



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Aprendizaje interactivo e innovador con Phyphox en el laboratorio de Física y Química

Autor/es

ARMANDO JIMÉNEZ GALÁN

Director/es

María Del Mar Zurbano Asensio

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario en Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2022-23



Aprendizaje interactivo e innovador con Phyphox en el laboratorio de Física y Química, de ARMANDO JIMÉNEZ GALÁN

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2023

© Universidad de La Rioja, 2023

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

**Aprendizaje interactivo e innovador con Phyphox
en el laboratorio de Física y Química**

**Interactive and Innovative learning with Phyphox
in the Physics and Chemistry laboratory**

Autor : ***Jiménez Galán, Armando***

Tutora: Zurbano Asensio, María del Mar

MÁSTER:

Profesorado, Física y Química

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2022/2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	7
2.1. Tema de estudio.....	9
3. OBJETIVOS	11
3.1. Generales.....	11
3.2. Específicos.....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	13
4.1. Origen e introducción al mLearning.....	13
4.2. Ventajas e inconvenientes del mLearning	16
4.3. Los sensores del teléfono móvil	18
4.3.1. Acelerómetro	18
4.3.2. Cámara fotográfica	20
4.3.3. Giroscopio.....	20
4.3.4. GPS	21
4.3.5. Magnetómetro ó sensor magnético	21
4.3.6. Micrófono	22
4.3.7. Sensor de luz.....	23
4.3.8. Sensor de proximidad.....	23
4.4. Phyphox	24
4.4.1. Sensores.....	25
4.4.2. Acústica	26
4.4.3. Herramientas	27
4.4.4. Mecánica	28
4.4.5. Temporizadores:.....	28
4.4.6. Vida cotidiana	29
4.4.7. Algunos experimentos previos.....	29

4.5.	Estado de la cuestión	33
5.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	35
5.1.	Introducción.....	35
5.2.	Contextualización	35
5.3.	Objetivos	36
5.4.	Saberes básicos, contenidos y criterios de evaluación	37
5.5.	Competencias clave	38
5.6.	Competencias específicas, descriptores del Perfil de salida y criterios de evaluación.....	40
5.7.	Metodología.....	43
5.7.1.	Actividad 1: Determinar el valor de g mediante la caída libre	44
5.7.2.	Actividad 2: Análisis de movimiento en una rampa.....	48
5.8.	Recursos utilizados	49
5.9.	Evaluación.....	49
6.	DISCUSIÓN	51
7.	CONCLUSIONES.....	53
8.	REFERENCIAS.....	55
9.	ANEXOS	57
9.1.	Anexo I: La aplicación Phyphox	57
9.2.	Anexo II: Guion de la Actividad 1	58
9.3.	Anexo III: Guion de la Actividad 2	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Porcentaje de aulas habituales con conexión a internet	8
Ilustración 2: Evolución de la penetración de servicios de comunicación en el mundo	8
Ilustración 3: Evolución de la dotación de equipos en los centros escolares .	9
Ilustración 4: Características básicas del Mobile Learning	14
Ilustración 5: Cuota de mercado de smartphones por sistema operativo.....	17
Ilustración 6: Sensores en los teléfonos y tabletas.	18
Ilustración 7: Esquema del acelerómetro.	19
Ilustración 8: Ejes en el acelerómetro.	19
Ilustración 9: Cámara fotográfica en smartphone.....	20
Ilustración 10: Funcionamiento del giroscopio.	21
Ilustración 11: Imagen real de un magnetómetro.	22
Ilustración 12: Micrófono de condensador electret.	22
Ilustración 13: Ubicación del sensor de luz en smartphone	23
Ilustración 14: Pantalla inicial de la aplicación Phyphox	25
Ilustración 15: Inicio de la herramienta "Magnetómetro".	29
Ilustración 16: Mediciones cuando se desliza el imán.....	30
Ilustración 17: Mediciones cuando se desliza el imán 2.....	30
Ilustración 18: Ubicación del magnetómetro.	31
Ilustración 19: Smartphone en el interior de una secadora de lechugas.....	32
Ilustración 20: Mediciones de Phyphox.	32
Ilustración 21: Porcentajes de evaluación.....	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 1: Preguntas de inicio de sesión	45
Tabla 2: Rúbrica de corrección de la actividad de laboratorio.....	46
Tabla 3: Rúbrica de corrección de las presentaciones.....	47

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) se enfoca en la introducción de una aplicación de laboratorio de Física llamada *Phyphox*, cuyo uso surge como respuesta a la escasez de material en laboratorios, por la cantidad de alumnos por docente y por el creciente uso de las TIC en el ámbito educativo.

En el marco teórico, se explora el concepto del *mLearning* (aprendizaje móvil) y se analizan los sensores presentes en los dispositivos inteligentes, así como se presenta en detalle la aplicación *Phyphox*.

Con el objetivo de aprovechar las funcionalidades de *Phyphox*, se propone una intervención didáctica que incluye dos actividades de laboratorio.

Por último, en la discusión y conclusiones se destaca la importancia de esta aplicación como una herramienta innovadora y accesible, capaz de generar motivación y participación de los estudiantes en la asignatura de Física y Química.

Palabras clave: *aprendizaje móvil; TIC; Phyphox; Física y Química.*

ABSTARCT

This Master's Thesis focuses on the introduction of a Physics laboratory application called *Phyphox*, which is used in response to the scarcity of materials in laboratories, high student to teacher ratios, and the increasing use of ICT in education.

In the theoretical framework, the concept of *mLearning* is explored, and the sensors present in Smart devices are analyzed, along with a detailed presentation of the *Phyphox* application.

To take advantage of the functionalities of *Phyphox*, a didactic intervention is proposed, which includes two laboratory activities.

Finally, in the discussion and conclusions, the importance of this application is highlighted as an innovative and accessible tool capable of generating motivation and student engagement in the subject of Physics and Chemistry.

Key words: *mLearning; TIC; Phyphox; Physics and Chemistry.*

1. INTRODUCCIÓN

Para aquellos institutos en los que los recursos son limitados, existe una falta de docentes o el número de alumnos es muy elevado, la enseñanza de la física y química queda reducida a una transmisión oral o escrita, sin poder utilizar laboratorios donde observar los fenómenos a los que estas materias se refieren. Esto puede ser un motivo por el que los alumnos bajen su rendimiento, pues únicamente realizan problemas con bolígrafo y papel y, se alejan de los casos reales, por lo que su curiosidad disminuye y con esto la motivación y el interés (Gil & Di Laccio, 2017).

La llegada de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las últimas décadas ha provocado un cambio cultural y social, pues gracias a ellas se realizan todo tipo de acciones, que antes eran inconcebibles. En la educación, ha sido considerable el cambio creado por las TIC, comenzando por la búsqueda de información, pues con las TIC se tiene mucha más información realizando búsquedas más simplificadas. Pero no solo han producido en la búsqueda de información, sino que han ayudado a crear herramientas para mejorar el aprendizaje y la enseñanza.

Por supuesto, la inclusión de las TIC en la educación (o en cualquier otro ámbito) no es inmediata, pues se necesita una formación para utilizarlas correctamente y sacarles el mayor provecho. Por lo que es necesario dar a los estudiantes una formación correcta, para así evitar un uso incorrecto o incluso contraproducente. Entonces, es oportuno preparar correctamente la programación de actividades en las que se van a integrar las TIC, para que no sean simples juegos, sino que sean herramientas que ayuden a mejorar el rendimiento de los estudiantes (Gil & Di Laccio, 2017).

En concreto, la enseñanza basada en dispositivos móviles (*smartphones*, PDA, tabletas, etc.) es conocida habitualmente como *Mobile Learning* (*mLearning*), tiene características como la multifuncionalidad, conectividad y accesibilidad, que la hacen muy potente en la formación de las nuevas generaciones, ya que están totalmente familiarizados con ellas. Con estos dispositivos se pueden conseguir una mayor participación de los estudiantes, así como un aumento de su compromiso (González & González, 2016).

En la asignatura de física y química, más centrado en física, se pueden aprovechar los sensores de los dispositivos móviles, mediante aplicaciones que permiten utilizar éstos como dispositivos de medida y recogida de datos de actividades cotidianas para, experimentar y contrastar los conocimientos teóricos con los resultados experimentales (González & González, 2016).

Se ha hablado de la formación para usar correctamente las TIC, pero al usar los sensores de los dispositivos, se necesita un conocimiento y formación técnica del profesorado, debido a que los sensores no siempre funcionan correctamente o pueden dar valores erróneos que deben ser capaces de detectar y solucionar de forma intuitiva. Al igual ocurre con las unidades de medición, al utilizar aplicaciones internacionales. Ha de estar todo controlado para que los experimentos sean interrumpidos lo menos posible (González & González, 2016).

Volviendo al primer punto tratado, el ahorro económico que se obtiene con la utilización de estos dispositivos en las prácticas de laboratorio es directo. Pues ya no es necesario tener diferentes instrumentos para cada práctica, un único *smartphone* se puede utilizar como péndulo, resorte, medidor de luz y sonido, sónar, etc. Todo ello con adaptaciones de poco presupuesto como son, gomas, cuerdas, cartones o circuitos electrónicos simples (González & González, 2016).

Tras esta introducción, el principal propósito de este trabajo de Fin de Máster (TFM) es la propuesta de una innovación educativa en la enseñanza de la física y química mediante el uso de las TIC, contextualizando en la etapa educativa de la ESO, de un instituto público, específicamente de una clase de 3º de la ESO.

En cuanto al contenido de este trabajo, en el siguiente apartado se va a realizar una justificación del mismo, “analizando los datos aportados por el informe *Sociedad Digital en España (2023)*”, donde se profundiza en la evolución de la transformación digital en la sociedad española y por la cual se ve necesario un cambio en la educación.

Después se comentarán los objetivos a alcanzar con este trabajo, tanto generales como específicos.

A continuación, en el marco teórico se hablará de la metodología *mLearning*, los sensores que se encuentran en los *smartphones* y la aplicación *Phyphox*.

Continuará con una propuesta de intervención didáctica, en la cual se propondrán dos actividades a realizar en una Unidad Didáctica. Estas actividades se realizarán con la aplicación *Phyphox*.

Por último, se expondrán la discusión y las conclusiones sobre este trabajo, así como la proposición de líneas futuras de acción para completar esta propuesta con una acción real en el aula.

2. JUSTIFICACIÓN

Tal y como se ha mencionado en el apartado anterior de introducción, las TIC se han asentado en nuestra sociedad.

Analizando el Informe redactado por la Fundación Telefónica (2023) cuyo título es *Sociedad Digital en España*, podemos extraer los siguientes datos:

- En 2022 subió 3,7 puntos la población mundial usuaria de internet, ascendiendo a casi los dos tercios de ésta (66,3%), es decir, 5280 millones de personas, 338 millones más que en 2021.
- España es líder europeo en conectividad, y va mejorando en puntos atrasados como era el conocimiento y el uso avanzado de las tecnologías digitales.
- Según el Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI), elaborado por la Comisión Europea, situaba en 2022 a España en el puesto número 7 de los Estados miembros, creciendo 2 puestos respecto al 2021.
- España tiene la cuarta mejor cobertura del entorno europeo, llegando al 93,8%.
- El acceso a internet en los hogares llegó al 96,1% de las viviendas españolas en 2022, creciendo muy poco respecto a 2021 (95,9%).
- Destacan los servicios como la música online, el visionado de películas/series en *Streaming* o la banca online, llegando al 75,7% (7,5 puntos más que en 2020), 65,6% (10,5 puntos más que en 2020) y 73,7% (6,2 puntos más que en 2021) respectivamente.
- Los servicios de telemedicina también han aumentado, llegando a ser utilizados por el 16,2% de los usuarios de internet y, siendo el servicio de citas médicas su principal uso (77,8%).
- La educación es uno de los principales impulsores de la digitalización, gracias a la dotación de los centros escolares de tecnología. La conectividad de las aulas a internet ha llegado hasta el 97,4%, tal y como se puede ver en la Ilustración 1, lo que es 17 puntos por encima que hace diez años.



