



Universidad de Valladolid

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Especialidad en Física y Química

Diseño de actividades de aprendizaje en el aula basadas
en dispositivos móviles personales

Autor:

Miguel Guillermo Rodríguez del Egado

Tutores:

Manuel Ángel González Delgado

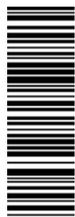
Miguel Ángel González Rebollo





El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C6C5-7E85*00A7-AF63. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: MIGUEL GUILLERMO RODRIGUEZ DEL EGIDO a fecha: 18/06/2020 11:32:11





Resumen

La sociedad actual está viviendo una verdadera revolución digital y tecnológica, como nunca antes, que obliga a estar en permanente actualización. Las TIC, y los dispositivos móviles personales en concreto, han irrumpido también en el ámbito educativo y pueden convertirse en una gran herramienta para difundir el conocimiento, innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje y de esta manera desarrollar métodos educativos más eficientes.

La excepcional situación provocada por la COVID-19 puede convertirse en una oportunidad para el cambio y la innovación en nuestro sistema educativo. Es en este período de enseñanza no presencial en el que se ha trabajado con alumnos de 2º de Bachillerato del IES Jorge Manrique de Palencia.

En este estudio se plantean dos actividades experimentales sobre Ondas y Magnetismo para la asignatura de Física basadas en los sensores instalados en los dispositivos móviles personales.

Además se analizará y comparará la percepción de alumnos y profesores sobre el uso de este tipo de actividades y los dispositivos móviles personales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La respuesta positiva de ambos colectivos sobre sus beneficios sugiere seguir desarrollando material educativo y continuar con el estudio sobre este tipo de aprendizaje y actividades en otros contextos diferentes.



Abstract

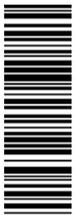
Current society is experiencing a true digital and technological revolution, like never before, which forces it to be constantly updated. ICT, and personal mobile devices in particular, have also broken into the educational field and can become a great tool to spread knowledge, innovate the teaching-learning process and thus develop more efficient educational methods.

The exceptional situation caused by COVID-19 can become an opportunity for change and innovation in our educational system. It is in this period of non-classroom teaching in which students from 2nd Bachillerato of Jorge Manrique High School in Palencia have been worked with.

In this study, two experimental activities on Waves and Magnetism are proposed for the Physics course based on sensors installed in personal mobile devices.

In addition, the perception of students and teachers on the use of this type of activities and personal mobile devices in the science teaching-learning process will be analyzed and compared.

The positive response of both groups about their benefits suggests continuing to develop educational material and continuing to study this type of learning and activities in other different contexts.



Índice

| | |
|--|----|
| Introducción | 6 |
| Dispositivos móviles personales en la actualidad | 6 |
| Dispositivos móviles personales en la educación | 8 |
| Smartphones como herramienta educativa | 11 |
| Objetivos | 13 |
| Metodología y plan de trabajo | 13 |
| Contextualización..... | 13 |
| Diseño del estudio | 14 |
| Actividades de aprendizaje | 15 |
| Medición de la velocidad del sonido..... | 17 |
| Justificación pedagógica..... | 18 |
| Fundamento teórico..... | 18 |
| Procedimiento..... | 20 |
| Medición del campo magnético | 22 |
| Justificación pedagógica..... | 23 |
| Fundamento teórico..... | 24 |
| Procedimiento..... | 25 |
| Resultados | 27 |
| Resultados de las prácticas..... | 28 |
| Resultados de los cuestionarios..... | 30 |
| Conclusiones..... | 33 |
| Bibliografía | 35 |
| Anexos I: Práctica sobre la velocidad del sonido..... | 38 |
| Anexos II: Práctica sobre campo magnético..... | 41 |
| Anexos III: Cuestionario para alumnos | 44 |
| Anexos IV: Cuestionario para docente..... | 46 |



Introducción

La revolución tecnológica iniciada en la década de los 70 supuso el inicio del desarrollo de la era digital, esta ha provocado enormes cambios en nuestra sociedad, empresas, escuelas, aficiones y todo lo que nos rodea.

En esta nueva etapa, la capacidad de adaptación, innovación y desarrollo son aptitudes fundamentales a seguir en todos los ámbitos.

En los siguientes apartados se describirá someramente el papel de los dispositivos móviles personales actualmente dentro de la sociedad y la educación.

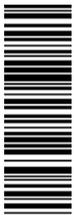
Dispositivos móviles personales en la actualidad

La irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), especialmente el ordenador, Internet y el teléfono móvil, ha supuesto una verdadera revolución digital en nuestra sociedad.

Estas nos ofrecen infinitas posibilidades en la palma de la mano con grandes efectos en nuestras vidas y que están provocando numerosos y significativos cambios en nuestras relaciones sociales, actividades laborales, formas de comunicación, etc.

Algunas de las características que determinan nuestra sociedad actual se originan por los cambios en los procesos de comunicación, de este modo se puede hablar de movilidad, inmediatez, instantaneidad, interactividad, participación, multidireccionalidad, accesibilidad y abundancia de información. (Luengo, 2012)

Ante estos repentinos cambios existen 2 posturas opuestas acerca de la utilización de las TIC: por un lado, la tecnofobia, es decir, los detractores de las mismas que las critican y no se adaptan a ellas, y, por otro lado, la tecnofilia, aquellos que defienden las nuevas tecnologías. Estas posturas se encuentran en todos los ámbitos de la sociedad, ya sean, por ejemplo, actividades bancarias, de entretenimiento o en la educación con el consentimiento o prohibición de los dispositivos móviles en las aulas.



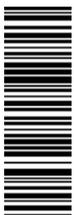
A pesar de los posicionamientos tecnofóbicos, el desarrollo tecnológico avanza velozmente y está al alcance de todos. En este contexto, surgen diferentes términos: “brecha digital” que separa a aquellos que tienen acceso a la nueva tecnología de los que no lo tienen, “analfabetismo digital” para aquellos con un desconocimiento de las nuevas tecnologías que impide el desarrollo de actividades laborales o relaciones sociales, y “nativos digitales” para aquellos nacidos a partir de los años 90 y que dominan las TIC ya que han crecido con ellas en casa y en el colegio. (Luengo, 2012)

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el uso de las TIC está muy generalizado entre los menores de 10 a 15 años en 2019, 89,7% de ellos utilizan un ordenador, 92,9% son usuarios de internet y 66% disponen de teléfono móvil. Respecto a los hogares con al menos un miembro entre 16 y 74 años de edad, el 80,9% tiene algún tipo de ordenador, el 98,5% dispone de teléfono móvil y 91,4% tiene acceso a internet. (Instituto Nacional de Estadística, 2019)

Por otro lado, el uso de los dispositivos móviles tiene algunos riesgos que pueden afectar a la salud de las personas de cualquier edad pero especialmente a niños y adolescentes en crecimiento, como la nomofobia, o miedo a no poder utilizar el teléfono móvil provocando ansiedad o incapacidad de dejarlo o apagarlo; iPostura, o sentarse en una mala postura causando dolores en la columna vertebral, hombros o cuello; síndrome de la vibración fantasma, caracterizado por la impresión de que el dispositivo móvil vibra incluso cuando puede estar apagado o no llevarlo consigo mismo; síndrome del ojo seco, provocando daño en los ojos al concentrarse continuamente en una pantalla; etc. (Gómez García, 2014)

La importancia de los dispositivos móviles personales puede apreciarse en el uso de los mismos durante el confinamiento provocado por la COVID-19. Este creció durante el Estado de Alarma un 38,3% pasando de 2 horas y 40 minutos a 3 horas y 40 minutos tras un estudio con más de 8.000 personas. (Castillo, 2020)

Durante este período, el uso de internet creció en 14 puntos porcentuales desde un 78% hasta un 92% de personas que reconoció haber utilizado al menos un servicio digital, lo que confirma la adopción y el avance de una dinámica más digital. (Europa Press, 2020)



En la Imagen 1 puede observarse cómo varió nuestra forma de utilización de los dispositivos móviles personales durante la 1ª semana del confinamiento.

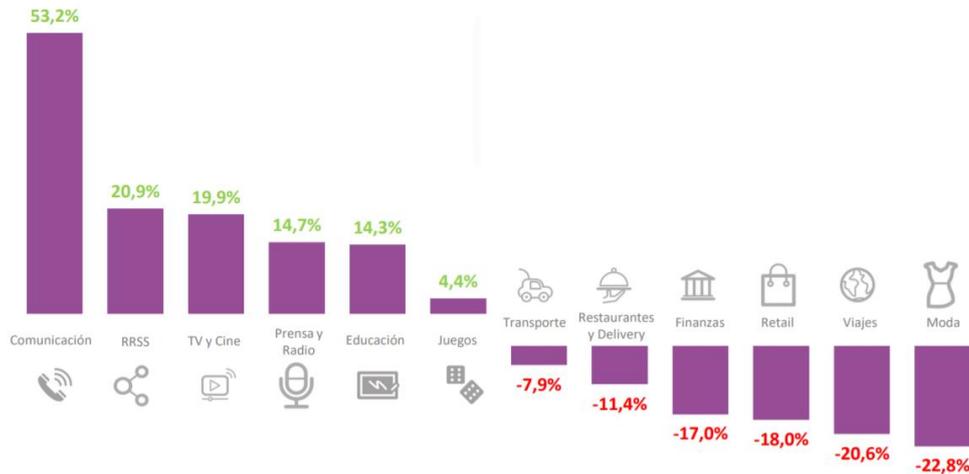


Imagen 1. Variación en el uso del smartphone durante en la 1ª semana del Estado de Alarma (Smartme Analytics, 2020)

Dispositivos móviles personales en la educación

El desarrollo de los dispositivos móviles personales y las TIC ha irrumpido en amplios niveles de la sociedad de manera profunda y el ámbito educativo es uno de ellos. La enseñanza de las ciencias y, en general toda la educación, puede aprovecharse de esta revolución tecnológica y alcanzar considerables beneficios.

