamérica y en todos los países en avance y desarrollo, existe la idea de que el uso de los laboratorios de física, tanto en escuelas, colegios y universidades, es demasiado costoso, y su implementación conlleva condiciones de carácter económico. Por lo tanto la adecuación de un laboratorio está más allá de los recursos y las condiciones de nuestro país. Es por esta razón que la utilización de los teléfonos inteligentes en las instituciones es la opción más adecuada ya que aportaría de una manera precitada y avanzada en la enseñanza de técnicas y conocimientos de física.

Es de mayor importancia reconocer que los Smartphone y tecnologías semejantes, tienden a una mejora gracias a la utilización de estos dispositivos de los estudiantes, en la preparación de desafíos para la sociedad. Por esto, es primordial la evaluación de propuestas de aprendizaje por medio de los docentes para evitar una mala utilización. Sin duda, la física como ciencia experimental se imparte de manera escrita, dando la imposibilidad de que los jóvenes manipulen las herramientas, aplicaciones, etc.; limitando en la enseñanza educativa a lo que refiere, y sobre todo al interés en el aprendizaje. Vale destacar, que los teléfonos inteligentes es el reemplazo idóneo para los experimentos de físicas en los laboratorios, por su capacidad de sensores, aplicaciones gratuitas y su bajo costo en utilización.

De acuerdo, y desde el punto de vista económico, el uso de los sensores de los Smartphone sustituye lo costoso de implementar un laboratorio, conectando a ellos circuitos simples para que actúen como controlador y a su vez extraer datos. La implementación de estos laboratorios por su bajo coste, beneficiarían a las instituciones educativas, y también el aprendizaje de nuevos métodos experimentales para los estudiantes.

La implementación de sensores en los TI permite que la utilización está destinada como una herramienta de experimentos físicos, tanto para prácticas en los laboratorios como también para experimentos fuera de casa. De acuerdo, a las aplicaciones los alumnos utilizan dichas aplicaciones fuera y dentro para el manejo adecuado. Estas aplicaciones permiten que los alumnos obtengan conocimientos a los resultados en las diferentes observaciones que les rodea. Los resultados ayudan al interés adecuado por los alumnos/estudiantes de física, obteniendo la facilidad de comprender el manejo de los datos. CITATION Sen17 \l 3082 (Sensors Overview | Android Developers. Android Open Source Project., 2017)

La creciente implementación de diferentes sensores como: acelerómetro, sensores de proximidad, sensores de hall, sensores de luz, etc., en los teléfonos inteligentes hace que el proceso del tratamiento de los datos, sean de mayor utilidad y de interés en los Smartphone de manera que se relacionen los alumnos con la física y experimentos. CITATION Cas14 \l 3082 (Castro Palacio, Velazquez, Gómez Tejedor, Manjón, & Monsoriu, 2014). En particular, podemos mencionar que existen diferentes tipos de experimentos que ayudan a estudiar los diferentes movimientos de un objeto, mediante la utilización del teléfono inteligente, y los diferentes sensores que posee cada dispositivo. Entre estos tenemos: • Efecto Doppler Acústico - (Physics Toolbox Suite) • Movimiento Armónico mediante un resorte - (Physics Toolbox Suite) • Fuerza Centrífuga de un Teléfono Inteligente - (Physics Toolbox Suite) • Vibración de cuerdas de guitarra - (Spectrum Analyser, Frequency Counter, AKLite) • Comparación y Frecuencia de Vibración de varillas (AudiA)

Estos diferentes experimentos se desarrollaron con la finalidad de ayudan a deducir la rapidez y utilidad de la toma de datos, mediante el uso de diferentes teléfonos inteligentes y aplicaciones gratuitas o de pagos. CITATION Vie13 \l 3082 (Vieira, 2013). Podemos notar que en el primer ejemplo de experimento Efecto de Doppler consiste en demostrar la variación de frecuencia de los sonidos mediante el movimiento con dos teléfonos inteligentes y las aplicaciones Physics Toolbox Suite y Spectrum Analyser, una como emisor y la otra como receptor de sonidos y vibraciones.

