



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias

TRABAJO FIN DE MÁSTER

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

**Diseño de actividades de aprendizaje no formales basadas
en dispositivos móviles personales.**

Autor: Roberto de la Torre García

Tutores:

Manuel Ángel González Delgado

Miguel Ángel González Rebollo

Julio 2019

Resumen

En este trabajo se expone un experimento educativo con alumnos de tercero de ESO con el objetivo de mejorar el interés del alumno y su rendimiento académico, facilitando el aprendizaje de un área de física y química. Se trata de que con materiales de uso cotidiano, como un teléfono móvil, en sus casas, realicen un experimento de cinemática en pequeños grupos de alumnos. De este modo se accede a un autoaprendizaje de la materia, lo que se espera que aumente la motivación y asiente los conocimientos de un modo permanente.

Para analizar los resultados obtenidos con este experimento se hace un tratamiento estadístico de los resultados académicos antes y después de la práctica, comparándose los resultados de los alumnos que hicieron y que no hicieron el experimento propuesto.

En esta memoria se describen los antecedentes bibliográficos que propiciaron este estudio, la justificación educativa que introduce los posibles beneficios que puede otorgar esta práctica, y los contenidos curriculares en los que se encuadra. Tras la exposición de los objetivos se explicarán los resultados obtenidos en el trabajo y sus conclusiones finales.

Abstract

This paper presents an educational experiment with students of third course of secondary Spanish education (ESO) with the aim of improving the interest of the student and his academic performance, facilitating the learning of an area of physics and chemistry subject. The idea is that, with everyday materials, such as a mobile phone, at home, they perform an experiment of cinematics in small groups of students. In this way they can access a self-learning of the subject which is expected to increase the motivation and settle the knowledge in a permanent way.

To analyze the results obtained in this experiment a statistical a treatment of the academic results before and after the practice is made, by comparing the results of the students who did and did not do the proposed experiment.

This report describes the bibliographic background that led to this study, the educational justification that introduces the possible benefits that this practice can provide, and the curricular contents in which it is framed. The results of the work and its final conclusions will be explained after the objectives are presented.

Índice

1. Introducción.....	5
1.1. El smartphone	7
2. Justificación educativa	9
2.1. Marco Pedagógico	9
2.2. Marco legislativo	10
3. Objetivos y Plan de trabajo.....	15
4. Estudio experimental.....	17
4.1. Contexto.....	17
4.2. Diseño del experimento.....	19
4.3. Puesta en práctica	22
5. Resultados	23
5.1. Resultados de las memorias de los alumnos	23
5.2. Resultados de las encuestas.....	25
5.3. Resultados del examen.....	30
6. Conclusiones.....	41
7. Bibliografía	43
8. Anexos	47
8.1. Anexo I: La aplicación de phyphox.....	47
8.2. Anexo II: El guion de prácticas	48

1. Introducción

La utilización de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) ha ido creciendo con los años, y más ahora con el mundo globalizado al que pertenecemos. Ahora mismo hay fácil acceso a aparatos electrónicos como smartphones, Smart TV, ordenadores de mesa, portátiles...

Esta tecnología en la que cada vez nos vemos más inmersos empezó a ser integrada en los centros en los años 80 con el programa "Atenea", posteriormente reconvertido en PNTIC (Programa Nacional de Tecnologías de la Información y Comunicación). Debido a la cesión de competencias en educación a las comunidades autónomas, algunas empezaron a crear proyectos de esta índole como: el programa "Abrente" y "Estrela" en Galicia, el plan "Zahara" en Andalucía, y el "Plan Vasco de Informática Educativa" en el País Vasco, etc [1].

En los noventa todos los programas fueron cancelados o reestructurados ya que todos los esfuerzos se dirigieron hacia la implantación de la LOGSE, que no llevaba como eje principal este tipo de propuestas, aunque tenían algo de peso [1,2].

Es importante remarcar que durante estos periodos no se hizo ningún esfuerzo por llevar a cabo la digitalización de manera conjunta a nivel estatal, sino que fueron algunas comunidades (y cada una a su manera) las que llevaron a cabo estas políticas [2].

Es por eso que no hubo ninguna acción coordinada de cara a las TIC en nuestro país hasta la implantación en 2009 del programa Escuelas 2.0. Sin embargo, fue de breve existencia, ya que en 2012 se eliminó bruscamente [2].

En este periodo, la OCDE llevó a cabo un proyecto denominado "modelo 1 a 1" [3] en vista al ya realizado plan en Uruguay. Al mismo tiempo en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) impulsaron el proyecto de OLPC (One Laptop Per Child) [4] destinado a que haya un portátil por estudiante en países en vías de desarrollo.

No obstante, ninguna de estas iniciativas puso el foco en el smartphone, que, sin embargo, se puede utilizar en la docencia de manera satisfactoria, como se refleja en el conocido informe Horizon realizado por (New Media Consortium (NMC) y Consortium for School Networking (CoSN). En su informe de 2015 [5] nos augura un incremento del uso del Smartphone gracias a iniciativas BYOD (Bring Your Own Device) según las cuales, cada alumno lleva su teléfono móvil, su portátil o tablet al centro educativo conectándolo a su red local. En secundaria este movimiento no está centrado en los instrumentos en sí, sino en los contenidos personalizados que los usuarios añaden en ellos, con aplicaciones de capturas de

pantalla, búsquedas de información, exposición de trabajos, comunicación con el profesorado...

Se pueden considerar los siguientes beneficios de las metodologías BYOD:

- a) **Incremento de la productividad personal.** Como cada alumno se lleva su dispositivo móvil, la configuración de éstos se mantiene constantemente a gusto de su dueño, de forma que el acceso a la información es más eficiente. Esto provoca que la interfaz de su Smartphone les sea siempre familiar, por tanto se consigue un uso más fluido [6].
- b) **Promueve el aprendizaje social.** Gracias a la existencia de multitud de sistemas de comunicación dinámicos en los que se puede recibir feedbacks y dudas de manera instantánea. El uso de dispositivos móviles personales puede promover la construcción colaborativa de conocimiento gracias a estructuras interactivas participativas que sean de apoyo al aprendizaje [7].
- c) **Disipa las barreras entre el aprendizaje formal e informal.** En este tipo de metodologías los alumnos pueden disponer de los recursos desde cualquier lugar y en cualquier momento, pudiendo administrar su tiempo tanto en actividades de su día a día como con actividades escolares, pudiendo así difuminar el contexto formal y el informal para el aprendizaje [8].
- d) **Procura el “aprender haciendo”.** Con la existencia de aplicaciones para teléfonos móviles que permiten el uso de los sensores de éste se puede conseguir que los alumnos experimenten el objeto de aprendizaje de un modo interactivo pudiendo generar aprendizaje significativo [9].

Los informes Horizon de 2016 [10] y 2017 [11] señala que sigue aumentando el número de centros que utilizan metodologías del tipo BYOD. Además, prevén que seguirá incrementándose, haciendo hincapié en las metodologías de “Aprendizaje Práctico”, que no es otro que aquel que se basa en experiencias, de modo que el alumno es capaz de aprender un cierto contenido gracias a su aplicación en una determinada situación.

El aprendizaje práctico es especialmente interesante en nuestras áreas de especialidad, la física y la química, dos de las áreas más experimentales que existen. Es curioso que, aun así, los alumnos de estas áreas perciban en secundaria un aprendizaje meramente teórico y abstracto sin contacto con la realidad.

Los beneficios de esta metodología desde la experiencia y la práctica vienen descritos en numerosas publicaciones [12], destacando los siguientes beneficios:

- Aprendizaje perdurable y significativo: que los alumnos trabajen de forma activa realizando experimentos produce un aprendizaje perdurable.

- Recurso motivador para los alumnos: salir de una clase teórica para hacer prácticas y para el profesor, al ver a sus alumnos con motivación e interés.
- Transversalidad en el currículo: si los experimentos se escogen correctamente se pueden relacionar conceptos aprendidos en otras asignaturas.

En todos los informes Horizon previamente mencionados [5,10,11] se recalca la importancia de las ciencias, tecnología, matemáticas e ingeniería (STEM -science, technology, engineering and mathematics-) para la educación, productividad, economía y creación de riqueza en un país [13]. Sin embargo, hay falta de estudiantes y profesores, especialmente, en matemáticas y física; lo que provoca ciertos problemas, como la diferencia tan abrupta de edad entre profesores y alumnos en estas materias [14]. Es por estos inconvenientes que se han desarrollado numerosas estrategias para tratar de aumentar los estudiantes de estas áreas de conocimiento (STEM). Una de estas iniciativas ha sido la metodología BYOD, anteriormente citada en este trabajo, y dentro de la misma, el uso de smartphones para enseñar, en este caso, Física.