Las TIC disfrutan de un gran potencial para avanzar en la difusión del conocimiento, mejorar el aprendizaje y contribuir al desarrollo de servicios educativos más eficientes. (Vosloo, 2013)

En este contexto, aunque la educación física y presencial sigue siendo la parte fundamental de la educación, surgen diferentes metodologías alternativas y complementarias como m-learning o aprendizaje móvil. Esta metodología consiste en “la educación que implica el uso de dispositivos móviles que permiten aprender en cualquier momento y en cualquier lugar”. (Vosloo, 2013). Se fundamenta en la



utilización de las TIC como base del proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunas características vinculadas son la portabilidad, inmediatez, conectividad, ubicuidad y adaptabilidad. (Cantillo, 2012)

A la hora de avanzar hacia estas transformaciones innovativas, es necesario valorar componentes básicos de la educación como son la pedagogía, el desarrollo profesional y la evaluación (Vosloo, 2013) por parte de todos los actores implicados en el marco educativo.

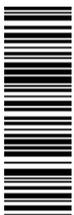
En este sentido, la enseñanza de ciencias y la utilización de tecnología en ellas están intrínsecamente relacionadas en una de las competencias clave dispuestas en la LOMCE, esta es “Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”. Las competencias científico-tecnológicas son fundamentales para entender la sociedad actual y enfrentarse a los nuevos desafíos del siglo XXI. (Ruiz, 2019).

Sin embargo, la utilización de los dispositivos móviles ha originado nuevos comportamientos y han supuesto beneficios e inconvenientes.

La comunidad educativa está dividida sobre la utilización de los mismos, una de las cuestiones habituales en el entorno educativo sobre los dispositivos móviles personales es su prohibición o uso en el aula. La prohibición viene dada por el mal uso que puede darse por parte del alumnado, como distracciones, fotos o vídeos de agresiones y humillaciones, etc. (Cantillo, 2012)

Existen diversos factores que impulsarían el avance del aprendizaje móvil como mayores incentivos económicos y mayor gasto en educación y aprendizaje móvil, mayor presión sobre las instituciones educativas para aumentar la calidad de la enseñanza, el auge de la educación a distancia y la educación en línea, y la promoción de nuevos canales de adquisición y distribución de material didáctico. (Shuler, 2013)

A estas razones habría que añadir modelos exitosos que podrían servir como ejemplo como los expuestos en Deriquito y Domingo (2012) y en Lugo y Schurmann (2012), y la disminución paulatina de la resistencia social a utilizar dispositivos móviles en la educación. (Shuler, 2013)



Entre los obstáculos que existen para alcanzar un aprendizaje móvil notable se encuentran la percepción negativa sobre el aprendizaje móvil en algunos proyectos llevados a cabo, los escasos ejemplos de iniciativas sostenibles durante un período de tiempo considerable y cuestiones que afectan a los derechos digitales como la censura y la privacidad. (Shuler, 2013)

El Estado de Alarma debido a la COVID-19 ha puesto en evidencia que el sistema educativo no estaba preparado para el aprendizaje móvil y telemático.

Esta excepcional situación puede convertirse en una oportunidad para el cambio y la innovación en nuestro sistema educativo. Se trata de una oportunidad con la cual situar el foco en el alumno, una oportunidad para hacer un mejor uso del tiempo, y una oportunidad para que el alumno marque su propio ritmo en las actividades. (Meneses, 2020)

Es necesario que el aprendizaje móvil pase de ser un campo de estudio de innovación a algo real dentro del sistema educativo. Se trata de una ocasión en la cual el ámbito educativo dejará de desaprovechar todas las herramientas disponibles, se tenderán puentes entre el entorno extraescolar y el entorno escolar y se actualizarán las aptitudes y competencias necesarias a enseñar para la sociedad moderna.

A través de las TIC se puede acceder a multitud de herramientas como laboratorios virtuales y simuladores para los que ya no se requiere equipos complejos y caros de laboratorio, realidad aumentada, software didáctico, o herramientas para consulta y gestión de información, entre otras.

En este sentido, la experimentación práctica y las actividades basadas en dispositivos móviles personales en asignaturas científicas pueden ser una herramienta muy útil hacia esa transición buscada.

Los modelos educativos tradicionales y sus consiguientes contenidos y actividades tienen que ser repensados y transformados a raíz de la aparición y el uso de las TIC.

Un posible problema que puede surgir es que las actividades estén mal estructuradas y diseñadas, y se conviertan prácticamente en las mismas actividades, pero con tecnología.



El diseño de nuevas actividades no solo tiene que facilitar el aprendizaje sino también hacerlo interesante, además ha de tener también en consideración el objetivo de empoderar progresivamente a los alumnos. Cuando las actividades están bien estructuradas y motivan a los alumnos, los dispositivos móviles personales y las TIC toman un papel de impulsor del aprendizaje. (Chiappe, 2011)

Smartphones como herramienta educativa

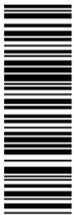
Entre las diversas funcionalidades que ofrecen los dispositivos móviles personales, además de la búsqueda de información, se encuentran laboratorios virtuales, simulaciones o realidad aumentada.

Los actuales dispositivos móviles personales poseen diferentes sensores, importantes para el funcionamiento del dispositivo. Muchos de ellos pueden utilizarse como un laboratorio sencillo y barato.

Este estudio se centrará la utilización de esos sensores como improvisados equipos de laboratorio.

Algunos de estos sensores son: acelerómetro, mide aceleraciones en los 3 ejes y es el responsable de saber la orientación del móvil; giroscopio, mide la velocidad angular de rotación del dispositivo en los 3 ejes y complementa la información recibida por el acelerómetro sobre la orientación; sensor de proximidad, permite saber al móvil cuán cerca está situado un objeto, no tiene mucho alcance; magnetómetro, detecta campos magnéticos, mide y cuantifica las fuerzas magnéticas y su dirección; sensor capacitivo, detecta alteraciones en la corriente eléctrica si tocas el dispositivo con algo que deje pasar la corriente eléctrica como el dedo, es decir, que tenga capacitancia; sensor de luz, detecta la cantidad de luz que hay en el ambiente e incide en el móvil; sensor de espectro de color, captura las diferentes tonalidades del color, mide la luz ambiental y determina si la luz es natural o artificial.

Dependiendo de la calidad del dispositivo móvil, estos pueden contar con más o menos número de sensores. Sin embargo, los dispositivos más básicos sí suelen incorporar el



acelerómetro, el giróscopo, el magnetómetro, el sensor de proximidad y el sensor de luz ambiente.

Para beneficiarse de todos estos sensores, es necesaria la utilización de diferentes aplicaciones que miden magnitudes físicas. Existen aplicaciones muy completas como Phyphox y Physics Toolbox Sensor Suite que miden múltiples variables como aceleración, velocidad de rotación, sensor de luz, detector de color, amplitud y frecuencia de sonidos o inclinación del dispositivo, entre muchas opciones.

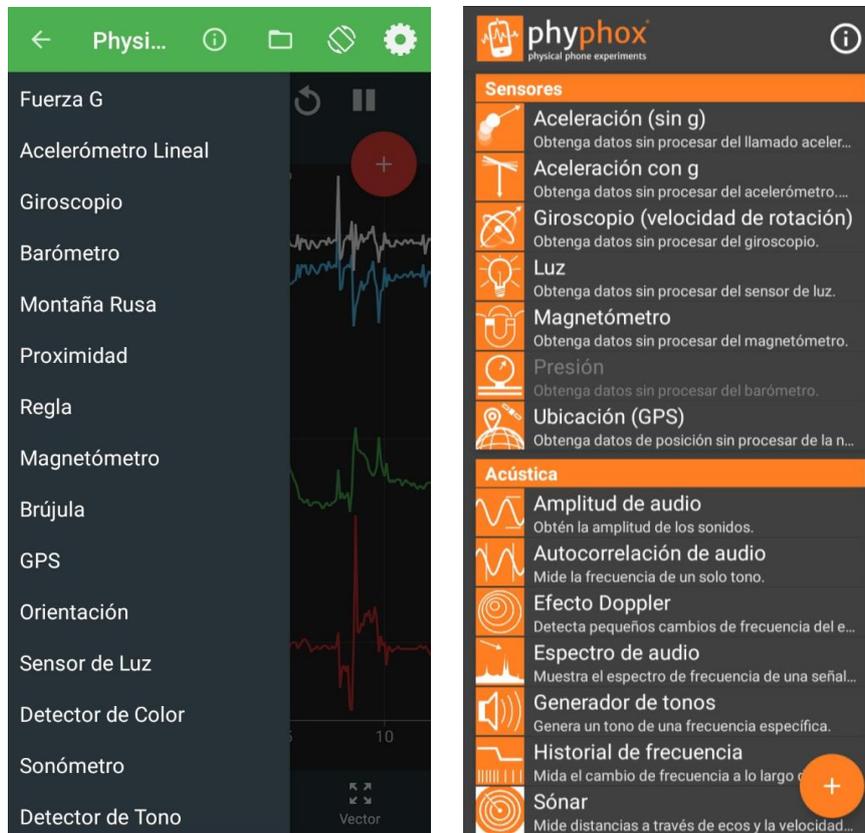
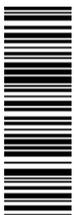


Imagen 2. Vista del menú con las diferentes opciones de las aplicaciones Physics Toolbox y Phyphox



Existen también otras aplicaciones que trabajan con un parámetro solamente, algunas de las empleadas en este estudio de este tipo son: Signal Generator, Oscilloscope, Oscope, Magnetómetro, Magnetómetro Detector de Metales.