Por otro lado, existen diferentes programas o aplicaciones que son utilizadas en diferentes experimentos de física, las cuales hacen más factibles a la hora de recolectar datos y permite registrar dichos datos que son medidos por los sensores. Entre estos podemos mencionar PHYPHOX, es un programa que está diseñado para registrar y calcular la velocidad angular, periodo de movimiento, aceleración, entre otros en función del tiempo establecido.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En la actualidad el uso o la implementación de un laboratorio de física tanto en la educación secundaria como universitaria estatal está muy restringida debido a la falta de recursos que tienen un origen en la crisis económica mundial, que afecta en gran medida a los países latinoamericanos, por lo que se está realizando la búsqueda de una alternativa económica y de fácil implementación, pero sobre todo que esté al alcance de todos los estudiantes y docentes secundarios y universitarios. Por lo que los teléfonos inteligentes se convierten en

una opción debido a sus muchas ventajas y en gran medida a los muchos sensores que estos dispositivos móviles contienen y a la disponibilidad de aplicaciones gratuitas que se encuentran disponibles en el mercado. Como apoyo a nuestra investigación referenciamos los siguientes artículos: En el último reporte presentado por la Asociación GSM (GSMA o GSM Association) sobre "La economía móvil de América Latina y el Caribe 2017" sabemos que: En América Latina y el Caribe, la adopción de teléfonos inteligentes se ha acelerado hasta alcanzar el 59% de las conexiones totales en la primera mitad de 2017. En los mercados más grandes, la adopción ha crecido particularmente rápido: desde principios de 2016, casi 85 millones de teléfonos inteligentes nuevos están en uso en la región, con Brasil sumando más de 20 millones y México 18 millones. CITATION Ass17 \l 3082 (GMS, Association, 2017) América Latina cuenta con algunos de los usuarios de Internet móvil más avanzados del mundo. Tres de los 10 principales países encuestados por We Are Social / Hootsuite sobre el uso diario de Internet móvil son latinoamericanos, y Brasil ocupó el segundo lugar. En general, Sudamérica tiene la segunda penetración de redes sociales más alta, mientras que América Central tiene algunos lugares menos. CITATION Ass17 \l 3082 (GMS, Association, 2017) En el artículo "El laboratorio en el bolsillo : Aprendiendo física con tu smartphone" como conclusión

nos expresa entre que el smartphone, con todas sus características, sensores y capacidades de cálculo, se ha convertido en un instrumento muy útil tanto en el laboratorio como en la vida cotidiana, para aprender física. Lo que va a permitir sustituir instrumentos experimentales más caros por los Smartphones que todos poseen, reduciendo el costo de

los laboratorios. CITATION Gon16 \l 3082 (González & González, 2016) Y a su vez en el artículo "Estudio del efecto Doppler utilizando teléfonos inteligentes Estudio del efecto Doppler utilizando teléfonos inteligentes.", dice que

con los Smartphone podemos realizar tanto experimentos sencillos como complejos al ser de fácil acceso y poseer los sensores necesarios para realizarlos y se convierten en un recurso valioso en el laboratorio de física. Permitiendo en los estudiantes experimentar de manera creativa y sin limitaciones.

CITATION DiL17 \l 3082 (Di Laccio, Vitale, Alonso-Suárez, Pérez, & Gil, 2017) En "

Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje. Laboratorios de bajo costo para aprendizaje de las ciencias",

Gil &

Di Laccio

concluyen sin embargo que

sin una correcta guía pedagógica la cual es muy necesaria y que solo un docente preparado puede brindarla, el incluir tecnología en este caso el Smartphone, no mejorará el modo de educar a los estudiantes ni los prepara para el día a día, lo que al contrario podría generar más dudas o provocar desinterés en el estudiante.

CITATION Gil17 \l 3082 (Gil & Di Laccio, 2017) Giménez en su tesis doctoral “

Aplicaciones de los sensores de los smartphones a la didáctica de la física experimental”

comenta que

los Smartphone al poseer gran cantidad de sensores como giroscopios, acelerómetro, sensor de proximidad entre otros se convierten en una gran oportunidad de tener un laboratorio sin realizar ninguna inversión significativa e implementar nuevas prácticas en los laboratorios existentes. CITATION Gim17 \l 3082 (Gimenez Valentin, 2017) Smartphone: iPhone 5 El Smartphone o teléfono inteligente no es otra cosa que un teléfono celular que además de las funciones básicas propias de un teléfono, posee muchas otras funciones que son más propias de una computadora, entre las que tenemos una cámara fotográfica, navegador web, reproductor multimedia, pantalla táctil y permite la instalación de aplicaciones lo que lo convierte en un dispositivo extremadamente útil.

CITATION Def14 \l 3082 ("Definición de smartphone - Qué es, Significado y Concepto", 2014)

En su tesis de grado “

Estudio Estadístico Comparativo Entre Sensores Android Y Windows Phone Aplicado En La Detección De Movimientos Telúricos.”

Lucy Honores y Jenny Vizuite definen que los sensores de un Smartphone son los que permiten la interacción y obtención de datos como son el acelerómetro, giroscopio, sensor de luminosidad, presión entre otros sin incluir a las cámaras, micrófonos ni GPS, de los cuales se obtienen valores escalares por ejemplo x,y,z del giroscopio. También nos explican el funcionamiento del acelerómetro como un sensor capaz de medir las fuerza aplicadas en un instante de tiempo al smartphone lo que va a permitir en qué dirección se está moviendo el dispositivo esto expresado en un vector tridimensional de componentes x,y,z en unidades gravitacionales.