Ilustración 1: Porcentaje de aulas habituales con conexión a internet

Gráfica obtenida de: Sociedad Digital en España

- La ingeniería artificial ha llegado a ser “palabra del año 2022” por la Real Academia Española.
- Como se observa en la Ilustración 2, la telefonía móvil llega a ser mayor de uno por habitante, siendo el valor de 109,9 por cada 100 habitantes.

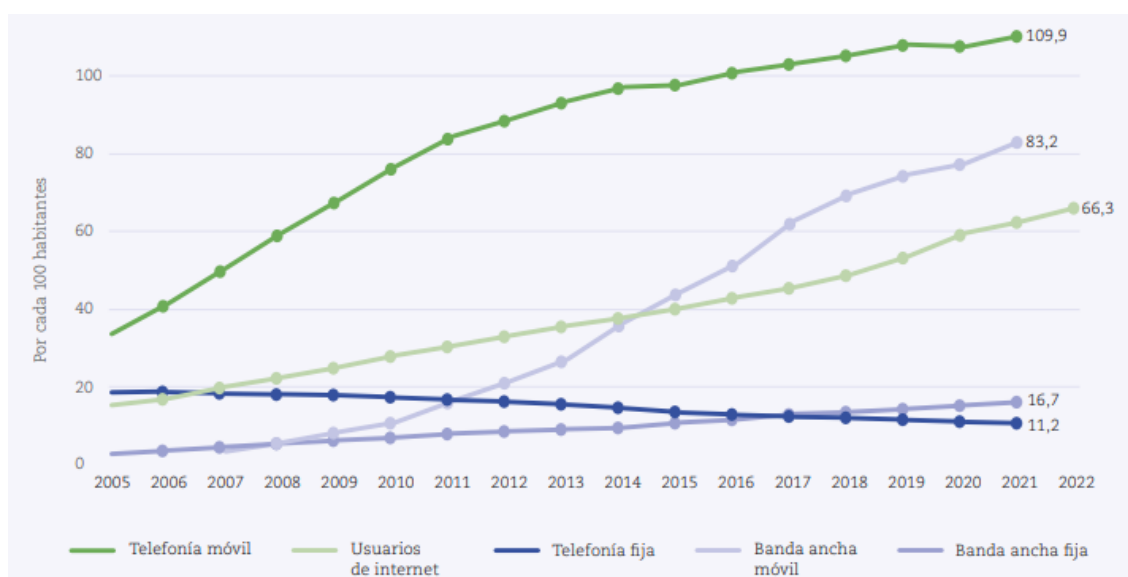


Ilustración 2: Evolución de la penetración de servicios de comunicación en el mundo

Gráfica obtenida de: Sociedad Digital en España

- Teniendo en cuenta teléfonos móviles y tabletas, se estima en 16.000 millones de unidades en todo el mundo a finales de 2022.
- Según los datos proporcionados por el Ministerio de Educación, han mejorado los ratios de dotación de equipamiento en los centros, tal y como se observa en la Ilustración 3.



Ilustración 3: Evolución de la dotación de equipos en los centros escolares

Gráfica obtenida de: *Sociedad Digital en España*

- En cuanto a los equipos utilizados en las aulas, los datos han variado en 2021 respecto al 2016, representado los ordenadores de sobremesa un 41% (51% en 2016), los ordenadores portátiles un 44% (41% en 2016) y las tabletas un 14,8% (7,5% en 2016).
- Los *smartphones* representan un porcentaje menor que los ordenadores en las aulas, pues solamente el 50% de los centros de enseñanza secundaria obligatoria (ESO) y de formación profesional básica (FPB) lo utilizan en el aula. Sin embargo, en, bachillerato, formación profesional de grado medio (FPGM) y formación profesional de grado superior (FPGS), es más frecuente su uso, siendo utilizados en el 57%, 60% y 63% de los centros respectivamente.
- Con la implementación del *mLearning* permite que el aprendizaje salga de las aulas y, los estudiantes se hacen proactivos y crean una red de conocimiento que crece continuamente.

2.1. Tema de estudio

El presente trabajo discurre sobre el uso de *smartphones* en el aula de ESO y Bachillerato, focalizándose en la asignatura de Física y Química, más en concreto en la parte que atañe a la física. Se estudiará una aplicación para *smartphone* que puede ser de gran utilidad en la práctica docente, así como la comprensión de los estudiantes.

Se ha visto mediante datos recientes que las TIC están totalmente integradas en el día a día, pese a que hay situaciones en las que su uso se está incorporando de forma más lenta. Acontecimientos como la pasada pandemia piden que esta tendencia se integre plenamente en la enseñanza, no solo por posibles catástrofes, sino porque ofrece una motivación al alumnado que no puede aportar la docencia tradicional. Además, es necesario un pensamiento computacional de cara al futuro empleo de los estudiantes (Fundación Telefónica, 2023).

Otro punto de vista para el uso de los dispositivos móviles en la enseñanza es la gran cantidad de dispositivos que hay en actualmente en el mundo, y más si se habla de adolescentes, pues estos los utilizan a diario.

3. OBJETIVOS

3.1. Generales

Los objetivos generales de este trabajo son:

- Conseguir que el alumnado aprenda a utilizar las TIC.
- Fomentar la vocación científica e investigadora del alumnado.
- Investigar sobre el *mLearning* y su uso en la enseñanza.

3.2. Específicos

Como objetivos específicos, se han seleccionado los siguientes:

- Analizar las ventajas e inconvenientes del uso del *smartphone* en el aula.
- Estudiar el efecto del uso del *smartphone* en la motivación de los alumnos.
- Utilizar laboratorios de bajo presupuesto.
- Impulsar el uso del *smartphone* y tabletas frente a ordenadores de sobremesa y portátiles.
- Valorar el uso del *smartphone* en las aulas de Física y Química.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Origen e introducción al mLearning

El *Mobile Learning* o *mLearning*, también conocido en castellano como aprendizaje móvil, proviene del e-learning o aprendizaje electrónico.

En el año 1986 da sus primeros pasos el e-learning, con lo conocido como Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO). Entre los años 80 y 90 empiezan los primeros cursos en línea gracias a la *Aviation Industry CBT Committee*, creando su propia normativa y requisitos de los cursos (Mosquera, 2017).

Es a mediados de los 90 cuando empieza el aprendizaje en línea (actualmente denominado como aprendizaje online), y en 1996, con el *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) se crean unos estándares pedagógicos bien estructurados (Mosquera, 2017).

En el año 2000 se incorpora en grandes empresas el aprendizaje online, conviviendo con la formación continua presencial y, el e-learning empieza a crecer con las mejoras en conexiones (Mosquera, 2017).

Ya en el año 2007 llegan los *smartphones*, y con ellos el e-learning evoluciona en *mLearning*, aunque este no es únicamente característico de los *smartphones*, pues esta metodología abarca todo dispositivo móvil con conectividad inalámbrica, como ordenadores portátiles o tabletas, entre otros (Mosquera, 2017).

El *mLearning* se podría definir como una forma de educación basada en la adquisición de conocimientos, solución de desafíos de aprendizaje y el desarrollo autónomo de habilidades a través de dispositivos móviles portátiles (Brazuelo & Gallego, 2011).

Las características que posee el *mLearning*, dictadas según Pérez y Blázquez (2013), son las mostradas en la Ilustración 4.

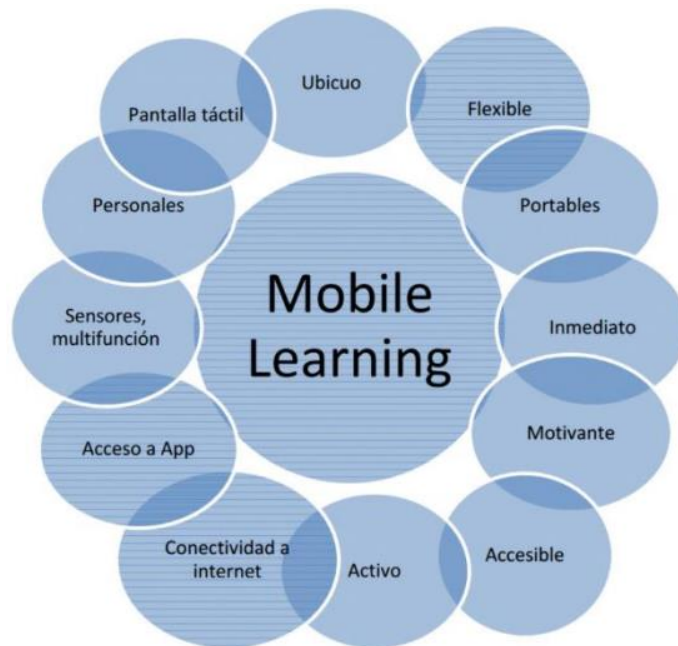


Ilustración 4: Características básicas del Mobile Learning

Imagen obtenida de: *Guía para la implantación del mobile learning*

Entrado en detalle en cada una de ellas:

- Ubicuo: que se puede acceder en cualquier momento y lugar. Aprendizaje desde casa o incluso en un tren mientras viajas.
- Flexible: que tiene capacidad de adaptarse o ajustarse a las diferentes situaciones o necesidades. El proceso educativo se puede adaptar al interés y ritmo de cada persona.
- Portable: que se puede ser transportado fácilmente, gracias a que los dispositivos son cada vez más ligeros.
- Inmediato: que se puede utilizar de forma inmediata. Se puede acceder a la información o actividades educativas al instante y en tiempo real, lo que facilita la resolución de problemas.
- Motivante: que genera interés, entusiasmo o motivación. El uso de dispositivos móviles y aplicaciones educativas puede ser atractivo para los estudiantes, lo que favorece su participación.
- Accesible: que está al alcance de todos. Los recursos educativos y herramientas se encuentran disponibles, con la única condición de disponer de un dispositivo móvil.
- Activo: que los estudiantes participen activamente en el proceso de aprendizaje. Los protagonistas de su aprendizaje son los propios

estudiantes, interactuando con los contenidos y realizando actividades prácticas.

- Conectividad a internet: que los dispositivos móviles tienen la capacidad de acceder y utilizar la red de internet. Los estudiantes pueden aprovechar los recursos en línea, colaborar con otros estudiantes o docentes y acceder a información actualizada.
- Acceso a App: que se pueden utilizar aplicaciones móviles diseñadas para el aprendizaje.
- Sensores multifunción: que los dispositivos móviles poseen componentes capaces de detectar y recopilar diferentes tipos de información, como la ubicación, el movimiento o la luz, entre otros. Aprovechando estos sensores, la experiencia educativa se vuelve más enriquecedora y personalizada.
- Personales: que cada persona es propietario de un dispositivo móvil para acceder al aprendizaje. Lo que promueve una formación más individualizada y personalizada.
- Pantalla táctil: que poseen una pantalla sensible al tacto y permite la interacción directa.