En apartados posteriores, se describirán dos actividades experimentales basadas en estos sensores para la asignatura de Física

Objetivos

Los objetivos principales del presente trabajo son diseñar actividades prácticas realizables con dispositivos móviles personales en el aula, indagar sobre el uso de los mismos que hacen alumnos y profesor a lo largo del curso académico y analizar y comparar la percepción de alumnos y profesores sobre su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Para el análisis y la comparación de percepciones, se preguntó, a través de cuestionarios, sobre el uso de los dispositivos móviles personales en el aula y en la asignatura de Física concretamente, y sobre los beneficios de su uso en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Metodología y plan de trabajo

Contextualización

El presente estudio se ha llevado a cabo durante los meses de abril, mayo y junio del curso académico 2019/2020 en el IES Jorge Manrique de Palencia (Castilla y León). El instituto cuenta con 1294 alumnos entre Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) se encuadra como parte y continuación de las Prácticas Externas dentro del Máster, las cuales se desarrollaron durante 4 semanas de forma presencial en el IES y 3 semanas de forma telemática. Parte del trabajo con los alumnos



en este TFM se desarrolló durante la parte presencial del Prácticum y, posteriormente, durante la parte no presencial debido al cierre por la COVID-19. En este sentido, el menor acceso a los alumnos, así como la menor respuesta de los mismos durante la parte no presencial limitó el alcance del trabajo y análisis propuesto inicialmente.

De esta manera, en este trabajo participaron alumnos de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato Internacional y su correspondiente profesor, abarcando finalmente la muestra un total de 4 alumnos y un docente.

El profesor es un hombre mayor de 50 años y es el responsable de la docencia de las asignaturas de Física y Química de 1º de Bachillerato, Física de 1º de Bachillerato Internacional, Física de 2º de Bachillerato y Física de 2º de Bachillerato Internacional.

El Programa del Diploma del Bachillerato Internacional comprende dos años académicos de duración. Se trata de un Bachillerato acreditado internacionalmente mediante el cual se puede acceder a Universidades extranjeras de prestigio y a Universidades españolas sin necesidad de realizar la EBAU.

La Organización del Bachillerato Internacional se encarga de la elaboración del currículo y de la realización de exámenes y demás pruebas de evaluación, en relación con la parte añadida al bachillerato ordinario. Los alumnos son examinados de cada materia con examinadores internacionales externos, quienes califican el 80% de la nota mientras que el 20% lo califican los propios profesores.

La carga lectiva es mayor que en el Bachillerato LOMCE. En 1º Bachillerato, la carga lectiva es de 35 horas en las ramas de Ciencias Sociales y Biosanitaria, y de 37 horas en la rama de Ciencias y Tecnología. En 2º Bachillerato, la carga lectiva es de 35 horas en Ciencias y Tecnología y de 34 horas en la rama Biosanitaria y Ciencias Sociales. Mientras que en Bachillerato LOMCE la carga lectiva es de 30 horas.

Diseño del estudio

Una fase de esta indagación fue la elaboración de los cuestionarios destinados a los alumnos y el docente. Estos tienen elementos básicos en común tanto para estudiantes



como docentes, pero también han sido realizados con el objetivo de diferenciarlos y acomodarlos a las distintas características de los grupos.

A la hora de elaborarlos, apoyándose en el estudio de Ruiz (2019), se contó con la cooperación de los dos tutores del TFM.

Los cuestionarios presentan una configuración cerrada de valoración cuantitativa, entre 0 y 4, con la posibilidad de realizar algún comentario en preguntas concretas. Fueron rellenados por los alumnos y el docente después de haber realizado los estudiantes los experimentos prácticos.

Ambos cuestionarios pueden verse en los apartados Anexos III: Cuestionario para alumnos y Anexos IV: Cuestionario para docente.

Otro instrumento de especial relevancia fueron los informes realizados por los alumnos y las anotaciones efectuadas por el profesor

Actividades de aprendizaje

Las actividades diseñadas han sido la medición de la velocidad del sonido y la medición del campo magnético. Estas actividades se presentan descritas en los siguientes apartados.

Estos contenidos y sus ámbitos pertinentes pertenecen al currículo correspondiente de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato.

Uno de los motivos de realizar actividades en estos campos es la necesidad de experimentación en asignaturas como Física, tal como se especifica en la orden educativa EDU/363/2015 del Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL):

“Es muy conveniente y recomendable realizar experiencias sencillas de laboratorio de los bloques de Ondas, Óptica e Interacción electromagnética. La Física es una Ciencia eminentemente experimental y es en el laboratorio donde el alumnado puede entender mejor los conceptos que se tratan. El diseño de experimentos en los que los alumnos tengan que realizar medidas y después procesar los datos obtenidos, es el corazón de la actividad científica y les será de utilidad después en las demás materias afines. En el caso



de experiencias más complejas se utilizarán simulaciones virtuales mediante aplicaciones informáticas, que tienen la ventaja de reproducir situaciones de laboratorio con aparatos poco frecuentes, en condiciones seguras, y con posibilidad de repetir las experiencias, variando las condiciones, y obtener representaciones gráficas de los fenómenos que se estudian.

Además de la competencia matemática, se fomentarán la científica, la digital, el sentido de la iniciativa y la de aprender a aprender.”

En ambas prácticas se ponen en práctica contenidos del “Bloque 1. La actividad científica” de la asignatura de Física establecidos en la Orden Educativa EDU/363/2015.

| Bloque 1. La actividad científica | | |
|--|---|---|
| Contenidos | Criterios de evaluación | Estándares de aprendizaje evaluables |
| <p>Estrategias propias de la actividad científica: etapas fundamentales en la investigación científica.</p> <p>Magnitudes físicas y análisis dimensional.</p> <p>El proceso de medida.</p> <p>Características de los instrumentos de medida adecuados.</p> <p>Incertidumbre y error en las mediciones: Exactitud y precisión. Uso correcto de cifras significativas. La consistencia de los resultados.</p> <p>Incertidumbres de los resultados. Propagación de las incertidumbres.</p> <p>Representación gráfica de datos experimentales. Línea de ajuste de una representación gráfica. Calidad del ajuste.</p> <p>Aplicaciones virtuales interactivas de simulación de experiencias físicas.</p> <p>Uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación para el análisis</p> | <p>1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.</p> <p>2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.</p> | <p>1.1. Aplica habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando y analizando problemas, emitiendo hipótesis fundamentadas, recogiendo datos, analizando tendencias a partir de modelos, diseñando y proponiendo estrategias de actuación.</p> <p>1.2. Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico</p> <p>1.3. Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fenómeno y contextualiza los resultados.</p> <p>1.4. Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos y tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que</p> |



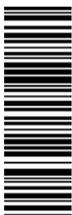
| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| de textos de divulgación científica. | | <p>representan las leyes y los principios físicos subyacentes.</p> <p>2.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio.</p> <p>2.2. Analiza la validez de los resultados obtenidos y elabora un informe final haciendo uso de las TIC comunicando tanto el proceso como las conclusiones obtenidas.</p> <p>2.3. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en internet y otros medios digitales.</p> <p>2.4. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.</p> |
|--------------------------------------|--|--|

Tabla 1. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 1 que se ponen en práctica

Medición de la velocidad del sonido

Esta actividad práctica corresponde al experimento del tubo de Kundt. Con ella se pretende que el alumnado sea capaz de medir la velocidad del sonido y apreciar nodos y vientres de ondas acústicas estacionarias en una columna de aire.

Para realizar esta actividad se siguieron los artículos de investigación sobre docencia de Física de Kasper (2015), Kuhn (2013), Parolin (2013), Parolin (2015) y se tuvieron en cuenta sus indicaciones y las de los tutores de este TFM.



Justificación pedagógica

Con esta actividad se pretende abarcar los contenidos concernientes al sonido y a las ondas sonoras. Las ondas sonoras tienen una importancia relevante en nuestra vida cotidiana, desde la música o el ruido hasta aplicaciones como el sonar, ecografías, medida de distancias y velocidades, etc.

Además de ponerse en práctica contenidos y competencias correspondientes a la actividad científica, como se ha descrito en apartados anteriores, esta actividad se enmarca dentro del Bloque 4 relativo a Ondas del currículo de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato.

| Bloque 4. Ondas | | |
|---|--|---|
| Contenidos | Criterios de evaluación | Estándares de aprendizaje evaluables |
| Ondas longitudinales. El sonido. Cualidades del sonido. Energía e intensidad de las ondas sonoras. Percepción sonora. Nivel de intensidad sonora y sonoridad. Contaminación acústica. Aplicaciones tecnológicas del sonido. | 12. Estudiar la velocidad de propagación del sonido en diferentes medios e identificar los efectos de la resonancia en la vida cotidiana: ruido, vibraciones... 13. Reconocer determinadas aplicaciones tecnológicas del sonido. | 12.1. Relaciona la velocidad de propagación del sonido con las características del medio en el que se propaga. 12.2. Analiza la intensidad de las fuentes de sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes. 13.1. Conoce y explica algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras. |

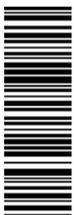
Tabla 2. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 4 que se ponen en práctica

Fundamento teórico

A lo largo de la historia se ha logrado medir la velocidad del sonido de diferentes formas.