Los smartphones actualmente pueden sustituir los caros instrumentos de medida que se creían necesarios en un laboratorio [15]. Lo cual puede ser de gran interés, especialmente, en institutos con pocos medios [16].

Ya se han publicado varios trabajos sobre las ventajas del uso del smartphone [17,18] siendo las más importantes el aumento de interés y motivación de los estudiantes y el aumento del rendimiento.

Por todas esas ventajas descritas en la bibliografía, en este Trabajo de Fin de Máster se implementará una experiencia de cinemática en 3º de ESO usando como único elemento de medida un teléfono móvil, utilizando como inspiración para la práctica un trabajo publicado en 2015 por Patrik Vogt [19].

1.1. El smartphone

El teléfono móvil, como un ordenador o una Tablet, está constituido de Hardware (conjunto de elementos físicos o materiales que lo constituye) y Software (conjunto de programas o rutinas que permite realizar determinadas tareas). Aparentemente, no parece ser posible el uso de este dispositivo como sensor en un laboratorio; sin embargo, está provisto de multitud de sensores (Hardware) que podemos utilizar para medir ciertas magnitudes. Entre los sensores más utilizados nos encontramos:

Acelerómetro: un pequeño componente electro-mecánico que permite cuantificar las aceleraciones que sufre en cualquiera de los tres ejes cartesianos. Habitualmente es utilizado para saber la orientación del teléfono (Cambiar de modo vertical \Leftrightarrow horizontal)

Giroscopio: tiene la capacidad de medir la velocidad de rotación sobre un eje determinado. Habitualmente es utilizado en juegos de coches como volante.

GPS: utilizado para saber la ubicación del dispositivo gracias a la triangulación de la señal de, al menos, 3 satélites

Magnetómetro: generalmente utilizado como brújula al medir el campo magnético terrestre y en la determinación de la orientación del teléfono al utilizar mapas digitales.

Sensor de luz: utilizado, por ejemplo, para regular el brillo de la pantalla según las condiciones de luz del entorno.

Sin embargo, todos estos sensores requieren de un programa que los maneje para realizar una función, como puede ser un juego de coches (software) que utilice el giroscopio (hardware) para ser usado como volante (función).

Para la utilización del smartphone como sensor en una práctica de física se emplearán aplicaciones gratuitas (Phyphox [20], Physics Toolbox Sensor Suit [21], Sensor Mobile [22] ...) que miden alguna magnitud con un sensor y son capaces de guardar los datos y exportarlos en un formato de archivo conocido, como .csv, de modo que podamos operar posteriormente en una hoja de cálculo, por ejemplo Excel.

En este trabajo se propone el uso de Phyphox, una aplicación disponible tanto para Android como para iOS, que utiliza una interfaz muy simple¹ a la par que útil, de modo que de un primer vistazo se pueden ver los sensores que soporta la APP (que no tienen por qué coincidir en su totalidad con los que dispone un teléfono en particular); también nos brinda la opción de ver experimentos ya diseñados y sus guías; así como la posibilidad de diseñar un experimento con un sensor, adecuando la frecuencia de lectura de datos del sensor en función del experimento que se desea realizar. Es interesante la opción de calibrado que nos ofrece esta aplicación, pudiendo aumentar la fiabilidad de las medidas. El único inconveniente que hemos encontrado es que la aplicación está desarrollada en el idioma inglés, por lo que su uso puede ser problemático para los alumnos con dificultades de comprensión de dicho idioma.

¹ Adjuntas las capturas de la *app* en Anexos

2. Justificación educativa

2.1. Marco Pedagógico

La pedagogía trata de hacer que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea exitoso, así como la evaluación de este último, por eso el marco pedagógico es de suma importancia en este trabajo.

El enfoque pedagógico más adecuado a este TFM es el constructivismo, una corriente que se basa en *“la idea de que el individuo (tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos) no es un simple producto del ambiente ni resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia; que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos factores”* [23].

Las principales bases teóricas sobre el constructivismo son tres [24]:

- **La Teoría psicogenética de Jean Piaget.** Entre el sujeto y el objeto hay una relación dinámica, el sujeto es activo frente a lo real e interpreta la información proveniente del entorno, pero para construir conocimiento no basta con ser activo frente al entorno. Se considera que el conocimiento es una adquisición gradual que depende de las capacidades evolutivas y de la interacción con el medio, que cada aprendizaje resulta ser una integración de las adquisiciones previas que siendo simples dan origen a otros conocimientos más complejos y elaborados.
- **La Teoría del Aprendizaje por Descubrimiento de Bruner.** Para aprender, el alumno debe desarrollar la habilidad de relacionar el pasado, el presente y el futuro, a fin de integrarlos en un todo coherente que le sea significativo. Por lo consiguiente, necesita un ambiente que le otorgue la posibilidad de plantearse problemas, relacionar conceptos y transferir el aprendizaje a su vida. Es decir, el alumno tendrá que ir construyendo conocimientos gracias al desafío constante a su inteligencia que va teniendo a medida que va descubriendo.
- **La Teoría de la Asimilación del Aprendizaje Significativo de Ausubel.** Este aprendizaje se contrapone al memorístico (aprender es comprender el significado gracias al anclaje de la información como producto de la motivación, necesidades y deseos; y no es memorizar contenidos) y de recepción (el alumno descubre los contenidos guiado por el profesor; en contraposición a que el profesor imparta los contenidos y el alumno tenga que asimilarlos). El objetivo del aprendizaje es que pueda utilizarse en cualquier campo, así si un alumno aprende a sumar en Matemáticas, éste ha de ser capaz de hacerlo en cualquier otra situación.

Este modelo constructivista nos brinda ciertos supuestos:

- El alumno es un sujeto activo en el aprendizaje.
- El alumno desarrolla sus capacidades, asimila información y la procesa en nuevos esquemas mentales.
- La realidad es conocida a través de mecanismos internos de cada sujeto.

Además, nos ofrece principios útiles a la hora de enseñar:

- Atención a los conocimientos previos del alumnado.
- Crear un clima de empatía, de respeto, y de ayuda entre los alumnos, ya que el componente social es muy importante en el aprendizaje.
- Formular preguntas: para incentivar la curiosidad y el aprendizaje.
- Incitar al descubrimiento de conceptos nuevos.
- Tratar de que los alumnos relacionen los conceptos nuevos con los previos.
- Procurar que el alumnado tenga motivación e interés por conocer.

2.2. Marco legislativo

La ley educativa actual es conocida como LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa) y fue aprobada en el congreso en el año 2013. Más concretamente se detallan los contenidos en la ORDEN EDU/362/2015 [25], de 4 de mayo, para nuestra comunidad autónoma, Castilla y León. La experiencia propuesta corresponde al bloque 3: “el movimiento y las fuerzas” correspondiente al curso de 3º de ESO.

Contenidos	<p>Las fuerzas. Velocidad media y velocidad instantánea. La velocidad de la luz. Aceleración.</p> <p>Estudio de la fuerza de rozamiento. Influencia en el movimiento.</p> <p>Estudio de la gravedad. Masa y peso. Aceleración de la gravedad. La estructura del universo a gran escala.</p> <p>Carga eléctrica. Fuerzas eléctricas. Fenómenos electrostáticos.</p> <p>Magnetismo natural. La brújula.</p> <p>Relación entre electricidad y magnetismo. El electroimán.</p> <p>Experimentos de Oersted y Faraday. Fuerzas de la naturaleza.</p>
Criterios de evaluación	<p>1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.</p> <p>2. Establecer la velocidad de un cuerpo como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo invertido en recorrerlo.</p>