CITATION Hon14 \l 3082 (Honores Chuchuca & Vizuite Salazar, 2014) Para nuestra propuesta práctica se utilizó el Smartphone iPhone 5 lanzado al mercado en septiembre del 2012 siendo la sexta generación de estos, fabricado y distribuido por Apple Inc. El cual entre las características que posee tenemos una pantalla con un tamaño de 4.0 pulgadas y cuenta con una resolución de 1136 x 640. Con un tamaño de 123.80 mm de alto x 58.60 mm de ancho y un grosor de 7.6 mm y un peso de 112 g. Posee un procesador A6 de 2 núcleos a 1.30Ghz con 1gb de memoria RAM, que son los encargados de realizar todas las funciones disponibles en su sistema operativo iOS. El iPhone 5 tiene una cámara principal de 8 MP con flash y puede grabar videos en Full HD 1080p y una cámara frontal de 1.2 MP con Reconocimiento facial y grabar videos en HD 720p, y demás características que poseen los Smartphone de gama alta. El iPhone 5 tiene varios sensores entre los cuales tenemos un Giroscopio de tres ejes, el Acelerómetro, Sensor de proximidad y Sensor de luz ambiental, los cuales son los que nos permitirán, con el uso de una aplicación, tomar lectura de estos en tiempo real, y de esta manera poder utilizar el iPhone 5 en nuestros experimentos de física. CITATION Inc18 \l 3082 (Inc., Apple;, 2018) PHYPHOX Phypfox es una aplicación gratuita para Android e iOS creada

por el 2º Instituto de Física de la RWTH Aachen University, que permite usar los sensores en un teléfono inteligente para realizar experimentos de física. Es principalmente una colección de herramientas que se pueden utilizar en un experimento físico. Por lo tanto, en la mayoría de los casos ya debe tener un experimento en mente y descubrir que Phyphox es solo la herramienta que le faltaba o, por ejemplo, como estudiante, Phyphox es la herramienta que forma parte de las instrucciones de un experimento. CITATION 2nd17 \l 3082 (2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen University., 2017) "Todos los datos se analizan directamente en el teléfono y se pueden monitorear y presentar en tiempo real en una computadora, una tableta o un segundo teléfono inteligente. También puedes controlar el experimento desde el segundo dispositivo y crear tus propios experimentos con un editor". CITATION 2nd17 \l 3082 (2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen University., 2017) Phyphox posee una colección de herramientas muy útiles al momento de realizar un experimento, las cuales están agrupadas de acuerdo al tipo de experimento a realizar, cabe aclarar que solo estarán activas las herramientas que puedan hacer uso de los sensores disponibles en el equipo a utilizar; a continuación, se explicarán de forma breve cada una de ellas.

Herramientas de Sensores Sin Procesar En este grupo se encuentran las herramientas que obtienen los datos directamente de los sensores del dispositivo:

- Aceleración (sin gravedad) da los datos brutos del acelerómetro del teléfono restando el valor de la gravedad (típicamente virtual).
- Aceleración (con gravedad) da los datos brutos del acelerómetro del teléfono incluyendo el valor de la gravedad.
- Giroscopio da los datos brutos del giroscopio del teléfono (rad / s).
- Ubicación (GPS) da los datos brutos del sensor de GPS del teléfono.
- Campo magnético da los datos brutos del magnetómetro del teléfono.
- Presión da los datos brutos del barómetro del teléfono.

Herramientas de Acústica

- Amplitud de audio determina la amplitud de la señal grabada desde el micrófono sin calibrar.
- Autocorrelación de audio Calcula la autocorrelación de las señales de audio grabadas con el micrófono. Se proporciona la frecuencia de la señal, que solo funciona de manera razonable para señales de frecuencia única.
- Alcance de audio muestra segmentos de 10 ms de audio grabados con el micrófono.
- Espectro de audio muestra el espectro de frecuencias y la frecuencia máxima de una señal de audio grabada con el micrófono.
- Efecto Doppler determine un desplazamiento Doppler desde una frecuencia base dada.
- Historial de frecuencia mide la frecuencia registrada por el micrófono y traza un historial a lo largo del tiempo.
- Sonar permite medir distancias o determinar la velocidad del sonido.
- Generador de tonos Genera un tono sinusoidal de una frecuencia determinada y lo envía a través del altavoz.

Herramientas de La Vida Cotidiana

- Ascensor Mide la velocidad y la altura recorrida desde dentro de un elevador usando el sensor de presión.