Ya desde la antigua Grecia se experimentaba con el sonido y Aristóteles, mediante la experimentación, propuso que el sonido se desplazaba a través del movimiento del aire.

Fue Marin Mersenne el primero que se planteó medir la velocidad del sonido y, a través



del eco, establecer un valor distanciándose un 10% de la velocidad real. Isaac Newton explicó la propagación del sonido a través de cualquier fluido y su dependencia de las propiedades físicas del fluido y calculó la velocidad del sonido teóricamente con una diferencia del 16% del valor real. Henri-Victor Regnault ideó un dispositivo para llevar a cabo la primera medición precisa de forma automática, este valor se distanció solamente un 3% del valor real.

Esta medida se puede calcular de formas diferentes, un método simple y eficaz es el tubo de Kundt.

El experimento del tubo de Kundt fue diseñado en 1866 por el físico alemán August Kundt. Este experimento es bastante usual en laboratorio escolares ya que se puede determinar la velocidad del sonido y estudiar las ondas estacionarias mediante el uso de altavoces, micrófonos, osciloscopios, ordenadores, etc.

Este consiste en un tubo transparente horizontal con una pequeña cantidad de polvo fino dentro de él con el fin de mostrar las ondas acústicas estacionarias mediante la observación del movimiento del polvo.

Una versión moderna del experimento puede realizarse con dispositivos móviles personales y materiales asequibles como un tubo de plástico o de cartón, una varilla larga y rígida y una cinta métrica.

La velocidad del sonido hace referencia a la rapidez de propagación de la onda sonora y depende del medio en que se encuentra la onda sonora y unas condiciones conocidas. La velocidad del sonido en el aire, a 20 °C, 50% de humedad y a nivel del mar es de 343,2 m/s.

La velocidad del mismo en los gases está dada por:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

Siendo γ el coeficiente de dilatación adiabática (1,4 para el aire), R la constante universal de los gases (8,314 J/(mol K), T la temperatura en Kelvin y M la masa molar del gas (0,029 kg/mol para el aire).



Existen 2 ensayos principales para el tubo de Kundt: un tubo abierto ambos extremos y un tubo abierto por un extremos y cerrado por el otro. En ambos casos, se calcula la frecuencia fundamental (f_0) y las frecuencias armónicas posteriores (f_n) a partir de la velocidad del sonido (v) y la longitud del tubo utilizado (L). Posteriormente se obtiene la longitud de onda (λ) mediante el doble de la distancia entre nodos sucesivos observados. Finalmente se calcula la velocidad del sonido:

$$v = \lambda_n f_n$$

Procedimiento

Los materiales requeridos para llevar a cabo esta experiencia son: 2 smartphones, un tubo de plástico o cartón, una varilla larga y rígida, y una cinta métrica.

Uno de los smartphones se utiliza para emitir el sonido y el otro smartphone recibe las ondas sonoras y actuará como osciloscopio.

Las aplicaciones utilizadas en esta actividad son Signal Generator en iOS y Android para emitir sonido, y Oscilloscope en iOS y Oscope en Android como osciloscopio donde visualizar las señales dentro del tubo.

El dispositivo móvil encargado de emitir la señal sonora se fijará a la varilla larga y a la cinta métrica con una goma elástica de la forma que se ve en la Imagen 3, situando el micrófono en el punto 0 de la cinta métrica. Este smartphone emisor se moverá a lo largo del tubo y el smartphone receptor se mantendrá fijo en un extremo. Esta disposición experimental puede verse en Imagen 4.

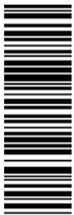




Imagen 3. Colocación del smartphone en la varilla con la cinta métrica mediante una goma elástica

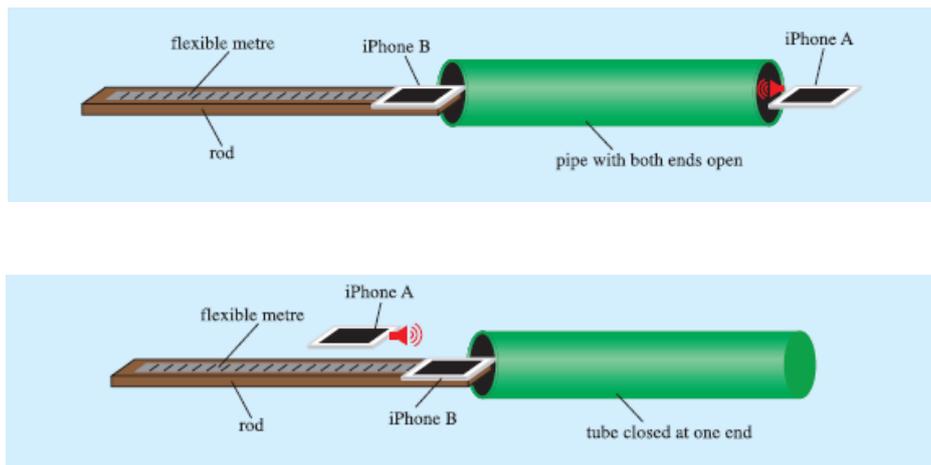
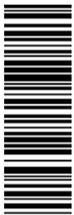


Imagen 4. Disposición experimental de la práctica de ondas

En la Imagen 5 puede observarse la percepción de las aplicaciones usadas durante el experimento en el mismo instante de tiempo, una de ellas emitiendo el sonido y la otra recibiendo actuando de osciloscopio.



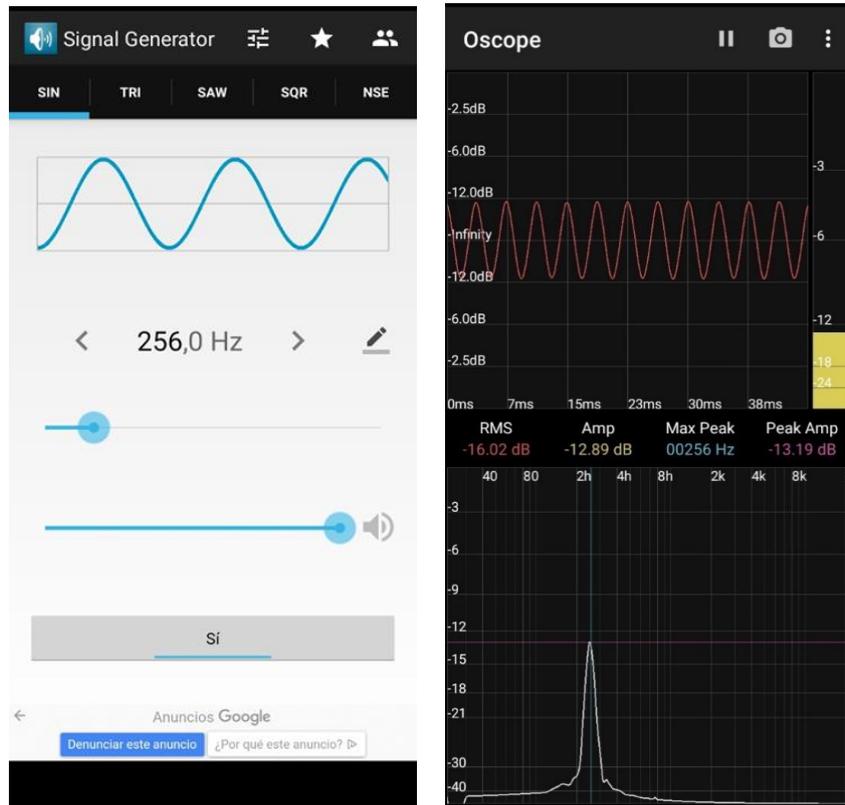


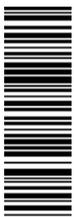
Imagen 5. Vista de las 2 aplicaciones (Signal Generator y Oscopio) emitiendo y recibiendo la onda sonora en el mismo instante

El guion de la práctica puede verse en Anexos I: Práctica sobre la velocidad del sonido.

Medición del campo magnético

Esta actividad práctica corresponde a la interacción electromagnética. Con ella se pretende que el alumnado sea capaz de determinar la dependencia de la componente x del campo magnético producido por pequeños imanes.

Para realizar esta actividad se siguió el artículo de investigación sobre docencia de Física de Arribas (2015) y se tuvieron en cuenta sus indicaciones y las de los tutores de este TFM.



Justificación pedagógica

Con esta actividad se pretende abarcar los contenidos concernientes a la interacción electromagnética. El magnetismo tiene una importancia significativa en nuestra vida cotidiana, fue crucial en el desarrollo de la navegación y la exploración del mundo con la invención de la brújula. Actualmente se utiliza en amplios campos, desde la generación de electricidad o medicina hasta la ingeniería, electrónica o computación, entre otros.

Esta utilización en diferentes campos puede servir de motivación pedagógica en las clases para introducir o justificar la aplicación del campo magnético en el temario.