	<p>3. Diferenciar entre velocidad media e instantánea a partir de gráficas espacio/tiempo y velocidad/tiempo, y deducir el valor de la aceleración utilizando éstas últimas.</p> <p>4. Comprender el papel que juega el rozamiento en la vida cotidiana.</p> <p>5. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos, de los movimientos orbitales y de los distintos niveles de agrupación en el Universo, y analizar los factores de los que depende. Reconocer las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas.</p> <p>6. Identificar los diferentes niveles de agrupación entre cuerpos celestes, desde los cúmulos de galaxias a los sistemas planetarios, y analizar el orden de magnitud de las distancias implicadas.</p> <p>7. Conocer los tipos de cargas eléctricas, su papel en la constitución de la materia y las características de las fuerzas que se manifiestan entre ellas.</p> <p>8. Interpretar fenómenos eléctricos mediante el modelo de carga eléctrica y valorar la importancia de la electricidad en la vida cotidiana.</p> <p>9. Justificar cualitativamente fenómenos magnéticos y valorar la contribución del magnetismo en el desarrollo tecnológico.</p> <p>10. Comparar los distintos tipos de imanes, analizar su comportamiento y deducir mediante experiencias las características de las fuerzas magnéticas puestas de manifiesto, así como su relación con la corriente eléctrica.</p> <p>11. Reconocer las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas.</p>
<p>Estándares de aprendizaje evaluables</p>	<p>1.1. Establece la relación entre una fuerza y su correspondiente efecto en la deformación o alteración del estado de movimiento de un cuerpo.</p> <p>2.1. Realiza cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad.</p> <p>3.1. Deducir la velocidad media e instantánea a partir de las representaciones gráficas del espacio y de la velocidad en función del tiempo.</p> <p>3.2. Justifica si un movimiento es acelerado o no a partir de las representaciones gráficas del espacio y de la velocidad en función del tiempo.</p> <p>4.1. Analiza los efectos de las fuerzas de rozamiento y su influencia en el movimiento de los seres vivos y los vehículos.</p> <p>5.1. Relaciona cualitativamente la fuerza de gravedad que existe entre dos cuerpos con las masas de los mismos y la distancia que los separa.</p>

	<p>5.2. Distingue entre masa y peso calculando el valor de la aceleración de la gravedad a partir de la relación entre ambas magnitudes.</p> <p>5.3. Reconoce que la fuerza de gravedad mantiene a los planetas girando alrededor del Sol, y a la Luna alrededor de nuestro planeta, justificando el motivo por el que esta atracción no lleva a la colisión de los dos cuerpos.</p> <p>6.1. Relaciona cuantitativamente la velocidad de la luz con el tiempo que tarda en llegar a la Tierra desde objetos celestes lejanos y con la distancia a la que se encuentran dichos objetos, interpretando los valores obtenidos.</p> <p>7.1. Explica la relación existente entre las cargas eléctricas y la constitución de la materia y asocia la carga eléctrica de los cuerpos con un exceso o defecto de electrones.</p> <p>7.2. Relaciona cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa, y establece analogías y diferencias entre las fuerzas gravitatoria y eléctrica.</p> <p>8.1. Justifica razonadamente situaciones cotidianas en las que se pongan de manifiesto fenómenos relacionados con la electricidad estática.</p> <p>9.1. Reconoce fenómenos magnéticos identificando el imán como fuente natural del magnetismo y describe su acción sobre distintos tipos de sustancias magnéticas. 9.2. Construye, y describe el procedimiento seguido para ello, una brújula elemental para localizar el norte utilizando el campo magnético terrestre.</p> <p>10.1. Comprueba y establece la relación entre el paso de corriente eléctrica y el magnetismo, construyendo un electroimán.</p> <p>10.2. Reproduce los experimentos de Oersted y de Faraday, en el laboratorio o mediante simuladores virtuales, deduciendo que la electricidad y el magnetismo son dos manifestaciones de un mismo fenómeno.</p> <p>11.1. Realiza un informe empleando las TIC a partir de observaciones o búsqueda guiada de información que relacione las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas.</p>
--	--

Tabla 1. Contenidos del bloque 3. El movimiento y las fuerzas. En rojo los contenidos utilizados en el trabajo.

Además de los contenidos es importante tener en cuenta las competencias descritas en la ORDEN ECD/65/2015 [26], de 21 de enero, para desarrollar una acción eficaz.

- **Competencia en comunicación lingüística.** Se refiere a la habilidad para expresar ideas de forma oral o escrita, así como de la comprensión lectora.

Se pondrá en juego al leer y comprender el guion de prácticas y escribir la memoria, así como en la comunicación oral con su compañero de prácticas.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.** La primera alude a la capacidad para aplicar un razonamiento matemático para resolver situaciones de la vida cotidiana; la competencia científico-tecnológica se basa en el uso de los conocimientos y metodologías científicos para explicar la realidad que nos rodea.

Tendrán que utilizar dichos conocimientos para realizar exitosamente el experimento y explicar sus resultados.

- **Competencia digital.** Implica el uso seguro y crítico de las TIC para obtener, analizar, producir e intercambiar información.

Su uso es evidente al utilizar un smartphone para obtener la información esencial de la práctica y el uso de ordenadores para el análisis de los datos y la realización de la memoria.

- **Aprender a aprender.** Supone que el alumno desarrolle su capacidad para iniciar el aprendizaje y persista en él, administrando el tiempo y las tareas, trabajando de manera individual o colaborativa, etc.

Al tener una semana para la entrega de la memoria del trabajo que se propone, la administración del tiempo es esencial. Además, tendrán que bucear en los conocimientos previos para poder realizar el experimento.

- **Competencias sociales y cívicas.** Hacen referencia a las capacidades para relacionarse con las personas y participar de manera activa y participativa en la vida social y cívica.

Necesarias para las relaciones humanas y el trabajo en equipo.

- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.** Implica las habilidades necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad o las capacidades para asumir riesgos, planificar y gestionar proyectos.

Ya que el estudiante trabajará de forma autónoma lejos de la supervisión del docente y fuera del horario escolar.

3. Objetivos y Plan de trabajo

Los objetivos que se tratarán de alcanzar en este trabajo de fin de máster son los siguientes:

- ✚ Diseñar una práctica utilizando el teléfono móvil que requiera baja dificultad y bajo coste para que los alumnos la puedan realizar fuera del horario escolar. Además, se pretende que esta práctica se adecúe a los contenidos del currículo de 3 de ESO de la LOMCE.
- ✚ Evaluación de la idoneidad y éxito de esta práctica a la vista de los resultados de los alumnos participantes.
- ✚ Proponer un trabajo base, así como indicaciones para que este ensayo pueda ser desarrollado e implementado por otros docentes.

Como objetivos para el alumnado se plantean:

- ✓ Mejorar la motivación del alumnado por el uso de su smartphone personal para aprender.
- ✓ Mejora del rendimiento académico personal al “aprender haciendo”.
- ✓ Introducirles en la realización de una memoria de prácticas sencilla.
- ✓ Que entiendan que la física explica situaciones cotidianas.
- ✓ Que aprendan a trabajar en equipo.
- ✓ Que aprendan que las nuevas tecnologías pueden utilizarse lúdicamente aprendiendo.
- ✓ Que aprendan a gestionar el tiempo.

Para realizar la práctica y que ésta esté adaptada tanto al currículo como a los alumnos, se requiere conocer y analizar los resultados académicos previos de los estudiantes (que en este caso han sido provistas por el tutor de prácticas), siendo anónimos los datos para no violar la ley de protección de datos respecto a los alumnos. Con esos datos se realizarán una serie de histogramas para observar el nivel de la clase en dos asignaturas, *Física y Química* y *Matemáticas*. Es importante considerar también las matemáticas en este análisis ya que la parte de Física lleva más cálculo que la parte de Química (que corresponde a los dos primeros trimestres) y por tanto el mayor o menor dominio matemático por el alumno puede suponer tanto una disminución como una mejora en la nota.

Una vez analizados los datos de nivel, se diseñará una práctica y su guion para que puedan realizar la experiencia de forma satisfactoria. Finalmente, una vez obtenidas las memorias de

prácticas de los participantes se realizará un análisis de los resultados, incluyendo una encuesta a los alumnos para valorar su interés y motivación, y un examen de evaluación. Con todos estos datos se podrá analizar si ha habido mejora en el rendimiento, o no, al realizar este experimento en casa, así como la mejora en interés por la física por parte de los alumnos.

4. Estudio experimental

4.1. Contexto

En el presente trabajo nos hemos propuesto hacer un experimento didáctico, utilizando tecnologías disponibles, de bajo coste, de fácil acceso y adaptadas al alumnado. Por lo tanto, hay que tener en cuenta el contexto en el que los alumnos se encuentran.