Tal y como nombra Mosquera (2017), se han de cumplir los siguientes requisitos para implementar de forma exitosa el *mLearning*:

- Liberar al usuario del control restrictivo.
- Suministrar toda la información necesaria al usuario
- Proporcionar enlaces y recursos de ayuda necesarios.
- Automatizar en la medida de lo posible el servicio.
- Presentar la información de manera comprensible al usuario.
- Permitir y tolerar los errores humanos.
- Simplificar la configuración al mínimo.
- Permitir acceso a la información de la configuración durante el proceso.
- Utilizar guías existentes.
- Considerar usuarios con distintas capacidades a la hora de diseñar soluciones y servicios.

4.2. Ventajas e inconvenientes del mLearning

Tal y como se ha visto en la introducción del *mLearning*, este facilita el aprendizaje, sin importar el lugar ni el momento.

Algunas de las ventajas que se pueden destacar según el estudio de Mejía (2020) sobre el uso, características, ventajas y desventajas del *mLearning*:

- Aprendizaje en cualquier lugar y tiempo.
- Interacción instantánea entre estudiantes y profesores.
- Mayor alcance y disponibilidad para cada estudiante o persona.
- Mayor accesibilidad, portabilidad y funcionalidad.
- Aprendizaje personalizado para cada individuo.
- Uso de dispositivos en el aula o empresa adoptándolos a diferentes estrategias de aprendizaje.
- Generación de espacios de colaboración en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Incorporación de contenidos en diversos formatos, como pueden ser documentos de texto en PDF o vídeos multimedia.
- Utilización de una variedad de aplicaciones, tanto de pago como gratuitas, así como redes sociales con fines educativos.
- Fomento de la motivación entre los estudiantes.
- Aprendizaje autónomo.

Además, el estudio de Mejía (2020) aporta datos estadísticos de un estudio realizado a más de 500 alumnos de un centro educativo en EE. UU.:

- El 75% de los estudiantes considera que los *smartphones* les ayudan a aprender de manera más eficiente.
- El 94% de los estudiantes desea utilizar los *smartphones* en su centro educativo con fines educativos.
- El 58% de los estudiantes desea usar la cámara de su dispositivo móvil para tomar fotos de la pizarra o presentación.
- El 41% de los estudiantes se ayuda de Google para buscar respuestas.
- El 39% de los estudiantes utilizan algún texto digital.
- El 34% de los estudiantes utiliza su dispositivo móvil para contestar una pregunta en clase.

En cuanto a las desventajas del *mLearning* que aporta Mejía (2020), se destacan las más significativas:

- Limitaciones de conectividad a la red y duración de la batería.
- Preocupaciones de seguridad de los contenidos y derechos de autor.
- Diversidad de normas, tamaños de pantalla y sistemas operativos.

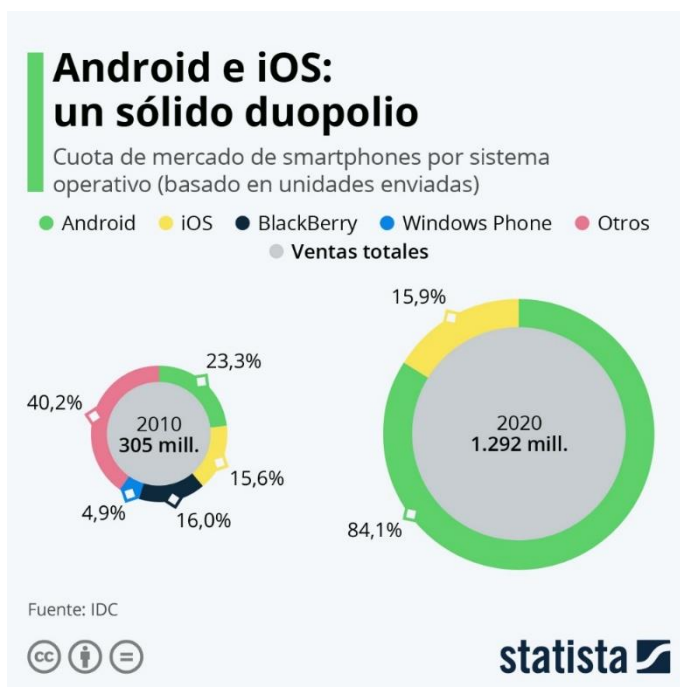


Ilustración 5: Cuota de mercado de smartphones por sistema operativo

Gráfico obtenido de: <https://es.statista.com/grafico/18920/cuota-de-mercado-mundial-de-smartphones-por-sistema-operativo/>

- Problemas relacionados con costos, privacidad y confidencialidad.
- Riesgo de pérdida o falta de control sobre los archivos.
- Restricciones debidas al tamaño de la pantalla, dificultando la visualización y desplazamiento de la información.
- Disponibilidad limitada de aplicaciones educativas gratuitas sin limitaciones.
- Posibles dificultades para los usuarios al descargar software o manipular aplicaciones complejas.
- Si las reglas o instrucciones no son claras, los dispositivos móviles pueden convertirse en distracciones.

4.3. Los sensores del teléfono móvil

Tal y como define Lorenzo (2019), un sensor es un componente electrónico que permite recopilar y medir información del entorno. Las señales medidas por los sensores se pueden convertir en datos que son procesados mediante aplicaciones instaladas en los dispositivos móviles.



Ilustración 6: Sensores en los teléfonos y tabletas.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

Los dispositivos móviles disponen siempre de sensores como el acelerómetro, la cámara fotográfica o micrófono, pero otros como el barómetro o el sensor de humedad son más difíciles de encontrar. Para conocer los sensores que tiene un dispositivo, basta con instalar una aplicación como *Phyphox* y tratar de hacer diferentes lecturas para ver que sensores funcionan.

A continuación, se detallan la utilidad y funcionamiento de los principales sensores descritos en estudio realizado por J. Lorenzo (2019).

4.3.1. Acelerómetro

Un acelerómetro es un sensor con el que se monitorea la orientación del dispositivo y, pese a que su nombre pueda dar lugar a confusiones, realmente lo que mide es la fuerza que sufre.

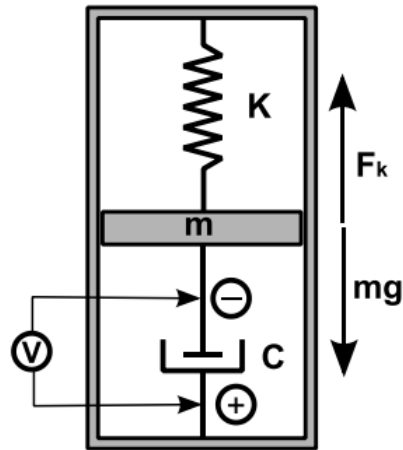


Ilustración 7: Esquema del acelerómetro.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

Con ayuda la Ilustración 7, en la que se muestra el esquema de un acelerómetro, se puede explicar su funcionamiento. En el centro de la caja se encuentra una masa unida a un resorte, que ejerce una fuerza hacia abajo. También hay un condensador, y como tal este es el que mide la fuerza, pues cuanto mayor sea la fuerza, más cercanas estarán las placas del condensador y mayor será la capacidad del condensador para reequilibrar la distribución de cargas.

También es importante conocer la posición de los tres ejes en el acelerómetro. En la Ilustración 8 se aprecian perfectamente.

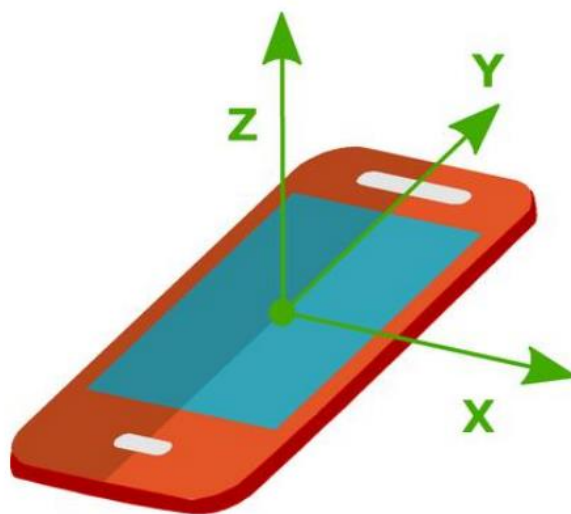


Ilustración 8: Ejes en el acelerómetro.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

4.3.2. Cámara fotográfica

Las cámaras fotográficas de los teléfonos móviles normalmente son utilizadas, como su propio nombre indica, para capturar imágenes y vídeos. Pero gracias a los sensores de las cámaras se puede recoger también una porción del infrarrojo cercano, por lo que se pueden visualizar emisiones infrarrojas. Algunas cámaras pueden incluso captar luz más allá del espectro ultravioleta.



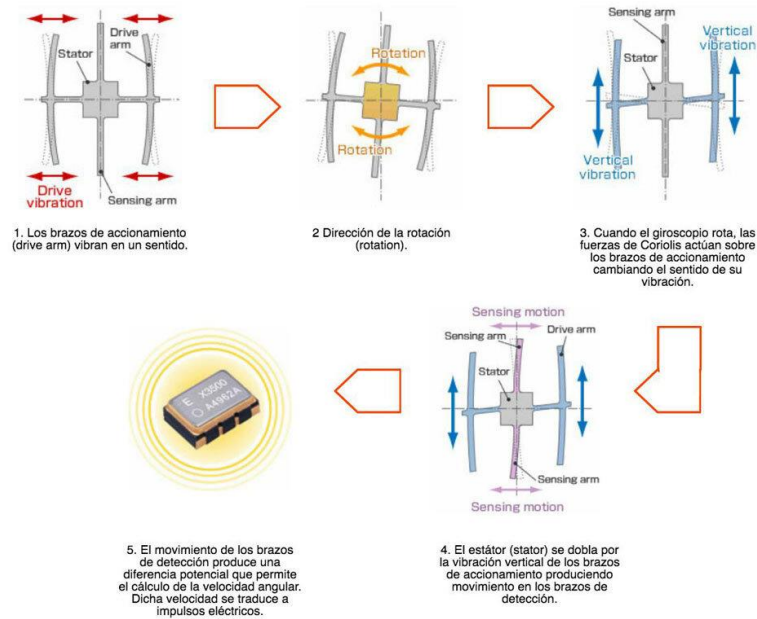
Ilustración 9: Cámara fotográfica en smartphone.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

En cuanto al funcionamiento de esta, un sensor captura la luz a través del objetivo de la cámara. Con ayuda de las aplicaciones de fotografía, se convierten estas señales en imágenes o vídeos (Zerbst, 2008).

4.3.3. Giroscopio

El giroscopio es un sensor con el que se detecta la rotación del dispositivo. Este no suele ser tan común, y que los móviles de gama baja únicamente disponen de acelerómetro. En combinación con este otro, permiten conocer la posición, inclinación, aceleración y velocidad de giro.



Fuente: Epson

Ilustración 10: Funcionamiento del giroscopio.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

Como se observa en la Ilustración 10, el giroscopio está compuesto por unos brazos vibrantes, y unos sensores que traducen las vibraciones de los brazos en impulsos eléctricos

4.3.4. GPS

El comúnmente conocido como GPS (Sistema de Posición Global) es una red de satélites que emiten señales, utilizada por los dispositivos receptores para determinar la posición en La Tierra.

Cuando se activa el GPS del dispositivo móvil, el chip recibe señales, que mediante el método de trilateración determina su propia posición relativa respecto a los satélites. A partir de estas coordenadas, el dispositivo obtiene la posición absoluta y coordenadas del punto en el que se encuentra.

4.3.5. Magnetómetro ó sensor magnético

El magnetómetro es un sensor que utiliza el efecto Hall para detectar campos magnéticos. Gracias al magnetómetro, algunas fundas móviles con imanes, puedan activar o desactivar la pantalla automáticamente al abrir o cerrar la funda.