Herramientas de Mecánica

- Colisión inelástica Determina la altura inicial y la pérdida de energía de una pelota que rebota.
- Aceleración centrífuga es una forma muy eficiente y sencilla de demostrar la relación entre la aceleración centrífuga a y la velocidad angular ω .
- Péndulo determina el período y frecuencia. de un péndulo en una cuerda. Puedes determinar la constante de gravedad de esta manera.
- Rodar tiene como objetivo rastrear la velocidad de un rollo de papel
- Resorte Mida la frecuencia de un péndulo en un resorte.

Herramientas de Temporizadores

- Cronómetro acústico mide el tiempo entre dos o más eventos acústicos hasta un máximo de cinco eventos.
- Cronómetro de movimiento Mide el tiempo entre dos o más eventos de aceleración hasta un máximo de cinco eventos.
- Cronómetro óptico. reacciona a los cambios de la iluminancia del sensor de luz y mide el tiempo entre ellos

Cronómetro de proximidad reacciona a los cambios de la distancia informada por el sensor de proximidad y mide el tiempo entre ellos. Herramientas varias • Espectro de aceleración Este experimento registra la aceleración y mantiene un historial de los valores. • Inclinación mide los ángulos de inclinación del teléfono. • Espectro magnético muestra el espectro de frecuencias y la frecuencia máxima de los datos del magnetómetro • Regla magnética sirve para medir distancias y velocidades de imanes colocados en intervalos fijos a lo largo de una ruta Control remoto y Exportación de datos La aplicación Phyphox tiene una muy útil herramienta de control remoto que nos permitirá la utilización de esta desde cualquier navegador web en un dispositivo conectado a la misma red wifi a la que está conectado el Smartphone, los dispositivos pueden ser una Tablet, un computador u otro Smartphone. También tendremos la muy útil opción de exportar los datos obtenidos en el experimento realizado con la aplicación Phyphox en formato xls de Ms Excel y en formato universal csv. Herramienta mecánica: Aceleración centrífuga Para el experimento se utilizará la herramienta aceleración centrífuga de la categoría de mecánica la cual hace uso de los sensores de aceleración sin gravedad y el giroscopio la cual es muy útil para demostrar la relación entre aceleración centrífuga a y la velocidad angular ω . Ambos se pueden medir directamente con el acelerómetro y el giroscopio, por lo que a un radio fijo r , podemos medir fácilmente la función cuadrática $a = r \cdot \omega^2$. Esto se puede hacer con cualquier medio de girar el teléfono de forma rápida y segura. Algunas sugerencias serían una ensalada giratoria o un (pequeño) carrusel. Necesitas poder controlar la velocidad angular, así que puedes medir a como una función de ω para rangos amplios de ω . CITATION 2nd18 \l 3082 (University., 2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen, 2018) En la tesis "Prácticas Experimentales En La Enseñanza De La Dinámica Del Movimiento Circular", Miguel Galindo nos explica que

el movimiento circular está presente en la vida cotidiana de diversas formas y nos define al movimiento circular uniforme (MCU) como el movimiento de un objeto en una trayectoria circular con una velocidad constante sin alterar su recorrido en otras palabras CITATION Gal16 \l 3082 (Galindo Archila, 2016)

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos en este experimento, se utilizó lo siguiente: Listado de Equipos y Recursos Los materiales que se va a utilizar en esta práctica experimental son: • Teléfono Inteligente iPhone 5. • Silla giratoria. • Ligas. • Computador. 3.2 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO 1. Obtener un teléfono inteligente (iPhone 5) para el experimento. 2. Descargar la aplicación Phyphox en Google Play o App Store. 3. Ir a la aplicación Phyphox, desplegar el menú de opciones 4. Seguido de esto ir a la opción Aceleración Centrípeta (Centripetal acceleration).

Aceleración Centrípeta

Ilustración 1. Grafica del

Menú de Aplicación Phyphox

5. Luego sincronizamos el iPhone 5 con la computadora para la extracción de los datos en Excel, cabe mencionar que deben estar conectados a la misma red. 6. Se coloca la silla giratoria y en el brazo de la silla se amarra con ligas el teléfono inteligente (iPhone 5).

Ligas

Silla Giratoria

Teléfono

Inteligente

Ilustración 2. Grafica Montaje del Movimiento Circular Uniforme

7.

Seguido de esto, se realiza los movimientos, y a partir de la computadora inicia la toma de datos de aceleración centrípeta y rapidez angular. 8. Y finalmente se deberá exportar los datos de Excel.