El experimento se planteó en el Instituto de Educación Secundaria (IES) María Moliner situado en Laguna de Duero. Este pueblo, situado a 7 km al sur de Valladolid, tiene una estructura de “Ciudad dormitorio”, ya que se encuentra muy cerca de la ciudad, está muy próximo a la factoría de automóviles del grupo RENAULT y cercano al Parque Tecnológico de Boecillo, lugar con gran prestigio industrial y científico en la Región. Laguna de Duero tiene alrededor de 23000 habitantes posicionándose en el 14º lugar entre los municipios más poblados de la comunidad autónoma de Castilla y León [27].

La mayoría de las familias que habitan la zona están vinculadas a los sectores terciario (servicios) o al sector secundario, entre los que destacan los trabajadores de Renault y los trabajadores de la construcción, aunque también existe una pequeña porción de la población que se dedica a la actividad agraria y otras actividades del sector primario, siendo éste extremadamente minoritario en relación a los otros dos sectores antes mencionados [27].

En el centro hay una ocupación anual de 620 alumnos. La procedencia de estos alumnos es, casi en su totalidad, de Laguna de Duero. El 4% de los alumnos son inmigrantes escolarizados y minorías étnicas, que por lo general no presentan un desfase escolar muy acusado. Un 25% de los alumnos que llegan al instituto presentan fracaso escolar y dificultades en las áreas de conocimiento básicas [27].

Entre los problemas académicos destaca una baja cultura del esfuerzo y poco hábito de trabajo. Además, los rendimientos se ven repercutidos en los alumnos cuyos padres están recién divorciados o en trámites para ello, o cuando los padres están desempleados [27].

Para la realización de este experimento se disponía de dos opciones, 2º de Bachillerato y 3º de ESO. Se escogió 3º de ESO por varias razones:

- ❖ Solo se disponen de 2 h semanales de Física y Química, por lo que es difícil completar el temario, y más si se realizan actividades extra, como excursiones, laboratorios... Por lo que la realización de una práctica de laboratorio fuera del horario escolar podría ser una buena solución ante la disyuntiva de terminar el temario o realizar prácticas.
- ❖ Es una asignatura obligatoria, por lo que hay alumnos que pensando que su futuro está más relacionado con las ramas de Humanidades y Ciencias Sociales, creen que

no les sirve para nada la asignatura de física y química. Por lo que presentan una baja motivación que con actividades de este tipo se podría aumentar.

- ❖ En las clases de 2º de Bachillerato se puede observar la preocupación de los alumnos por la enorme cantidad de temario que necesitan aprender de cara a las pruebas de EBAU. Tienen mucho que estudiar, por lo general están estresados por llegar a la nota suficiente para entrar en los grados que les atraen y tienden a ver a todas las actividades extra como una pérdida de tiempo. Por ello se decidió descartar este grupo.

Por lo tanto, el grupo escogido fue 3º E, el segundo grupo dentro de 3º con peor nivel académico. Un grupo de 24 alumnos en el que pude dar clase y comprobar que los alumnos eran buenas personas, que había bastante gente con inquietudes y que no sabían, aún, qué era hacer una práctica de laboratorio.

Una vez que estuvo claro dónde se iba a plantear el experimento, el tutor de prácticas facilitó las calificaciones del primer y segundo trimestre de la clase, por lo que se hicieron unos histogramas para determinar el nivel de la clase y así poder adecuar la dificultad de la práctica a esa clase.

Se realizaron los histogramas como se pueden ver en las **gráficas 1 y 2** poniendo en abscisas las notas de 1 a 10 y en ordenadas el número de alumnos con dicha calificación.

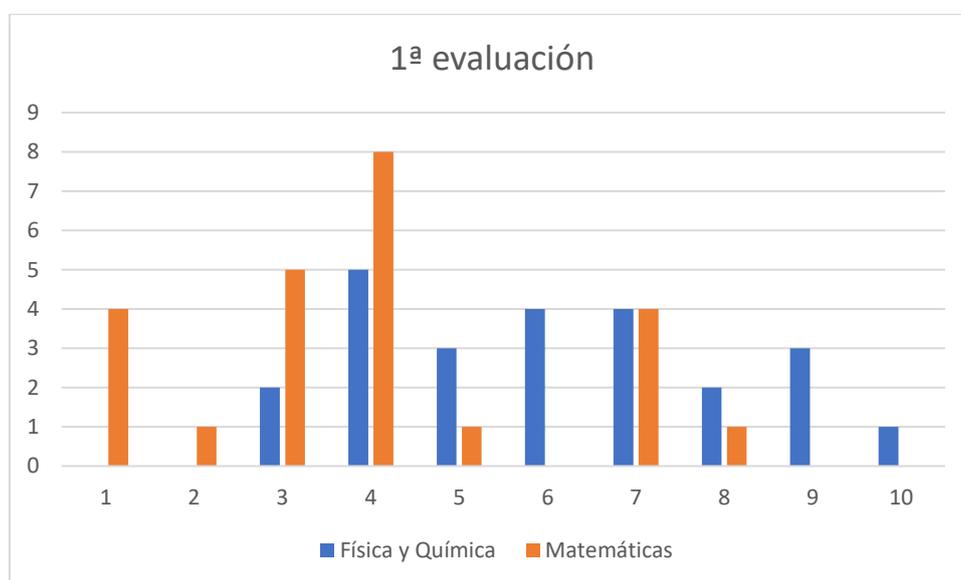


Gráfico 1. Notas de la primera evaluación.

En la primera evaluación de Física y Química los contenidos son bastante introductorios tratándose el método científico (notación científica, cambios de unidades...) y formulación

inorgánica, por lo que hay una carga bastante memorística. Es por ello que hay una diferencia notable con respecto a Matemáticas donde las notas son visiblemente más bajas.

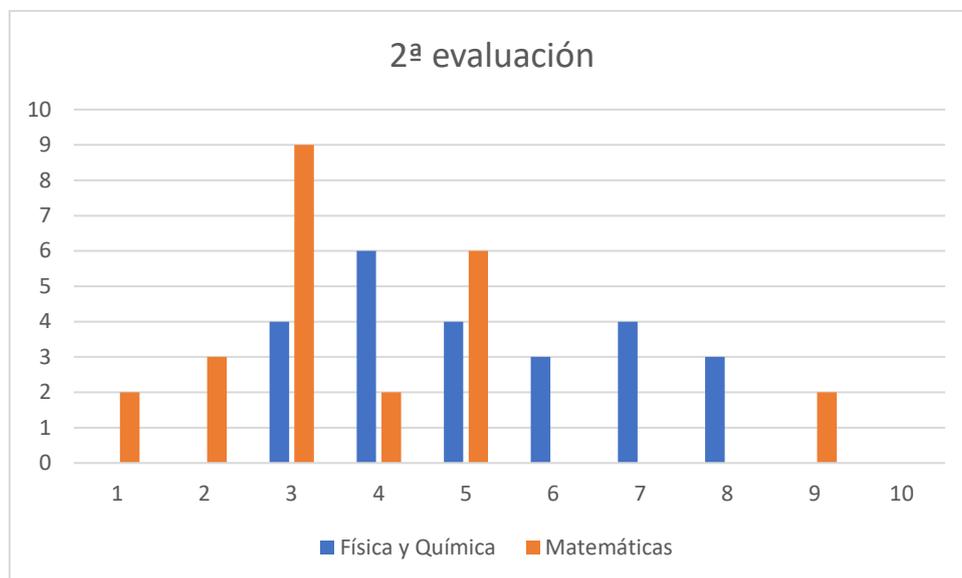


Gráfico 2. Notas de la segunda evaluación.

En la segunda evaluación es bastante habitual una pequeña bajada de nota respecto a la primera evaluación, ya que se relajan y bajan el ritmo. Sin embargo, la dificultad aumenta en las asignaturas teniendo que razonar y pensar más, ya que en Física y Química se dan los cambios físicos (cambios de estados, por ejemplo) y cambios químicos (reacciones químicas en general y de combustión en particular), adicionalmente empiezan a ajustar las reacciones químicas, aspecto que también se considera problemático en un primer instante debido a la abstracción necesaria para entenderlo.

Decidimos realizar con los alumnos un experimento muy sencillo que les puede ayudar a entender los conceptos básicos de la cinemática que ya estudiaron en 2º de ESO, porque este grupo demuestra una clara dificultad a la hora de comprender conceptos abstractos y que necesiten de cálculo numérico.

4.2. Diseño del experimento

Para la realización del experimento se plantearon 3 condiciones:

- Que se usasen materiales disponibles en cualquier casa, para no obligar a comprar algo muy específico, lo que podría desincentivar al alumno a la hora de hacer el experimento.