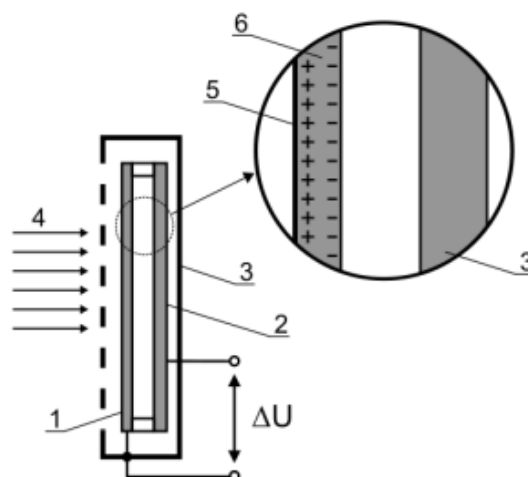
Ilustración 11: Imagen real de un magnetómetro.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

El funcionamiento del magnetómetro se basa en la generación de un voltaje cuando fluye una corriente y se hace un campo magnético perpendicular. Conocido el valor de la corriente, se puede calcular la fuerza del campo magnético detectado.

4.3.6. Micrófono

El micrófono es un componente esencial en los dispositivos móviles, utilizado para realizar llamadas y grabar audio. Existen dos tipos comunes de micrófonos: los de condensador electret y los MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*).



Micrófono de condensador electret. 1 membrana, 2 placa rígida metálica, 3 alojamiento, 4 presión acústica, 5 capa metálica 6. capa plástica electret. De CLI (CC BY-SA 3.0) via wikimedia commons

Ilustración 12: Micrófono de condensador electret.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

Ambos tipos funcionan mediante un condensador de placa, cuando el sonido llega al micrófono, la distancia entre las placas cambia, alterando la capacitancia generando variaciones de voltaje que representan las señales de audio.

4.3.7. Sensor de luz

El sensor de luz tiene la finalidad de detectar la intensidad lumínica del entorno. Normalmente se localiza en la parte delantera superior, tal y como se muestra en la Ilustración 13.



Ilustración 13: Ubicación del sensor de luz en smartphone

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

Estos sensores tienen un fotodiodo que mide la cantidad de luz y ajusta automáticamente el brillo de la pantalla. De tal manera que, en lugares oscuros la pantalla aumenta el brillo y, en entornos luminosos disminuye el brillo.

4.3.8. Sensor de proximidad

El sensor se utiliza para medir la posición con respecto a un objeto, pues detecta la presencia de objetos cercanos sin necesidad de contacto físico. También sirve para apagar la pantalla del móvil mientras se mantiene una conversación telefónica cerca de la oreja.

El sensor emite una luz infrarroja que se refleja y es detectada por un fotodiodo receptor, enviando una señal para apagar la pantalla. La distancia óptima de operación de estos sensores es de hasta 5 cm.

4.4. Phyphox

Tal y como relata Staacks (2016) en su web, *Phyphox* (*Physical Phone Experiments*) es una aplicación móvil que permite convertir el dispositivo en un laboratorio de física portátil. Fue desarrollada por el Instituto de Física de la *RWTH Aachen University* (Alemania) y está disponible de forma gratuita para dispositivos Android e iOS.

Esta aplicación aprovecha al máximo los sensores integrados en los *smartphones* y tabletas, lo que permite a los usuarios realizar múltiples experimentos y mediciones, convirtiéndola en una gran herramienta pedagógica.

Los experimentos que se pueden realizar con *Phyphox* van desde la cinemática hasta la acústica, pasando por dinámica, óptica, termodinámica y electromagnetismo, entre otros. Con ella se pueden medir y analizar datos en tiempo real, guardar y obtener gráficas de los resultados, así como exportarlos para posteriormente analizarlo con herramientas como Microsoft Excel.

Es una aplicación intuitiva, gracias a una interfaz fácil de utilizar. Además, incluye una gran gama de experimentos predefinidos y, para los más creativos, se pueden crear y compartir experimentos propios. Todo esto hace que sea una aplicación referencia en entornos educativos, pues permite a estudiantes y docentes explorar conceptos científicos de manera interactiva y práctica.



Ilustración 14: Pantalla inicial de la aplicación Phyphox

En la Ilustración 14 se muestra el menú principal de la aplicación, en el cual se muestran las herramientas disponibles y que se procede a explicar brevemente, con la información proporcionada en su página web (Stacks, 2016).

4.4.1. Sensores

- Aceleración (sin gravedad): Muestra datos sin procesar del acelerómetro. A diferencia de la aceleración con gravedad, mediante un sensor virtual, resta la aceleración de 9.81 m/s^2 y muestra un valor de 0 cuando el dispositivo está en reposo.
- Aceleración (con gravedad): Al igual que el anterior, muestra los datos sin procesar del acelerómetro. Este sí muestra la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2) cuando el dispositivo está en reposo.
- Giroscopio: Muestra los datos sin procesar del giroscopio y devuelve valores de velocidad angular del dispositivo en rad/s.

- Luz: Muestra los datos sin procesar del sensor de luz ambiental. Esta herramienta no está disponible en iOS, ya que estos dispositivos tienen un sensor de luz físico que no permite acceder a las aplicaciones.
- Magnetómetro: Muestra los datos sin procesar del magnetómetro. Este es bastante sensible ya que su principal uso es medir el campo magnético terrestre y actuar como una brújula. Al estar rodeado de componentes electrónicos que magnetizan el teléfono, o incluso campos externos, sus valores no siempre son de confianza. Pese a ello, el teléfono recalibra el sensor de vez en cuando para compensar estas influencias. De hecho, *Phyphox* recalibra este sensor al ejecutar esta herramienta y pide girar el teléfono mientras se realiza el experimento.
- Presión: Muestra datos sin procesar del barómetro. El inconveniente de esta herramienta es que, no todos los dispositivos disponen de barómetro, pues es característico de dispositivos de gama alta. Pero, aquellos dispositivos que tienen un barómetro instalado en su interior, pueden ver que es un sensor realmente preciso.
- Ubicación (GPS): Muestra los datos sin procesar del servicio de ubicación del dispositivo (ubicación y altitud) que, en dispositivos Android son únicamente del GPS, pero en iOS son también los proporcionados por la red móvil y WIFI. Con *Phyphox* se obtienen la velocidad y dirección a partir de las correcciones consecutivas del GPS.

4.4.2. Acústica

- Amplitud de audio: Mide el nivel de presión sonora a través del micrófono. El experimento debe ser calibrado manualmente, ya que la propia aplicación no lo hace por defecto, y si no se realiza dicha calibración, los resultados pueden ser imprecisos.
- Autocorrelación de audio: Mide la frecuencia y el período de una señal de audio, pero de una sola frecuencia. Por ejemplo, mide una nota individual de una guitarra, pero no un acorde. Es más preciso que la herramienta "Espectro de Audio" que, si es capaz de medir múltiples frecuencias. Trabaja de forma óptima para frecuencias entre 200 Hz y 5000 Hz, por lo que para mayor amplitud y fiabilidad es necesario utilizar un micrófono externo.

- Efector Doppler: Mide cambios de frecuencia de una señal de referencia debido al efecto Doppler y, es capaz de determinar la velocidad relativa entre el teléfono y el emisor de la señal de referencia.
- Espectro de audio: Muestra tanto el espectro de frecuencia como la frecuencia pico de una señal de audio grabada con el micrófono. Se pueden elegir el número de muestras utilizadas para el espectro, por lo que, si se aumenta este número, el espectro tendrá una mayor resolución. Por el contrario, si disminuye el número, se obtendrán actualizaciones más rápidas. Esta herramienta graba audio en bloques y calcula la transformada de Fourier.
- Generador de tonos: Esta herramienta no registra ningún dato, únicamente genera un tono de frecuencia y lo reproduce a través del altavoz.
- Historial de frecuencia: Similar a la herramienta “Autocorrelación de audio”, pues determina la frecuencia y el período de una señal de audio de una sola frecuencia. Analiza períodos cortos de tiempo, tan solo 10 ms de audio, y muestra el cambio de frecuencia a lo largo del tiempo.
- Sónar: Emite sonidos cortos a través del altavoz y registra los ecos con el micrófono. Con ello, muestra un gráfico que indica a qué distancia se crearon los ecos, es decir, a qué distancia se encuentra un objeto.
- Visualizador de audio: Registrar y muestra períodos de datos de audio grabados.

4.4.3. Herramientas

- Espectro de aceleración: Muestra el espectro de frecuencia y la frecuencia pico de los datos del acelerómetro. Se pueden elegir el número de muestras utilizadas para el espectro. La frecuencia máxima está determinada por la tasa de adquisición del sensor, por lo que dependerá del dispositivo utilizado.
- Espectro magnético: Muestra el espectro de frecuencia y la frecuencia pico de los datos del magnetómetro. Se pueden elegir el número de muestras utilizadas para el espectro. La frecuencia máxima está determinada por la tasa de adquisición del sensor, por lo que dependerá del dispositivo utilizado.

- Inclinación: Mide los ángulos de inclinación del dispositivo. Utiliza el acelerómetro para determinar el ángulo de una superficie inclinada, por lo que un teléfono apoyado sobre una mesa totalmente horizontal debería mostrar una inclinación de valor cero. Hay que tener en cuenta los ejes del acelerómetro para colocar correctamente el dispositivo.
- Regla magnética: Mide distancias y velocidades. Se debe configurar el experimento previamente, colocando imanes a distancias fijas (las cuales se han de proporcionar a la aplicación) a lo largo del camino por el que se moverá el dispositivo. El magnetómetro detecta los imanes y cuenta las veces y el tiempo que tarda en pasar por un imán.

4.4.4. Mecánica

- Aceleración centrípeta: Con esta herramienta se puede demostrar la relación entre la aceleración centrífuga y la velocidad angular, con ayuda del acelerómetro y del giroscopio. Es necesario introducir el radio de giro.
- Colisión inelástica: Utiliza una función similar al “Cronómetro acústico”, pues también utiliza el sonido. Determina la altura inicial de la pelota, la altura entre cada rebote y la cantidad de energía perdida en cada rebote. Para calcular estos valores, analiza el intervalo entre los sonidos de los rebotes.
- Péndulo: Creando un péndulo de cuerda, mide su período y frecuencia. Proporcionado la longitud de la cuerda, puede calcular la aceleración de la gravedad.
- Resorte: Similar al péndulo, pues se mide el período y frecuencia, pero esta vez el dispositivo cuelga de un resorte.
- Rodar: Mide la velocidad de giro del dispositivo con el giroscopio. Desde *Phyphox*, recomienda introducir el dispositivo dentro de un rollo de papel para protegerlo de golpes. Introduciendo el radio del rollo se puede calcular la velocidad del rollo. Herramienta ideal para demostrar la aceleración constante en un plano inclinado.

4.4.5. Temporizadores:

- Cronómetro acústico: Mide el tiempo entre dos sonidos. Escucha un sonido para activar el contador y se detiene con un segundo sonido. Los

sonidos que activan el cronómetro deben ser cortos, precisos y estar bien sincronizados con el evento que se desea medir.

- Cronómetro de movimiento: Mide el tiempo entre dos acciones de movimiento, como pueden ser pequeños golpes. El acelerómetro es el encargado de esta función, por lo que la precisión de esta herramienta depende de éste.
- Cronómetro de proximidad: Mide el tiempo entre cambios de distancia detectados por el sensor de proximidad. La precisión de este experimento no suele ser mejor que los dos cronómetros vistos anteriormente.
- Cronómetro óptico: Mide el tiempo entre los cambios de iluminación detectados por el sensor de luz.