Ilustración 3. Grafica de Extracción de Datos a Excel

Tabla de Datos Extraídos Aceleración Centrípeta vs Rapidez Angular

Time (s)	Aceleración Centrípeta $\pm \Delta a_c = \pm a_c / \text{ms}^{-2}$	Rapidez Angular $\pm \Delta a_w = \pm w / \text{rad}^{-2} \text{s}^{-2}$
2,007806168	0,924362302	1,008896583
3,675993511	2,017798083	4,648285258
3,026702625	4,270216919	3,483747392
4,23093065	4,267567653	4,54006375
5,324247334	5,548973667	5,103141808
6,557885292	5,153443762	6,150728497
5,224275956	5,971643281	5,971643281

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

Luego de la instalación del respectivo equipo para el experimento se procede al acceso de a aplicación Phyphox y posteriormente a la opción Aceleración Centrípeta, se coloca el celular en la silla giratoria atada con ligas, y dando movimientos circulares para obtener datos tanto en Velocidad Angular como en Aceleración Centrípeta. Con la finalización de la toma de los datos y la exportación de estos a una hoja de Excel procederemos a analizar y explicar los resultados obtenidos. En la tabla mostrada a continuación tenemos los datos obtenidos con los cuales realizaremos el análisis y posterior determinación del radio del objeto con movimiento circunferencial, que para nuestra practica el objeto es el iPhone 5.

Tabla de Datos Obtenidos Aceleración vs Rapidez Angular

Time (s) Angular velocity (rad-2/s-2) Acceleration (m/s⁻²)

0	2,007806168	0,924362302
1,008896583	3,94051938	3,864745922
1,513346875	4,196074291	3,675993511
2,017798083	4,648285258	4,827193332
2,522250083	4,56389695	4,759078496
3,026702625	4,270216919	3,483747392
3,531155833	4,32037799	4,185158431
4,035609583	4,23093065	4,267567653
4,54006375	4,309452083	4,107733201
5,044518458	4,879927379	5,324247334
5,548973667	5,103141808	5,918681708
6,05342925	5,034224521	5,34676689
6,557885292	5,153443762	6,150728497
7,062341667	5,068446933	5,734462598
7,566798542	5,224275956	5,971643281
8,07125575	5,326184883	6,457399294
8,575713333	5,339369721	6,110031635
9,584629625	5,370639902	6,212081617
10,08908829	5,538597743	6,984975118
10,59354729	5,5334079	6,70703278
11,09800667	5,625126707	6,968784117
11,60246637	5,265759496	6,262913603
12,10692642	4,958196939	5,391083806
12,61138675	4,613691156	4,949923231
13,11584742	4,114348897	3,574073761
13,62030821	4,235792375	4,195516286
14,12476921	4,558066676	4,980672115
14,62923042	4,917135438	5,216581488
15,13369183	5,414985151	6,725099414
15,63815342	4,859437205	5,093754229
16,14261517	4,284935855	4,062831841
16,64707708	3,783692085	3,450892916

Como nos podremos dar cuenta en los datos obtenidos la aplicación nos da directamente la velocidad angular ω y la aceleración centrípeta a . Con los datos obtenidos y aplicando la fórmula de la aceleración centrípeta $a = r \cdot \omega^2$, fácilmente obtendremos el radio por cada instante de tiempo medido. Pero antes tendremos que analizar los datos, con la finalidad de determinar que los datos sean valederos y puedan ser utilizados en la obtención del radio requerido en nuestra investigación, para los cual se realizaran las gráficas y determinara la incertidumbre del conjunto de datos obtenidos.

4.1 Aceleración centrípeta promedio y velocidad angular promedio Determinaremos la aceleración centrípeta promedio, la cual es calculada con la formula $a = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ y la velocidad angular promedio con la formula $\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n$, con la cuales obtenemos que la aceleración centrípeta es de $4,2773 \text{ms}^2$ y la velocidad angular promedio es de $4,3733 \text{rads}$.

4.2 Incertidumbre de la Aceleración centrípeta y velocidad angular La incertidumbre de la Aceleración centrípeta promedio y de la velocidad angular promedio la obtendremos con las formulas $\Delta a = a_{\text{Max}} - a_{\text{Min}}/2$ y $\Delta \omega = \omega_{\text{Max}} - \omega_{\text{Min}}/2$ respectivamente. Con las cuales obtenemos una incertidumbres de $\Delta a = 5,3242 - 3,48372 = 0,9202$ para la aceleración centrípeta promedio y $\Delta \omega = 4,8799 - 3,94052 = 0,4697$ para la velocidad angular promedio. Para la obtención de la

incertidumbre tomamos el valor máximo y mínimo de sus valores obtenidos, sin incluir el valor del tiempo 0, esto se refiere que se toma 10 datos de aceleración y 10 de velocidad angular. A través de este rango obtenemos el máximo y mínimo. Dichos valores son divididos para 2.

4.3

Determinación de la pendiente de la recta mejor ajuste La pendiente de la línea de tendencia de mejor ajuste se obtiene mediante

la ecuación $y = 0,218x + 0,0838$ de la recta del radio elevado al cuadrado $R^2 = 1$. A continuación se detalla en la gráfica 5 de

aceleración centrípeta con respecto a la velocidad angular al cuadrado.