- Que fuese sencillo para que el alumno fuese capaz de realizarlo él solo, sin la supervisión de un adulto, fuera del horario escolar.
- Plantear una práctica con contenido adaptado al currículo.

Existen muchas prácticas que cumplen esos requerimientos, pero especialmente el experimento escogido: “Medir la velocidad media de un balón”, porque utiliza sólo tres materiales de fácil acceso, se realiza rápido, es segura y utiliza el balón como elemento lúdico hacia el que los alumnos tienen una predisposición positiva.

Materiales

Para la realización de esta práctica se necesitan solamente tres elementos, que además son de fácil acceso:

- Un smartphone con micrófono y la aplicación Phyphox instalada.
- Un balón.
- Un metro.

Descripción del experimento

Como se ha indicado anteriormente, el experimento se realiza fuera del horario escolar por los alumnos. Para ello, tienen que conseguir los materiales necesarios y encontrar un lugar donde no haya mucho ruido ambiente y haya una pared que pueda ser golpeada por el balón sin sufrir daño.



Imagen 1. Disposición para la práctica de una de las memorias obtenidas.

El fundamento de la práctica es sencillo, la velocidad media del balón es el espacio recorrido por la pelota entre el tiempo empleado.

$$v = \frac{\Delta e}{\Delta t}$$

Con el metro se mide la distancia entre el balón y la pared y con el smartphone obtenemos el tiempo que emplea el balón desde que es golpeado hasta que impacta en la pared.

Al chutar el balón se obtiene un pico de intensidad sonora en el micrófono y al golpear la pelota la pared se obtiene otro pico, el intervalo de tiempo entre los picos es el tiempo empleado por el balón para recorrer la distancia escogida, como se ve en el **gráfico 3**.

Para disminuir errores experimentales, conviene poner el smartphone en el punto medio entre el balón y la pared.

Posteriormente se exportan los datos de la aplicación al ordenador, en el que, con la ayuda de una hoja de cálculo (por ejemplo, Microsoft Excel), se realiza la gráfica de los datos, se mira el tiempo de ambos picos y obtenemos el intervalo de tiempo empleado al restarlos. Al situarse el teléfono móvil en el punto medio, los errores debidos al tiempo que tarda la onda sonora desde que se produce el golpe hasta llegar al dispositivo se minimizan, ya que el sesgo en la medida será de la misma magnitud en ambos picos. Además, de estar desviado 0,5 m de la distancia media el error sería de 2 ms, que en intervalos de 1 segundo es despreciable.

En este punto es posible que los alumnos no hayan utilizado ninguna hoja de cálculo, lo que les dificultaría la realización de esta práctica, por ello es necesario cerciorarse que se les ha explicado antes, o explicárselo antes de que tengan que realizar el experimento.

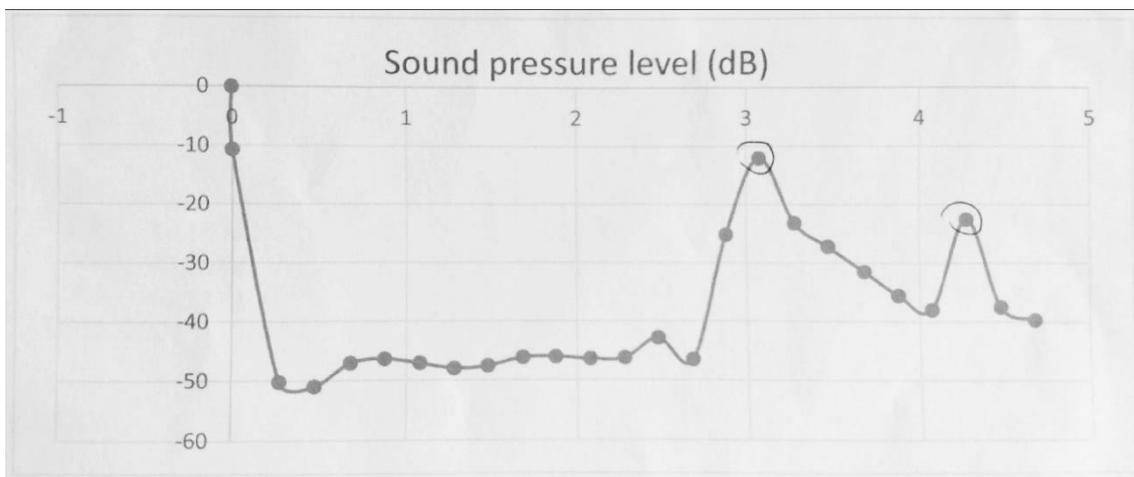


Gráfico 3. Gráfico de la intensidad sonora obtenido en una de las memorias de los alumnos.

Como se puede observar en el **gráfico 3**, la intensidad sale negativa, debido a que no se ha calibrado el sensor, ya que introducía dificultad añadida y porque no necesitamos los valores reales de intensidad en los golpes, sino únicamente saber la diferencia de tiempos entre los picos.

Finalmente se utiliza la fórmula de la velocidad media ($v = \frac{\Delta e}{\Delta t}$) y se obtiene el resultado.

4.3. Puesta en práctica

A los alumnos se les explicó en la pizarra todo el experimento que tenían que realizar, fundamento, procedimiento, objetivos, etc. para que así pudiesen preguntar las dudas e inquietudes que tuviesen. En esa misma clase, a la par que se explicaba el procedimiento se les entregó un guion con capturas de pantalla² para que cogieran apuntes encima si lo necesitaban, y que pudieran disponer de esa información en el momento que hiciesen la práctica.

Para que se viesen más motivados a la hora de realizar la práctica, propusimos hacer una pequeña competición que permitiese saber quién chuta el balón con mayor velocidad una vez entregasen los resultados. También se preguntó al alumnado si conocían Excel, y al ver la respuesta negativa se les hizo un pequeño resumen en la pantalla de cómo hacer una gráfica utilizando el proyector que hay en la clase.

La actividad se propuso para realizarse en parejas, ya que se consideró interesante que la actividad tuviese menos carga para cada alumno y que así, uno golpeaba el balón, y el otro controlaba el instrumento de medida que disponían, un smartphone. El trabajo en parejas parecía también más atractivo para los alumnos a la hora de ser realizado.

Al final de la explicación se les hizo hincapié en la importancia de la memoria que tenían que entregar y el modo de hacerla. Tenía que tener una foto del lugar, con el balón, un metro, etc. Además de una breve conclusión con el resultado, la distancia escogida, una opinión de la práctica, un comentario de las dificultades observadas, en definitiva, un feedback al experimentador sobre la situación vivida.

Me gustaría remarcar, que esta actividad no tenía una gran repercusión en la nota de los alumnos (de manera directa), ya que la experiencia se calificaba como el resto de las “actividades para casa”.

² El guion está adjunto en Anexos.

5. Resultados

En este apartado se van a analizar los resultados extraídos de las memorias entregadas por los alumnos, los obtenidos de las encuestas que se les realizaron y finalmente los del examen correspondiente a esta parte de física.

5.1. Resultados de las memorias de los alumnos

Los alumnos parecían muy interesados cuando se explicó la actividad, participaron bastantes preguntando o haciendo comentarios interesantes, y todos querían ser incluidos en el experimento como parejas de trabajo. Pero solamente 11 alumnos (de una clase de 24 estudiantes) entregaron la actividad una semana después de ser propuesta. Es decir, casi el 46 % de los alumnos de la clase.

La implicación de los alumnos no ha sido muy alta, con respecto a las expectativas que en un principio nos hicimos. Aun así, nos congratulamos de que un grupo bastante numeroso haya realizado correctamente la práctica, lo cual es una satisfacción, habida cuenta de la ausencia de una recompensa inmediata, lo que refleja el buen interés que los alumnos han demostrado hacia este tipo de prácticas.

Las 6 memorias obtenidas fueron llevadas a cabo por 5 parejas y un alumno que trabajó solo (a pesar del esfuerzo adicional que eso conllevaba).

La verdad es que me sorprendió positivamente sólo una de las memorias, que incluía todos los puntos pedidos y estaba bastante bien explicada. El resto de las memorias albergaban varios errores, el más frecuente fue expresar la velocidad con más de 5 cifras significativas decimales (algo curioso porque en los exámenes suelen pecar de redondear todo a números enteros o con un decimal), otro error (el más grave) fue no indicar las unidades de la velocidad.