4.4.6. Vida cotidiana

- Ascensor: Mide la velocidad de un ascensor mediante el seguimiento de los cambios de presión atmosférica, utilizando el barómetro. Muestra la distancia, la velocidad y la aceleración (acelerómetro).
- Medidor de aplausos: mide la duración y amplitud de un aplauso mediante la asignación de puntuaciones. Un aplauso fuerte y largo obtendrá una puntuación alta.

4.4.7. Algunos experimentos previos

Encuentra el sensor (Phyphox, 2023)

En este experimento, utilizado únicamente el imán, se trata de localizar el magnetómetro del *smartphone*.

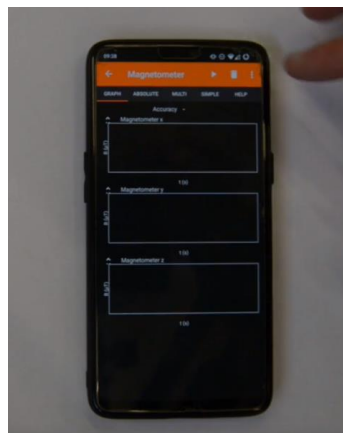


Ilustración 15: Inicio de la herramienta "Magnetómetro".

Imagen obtenida de: https://phyphox.org/wiki/index.php/Sensor:_Magnetic_field

Se hacen unas pruebas previas para estimar una distancia optima en la que el magnetómetro da valores reales de magnetismo, sin ser demasiado altos ni demasiado bajo.

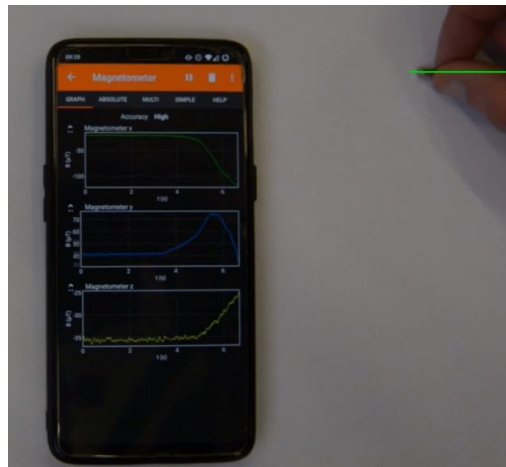


Ilustración 16: Mediciones cuando se desliza el imán.

Imagen obtenida de: https://phyphox.org/wiki/index.php/Sensor:_Magnetic_field

Sucesivamente, se desliza el imán por la cara lateral y posterior y, en las zonas donde se detectan valores de magnetismo se trazan líneas (verticales y horizontales).

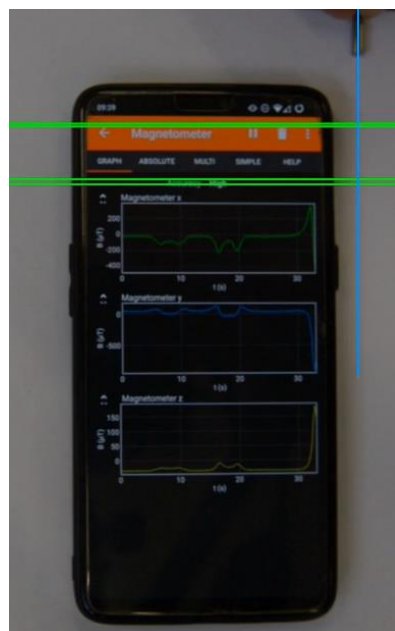


Ilustración 17: Mediciones cuando se desliza el imán 2.

Imagen obtenida de: https://phyphox.org/wiki/index.php/Sensor:_Magnetic_field

Finalmente, se obtiene una zona rectangular en la que se localiza el magnetómetro.

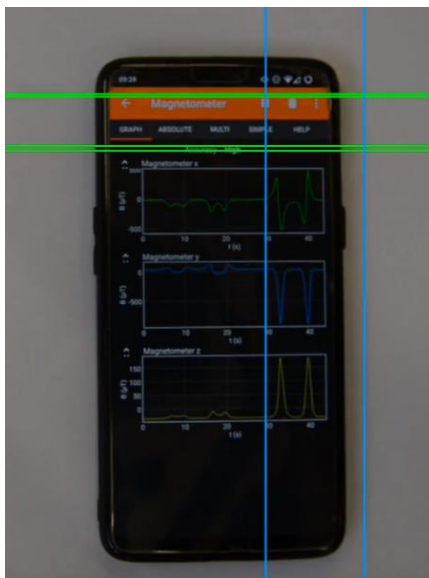


Ilustración 18: Ubicación del magnetómetro.

Imagen obtenida de: https://phyphox.org/wiki/index.php/Sensor:_Magnetic_field

Medición de la intensidad de señales sonoras (Fraile, 2020)

Con este experimento los alumnos observan y comprenden como varía la intensidad del sonido recibida por un receptor en diferentes situaciones de aislamiento acústico.

La contaminación acústica es un problema ambiental que afecta a la sociedad en diversos ámbitos, por lo que es importante entender la función del aislamiento acústico en entornos ruidosos.

Se deduce que, en entornos donde se busca potenciar la comunicación oral, como son las aulas, el uso de aislantes puede reducir el ruido ambiental y facilitar la escucha de la voz.

En el experimento se utiliza la herramienta “Amplitud de audio” y se prueban distintos materiales aislantes, variaciones de frecuencia y se ajusta la distancia entre el emisor y el receptor para estudiar cómo afectan estos factores al nivel de decibelios recibidos.

El material utilizado es un teléfono móvil como emisor de sonido, una caja de cartón, plástico, toalla y manta.

El movimiento circular (Lorenzo, 2019)

Utilizando un objeto giratorio, como es una secadora de lechugas, un tocadiscos, una rueda de bicicleta o un tiotivo y, con la herramienta de “Giroscopio” se puede obtener el valor global de la velocidad angular.

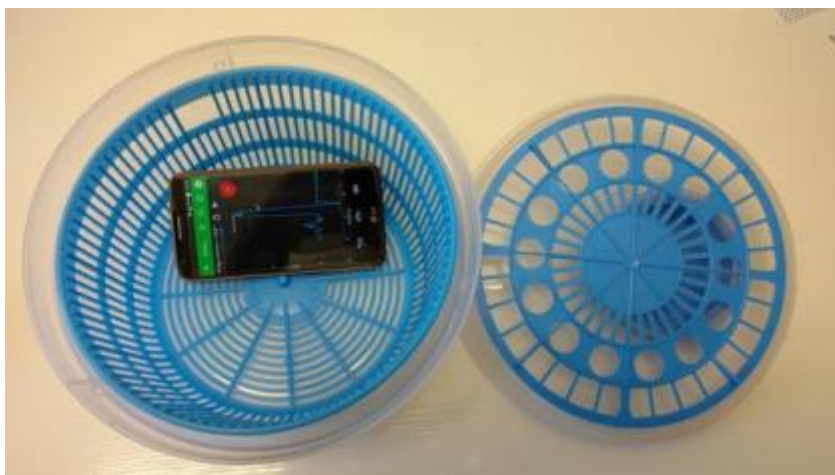


Ilustración 19: Smartphone en el interior de una secadora de lechugas.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

El *smartphone* se coloca sobre la superficie giratoria y orientándolo correctamente, pues dependiendo de como se coloque serán unos ejes y otros con los que se obtendrá el valor de velocidad angular.

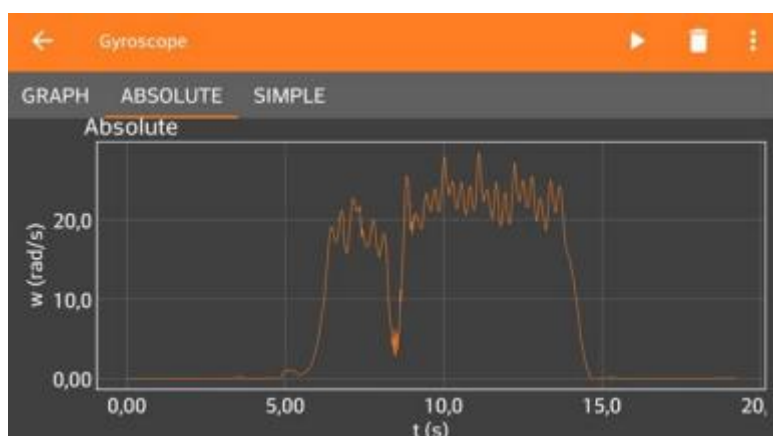


Ilustración 20: Mediciones de Phyphox.

Imagen obtenida de: *Experimentación en Física con dispositivos*

En el caso de la secadora de lechugas se llega a alcanzar una velocidad angular superior a los 20 rad/s.

Midiendo el radio de giro y la masa del *smartphone*, es posible calcular la aceleración normal y la fuerza centrípeta.

4.5. Estado de la cuestión

En este apartado, se va a analizar brevemente alguno de los estudios publicados recientemente sobre el empleo de móviles en la enseñanza de las ciencias, más concretamente, en la enseñanza de la física.

Empelo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y química (Torres et al, 2017)

En este trabajo se investigó sobre el uso de apps para aprender física y química. Se recopilaron datos de 51 apps y se organizaron en una hoja Excel.

El procedimiento de la investigación consistió en el empleo de diferentes metodologías y posteriormente encuesta a los alumnos sobre su experiencia.

Los resultados muestran que las apps facilitan el aprendizaje, pero tienen algunos problemas, como el idioma, la conexión y la disponibilidad. La mayoría de los alumnos volverían a trabajar con apps para aprender otros temas.

Finalmente, concluye que las apps son una opción interesante, pero no sustituyen a otras herramientas ni a la experimentación. Además, se debe seleccionar cuidadosamente las apps y la forma de emplearlas.

Aprendiendo física con el teléfono inteligente (Córdova & Lima, 2023)

Este trabajo presenta el uso de las TIC en el ámbito educativo, destacando su potencial para generar procesos de comunicación, fomentar el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y proporcionar diversos medios para la presentación de información. Se menciona que las TIC permiten situaciones dinámicas y didácticas de aprendizaje, eliminando las barreras de tiempo y espacio.

Se destaca la importancia del uso de dispositivos móviles en la sociedad actual, ya que ofrecen diversas aplicaciones que pueden utilizarse tanto para la interacción social como para el aprendizaje.

Se describe una aplicación llamada "Física M-lab" diseñada para el aprendizaje de física específicamente en el área de cinemática. Con esta aplicación, se llevó a cabo un experimento con 30 estudiantes de secundaria para evaluar la efectividad de la aplicación en el aprendizaje de la cinemática.

Los resultados obtenidos muestran mejoras en el nivel de aprendizaje de los estudiantes que utilizaron la aplicación. Los factores que podrían haber influido en los resultados fueron la pandemia y la interacción con dispositivos electrónicos.

Se concluye que, las herramientas informáticas, como esta aplicación, favorecen el aprendizaje de la cinemática y pueden satisfacer las necesidades de los estudiantes tanto dentro como fuera del aula. Además, resalta la importancia de acercar las tecnologías de comunicación al proceso de enseñanza y aprendizaje, proporcionando a los docentes competencias tecnológicas y motivando a los estudiantes a explorar nuevas formas de aprendizaje.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

A lo largo de este TFM se ha abordado la metodología *mLearning*, enfocada en la aplicación *Phyphox*, para en este apartado tratar con el conocimiento necesario para diseñar una intervención didáctica.