Graficas Primero se realizará la gráfica en relación de la aceleración centrípeta (eje y) y la velocidad angular (eje x).

Aceleración centripeta con respecto a la Velocidad Angular Data 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 2.0078061681211117 3.9405193797993729 4.1960742909994346
 4.6482852582412111 4.5638969503500384 4.2702169186386616 4.3203779901591668
 4.2309306495771075 4.3094520834644019 4.8799273788432984 0.92436230247009932
 3.8647459219978089 3.6759935108485062 4.8271933316635769 4.759078495854614
 3.4837473921215412 4.1851584312339751 4.2675676527712954 4.1077332011211949
 5.3242473341124006 Max Slope 0 5.349627378843298 -7.0684671797755163
 9.0801632326487649 Min Slope 0 5.349627378843298 0.81170442323065362
 4.4040473341124002 Max Window 2.0078061681211117 4.8799273788432984
 0.92436230247009932 5.3242473341124006 Best Fit 0 5.349627378843298
 -2.1198956393020452 5.7193019858429999 Velocidad Angular (rad/s) Velocidad Angular (rad/s)

Aceleración Centripeta(m/s²)

Ilustración 4: Grafica de Aceleración Centrípeta vs Velocidad Angular

Con la ayuda de la plantilla Physics Graph Template 1.04 se obtiene la línea de tendencia, la línea de máxima y la mínima de tendencia así como sus ecuaciones respectivas, la cual son $y=0,001x - .002$, $y = .003x - .007$ y $y = .672E-003x + .812E-003$. También realizaremos la gráfica de la relación de la aceleración centrípeta (eje y) y la velocidad angular al cuadrado (eje x) para lo cual utilizaremos la siguiente tabla.

Tabla de Datos Obtenidos de Rapidez Angular, Radio y Aceleración

Time (s)	Angular velocity (rad - 2/s - 2)	ω^2 (rad/s) ²	Acceleration (m/s ²)
0,2007806168	0,4697000000	0,2186240100	0,4697000000
4,031285609	0,924362302	1,008896583	3,94051938
15,52769298	3,864745922	15,52769298	15,52769298
3,864745922	1,513346875	2,290246875	3,864745922
4,196074291	17,60703946	3,675993511	2,017798083
4,648285258	21,60655584	4,648285258	4,648285258
21,60655584	4,827193332	23,294750083	4,827193332
2,522250083	4,56389695	20,82915537	4,759078496
3,026702625	4,270216919	18,23475253	4,270216919
4,270216919	18,23475253	3,483747392	3,531155833
3,483747392	3,531155833	4,32037799	18,66566598
4,185158431	4,035609583	4,23093065	4,185158431
4,23093065	17,90077416	4,267567653	4,54006375
4,54006375	4,309452083	18,57137726	4,107733201
4,107733201	18,57137726	4,107733201	4,107733201

Al graficar la tabla de la relación obtenemos la gráfica siguiente, de la cual se obtiene como en la gráfica anterior: se obtiene la línea de tendencia, la línea de máxima y la mínima de tendencia así como sus ecuaciones respectivas, la cual son:

Aceleración centripeta con respecto a la Velocidad Angular al Cuadrado

Data 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 4.0312856087451818 15.527692982574434 17.607039455586406 21.606555841982562
 20.82915537341438 18.234752532227866 18.665665977851763 17.900774161530965
 18.571377259675675 0.92436230247009932 3.8647459219978089 3.6759935108485062
 4.8271933316635769 4.759078495854614 3.4837473921215412 4.1851584312339751
 4.2675676527712954 4.1077332011211949 Max Slope -0.11171439125481797
 25.749555841982563 -5.1187818161780925 10.870337450311768 Min Slope
 -0.11171439125481797 25.749555841982563 1.6410618755215642 3.906993331663577 Max
 Window 4.0312856087451818 21.606555841982562 0.92436230247009932
 4.8271933316635769 Best Fit -0.11171439125481797 25.749555841982563
 5.9471750914440964E-2 5.6960116149383699

ω^2 (rad/s)²

Aceleración Centripeta(m/s²)

Ilustración 5: Grafica de Aceleración Centrípeta vs Velocidad Angular al cuadrado