En general se advierte cierta prisa en la elaboración de las memorias, lo que da lugar a un resultado bastante malo. Teniendo en cuenta que ésta es la primera vez que escriben una memoria, se debería haber dedicado un tiempo extra a enseñarles a realizar una memoria bien orientada, así como remarcar la importancia de las unidades y las cifras significativas al mostrar resultados numéricos de magnitudes físicas. Este es un elemento de planteamiento del trabajo que debe ser mejorado para sucesivas experiencias.

A continuación, se exponen las opiniones que los alumnos escribieron en sus memorias del experimento, en las que se pueden observar bastantes errores de escritura (ortográficos, gramaticales y de puntuación, que se han mantenido para ser fieles a su relato), lo que puede denotar una falta de madurez, consecuente con su edad:

“El experimento me ha parecido entretenido pero he tenido complicaciones a la hora de hacer la gráfica de Excel pero lo hemos podido hacer y eso está bastante bien a parte de que nos hemos divertido haciéndolo.”

“El experimento no ha sido muy difícil y ha sido interesante, el único problema es que no me iba el Excel, pero por lo demás ha sido interesante y entretenido. Además phyphox me ha parecido una app bastante entretenida con la que se pueden hacer mucha cosa.”

“El experimento ha sido bastante fácil y es bastante rápido de hacer mi compañero y yo tardamos aprox 5 mins.”

“Pensamos que el experimento ha sido fácil de hacer y no nos hemos perdido, nos ha costado abrir la app porque a veces nos daba error pero lo hemos pasado bien haciendo el experimento.”

“El experimento me pareció demasiado sencillo, no tenía mucha dificultad.”

“Me ha gustado la práctica ha sido fácil de hacer he tardado poco y hemos aprendido a medir velocidades.”

Las opiniones manifestadas en las memorias son bastante similares, abundan expresiones como “ha sido fácil de hacer”, “nos hemos divertido”, etc. por lo que la dificultad de la práctica ha parecido adecuada.

En tres de las memorias, los alumnos reflejaron las dificultades encontradas en la práctica, tres personas tuvieron problemas con Excel ya que tenían una versión diferente a la utilizada en el guion de prácticas y las gráficas se realizaban de forma distinta, y dos personas tuvieron problemas con la aplicación (Phyphox), que se les bloqueaba. En todos los casos los alumnos fueron capaces de sobreponerse a las dificultades y terminar la práctica con éxito.

En cuanto al aprendizaje, los alumnos han demostrado ser capaces de realizar gráficas con una hoja de cálculo, realizar una memoria de prácticas, y a medir la velocidad media de un objeto con un teléfono móvil. Lo que les ha permitido conectar los conocimientos académicos con situaciones y elementos cotidianos, cumpliendo de este modo la principal finalidad de este trabajo.

5.2. Resultados de las encuestas

Un mes más tarde de que se hubieran recogido las memorias se realizó una encuesta a toda la clase, en la que tanto los alumnos que participaron como los que no participaron (19 de 24) indicaban como “muy útil” la utilización de experimentos con el teléfono móvil para la enseñanza de la física.

Sin embargo, aquellos que no realizaron el experimento, no tienen criterio para opinar sobre si es útil o no este tipo de prácticas, lo que demuestra una posible falta de madurez del alumnado y la falta de experiencia del entrevistador al diseñar la encuesta, al no haber tenido en cuenta esta circunstancia.

Por ese motivo, se rediseñó la encuesta para formularla en dos partes, una para los que participaron y otra para los que no lo hicieron. Estas encuestas tienen el objeto de conocer cuánto les gusta la asignatura de física y química y si les resulta interesante, las razones por las que el alumno hizo o no hizo el experimento, saber si los alumnos que realizaron el experimento disfrutaron haciéndolo y/o si les ha motivado.

En primer lugar, se analizarán los resultados de las encuestas que realizaron los alumnos **que participaron en el experimento** propuesto en este trabajo:

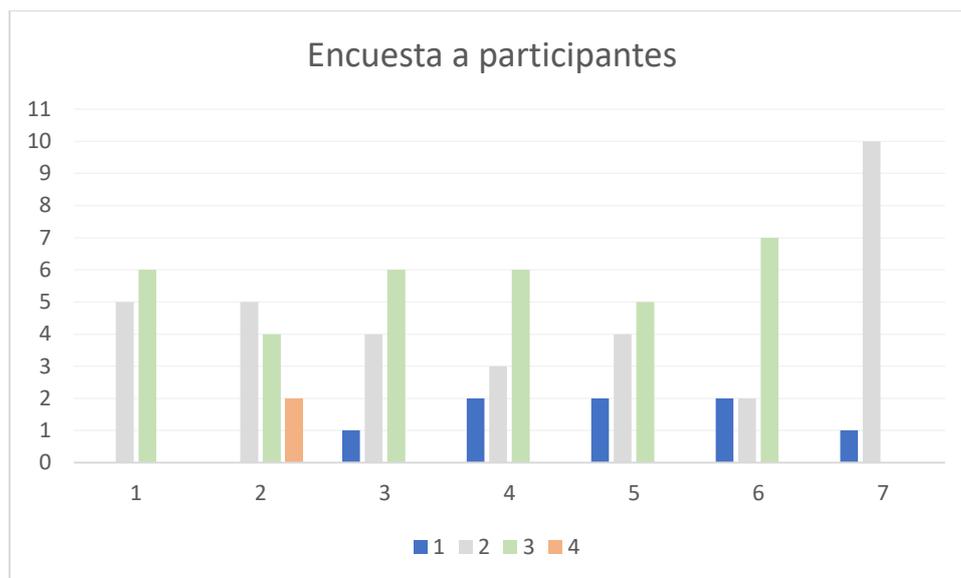


Gráfico 4. Representa el número de personas que ha respondido cada opción de respuesta en cada una de las siete preguntas.

En este gráfico se puede observar cómo los alumnos que realizaron el experimento son aquellos con interés por la asignatura, siendo dos los alumnos cuya asignatura favorita es la física y química, tal y como se puede deducir de las dos primeras preguntas.

De las preguntas 3, 4, 5 y 6 podemos extraer que la mayoría de los encuestados consideran que han aprendido mucho al realizar la práctica y que sería interesante realizar más experimentos de este tipo en cada curso, ya que se han visto más motivados al realizar esta práctica y la consideran interesante. La realización de más experimentos, a su vez, permite establecer con mayor precisión si hay una diferencia significativa en el rendimiento del alumno al llevar a cabo estos experimentos.

Finalmente, la última pregunta nos informa de que las actividades educativas, aunque sean lúdicas y con materiales normalmente utilizados para el ocio, prefieren realizarlas en el instituto. Este punto me pareció especialmente interesante, por lo que se decidió preguntar a algunos alumnos sobre esta cuestión para indagar las razones que les motiva a esta preferencia. Los cuatro alumnos preguntados indicaron en todos los casos que, de ser así los experimentos, se cambiaría una “clase aburrida de teoría”, por una lúdica actividad experimental. Algo que por supuesto es de su preferencia.

Por todo esto podemos confirmar que los alumnos que han realizado la práctica se han visto más motivados, y consideran que este tipo de prácticas les permite aprender de una forma más amena.

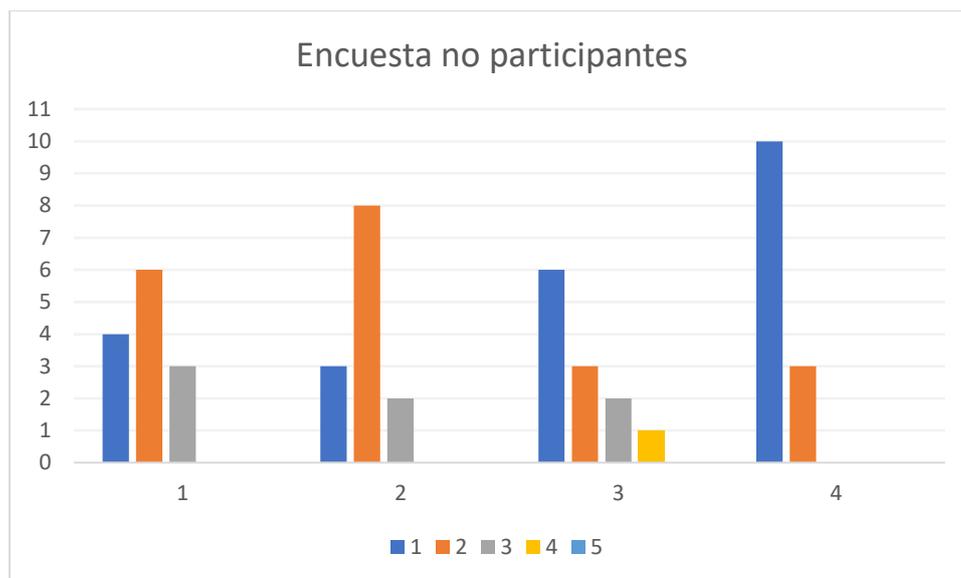


Gráfico 5. Representa el número de personas que ha respondido cada opción de respuesta en cada una de las cuatro preguntas.