Además, esta intervención va guiada por los objetivos planteados previamente. Aunque no se haya planteado como objetivo, esta intervención didáctica servirá para relacionar la asignatura de Física y Química con otras como, Tecnología o Inglés.

Con esta intervención, se quiere mostrar que no hay una única forma de realizar experimentos y, con imaginación y pocos recursos se pueden lograr grandes objetivos.

5.1. Introducción

La función de las TIC es ayudar a sus usuarios a solucionar problemas y hacerles la vida “un poco más fácil”. Si se enfoca su uso en la didáctica de la asignatura Física y Química a nivel de 3º de la ESO, se puede mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos y desarrollar habilidades que mediante una formación tradicional no serían capaces.

Pero, no hay que olvidar que los usuarios, en este caso, son personas de 15-16 años, por lo que es fácil que se distraigan con un dispositivo móvil en sus manos. Por ello su uso se tiene que abordar de forma que sea atractiva para ellos.

5.2. Contextualización

Aunque esta intervención didáctica no se ha podido poner en marcha, la situaré en el centro en el que realicé el Prácticum. Por tanto, el centro educativo en el que se va a incorporar esta intervención didáctica es el CEPA Plus Ultra, un centro de educación para adultos el cual carece de laboratorio de Física y Química, pues únicamente tienen un armario con poco material. De esta forma, con esta herramienta introducida en el desarrollo de la asignatura, este centro puede suplir la falta de material de un laboratorio de física.

Pese a que en este centro todavía no se ha implantado la LOMLOE, lo harán en los próximos años, por ello se va a escoger esta legislación para realizar la propuesta de intervención didáctica.

Como se ha comentado previamente, se va a realizar en un aula de 3º ESO, con 20 alumnos de los cuales 15 son mujeres y 5 hombres. Estos alumnos provienen de familias de clase media-baja. Sus nacionalidades son variadas, pues hay 10 alumnos latinoamericanos, 5 alumnos españoles, 3 alumnos africanos y 2 alumnos de Europa del este.

5.3. Objetivos

Los objetivos obtenidos del Decreto 42/2022, de 13 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación en la Comunidad Autónoma de La Rioja:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, participar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas y del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Desarrollar las competencias tecnológicas básicas y avanzar en una reflexión ética sobre su funcionamiento y utilización.
- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para

aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.

En cuanto a los objetivos didácticos:

- Aprender a utilizar correctamente la aplicación *Phyphox*.
- Conocer los sensores de los dispositivos móviles.
- Utilizar la indagación para buscar información sobre experimentos realizados con aplicaciones móviles.
- Reflexionar sobre los resultados obtenidos.
- Desarrollar una metodología científica.
- Argumentar sobre la veracidad de los resultados obtenidos.
- Adquirir destrezas de trabajo en laboratorio.

5.4. Saberes básicos, contenidos y criterios de evaluación

En esta propuesta didáctica de trabaja, según el Decreto 42/2022, de 13 de julio, los siguientes saberes básicos y sus contenidos:

A. Las destrezas científicas básicas:

- Utilización de metodologías propias de la investigación científica para la identificación y formulación de cuestiones, la elaboración de hipótesis y la comprobación experimental de las mismas, análisis de datos, elaboración de explicaciones basadas en el conocimiento científico y comunicación de resultados.
- Realización de trabajo experimental y de proyectos de investigación para la adquisición de estrategias que permitan la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación, la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias o el razonamiento lógico-matemático haciendo inferencias válidas de las observaciones realizadas y obteniendo conclusiones que vayan más allá de las condiciones experimentales para aplicarlas a nuevos escenarios.
- Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje científico, como el laboratorio o los entornos virtuales: los materiales, sustancias y herramientas tecnológicas.

- Normas de uso de cada espacio como garante de la conservación de la salud propia y comunitaria, la seguridad en redes y el respeto hacia el medio ambiente.
- Lenguaje científico: incluyendo el manejo adecuado de unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas escenarios científicos y de aprendizaje.

D. La Interacción:

- Estudio de movimientos sencillos describiéndolos mediante magnitudes cinemáticas formulando hipótesis comprobables sobre valores futuros de esas magnitudes, validándolas a través del cálculo numérico, la interpretación de las gráficas o el trabajo experimental.
- Las fuerzas como agentes de cambio: relación de los efectos de las fuerzas, tanto en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo como produciendo deformaciones en los sistemas sobre los que actúan.
- Interpretación de fenómenos cotidianos en términos de las leyes de Newton.
- Identificación de las fuerzas implicadas en situaciones cotidianas (peso, normal, tensión empuje y fuerza de rozamiento) en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo y su aplicación en seguridad vial.
- Identificación de situaciones cotidianas en las que se aplican las fuerzas de forma ventajosa: máquinas.
- Fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos: experimentos sencillos que evidencian la relación con las fuerzas de la naturaleza.

5.5. Competencias clave

Las competencias clave que se trabajan según el Decreto 42/2022, de 13 de julio son:

- Competencia en comunicación lingüística, a través de:
 - ✓ Documentación: los alumnos obtendrán vocabulario y expresiones propias de la asignatura, gracias a la búsqueda y lectura de información.
 - ✓ Expresión oral: ya que los alumnos realizarán exposiciones de forma oral frente al resto de alumnos y docentes.

- Competencia plurilingüe, a través de:
 - ✓ La página web de *Phyphox*, pues esta les servirá de ayuda para comprender mejor la aplicación y, se encuentra completamente en inglés.
 - ✓ Documentación: parte de la información que encuentren sobre experimentos realizados con *Phyphox* u otras aplicaciones estará redactada en inglés.
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, a través de:
 - ✓ Los contenidos de la unidad didáctica.
 - ✓ El planteamiento y resolución de problemas, realizándose previamente preguntas. Y posteriormente obtendrán conclusiones fundamentadas y argumentadas con pruebas.
 - ✓ Los experimentos: ya que adquieren destrezas en el montaje y elaboración de estos.
- Competencia digital, a través de:
 - ✓ Búsqueda de información: usarán fuentes digitales como Dialnet o *Google Scholar*.
 - ✓ Presentaciones: realizarán presentaciones con PowerPoint, Canva o cualquier otra herramienta digital.
 - ✓ *Phyphox*: utilizando el laboratorio virtual para la realización de todas las prácticas experimentales.
- Competencia personal, social y de aprender a aprender, a través de:
 - ✓ Los estudiantes utilizarán su conocimiento e imaginación para resolver problemas sociales.
 - ✓ La búsqueda de información y la creación de experimentos les ayudará a realizar una reflexión crítica y creativa con la que aprenderán a superar futuros problemas.
- Competencia emprendedora, a través de:
 - ✓ Innovación: al utilizar una aplicación innovadora, partes de esta aplicación se tendrán que aprender de forma autodidacta.

5.6. Competencias específicas, descriptores del Perfil de salida y criterios de evaluación

Las competencias específicas, descriptores del Perfil de salida y criterios de evaluación que se trabajan según el Decreto 42/2022, de 13 de julio son:

1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, y explicarlos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.
Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4.
2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formular hipótesis para explicarlas y demostrar dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CPSAA4, CE1, CCEC3.
3. Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes para reconocer el carácter universal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.
Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM4, STEM5, CD3, CPSAA2, CC1, CCEC2, CCEC4.
4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.
Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3, CCEC4.

5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.

Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL5, CP3, STEM3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2.

6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

Competencia conectada con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC4, CCEC1.

Los criterios de evaluación correspondientes a cada competencia específica son:

Competencia específica 1:

- 1.1. Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.
- 1.2. Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.
- 1.3. Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas colaborativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad.

Competencia específica 2:

- 2.1. Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.
- 2.2. Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.
- 2.3. Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente, y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

Competencia específica 3:

- 3.1. Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.
- 3.2. Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.
- 3.3. Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado por las instalaciones.

Competencia específica 4:

- 4.1. Utilizar recursos variados, tradicionales y digitales, para mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la

comunidad educativa, con respeto hacia docentes y estudiantes y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.

- 4.2. Trabajar de forma adecuada con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando con criterio las fuentes más fiables y desechando las menos adecuadas mejorando el aprendizaje propio y colectivo.

Competencia específica 5:

- 5.1. Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.
- 5.2. Empezar, de forma guiada y de acuerdo a la metodología adecuada, proyectos científicos que involucren al alumnado en la mejora de la sociedad y que creen valor para el individuo y para los demás la comunidad.

Competencia específica 6:

- 6.1. Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por hombres y mujeres de ciencia, que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que existen repercusiones mutuas de la ciencia actual con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.
- 6.2. Detectar en el entorno las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad para entender la capacidad de la ciencia para darles solución sostenible a través de la implicación de todos los ciudadanos.

5.7. Metodología

La intervención didáctica propuesta se desarrollará cuando el docente haya programado impartir la Unidad Didáctica de las Fuerzas.

Se propone utilizar una hora a la semana para realizar las dos actividades de laboratorio que ocuparán 4 sesiones la primera actividad y 2 sesiones la segunda actividad. La primera actividad ocupará más tiempo por el hecho de iniciar a los

alumnos en la aplicación *Phyphox*. Además, en esas sesiones se incluirá la presentación de las conclusiones finales por parte de los alumnos.

En ambas actividades los alumnos se dividirán en grupos de cuatro, los cuales realizará el docente teniendo en cuenta las cualidades tecnológicas y la comprensión de la asignatura de cada alumno. De esta forma, los alumnos con mayores dificultades de aprendizaje podrán aprender de los alumnos que van más avanzados.

5.7.1. Actividad 1: Determinar el valor de g mediante la caída libre

Sesión 1

En esta primera sesión, se plantea a los alumnos el título de esta primera actividad y se les explica que van a tener que utilizar una aplicación, cuyo nombre es *Phyphox*. Esta aplicación la utilizarán en sus *smartphones* personales y, tendrán que realizar un montaje complementario para poder realizar la práctica correctamente.

Con esta breve explicación, se divide a los alumnos en los grupos que van a trabajar y se les pide que descarguen la aplicación, pues esta primera sesión va a tratar de dar a los alumnos una visión general del *mLearning* y más en particular de *Phyphox*.

Tras descargar la aplicación, el docente entregará a los alumnos una serie de preguntas que tendrán que responder en grupo, utilizando los medios informativos necesarios para buscar la información y, posteriormente, se debatirá en grupo. Las preguntas se muestran en la Tabla 1.

Pregunta	Respuesta
¿Qué es el <i>mLearning</i> ?	
¿Cuál es el origen del <i>mLearning</i> ?	
¿Habéis utilizado anteriormente esta metodología en vuestra formación?	
¿Qué es un sensor?	
¿Conoces los sensores que tiene tu <i>smartphone</i> ?	
¿Para qué sirve <i>Phyphox</i> ?	
Previamente a utilizarlo, ¿consideras que <i>Phyphox</i> puede ayudarte a entender mejor la física?	

Tabla 1: Preguntas de inicio de sesión

Tras responder y debatir, se espera que los alumnos tengan una visión general del *mLearning* y de la utilidad de la aplicación que van a utilizar.

Sesión 2

En esta segunda sesión se va a proceder a explicar la utilidad de las principales herramientas de *Phyphox*, es decir, las que ocupan los apartados de “Sensores” y “Mecánica”.

No solo se les va a explicar cómo utilizarlas, sino también qué sensor utiliza cada una, cómo funciona ese sensor, qué datos devuelve la aplicación y qué se puede hacer con esos datos.