Radio de un objeto que se mueve en una trayectoria circunferencial Y finalmente para obtener el radio de objeto en movimiento circular utilizaremos la ecuación de la aceleración centrípeta $a=r \cdot \omega^2$, y utilizando los datos promedios para el cálculo obtendremos el valor deseado, como se describe a continuación:

$$r=a\omega^2= 5,19\text{ms}^2/24,796\text{rads}^2=0,2257\text{m}$$

La grafica presenta un buen recorrido aleatorio por encima y por

debajo de la línea de mejor ajuste. Esto sugiere que los datos son lineales

y

sus intersecciones en Y tanto máximas como mínimas se encuentran en el origen. Si su relación teórica predice que su mejor tendencia de ajuste debería pasar por el origen, entonces esto es evidencia de que los errores aleatorios

son más significativos que los errores

sistemáticos. Se considera errores aleatorios a la forma manual que se hace los movimientos giratorios de la silla y esto a su vez, la extracción de datos obtenidos en la gráfica. Por otra

parte, los puntos débiles del experimento son el radio, esto se debe a su forma de obtener los datos en la gráfica, cabe mencionar que existen diferentes puntos débiles como también los errores aleatorios de los datos, calidad del teléfono y la resistencia giratoria de la silla. En cuanto a los puntos fuertes, se puede notar que una de ellas es la aceleración centrípeta y la velocidad angular, ya que cuenta con una facilidad en la obtención de los datos, sin necesidad de muchos materiales y en reiteradas ocasiones, esto ayudaría a los estudiantes realizar los experimentos en el tiempo adecuado y no en un laboratorio. En

las líneas de mejor ajuste en cuanto a los datos, el tamaño de las barras indica errores aleatorios, esto se refiere al tamaño de los datos y por ende hace que los datos sean lineales.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación documental hemos analizado diferentes casos y experimentos acerca de la física, también se ha demostrado que el costo elevado y la falta de recursos que conlleva la implementación de un laboratorio de física, puede ser reemplazado fácilmente por un Smartphone, esto se debe a su capacidad de arquitectura sensorial, ya que posee diferentes sensores que ayudan a la elaboración de experimentos de físicas, esto con ayuda de diferentes aplicaciones gratuitas entre estas Phyphox que fue la que utilizamos en dicho experimento detallado en nuestro documento. Las aplicaciones son relacionadas a movimientos de objetos que transcurren por el tiempo de rotación del objeto en movimiento. A partir de este análisis, y el desarrollo, se puede notar que los resultados obtenidos de este experimento, identifica los cambios a los estudiantes en la utilización de los teléfonos inteligentes y amplía una base de conocimientos experimental y aplicativo. En este trabajo se detalla la información paso a paso del

montaje y ejecución del experimento Movimiento Circular Uniforme de un objeto en movimiento y mediante sus graficas se puede denotar que cumplen con lineamientos en cuanto a ecuaciones y proporcionalidades de datos obtenidos, mediante la ejecución de diferentes cálculos. El comportamiento de las rectas en las gráficas ayuda a tener un mejor resultado esquemático y a su vez poder detallar los diferentes errores, tantos aleatorios como también sistemáticos. Esto se debe a que cuenta con

un buen recorrido aleatorio por encima y por debajo de la línea de tendencia. Esto sugiere que tus datos son lineales

y que su relación teórica pronostica que la

mejor tendencia de ajuste debería pasar por el origen, entonces esto es evidencia de que los errores aleatorios

más significativos que los errores sistemáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

[1] "Definición de smartphone - Qué es, Significado y Concepto". (2014). Retrieved April 7, 2018,. Obtenido de from <https://definicion.de/smartphone/> [2] 2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen University. (21,2018 de January de 2017). Obtenido de phyphox - Physical Phone Experiments.: from <http://phyphox.org/> [3] Castro Palacio, J., Velazquez, L., Gómez Tejedor, J., Manjón, F., & Monsoriu, J. (2014). Using a smartphone acceleration sensor to study uniform and. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2-5. [4]

Di Laccio, J. L., Vitale, G., Alonso-Suárez, R., Pérez, N., & Gil, S. (2017). Estudio del Efecto Doppler utilizando teléfonos inteligentes.

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 14(3), 637-646.

Obtenido de <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.09 [5] F, O., B, G. I., & ME, P. P. (2015). "Audiencias en revolución, usos y consumos de las aplicaciones de los medios de comunicación en tablets y teléfonos inteligentes". *Revista Latina de Comunicación Social*, 70, pp, 627-651. doi:10.4185/RLCS-2015-1063 [6] Fambona Cadavieco, J., Pacual Sevillano, M., & Ferreira Amador, M. (Julio de 2012). AUGMENTED REALITY, AN EVOLUTION OF THEAPPLICATION. Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, María Ángeles; Ferreira Amador, María Filomena(41), 197-210. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36828247015> [7] Galindo Archila, M. Á. (2016). *Prácticas Experimentales En La Enseñanza De La Dinámica Del Movimiento Circular*. . Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/54865/1/79835629.2016.pdf> [8]

Gil, S., & Di Laccio, J. L. (2017).

Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje

Laboratorios de bajo costo para aprendizaje de las ciencias (

PDF Download Available).