Esta encuesta contiene las dos primeras preguntas exactamente iguales a la encuesta realizada a los alumnos que participaron en el proyecto. En este **gráfico 5** podemos observar en un primer vistazo la diferencia con respecto al gráfico anterior en las dos primeras preguntas, en este caso hay varios alumnos a los que no le interesa la asignatura de física y química, cosa que no sucedió en el grupo anterior, que siempre manifestó algún interés por pequeño que fuera. También encontramos que, en la segunda pregunta, ningún alumno ha declarado que la física y química fuera su asignatura preferida. Por lo que este grupo poblacional tiene un interés menor en la física y química.

La tercera pregunta refleja que la mayoría de los alumnos se han visto sin tiempo a la hora de realizar el experimento, que no se consiguió motivar a otra parte del alumnado, y que tres personas opinan que no se explicó lo suficientemente bien, o que parecía difícil de realizar. Esta circunstancia no es de extrañar en este grupo de alumnos, ya que cuando hay falta de interés, las dificultades siempre se ven mayores de lo que son en realidad.

Finalmente, muchos de los alumnos consideran que, si se hubiese propuesto realizarla en clase, aunque fuese de forma voluntaria, lo hubiesen realizado. Del mismo modo que en el grupo anterior, pregunté en el pasillo a algunos de estos alumnos y reflejaron, del mismo modo, que prefieren utilizar una clase teórica en realizar experimentos que en escuchar al profesor.

Por lo tanto, de estas encuestas se puede destacar que los participantes que más interés presentaban en la asignatura han participado en la actividad. Sin embargo, todos los que no se encontraban interesados previamente, no participaron en ella. Es decir, el interés con el

que parte el alumno es de suma importancia para la realización de este tipo de actividades extraordinarias, por lo que deducimos que dedicar un tiempo añadido a motivar al alumno antes de proponerles una actividad podría ser beneficioso para el resultado de la actividad misma. Para corroborar este extremo, se podría realizar otro experimento a partir de este conocimiento adquirido, pero esto excede del alcance de este proyecto.

5.3. Resultados del examen

En este apartado se estudiará si ha habido mejora en el aprendizaje de los alumnos gracias al experimento expuesto en este trabajo. Para medir esta mejora se utilizarán los resultados que los alumnos han obtenido en el examen de la tercera evaluación de física y química, concretamente las preguntas 1 y 2 que son relativas al movimiento rectilíneo uniforme.

Antes de evaluar si ha habido una diferencia notable entre los alumnos que realizaron la actividad y los que no lo hicieron se analizó si la muestra participante era representativa del total, realizando la media y la mediana de las poblaciones en las asignaturas de física y química y matemáticas obtenidas en la primera y segunda evaluación, así como un análisis gráfico de los histogramas presentados anteriormente en el apartado "Contexto".

Asimismo, con estos datos, se realizó un estudio comparativo de medias entre los participantes y los no participantes, para confirmar que la muestra participante es representativa del total.

El estudio realizado se denomina "Prueba t para para dos muestras", este análisis estadístico requiere conocer si las varianzas son iguales. Esta prueba fue realizada utilizando Microsoft Excel.

Veamos los histogramas a los que nos referimos:

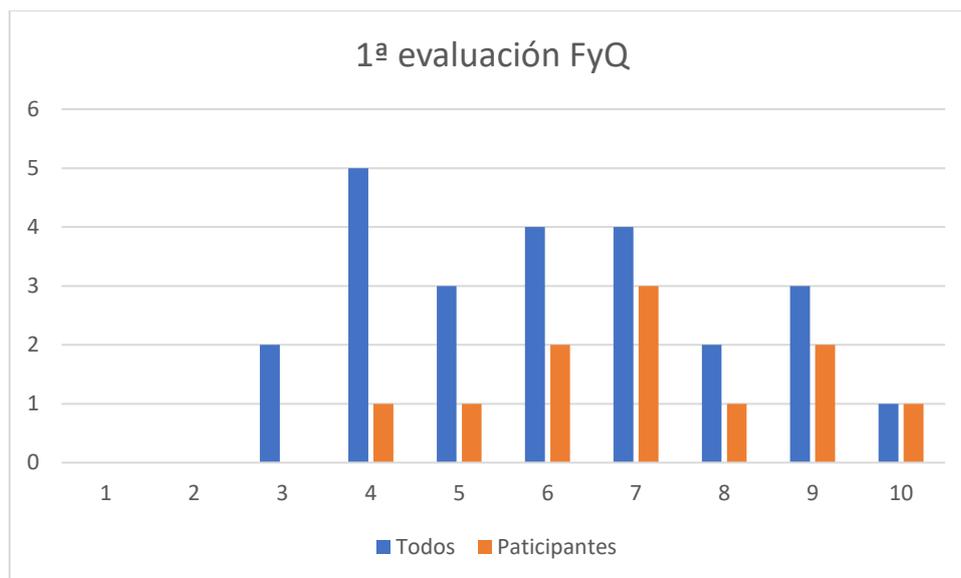


Gráfico 6. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la asignatura de Física y Química en la primera evaluación.

En el **gráfico 6** se percibe una media y mediana más alta en el conjunto de estudiantes que participaron en el experimento. Es decir, la media de los participantes es de 7,09 así como la mediana es 7, y la media global es de 6,08 y su mediana es de 6.

Con el objeto de saber si estadísticamente se confirma que las medias son diferentes entre la población de participantes y no participantes, se analizaron las varianzas mediante la prueba F para varianzas de dos muestras.

En este análisis se tomó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las poblaciones son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de éstas son distintas. El resultado es:

$$F_{calc} = 0,93$$

$$F_{crit} = 0,34$$

Como $F_{calc} > F_{crit}$

$F_{calc} = F$ calculada
 $F_{crit} = F$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las varianzas no son iguales.

Después se realizó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, tomándose como hipótesis nula (H_0) que las medias de las poblaciones son iguales, y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias no lo son. El resultado es:

$$t_{calc} = 2,46$$

$$t_{crit} = 2,07$$

Como $t_{calc} > t_{crit}$

$t_{calc} = t$ calculada

$t_{crit} = t$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las medias son distintas.

Como las medias no son iguales la población participante no se puede considerar representativa del conjunto de la clase.

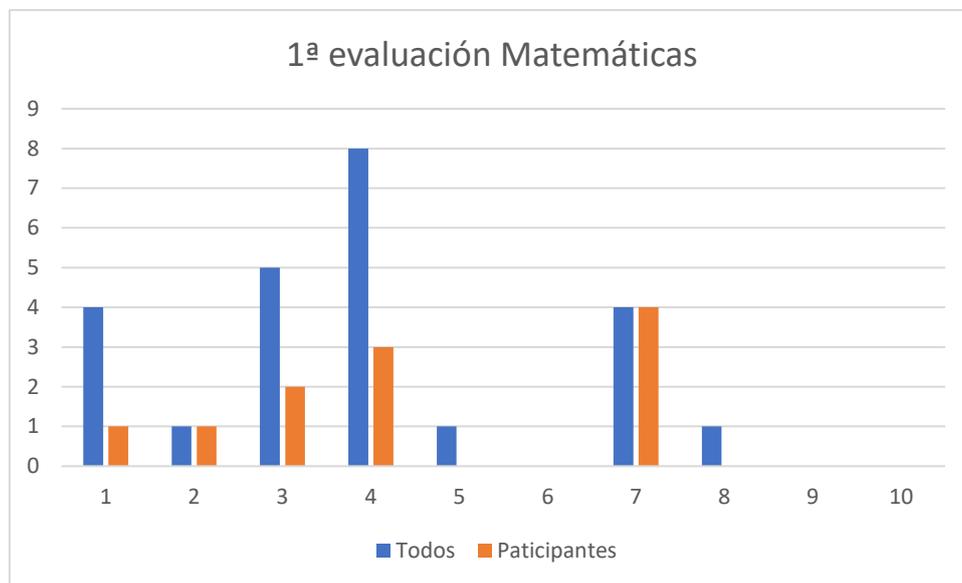


Gráfico 7. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la asignatura de Matemáticas en la primera evaluación.