Además de ponerse en práctica contenidos y competencias correspondientes a la actividad científica, como se ha descrito en apartados anteriores, esta actividad se enmarca dentro del Bloque 3 relativo a Interacción electromagnética del currículo de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato.

| Bloque 3. Interacción electromagnética | | |
|--|--|---|
| Contenidos | Criterios de evaluación | Estándares de aprendizaje evaluables |
| <p>El fenómeno del magnetismo y la experiencia de Oersted. Campo magnético. Líneas de campo magnético. El campo magnético terrestre. Efecto de los campos magnéticos sobre cargas en movimiento: Fuerza de Lorentz. Determinación de la relación entre carga y masa del electrón. El espectrómetro de masas y los aceleradores de partículas. El campo magnético como campo no conservativo.</p> <p><i>Campo creado por distintos elementos de corriente: acción de un campo magnético sobre un</i></p> | <p>8. Conocer el movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético.</p> <p>9. Comprender y comprobar que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.</p> <p>10. Reconocer la fuerza de Lorentz como la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región del espacio donde actúan un campo eléctrico y un campo magnético.</p> <p>11. Interpretar el campo magnético como campo no conservativo y la imposibilidad de asociar una energía potencial.</p> <p><i>12. Describir el campo magnético originado por</i></p> | <p>8.1. Describe el movimiento que realiza una carga cuando penetra en una región donde existe un campo magnético y analiza casos prácticos concretos como los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas.</p> <p>9.1. Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos y describe las líneas del campo magnético que crea una corriente eléctrica rectilínea.</p> <p>10.1. Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido</p> |



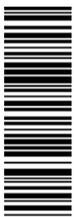
| | | |
|--|---|--|
| <p>conductor de corriente rectilíneo y sobre un circuito.</p> | <p>una corriente rectilínea, por una espira de corriente o por un solenoide en un punto determinado.</p> | <p>aplicando la fuerza de Lorentz.</p> <p>10.2. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para comprender el funcionamiento de un ciclotrón y calcula la frecuencia propia de la carga cuando se mueve en su interior.</p> <p>10.3. Establece la relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz.</p> <p>11.1. Analiza el campo eléctrico y el campo magnético desde el punto de vista energético teniendo en cuenta los conceptos de fuerza central y campo conservativo.</p> <p>12.1. Establece, en un punto dado del espacio, el campo magnético resultante debido a dos o más conductores rectilíneos por los que circulan corrientes eléctricas.</p> <p>12.2. Caracteriza el campo magnético creado por una espira y por un conjunto de espiras.</p> |
|--|---|--|

Tabla 3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 3 que se ponen en práctica

Fundamento teórico

El magnetismo es una rama de la Física que analiza la influencia de las corrientes eléctricas y los materiales con propiedades magnéticas.

Un campo magnético se crea en la región del espacio que rodea a un imán o a una carga eléctrica en movimiento.



La componente x del campo magnético creado por un imán pequeño de longitud d y momento magnético con módulo m en un punto localizado a una distancia x a lo largo del eje del imán (que coincide con la dirección del momento magnético del imán) está dada por la siguiente ecuación:

$$B = \frac{\mu_0 m x}{2 \pi \left(x^2 - \frac{d^2}{4}\right)^2}$$

Siendo μ_0 la permeabilidad magnética ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$) y m el momento magnético del imán.

Si tomamos este campo magnético a una distancia x mucho mayor que el tamaño d del imán ($x \gg d$), la ecuación puede simplificarse de la siguiente manera:

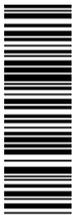
$$B = \frac{\mu_0 m}{2 \pi x^3}$$

Procedimiento

Los materiales requeridos para llevar a cabo esta experiencia son: un smartphone que cuente con magnetómetro, diferentes imanes pequeños y un metro o una regla.

El magnetómetro, también llamado sensor Hall, es un sensor que mide y cuantifica la intensidad y dirección de un campo magnético, dando las 3 componentes espaciales del campo magnético. Se suele emplear como brújula electrónica pudiendo detectar el polo norte magnético de la tierra para determinar de este modo el polo norte geográfico.

Se utiliza un smartphone con aplicaciones específicas instaladas (Magnetómetro en iOS, Magnetómetro Detector de Metales, Physics Toolbox Magnetómetro o Phyx en Android).



Se coloca el smartphone con una orientación adecuada en una hoja de papel de tamaño DIN A4 y se dibuja el eje x correspondiente del teléfono que debe pasar por el sensor, como puede verse en la Imagen 6. Luego, se coloca un imán a diferentes distancias y se anota el valor de la componente x y el campo magnético proporcionado por la aplicación (Se tendrá en cuenta la posición del detector en el interior del smartphone).

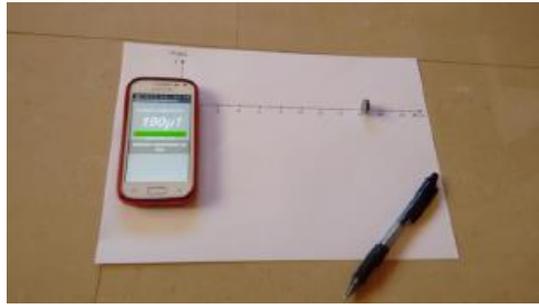


Imagen 6. Disposición experimental de la práctica de magnetismo

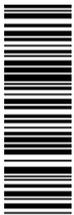
Es necesario tener en cuenta una serie de indicaciones. En primer lugar, hay que localizar el magnetómetro en el móvil, para ello se moverá un imán sobre el dispositivo móvil y se observará la posición en la que el valor del campo magnético es mayor. Es necesaria la calibración debido a interferencias con otros dispositivos, piezas metálicas e incluso piezas internas del propio smartphone.

Para calibrarlo se debe apuntar el smartphone hacia el cielo y moverlo describiendo el número ocho, o mover el smartphone a lo largo de los 3 ejes (x, y, z).

En segundo lugar, se realizará cada serie de medidas de un imán concreto de una sola vez.

Por último, es necesario recalibrar el magnetómetro después de cada serie de medidas con un imán ya que cualquier elemento metálico afecta.

En la Imagen 7 puede observarse cómo se ve la realización del experimento en 2 pestañas de la aplicación Phyphox.



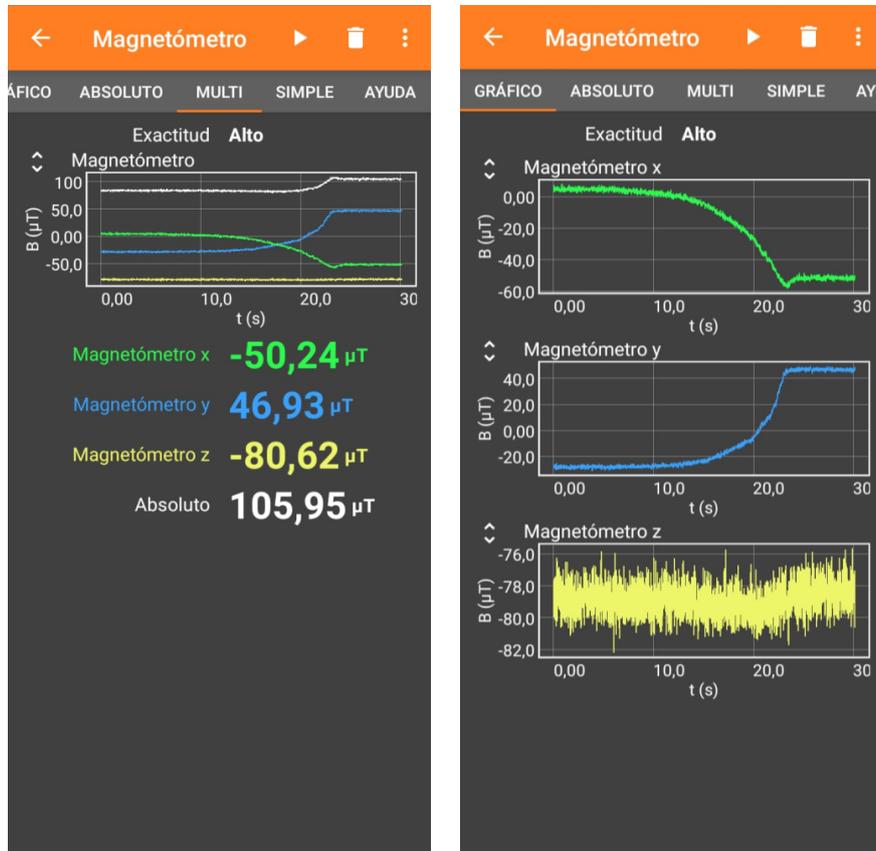


Imagen 7. Vista de 2 pantallas diferentes de la aplicación Phyxox después de realizar un experimento

El guion de la práctica puede verse en Anexos II: Práctica sobre campo magnético.

Resultados

En este apartado se analizarán los informes de las prácticas realizadas por los alumnos y las respuestas a los cuestionarios tanto de los alumnos como del profesor.



Resultados de las prácticas

Los informes que los alumnos entregaron han sido bastante buenos en general. Todos siguieron los apartados del guion de la práctica, establecieron una estructura del informe propia de artículos científicos y calcularon el valor de la velocidad del sonido con errores reducidos.

Se aprecian, por otro lado, diferencias en los informes habiendo alumnos que han trabajado más el informe y han detallado de manera más precisa el procedimiento

En todos los casos, se alcanzan los objetivos marcados, tanto el entendimiento de los conceptos mediante su aplicación y el cálculo de la velocidad, así como el trabajo relativo a la actividad científica mediante gráficas, tablas, cálculo de errores, etc.

Las Imágenes 8 y 9 muestran ejemplos de gráficas presentadas por los alumnos en sus informes sobre la velocidad del sonido.