Revista Latinoamericana de Física Educativa, 11(1). Obtenido de http://www.lajpe.org/mar17/1305_Salvador_2017.pdf [9]

Gimenez Valentin, M. H. (16 de May de 2017). Aplicaciones de los sensores de los smartphones a la didáctica de la física experimental.

Universitat Politècnica de València, València (Spain). Obtenido de <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/83123> [10] GSM, Association. (2017). *The Mobile Economy Latin America and the Caribbean 2017*[La economía móvil de América Latina y el Caribe 2017]. Retrieved from. Obtenido de <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=e14ff2512ee244415366a89471bcd3e1&download> [11] González, M.

A., & González, M. Á. (2016). El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone.

Revistas de Ciencias, 6, 28-35. Obtenido de González, M.

A., & González, M. Á. (2016). El laboratorio en el bolsillo : Aprendiendo física con tu smartphone.

Revista de Ciencias, 6, 28–35. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5737900.pdf> [12] Honores Chuchuca, L. J., & Vizuite Salazar, J. G. (2014).

Estudio Estadístico Comparativo Entre Sensores Android y Windows Phone Aplicado En la Detección De Movimientos Telúricos.

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3540/1/18T00554.pdf> [13] Inc., Apple;. (25 de March de 2018). iPhone X - Apple. Obtenido de Retrieved: from <https://www.apple.com/la/iphone-x/> [14]

Martínez Pérez , J. (2015).

Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física.

UREKA, sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(2), pp: 341-346. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92038753008> [15]

Monteiro, M., Cabeza, C., & C, A. (2015). Con la Física a todas partes: experiencias utilizando el teléfono inteligente.

Instituto de Física, Facultad de Ciencias. [16] Ramos, P., Ramos Silva, M., & Pereira da Silva, P. S. (2017). Smartphones in the teaching of Physics. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 213-231. [17] Rodriguez, A., & Di Laccio, J. (16 de

Octubre de 2017). Constructos de la motivación: Experimentos demostrati-vos en Física 1 que incluyen el Smartphone como herra-mienta de medición y aprendizaje.

ResearchGate, págs. 1-6. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/320427372> [18] Sensors Overview | Android Developers. Android Open Source Project. (16,2018 de Retrieved January de 2017). Obtenido de from https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html [19] University., 2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen. (25 de Retrieved March de 2018). Obtenido de Experiment: Centrifugal Acceleration - phyphox.:

from http://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment:_Centrifugal_Acceleration [20]

Vieira, L. P. (Octubre de 2013). Experimentos de Física com Tablets e Smartphones. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

Aceleración centripeta con respecto a la Velocidad Angular al Cuadrado

Data 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998 4.142999999999998
 4.142999999999998 4.142999999999998 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 4.0312856087451818 15.527692982574434 17.607039455586406 21.606555841982562
 20.82915537341438 18.234752532227866 18.665665977851763 17.900774161530965
 18.571377259675675 0.92436230247009932 3.8647459219978089 3.6759935108485062
 4.8271933316635769 4.759078495854614 3.4837473921215412 4.1851584312339751
 4.2675676527712954 4.1077332011211949 Max Slope -0.11171439125481797
 25.749555841982563 -5.1187818161780925 10.870337450311768 Min Slope
 -0.11171439125481797 25.749555841982563 1.6410618755215642 3.906993331663577 Max
 Window 4.0312856087451818 21.606555841982562 0.92436230247009932
 4.8271933316635769 Best Fit -0.11171439125481797 25.749555841982563
 5.9471750914440964E-2 5.6960116149383699

ω^2 (rad/s)²

Aceleración Centripeta(m/s²)

Aceleración centripeta con respecto a la Velocidad Angular Data 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001
 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.4697000000000001 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002 0.9202000000000002
 0.9202000000000002 2.0078061681211117 3.9405193797993729 4.1960742909994346
 4.6482852582412111 4.5638969503500384 4.2702169186386616 4.3203779901591668
 4.2309306495771075 4.3094520834644019 4.8799273788432984 0.92436230247009932
 3.8647459219978089 3.6759935108485062 4.8271933316635769 4.759078495854614
 3.4837473921215412 4.1851584312339751 4.2675676527712954 4.1077332011211949
 5.3242473341124006 Max Slope 0 5.349627378843298 -7.0684671797755163
 9.0801632326487649 Min Slope 0 5.349627378843298 0.81170442323065362
 4.4040473341124002 Max Window 2.0078061681211117 4.8799273788432984
 0.92436230247009932 5.3242473341124006 Best Fit 0 5.349627378843298
 -2.1198956393020452 5.7193019858429999 Velocidad Angular (rad/s) Velocidad Angular (rad/
 s)

Aceleración Centripeta(m/s²)

Hit and source - focused comparison, Side by Side:

Left side: As student entered the text in the submitted document.

Right side: As the text appears in the source.