Sesión 3

Con la herramienta de “Cronómetro acústico” se va a medir el tiempo que tarda en caer un objeto desde una determinada altura, gracias a que mide el intervalo de tiempo entre dos sonidos.

En el proyector del aula se visualizará vídeo de título: “Experimento con teléfonos celulares: Caída Libre”, el cual se puede encontrar en YouTube con el siguiente enlace: https://www.youtube.com/watch?v=zRGh9_a1J7s. Con él, se explicará a los alumnos el propósito de la práctica y el montaje a seguir.

La práctica se realizará como en el vídeo, utilizando los materiales que se observan: trípode, globo, cuerda y peso.

Se realizarán 3 alturas diferentes y 10 mediciones en cada altura, para conseguir valores reales. Una vez realizados los experimentos, a los alumnos se les pide que, realizando una representación gráfica, deduzcan el valor de g.

El guion de la práctica, donde se comentan los pasos a seguir, se encuentra en el Anexo II.

Se seguirá la siguiente rúbrica para la evaluación de las sesiones prácticas.

CRITERIO	1 punto	2 puntos	3 puntos
Sigue las instrucciones indicadas	No sigue las instrucciones o las sigue de manera inadecuada	Sigue la mayoría de las instrucciones de forma adecuada	Sigue todas las instrucciones de manera precisa y completa
Comprende las funciones de la aplicación	Muestra poca comprensión de las funciones de la aplicación	Comprende parcialmente las funciones de la aplicación	Demuestra un entendimiento claro y completo de las funciones de la aplicación
Busca información de forma activa	No muestra iniciativa para buscar información adicional	Realiza una búsqueda básica de información, pero no profundiza en el tema	Realiza una búsqueda activa y exhaustiva de información y complementaria
Sigue un orden en la realización de la práctica	Realiza las actividades de manera desordenada y poco estructurada	Sigue un orden general, pero con algunas desviaciones	Sigue un orden lógico y estructurado en todas las etapas de la práctica
Cuida el material de laboratorio	Maneja el material de manera descuidada y no sigue las normas de seguridad	Muestra un cuidado adecuado del material, pero con algunas excepciones	Maneja el material de laboratorio de forma segura y responsable en todo momento
Trabaja en equipo	No colabora ni interactúa con los demás miembros del equipo	Participa de manera limitada en las actividades en equipo	Colabora activamente con los demás miembros del equipo y demuestra habilidades de trabajo en equipo
Limpia y recoge su zona de trabajo	No limpia ni recoge su zona de trabajo al finalizar la práctica	Realiza una limpieza básica, pero deja algunos elementos desordenados	Limpia y recoge completamente su zona de trabajo, dejándola en buen estado

Tabla 2: Rúbrica de corrección de la actividad de laboratorio

Sesión 4

Los alumnos tendrán que exponer sus resultados utilizando PPT o Canva. En estas presentaciones deben seguir el siguiente guion:

- Título, curso y nombres
- Índice
- Introducción
- Sensor utilizado en la práctica
- Procedimiento de la práctica
- Resultados
- Conclusiones

Se seguirá la siguiente rúbrica para la evaluación de la presentación.

CRITERIO	1 punto	2 puntos	3 puntos
Contine todos los apartados indicados	Faltan varios apartados indicados	Contiene la mayoría de los apartados requeridos	Incluye todos los apartados requeridos de manera completa y organizada
Habla con un lenguaje culto	Utiliza un lenguaje informal o inadecuado para la presentación	Utiliza un lenguaje en su mayoría adecuado, pero con algunas expresiones informales	Utiliza un lenguaje culto y formal en toda la presentación
Utiliza imágenes	No utiliza imágenes o las utiliza de manera irrelevante	Incluye algunas imágenes relevantes, pero con limitada claridad	Utiliza imágenes claras, relevantes y bien relacionadas con el contenido de la presentación
Capta la atención de los alumnos	No logra captar la atención de los alumnos en ningún momento	Logra captar la atención de algunos alumnos, pero no de manera constante	Capta y mantiene la atención de la mayoría de los alumnos de manera efectiva y durante toda la presentación
Utiliza información adicional	No utiliza información adicional o utiliza información incorrecta o irrelevante	Incluye información adicional de manera parcial o con algunas imprecisiones	Utiliza información adicional precisa y relevante para enriquecer el contenido de la presentación
Utiliza una adecuada expresión no verbal	La expresión no verbal es inadecuada o no está presente durante la presentación	La expresión no verbal es limitada	Utiliza expresión no verbal adecuada, incluyendo contacto visual, gestos y postura, para respaldar el contenido de la presentación
Se escucha claramente	La presentación no se escucha claramente	La presentación se escucha en su mayoría, pero con algunas dificultades ocasionales	Se escucha claramente y proyecta su voz de manera adecuada durante toda la presentación

Tabla 3: Rúbrica de corrección de las presentaciones.

Además, se pedirá a los alumnos que suban toda la información al foro de *Phyphox*.

5.7.2. Actividad 2: Análisis de movimiento en una rampa

Sesión 1

En esta segunda actividad se propone a los alumnos analizar el movimiento de un objeto en una rampa y determinar parámetros cinemáticos como la aceleración o la velocidad.

Tendrán que construir una rampa inclinada con cajas de cartón e introducirán el móvil en un rollo de papel o bien harán una bola en la que introducirlo. Se les proporcionará una cinta métrica y material para cortar y pegar.

Esta práctica se realizará con la herramienta “Rodar” y consistirá en colocar el objeto en la parte superior de la rampa y soltarlo para que comience a rodar hacia abajo.

Se realizarán 20 repeticiones y se analizarán los datos de aceleración y velocidad.

El guion de la práctica, donde se comentan los pasos a seguir, se encuentra en el Anexo III.

Para la evaluación de esta parte se seguirá la rúbrica de la Tabla 2.

Sesión 2

Los alumnos tendrán que exponer sus resultados utilizando PPT o Canva. En estas presentaciones deben seguir el siguiente guion:

- Título, curso y nombres
- Índice
- Introducción
- Sensor utilizado en la práctica
- Procedimiento de la práctica
- Resultados
- Conclusiones

Se seguirá la rúbrica de la Tabla 3 para la evaluación de la presentación

Además, se pedirá a los alumnos que suban toda la información al foro de *Phyphox*.

5.8. Recursos utilizados

Los recursos utilizados para la realización de estas actividades son:

- Recursos humanos: alumnado y docentes
- Ordenador
- Tableta
- *Smartphone*
- Pizarra
- Proyector
- Papel
- Apuntes
- Bolígrafo o lapicero.
- Trípode
- Peso
- Plancha metálica
- Cuerda
- Cartón
- Pegamento
- Celo
- Tijeras

5.9. Evaluación

El conjunto de estas dos actividades será de un 20% de la calificación de esta Unidad Didáctica, y se dividirá de la siguiente manera:

- 5% evaluación de la sesión de prácticas de la actividad 1.
- 5% evaluación de la exposición de la actividad 1.
- 5% evaluación de la sesión de prácticas de la actividad 2.
- 5% evaluación de la exposición de la actividad 2.

Estas evaluaciones se realizarán con las rúbricas mostradas anteriormente.

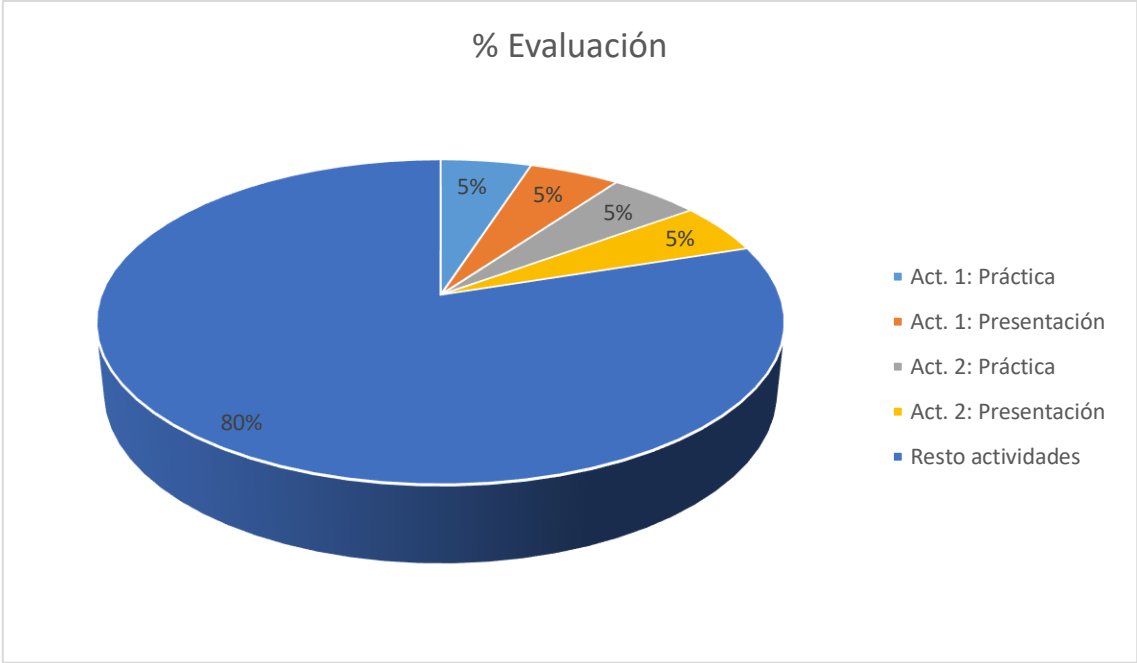


Ilustración 21: Porcentajes de evaluación

6. DISCUSIÓN

En base a las investigaciones mencionadas a lo largo del trabajo, se ha visto una necesidad de utilizar los *smartphones* como herramienta pedagógica. Todas coinciden en los beneficios que produce el uso de aplicaciones en el aula, no solo en la asignatura de Física y Química, sino en todas. Algunos de estos beneficios son el aumento de la motivación de los alumnos o una mejora en el aprendizaje.

Pero, no todo son beneficios, pues algunos estudios hablan de un aumento de las distracciones, o el libre acceso de los alumnos al *smartphone* en el aula. De hecho, algo que inquieta al profesorado es que puedan utilizar la cámara del móvil para grabarles o el *cyberbullying*.

La enseñanza tradicional no puede abordar todo, por ello el *mLearning* ha encontrado un vacío en la enseñanza. Gracias a ello, los alumnos pueden estudiar y preguntar dudas en cualquier momento y desde cualquier lugar. Y no solo ayudan a la enseñanza fuera del aula, sino que se pueden realizar gran cantidad de actividades dentro del aula de forma individual, como realizar esquemas, utilizarlos como calculadoras, para traducir textos o incluso para reducir el peso de sus mochilas.

La pandemia provocó la necesidad de incorporar el *mLearning* en la enseñanza, ya que todos los alumnos estudiaban desde casa, pero los centros educativos no tenían los medios necesarios para poder impartir clases a distancia.

Los ordenadores aportan beneficios diferentes a los *smartphones*, pues con ellos redactar y preparar exposiciones son tareas que en un *smartphone* llevarían más tiempo. Pero, empleando ordenadores, no se tiene la posibilidad de utilizarlos en cualquier momento y lugar por su tamaño y conectividad. Además, la mayoría de aplicaciones que se pueden utilizar como laboratorio virtual están disponibles para Android e iOS.

Previamente a los estudiantes, los docentes deben aprender a utilizar correctamente estas aplicaciones e incorporarlas en sus programaciones didácticas.