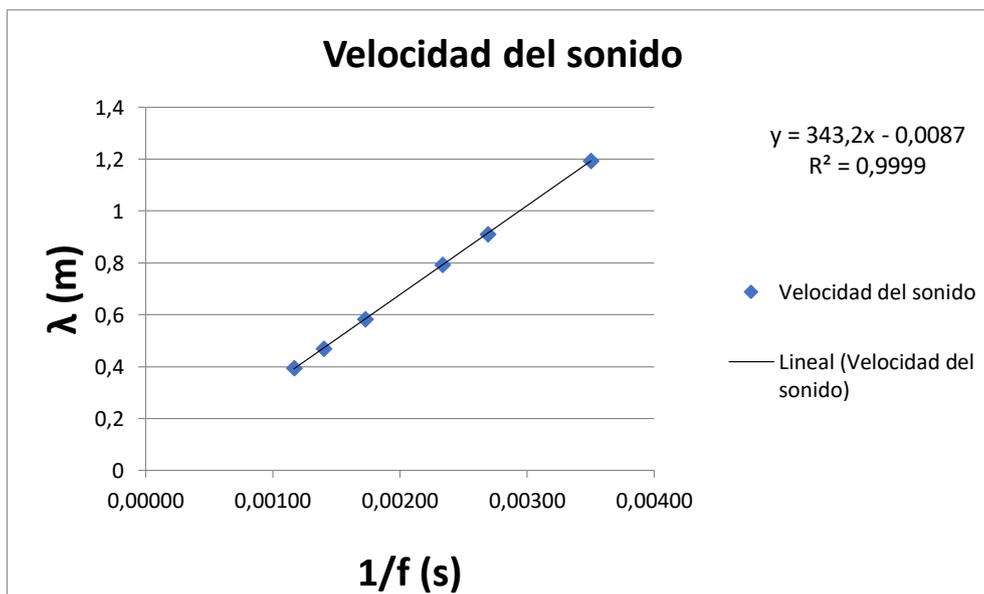
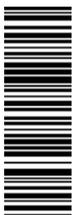


Imagen 8. Ejemplo de gráfica en los informes entregados por los alumnos



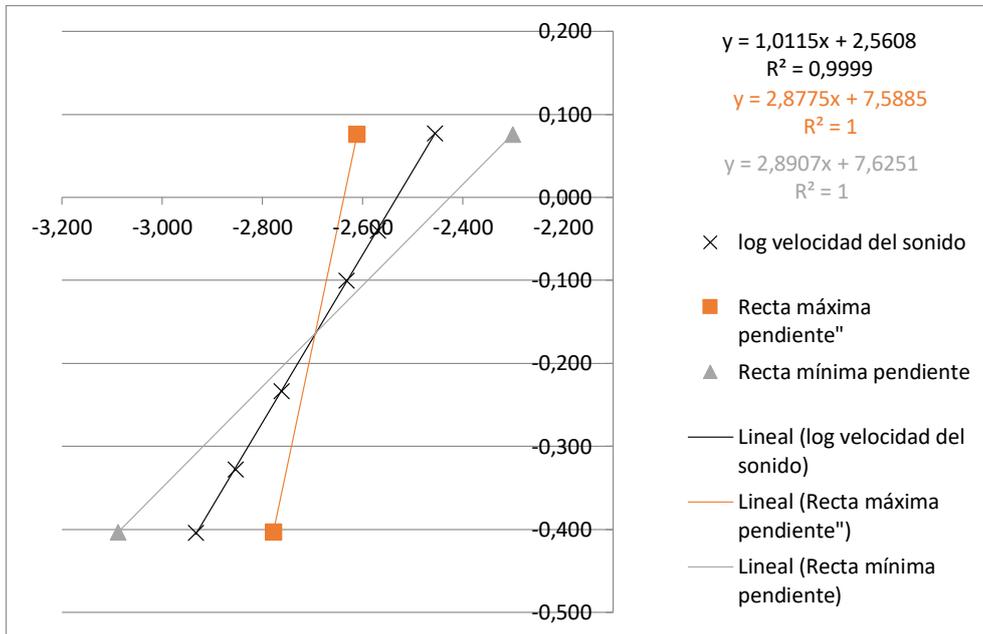
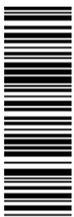


Imagen 9. Ejemplo de gráfica en los informes entregados por los alumnos

En los informes también se explicitan varias dificultades que han experimentado a la hora de llevar a cabo los experimentos. A raíz del Estado de Alarma, un alumno constata cierta dificultad para encontrar un tubo de cartón o de vidrio en su hogar o adquirir uno en un lugar cercano.

Otra dificultad encontrada es que a frecuencias relativamente bajas (100 Hz-300 Hz) era difícil distinguir el punto exacto donde se formaba el nodo por lo que había que encontrar con mucha precisión y cuidadosamente esa oscilación mínima.

También se manifiesta la facilidad con la que este experimento puede variar en gran medida debido al ruido presente en el vecindario, así como la molestia auditiva y la posible pérdida de concentración mental debido al ruido externo y al ruido emitido por el móvil generador de la señal sonora.



Resultados de los cuestionarios

En este apartado se analizan las respuestas de los alumnos ante estas actividades basadas en dispositivos móviles y su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Del mismo modo, se estudia las respuestas del profesor sobre el uso que les da habitualmente en sus clases y su opinión sobre la introducción de los dispositivos móviles personales al proceso educativo.

Debido al cierre de centros educativos por la COVID-19 solo se pudo realizar este trabajo con los alumnos del Bachillerato Internacional, y debido a ese bajo número de alumnos participantes se hace un análisis más cualitativo que cuantitativo porque carecería de sentido estadístico.

Para conocer su parecer sobre ello, se le envió un cuestionario a cada colectivo una vez el alumnado realizó la actividad y entregó el informe. Ambos cuestionarios pueden encontrarse en Anexos III: Cuestionario para alumnos y Anexos IV: Cuestionario para docente.

Respecto a los alumnos, se observa en todas sus respuestas una tendencia común lo que nos aporta cierta validez.

Sobre los problemas que han podido tener a la hora de realizar los experimentos se realizaron 3 preguntas. 3 alumnos indican que no han tenido ningún problema técnico o han tenido algún problema, mientras que uno apunta que tuvo bastantes problemas técnicos. Es de suponer que se refiere a dificultades a la hora de encontrar material por la obligada cuarentena como se referenció en un informe de la práctica.

Respecto a problemas conceptuales, señalan los alumnos que han tenido pocos o algún problema. Esto puede deberse a que la impartición del tema determinado fue en el trimestre anterior. Estos pequeños problemas podrían haberse resuelto fácilmente si las actividades se hubieran llevado a cabo como estaba previsto, en el aula y con el profesor como guía.

En cuanto al tratamiento de datos tras la realización de los experimentos, 2 alumnos manifiestan que no han tenido ningún problema y otros 2 que sí han tenido alguno, por lo que en lo referente al bloque de actividad científica se han logrado los objetivos.



En las 3 preguntas anteriores se perciben en las respuestas de los alumnos pequeños problemas a la hora de la realización, pero no dificultades considerables por lo que los ejercicios se adecúan perfectamente al nivel de los alumnos y al currículo establecido para 2º de Bachillerato por el BOCYL.

Los alumnos están a favor de desarrollar más actividades prácticas y así se observa en la respuesta rotunda favorable a si se deberían realizar más experimentos como los expuestos en este estudio para poner en práctica y afianzar los conocimientos correspondientes, 3 de ellos han seleccionado que están muy de acuerdo y un alumno bastante.

Todos los alumnos reconocen utilizar dispositivos móviles para estudiar o aprender. Entre las opciones que fueron ofrecidas, los alumnos admiten utilizar todas con gran frecuencia.

Además de las opciones dadas, reconocen utilizar mucho otros recursos, aunque no dan ningún ejemplo de ellos.

Respecto al uso de simulaciones o juegos matemáticos con dispositivos móviles existe gran variedad de respuestas. Todos los alumnos parecen conocer algún ejemplo puesto que ningún alumno responde que nunca ha utilizado ninguna, pero su uso es muy heterogéneo respondiendo cada alumno una opción, desde poco hasta mucho.

Se distingue un menor uso más acentuado de simuladores o laboratorios virtuales durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas respuestas están en concordancia con la propia respuesta del docente, que se verá posteriormente, y su metodología tradicional en la clase.

Existe en este tipo de aplicaciones un amplio campo de investigación e innovación por delante para todo el alumnado de educación secundaria.

Siguiendo la tendencia de la pregunta anterior, en general no se utilizan herramientas para el análisis de datos y representación gráfica como Microsoft Excel en dispositivos móviles. Esto puede deberse principalmente al tamaño de la pantalla y al diseño de la aplicación, menos accesible que la original para ordenador.



En cuanto a la valoración sobre los beneficios del uso de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física y Química, esta es positiva puesto que consideran que tienen entre algún y muchos beneficios.

Finalmente, sobre los beneficios del uso de dispositivos móviles y el tipo de actividades descritas en el TFM en situaciones de enseñanza no presencial, se distingue una tendencia similar de los alumnos como en la pregunta anterior, todos están a favor y cuantifican en gran valor sus beneficios. Un paso más allá de esta investigación sería conocer la opinión de estudiantes actuales dentro de la Educación a distancia.

Respecto a los resultados procedentes del cuestionario por parte del profesor, estos han venido a corroborar lo visto de forma presencial durante las Prácticas Externas del Máster. Durante las clases, habitualmente se centra en una metodología tradicional explicando los contenidos con la ayuda del libro de texto y la pizarra y realizando muchos ejercicios y cuestiones.

En el trascurso de las clases utiliza habitualmente el ordenador ante todos los alumnos y el iPad de manera más personal para escribir notas privadas, asistencia a clase de los alumnos, etc.

El uso que da a los dispositivos móviles es el de proyección de vídeos y búsqueda de información en internet desde clase.

Destaca muy positivamente la utilidad de los dispositivos móviles para indagar y recoger datos e información y para estimular el espíritu crítico. En un lugar inferior establece la utilidad de los mismos para agrupar y ordenar la información y generar predicciones e hipótesis.

Respecto a la frecuencia con la que suele utilizar diferentes recursos a través de los dispositivos móviles, esta es desigual confirmando de esta manera las anteriores respuestas. El docente utiliza con bastante frecuencia los dispositivos móviles para el acceso a información, y con una frecuencia intermedia herramientas de presentación de datos. No utiliza nunca herramientas de modelización, análisis de datos o de realidad aumentada. Y utiliza con poca frecuencia laboratorios virtuales o simulaciones a través



de dispositivos móviles. Esta última respuesta concuerda con la respuesta de sus alumnos ante la pregunta del uso de aplicaciones de laboratorios virtuales.

Considera que la experimentación con dispositivos móviles personales ayuda a la comprensión de conceptos por parte de los alumnos. Además, reconoce a los dispositivos móviles como una gran herramienta para el desarrollo científico-creativo de los alumnos.

Acerca de las dificultades encontradas para llevar a cabo este tipo de actividades durante el curso académico, la principal es la preparación de las actividades, seguida de la falta de tiempo. Uno de los motivos de este razonamiento puede ser la gran cantidad de conocimientos exigidos en el Bachillerato y la presión por los resultados en las pruebas de la EBAU. Otra de las razones, en lo referente a la preparación de actividades, es la falta de contenidos concebidos para dispositivos móviles personales y situar esos contenidos educativos al alcance de todos, como se apunta en Vosloo (2013).

Finalmente, en cuanto a la valoración sobre los beneficios del uso de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física y Química, el docente le otorga la mayor puntuación posible. Del mismo modo, valora en su más alta calificación este tipo de actividades propuestas en situaciones de enseñanza no presencial.

Conclusiones

La sociedad actual está viviendo una verdadera revolución digital y tecnológica, como nunca antes, que obliga a estar en permanente actualización.

Las TIC, y los dispositivos móviles personales en concreto, han irrumpido también en el ámbito educativo y pueden convertirse en una gran herramienta para difundir el conocimiento, innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje y de esta manera desarrollar métodos educativos más eficientes.

Este Estado de alarma supone una oportunidad para el cambio y la innovación en nuestro sistema educativo.



El objetivo de este TFM es diseñar actividades para el aula basadas en el uso de dispositivos móviles y los diferentes sensores con los que cuentan de una manera distinta a la habitual.

Con las prácticas descritas se pretende demostrar y hacer ver a los alumnos que la física y la teoría vista en el instituto está presente en la vida cotidiana de todas las personas y que es posible comprender y realizar diversas hipótesis mediante experimentación con instrumentos cotidianos y económicos al alcance de la mano.

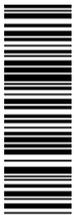
Las conclusiones adquiridas tras el análisis de los informes y los cuestionarios recibidos son bastante positivas para seguir desarrollando material educativo y continuar con el estudio sobre este tipo de aprendizaje y actividades.

Ambos grupos, alumnos y profesor, valoran muy positivamente estas actividades y sus beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en situaciones de enseñanza no presencial.

Los alumnos no distinguen grandes problemas técnicos, conceptuales y con el tratamiento de datos en las prácticas detalladas y en su opinión deberían realizarse más actividades experimentales a lo largo del curso para afianzar conceptos y ponerlos en práctica.

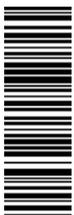
Las dificultades que encuentra el profesor para llevar a cabo este tipo de actividades planteadas son, en primer lugar, la preparación de las actividades y, en segundo lugar, la falta de tiempo. Por estas razones, es necesario dotar, a mi parecer, de mayor tiempo de preparación de clases en los horarios semanales de los docentes y priorizar determinados contenidos de la asignatura no queriendo abarcar todas las ramas de la asignatura.

Por otro lado, se trata de una muestra de alumnos pequeña y muy específica, más motivados que un grupo ordinario, puesto que estos cursan el Bachillerato Internacional y se les presupone un nivel medio-alto. El cierre de los colegios desaconsejó llevar a cabo este trabajo con otros grupos de alumnos para analizar su respuesta y compararla con estos alumnos de Bachillerato Internacional. Es por ello que es necesario un estudio más exhaustivo en otros contextos diferentes y un tamaño de muestra más extenso.



Bibliografía

- Arribas, E., Escobar, I., Suarez, C.P., Najera A. & Beléndez A. (2015). Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses. *European Journal of Physics*, 36, 065002.
- Cantillo, C., Roura, M. & Sánchez, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción Digital Magazine*, 147, 1-21.
- Castillo, J.C. (2020, marzo 24). Así ha cambiado el coronavirus nuestro uso del móvil. Recuperado de <https://www.elcorreo.com/tecnologia/moviles/cambiado-coronavirus-movil-20200323115618-nt.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Chiappe, A. (2011). Diseño de Contenidos Educativos para Dispositivos Móviles – Nuevas prácticas, nuevos escenarios, nuevos aprendizajes.
- Deriquito, M. y Domingo, Z. (2012). *Mobile Learning for Teachers in Asia: Exploring the Potential of Mobile Technologies to Support Teachers and Improve Practice*. UNESCO, 1-42.
- Europa Press. (2020, abril 30). El uso de Internet en España crece catorce puntos durante la cuarentena, hasta el 92%, según McKinsey. Recuperado de <https://www.europapress.es/economia/noticia-uso-internet-espana-crece-catorce-puntos-cuarentena-92-mckinsey-20200430172007.html>
- Gomez Garcia, Ignacio. (2014). Impacto de los dispositivos móviles en la sociedad: Aproximaciones para su investigación. 10.13140/RG.2.2.33085.67040.
- González, M.A. & González, M.A. (2016). Smartphones as experimental tools to measure acoustical and mechanical properties of vibrating rods. *European Journal of Physics*, 37(4), 045701.
- Instituto Nacional de Estadística. (2019). Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares Año 2019. Recuperado de https://www.ine.es/prensa/tich_2019.pdf



Junta de Castilla y León. (2015). ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, núm. 86 de 8 de mayo de 2015.

Kasper, L., Vogt, P. & Strohmeier, C. (2015). Stationary waves in tubes and the speed of sound. *The Physics Teacher*, 53, 52–3.

Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *The Physics Teacher*, 51(2), 118-119.

Luengo, M. (2012). Una aproximación al concepto de Sociedad Móvil. *El Smartphone: su expansión, funciones, usos, límites y riesgos*. *Derecom*, 11, 134-147.

Lugo, M. T. y Schurmann, S. (2012). Activando el aprendizaje móvil en América Latina: Iniciativas ilustrativas e implicaciones políticas. UNESCO, 1-79.

Meneses, N. (2020, junio 3). “La educación formal acaba con nuestra motivación intrínseca por aprender”. Recuperado de https://elpais.com/economia/2020/06/03/actualidad/1591148852_706097.html?ssm=TW_CC

Parolin, S., & Pezzi, G. (2013). Smartphone-aided measurements of the speed of sound in different gaseous mixtures. *The Physics Teacher*, 51(8), 508-509.

Parolin, S. & Pezzi, G. (2015). Kundt’s tube experiment using smartphones. *Physics Education*, 50, 443-447.

Ruiz, A., Muñoz, A., Valladolid, M.D., & Peña, J. (2019). El iPad en la Educación científica de estudiantes de Secundaria y Bachillerato. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 36, 97-114.

Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). El futuro del aprendizaje móvil, implicaciones para la planificación y la formulación de políticas. UNESCO, 1-49.

Silva-Calpa, A. C., & Martínez Delgado, D. G. (2017). Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza. *Suma de Negocios*, 8(17), 11-18.



Smartme Analytics. (2020). Estudio del impacto del coronavirus en el uso del móvil.

Recuperado de https://www.smartmeanalytics.com/public/resource/products-free/COVID_Informe_Smartme.pdf

Torres Climent, Á. L., Bañón García, D., & López Simó, V. (2017). Empleo de Smartphones y Apps en la enseñanza de la física y química. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 671-678.

Torres, J.C., Infante, A. & Torres, P.V. (2015). Aprendizaje móvil: perspectivas. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12(1). pp. 38-49. doi <http://doi.dx.org/10.7238/rusc.v12i1.1944>

Vosloo, S. (2013). Aprendizaje móvil y políticas: Cuestiones clave. UNESCO.



Anexos I: Práctica sobre la velocidad del sonido

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES

Objetivo

Mediante el uso de material económico y dos smartphones es posible VER nodos y vientres de ondas acústicas estacionarias en una columna de aire y MEDIR la velocidad del sonido.

Fundamento teórico

El sonido es cualquier fenómeno que involucre la propagación de ondas mecánicas, generalmente a través de un fluido (u otro medio elástico) que esté generando el movimiento vibratorio de un cuerpo. La velocidad del mismo en los gases está dada por:

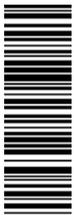
$$v = \sqrt{\frac{\rho R T}{M}}$$

El tubo de Kundt es un dispositivo que permite visualizar ondas sonoras en un tubo de vidrio. Es utilizado para el estudio de las ondas estacionarias y para la determinación de la velocidad del sonido. Hay puntos a lo largo del tubo en los que no hay oscilación y otros puntos con oscilación máxima.