7. CONCLUSIONES

La enseñanza de materias como Física y Química se ha quedado atrasada o sufre falta de recursos/profesorado en algunos institutos, por lo que necesita reinventarse e incorporar nuevas metodologías.

Por ello, para mejorar el rendimiento de los estudiantes, ganar motivación y conseguir mejores resultados, se plantea en este trabajo la incorporación de la aplicación *Phyphox* en los laboratorios de Física y Química.

Este puede ser un paso para incorporar el *mLearning* en la enseñanza secundaria, no para erradicar las metodologías tradicionales, sino para convivir en situaciones en las que ésta se desborda.

Las actividades que se han propuesto son sencillas de llevar a cabo. Con pocos recursos y una explicación previa de funcionamiento de la aplicación, se pueden lograr grandes objetivos.

Como se ha mencionado en la discusión, con la pandemia se vio la necesidad de incorporar el *mLearning* en la educación. Y, si durante la pandemia hubiera estado más desarrollada esta metodología, es probable que los resultados académicos de los estudiantes no hubieran descendido ya que los recursos que se necesitan para realizar prácticas con aplicaciones como *Phyphox*, se encuentran en cualquier hogar.

En este trabajo se ha investigado sobre el *mLearning*, los sensores de los *smartphones* y tabletas y sobre la aplicación *Phyphox*. Se han propuesto dos actividades a realizar con *Phyphox* en una Unidad Didáctica de cinemática y dinámica. Pero, esta aplicación tiene mucho potencial, pues se pueden realizar prácticas de laboratorio utilizando otros sensores.

En general, se puede utilizar en toda la materia de Física desde 2º de la ESO hasta en cursos universitarios, pues la complejidad de los experimentos no tiene límites. Incluso se puede combinar con otras aplicaciones para realizar experimentos aún más interesantes.

Hablando en primera persona, tengo que seguir aprendiendo en el campo de la enseñanza, no sólo del *mLearning*, pues otros aspectos como la atención a la

diversidad o la incorporación de los idiomas en asignaturas de ciencias son tareas que tengo pendientes.

En conclusión, gracias al Máster de Profesorado he conocido nuevas metodologías didácticas que desconocía. Y, este trabajo es un punto de partida para seguir formándome como docente y en un futuro crear una metodología propia con la que los estudiantes mejoren su productividad y logren mejores resultados.

8. REFERENCIAS

- Brazuelo, F., & Gallego, D. J. (2011). Mobile Learning: los dispositivos móviles como recurso educativo. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 15(1), 193.
- Córdova, M. d., & Lima, S. (2023). Aprendiendo física con el teléfono inteligente. *HUMAN REVIEW: International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades*, 17(5), 10.
- Fraile, D. S. (2020). Uso de los teléfonos inteligentes para la realización de prácticas de laboratorio fuera del centro educativo. [Trabajo de Fin de Máster, Universidad de Valladolid]. Valladolid.
- Gil, S., & Di Laccio, J. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(1), 1305-1309.
- González, M. Á., & González, M. Á. (2016). El laboratorio en el bolsillo. *Revista de ciencias*(6), 28-38.
- Lorenzo, J. (2019). *Experimentación en Física con dispositivos móviles*. Recuperado el 8 de Junio de 2023, de Experimentació lliure: <https://experimentaciolliure.files.wordpress.com/2020/05/exfidismo-2019-3.pdf>
- Mejía, M. R. (2020). M-Learning: Uso, características, ventajas y desventajas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0 (RTED)*, 8(1), 50-52.
- Mosquera, A. (2017). M-learning y smartphone en el aula de Informática y Tecnología de Educación Secundaria Obligatoria. [Trabajo de Fin de Máster, Universidad Internacional de La Rioja].
- Pérez, A. B., & Blázquez, A. A. (2013). *Guía para la implantación del mobile learning*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Phyphox. (2023). *Sensor: Magnetic field*. Recuperado el 15 de Junio de 2023, de https://phyphox.org/wiki/index.php/Sensor:_Magnetic_field

Staacks, S. (2016). *Phyphox*. Recuperado el 15 de Junio de 2023, de <https://phyphox.org/>

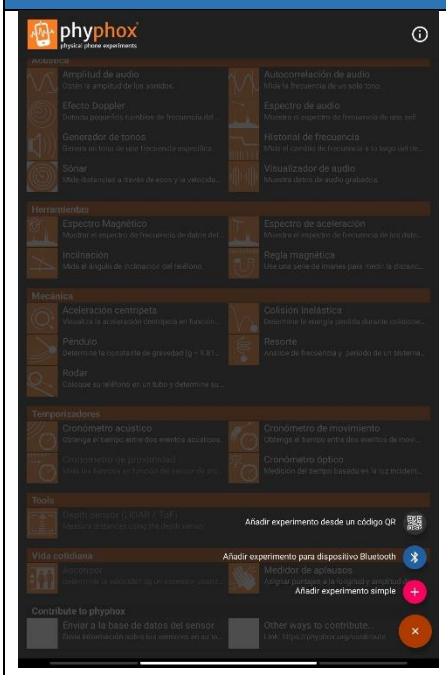
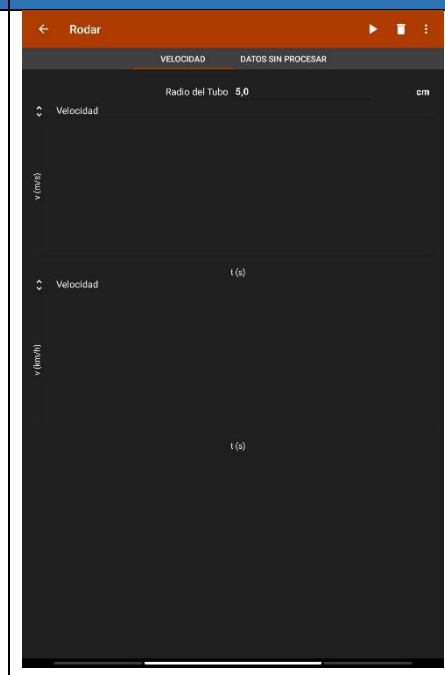
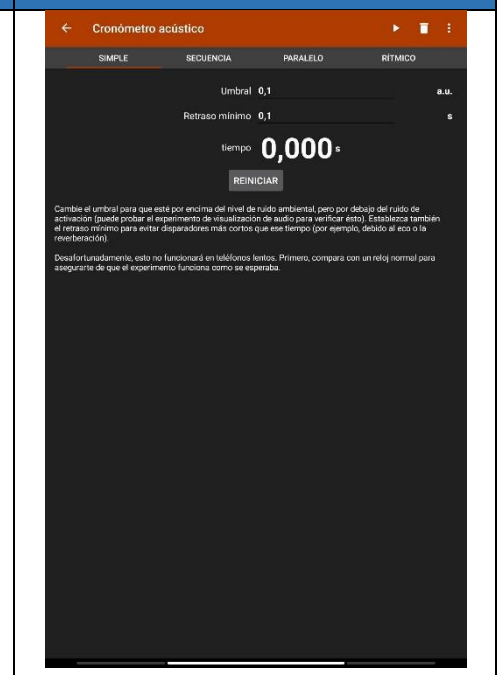


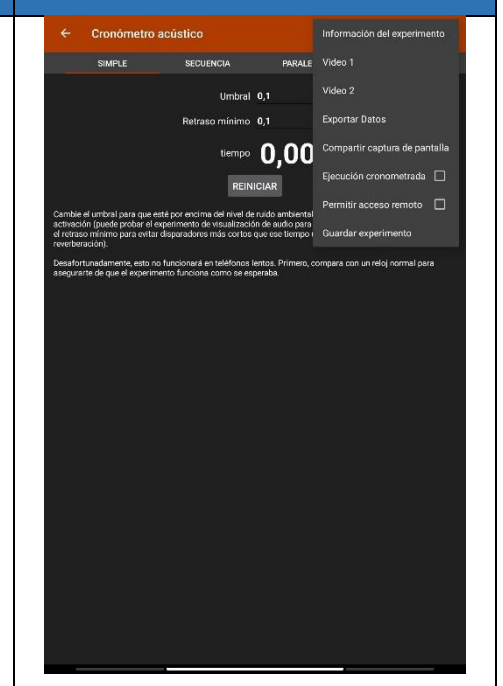
Telefónica, F. (2023). *Sociedad Digital en España 2023*. Madrid: Penguin Random House.

Torres, Á. L., Bañon, D., & López, V. (2017). Empleo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y química. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, (págs. 671-677). Sevilla.

Zerbst, C. (2008). *Introducción a la fotografía digital*. Recuperado el 16 de Junio de 2023, de <https://issuu.com/deivid27/docs/iniciacion-a-la-fotografia-digital-decamaras/s/17274675>

9. ANEXOS

9.1. Anexo I: La aplicación Phyphox

Añadir experimento	Herramienta: Rodar	Herramienta: Cronómetro acústico
		
Ayuda	Ayuda: Rodar	Ayuda: Cronómetro acústico
		

9.2. Anexo II: Guion de la Actividad 1

Determinar el valor de g mediante la caída libre
Material necesario
<ul style="list-style-type: none">- <i>Smartphone</i> con la aplicación <i>Phyphox</i>- Trípode- Globo- Cuerda- Peso (puede ser cualquier objeto cuyo peso sea conocido)- Metro/Regla
Procedimiento
<ol style="list-style-type: none">1. Visualización del vídeo “Experimento con los teléfonos celulares: Caída Libre” en el aula.2. Explicación del docente de las mediciones que se van a realizar con el “Cronómetro acústico”.3. Montaje del experimento siguiendo las instrucciones del vídeo. Asegúrate de que el trípode esté firme y estable, y de que el globo esté bien sujeto a la cuerda con el peso colgando.4. Selecciona una altura inicial para soltar el globo. Puedes medir esta altura con una regla o metro.5. Inicia la herramienta “Cronómetro acústico” para que comience a medir el intervalo de tiempo entre dos sonidos. Los sonidos serán la explosión del globo y el golpe del objeto con el suelo.6. Anota el tiempo medido para esta altura y repite el proceso 10 veces.7. Repite los procesos 4-6 con otras dos alturas diferentes.8. Realiza una presentación de los datos recogidos para discutirlos en la próxima sesión. Busca información adicional para realizar explicaciones de los sensores utilizados y de los conocimientos adquiridos.

9.3. Anexo III: Guion de la Actividad 2

Análisis de movimiento en una rampa	
Material necesario	
<ul style="list-style-type: none">- Cajas de cartón para construir la rampa inclinada- Rollo de papel, bola o similar- Globos- Celo- Tijeras- Metro/Regla	
Procedimiento	
<ol style="list-style-type: none">1. Explicación de la actividad a los alumnos, en la que se les comentará que deben de realizar un montaje de una rampa inclinada y determinarán parámetros cinemáticos como la velocidad y aceleración.2. División en grupos de los estudiantes y reparto de material.3. Montaje de la rampa tal y como se ve en el apartado montaje, se puede medir su inclinación con <i>Phyphox</i> y apuntarla.4. Introducir el móvil en el rollo, tal y como se observa en el apartado montaje.5. Iniciar la herramienta "Rodar" para analizar el movimiento del <i>smartphone</i>.6. Soltar el rollo desde la parte superior de la rampa y parar la medición cuando se detenga. Repetirlo 20 veces.7. Después de cada repetición, apuntar los valores registrados en la aplicación8. Realiza una presentación de los datos recogidos para discutirlos en la próxima sesión. Busca información adicional para realizar explicaciones de los sensores utilizados y de los conocimientos adquiridos.	
Montaje	