Existen 2 casos principales: un tubo abierto ambos extremos y un tubo abierto por un extremo y cerrado por el otro. En el primer caso, la frecuencia fundamental y las posteriores están expresadas por:

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

$$f_n = n f_0$$



En el caso del tubo cerrado en un extremo:

$$f_n = n f_0 = \frac{n v}{4L}$$

Siendo f la frecuencia, v la velocidad del sonido, L la longitud del tubo.

Para la longitud de onda λ se tomará Δx entre nodos sucesivos: $\lambda_n = 2 \Delta x$

Para calcular la velocidad del sonido:

$$v = \lambda_n f_n$$

Materiales

2 smartphones

Tubo de plástico o cartón

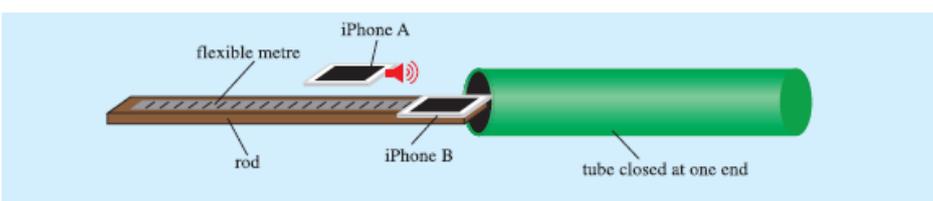
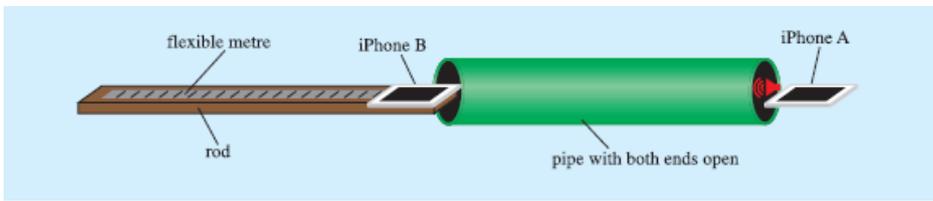
Varilla larga y rígida

Metro

Disposición experimental

Se utilizan 2 smartphones, uno para producir el sonido (Signal Generator en iOS y Android) y otro para estudiar lo que pasa dentro del tubo viendo los nodos mediante un osciloscopio (Oscilloscope en iOS y Oscope en Android).





Cuestiones

Realizar varios experimentos utilizando diferentes frecuencias.

| f_n (Hz) | Δx_{nodos} (cm) | λ (cm) | v (m/s) |
|------------|--------------------------------|----------------|-----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |



Anexos II: Práctica sobre campo magnético

MEDIDA DEL CAMPO MAGNÉTICO MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES

Objetivo

Mediante el uso de imanes y un smartphone es posible DETERMINAR la dependencia de la componente x del campo magnético producido por pequeños imanes.

Fundamento teórico

La componente x del campo magnético creado por un imán pequeño de longitud d y momento magnético con módulo m en un punto localizado a una distancia x a lo largo del eje del imán (que coincide con la dirección del momento magnético del imán) está dada por la siguiente ecuación:

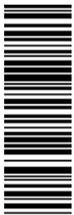
$$B = \frac{\mu_0 m x}{2 \pi \left(x^2 - \frac{d^2}{4}\right)^2}$$

Siendo μ_0 la permeabilidad magnética ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$) y m el momento magnético del imán.

Si tomamos este campo magnético a una distancia x mucho mayor que el tamaño d del imán ($x \gg d$), la ecuación puede simplificarse de la siguiente manera:

$$B = \frac{\mu_0 m}{2 \pi x^3}$$

Materiales



1 smartphone

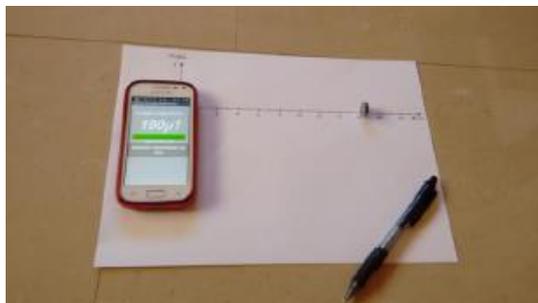
Imanes

Metro o regla

Disposición experimental

Se utiliza un smartphone con aplicaciones específicas instaladas (Magnetómetro en iOS, Magnetómetro Detector de Metales, Physics Toolbox Magnetómetro o Phyphox en Android).

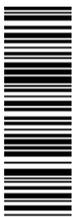
Se coloca el smartphone con una orientación adecuada en una hoja de papel de tamaño DIN A4 y se dibuja el eje x correspondiente del teléfono que debe pasar por el sensor. Luego, se coloca un imán a diferentes distancias y se anota el valor de la componente x y el campo magnético proporcionado por la aplicación (Se tendrá en cuenta la posición del detector en el interior del smartphone).



¡OJO!: Localizar el magnetómetro en el móvil

Realizar cada serie de medidas de un imán concreto de una sola vez

Recalibrar el magnetómetro después de cada serie de medidas con un imán ya que cualquier elemento metálico afecta



Cuestiones

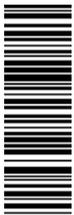
Representar gráficamente los resultados experimentales de B frente a x.

Determinar el valor de n a partir de los resultados experimentales mediante el ajuste de las gráficas anteriores:

$$B = \frac{\mu_0 m x^n}{2 \pi}$$

Representar gráficamente los resultados experimentales de log (B) frente a log (x) de manera lineal y determinar el valor de n mediante ajuste por mínimos cuadrados:

$$\log B = \log \left(\frac{\mu_0 m}{2 \pi} \right) + n \log (x)$$



Anexos III: Cuestionario para alumnos

El objetivo de este cuestionario es analizar la percepción de los alumnos sobre el uso de dispositivos móviles personales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Física y Química.

1. ¿Has tenido problemas técnicos (app, teléfono, montaje experimental) a la hora de realizar los experimentos? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

2. ¿Has tenido problemas conceptuales a la hora de realizar los experimentos? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

3. ¿Has tenido problemas con el tratamiento de datos una vez realizados los experimentos? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

4. ¿Crees que se deberían realizar más experimentos como estos para poner en práctica y afianzar conocimientos a lo largo del curso académico? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

5. ¿Utilizas los dispositivos móviles para estudiar o aprender? Sí / No

¿De qué manera? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

*Búsqueda de información

*Uso de apps específicas de aprendizaje

*Uso de diccionarios

*Otros



6. ¿Has usado alguna vez simulaciones o juegos matemáticos con dispositivos móviles?

[0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

7. ¿Has usado alguna vez alguna aplicación o alguna página de laboratorios virtuales?

¿En qué asignatura? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

8. ¿Usas los dispositivos móviles para el análisis y representación gráfica de datos con

herramientas como Excel? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

9. Valora los beneficios de los dispositivos móviles para tu aprendizaje [0: nada, 1: poco,

2: regular 3: bastante, 4: mucho]

10. Valora los beneficios de este tipo de trabajos en situaciones de enseñanza no

presencial [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]



Anexos IV: Cuestionario para docente

El objetivo de este cuestionario es analizar la percepción de los docentes sobre el uso de dispositivos móviles personales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Física y Química.

1. ¿Qué tipo de uso sueles hacer de los dispositivos móviles como docente?

*Elaboración de apuntes *Elaboración y exposición de presentaciones *Elaboración de juegos

*Elaboración de videos *Proyección de videos *Búsqueda en internet desde clase

*Elaboración de esquemas y mapas conceptuales *Elaboración de exámenes y cuestionarios

*Otros:

2. Valora la utilidad de los dispositivos móviles para el desarrollo de cada una de las siguientes actividades por parte del profesor: [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

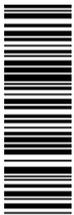
*Indagar, recoger datos y documentarse

*Agrupar, ordenar, contrastar información

*Generar predicciones e hipótesis

*Estimular el espíritu crítico

3. ¿Consideras los dispositivos móviles una buena herramienta para la experimentación? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]



4. ¿Con qué frecuencia sueles usar los siguientes recursos en clase a través de los dispositivos móviles? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

*Laboratorios virtuales

*Simulaciones

*Herramientas de modelización

*Herramientas de análisis de datos

*Herramientas de presentación de datos

*Acceso a información

*Realidad aumentada

5. ¿Crees que la experimentación con el uso de los dispositivos móviles ayuda a la comprensión de conceptos por parte del alumnado? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

6. ¿Son los dispositivos móviles una buena herramienta para el desarrollo científico-creativo del alumno? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

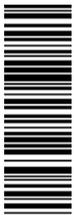
7. ¿Crees que los dispositivos móviles perjudican la capacidad de atención del alumno en el aula? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

8. ¿Encuentras dificultades para llevar a cabo este tipo de actividades durante un curso normal? ¿Cuáles? [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

*Falta de tiempo

*Preparación de actividades

*Otros:



9. Valora los beneficios de los dispositivos móviles para el aprendizaje de Física y Química de los alumnos [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

10. Valora los beneficios de este tipo de trabajos en situaciones de enseñanza no presencial [0: nada, 1: poco, 2: regular 3: bastante, 4: mucho]