Respecto de las calificaciones en matemáticas en el **gráfico 7** se puede observar que no existe una variación tan significativa en la media, la clase tuvo una media de 3,91 y los participantes una de 4,45. La mediana de los participantes coincide con la mediana de la clase, siendo éstas de un 4. Por lo que los participantes parecen ser representativos en este caso.

Con el objeto de saber si estadísticamente se confirma que las medias son iguales entre la población de participantes y no participantes, se analizaron las varianzas mediante la prueba F para varianzas de dos muestras.

En este análisis se tomó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las poblaciones son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de éstas son distintas. El resultado es:

$$F_{calc} = 1,35$$

$$F_{crit} = 2,75$$

Como $F_{calc} < F_{crit}$

$F_{calc} = F$ calculada

$F_{crit} = F$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_0 , es decir, las varianzas son iguales.

Después se realizó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales, tomándose como hipótesis nula (H_0) que las medias de las poblaciones son iguales, y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias no lo son. El resultado es:

$$t_{calc} = 1,18$$

$$t_{crit} = 2,07$$

Como $t_{calc} < t_{crit}$

$t_{calc} = t$ calculada

$t_{crit} = t$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_0 , es decir, las medias son iguales.

Por tanto, las notas de matemáticas obtenidas en el primer trimestre reflejan que el grupo participante se puede considerar representativo de la clase ya que las medias son iguales para la asignatura de matemáticas.

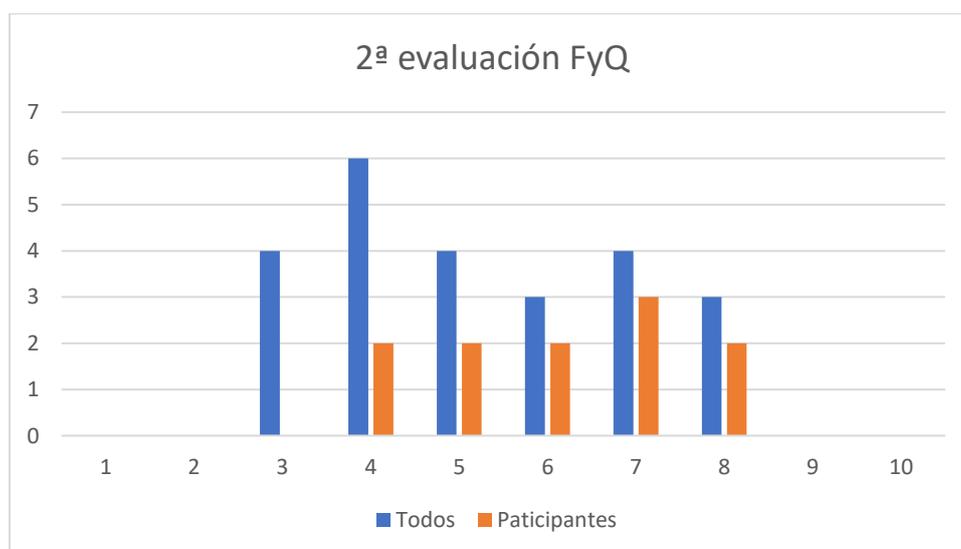


Gráfico 8. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la asignatura de Física y Química en la segunda evaluación.

En el **gráfico 8** de nuevo, en la asignatura de Física y Química en la segunda evaluación los participantes obtuvieron una media superior que la media global (6,09 frente a 5,25), la mediana de los participantes fue de 6 y la global de 5. Por lo que no parecen poblaciones con el mismo nivel académico.

Con el objeto de saber si estadísticamente se confirma que las medias son iguales entre la población de participantes y no participantes, se analizaron las varianzas mediante la prueba F para varianzas de dos muestras.

En este análisis se tomó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las poblaciones son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de éstas son distintas. El resultado es:

$$F_{calc} = 0,80$$

$$F_{crit} = 0,34$$

Como $F_{calc} > F_{crit}$

$F_{calc} = F$ calculada

$F_{crit} = F$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las varianzas no son iguales.

Después se realizó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, tomándose como hipótesis nula (H_0) que las medias de las poblaciones son iguales, y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias no lo son. El resultado es:

$$t_{calc} = 2,49$$

$$t_{crit} = 2,07$$

Como $t_{calc} > t_{crit}$

$t_{calc} = t$ calculada

$t_{crit} = t$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las medias son distintas.

Como las medias no son iguales la población participante no se puede considerar representativa del conjunto de la clase.

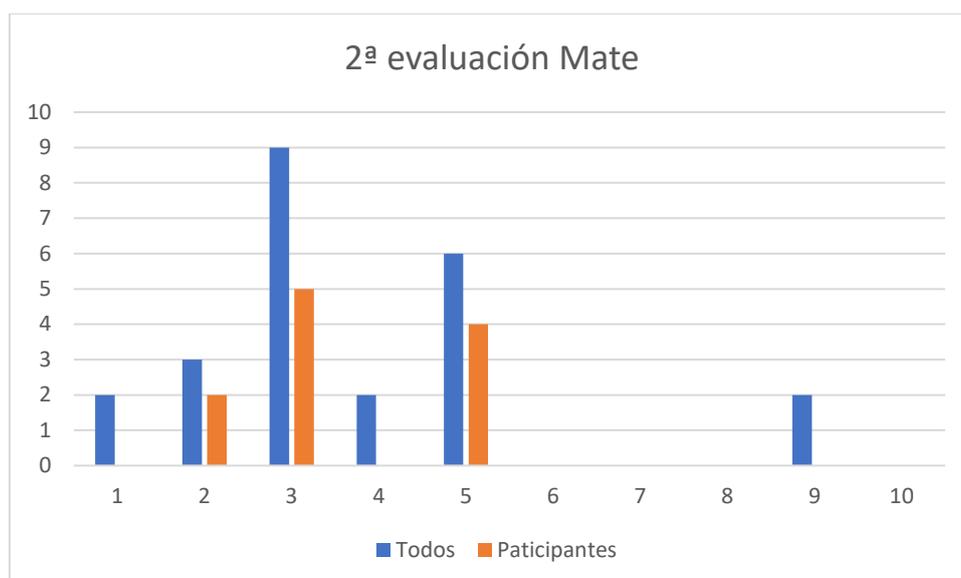


Gráfico 9. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la asignatura de Matemáticas en la segunda evaluación.

Finalmente, en el **grafico 9** se muestran los resultados que obtuvieron en la asignatura de Matemáticas durante la segunda evaluación. Las notas de los alumnos que participaron en el experimento obtuvieron como media un valor inferior al global de la clase (3,54 frente a 3,79) y las medianas obtenidas fueron iguales, de 3. La variación entre las medias parece muy baja, por lo que realizamos el mismo estudio estadístico que en los anteriores casos.

Con el objeto de saber si estadísticamente se confirma que las medias son iguales entre la población de participantes y no participantes, se analizaron las varianzas mediante la prueba F para varianzas de dos muestras.

En este análisis se tomó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las poblaciones son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de éstas son distintas. El resultado es:

$$F_{calc} = 0,22$$

$$F_{crit} = 0,34$$

$$F_{calc} = F \text{ calculada}$$

$$F_{crit} = F \text{ crítica cuyo valor está tabulado}$$

Como $F_{calc} < F_{crit}$

Se acepta H_0 , es decir, las varianzas son iguales.

Después se realizó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales, tomándose como hipótesis nula (H_0) que las medias de las poblaciones son iguales, y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias no lo son. El resultado es:

$$t_{calc} = -0,54$$

$$t_{crit} = 2,07$$

Como $t_{calc} < t_{crit}$

$t_{calc} = t_{calculada}$

$t_{crit} = t_{crítica}$ cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las medias no son distintas.

Como las medias son iguales la población participante se puede considerar representativa del conjunto de la clase.

A la vista de estos resultados se obtiene que en la asignatura de matemáticas se puede considerar la población de participantes representativa del total, en ambos trimestres, pero en la asignatura de física y química no ocurre en ningún caso.

Todas las medias y medianas están representadas en la **tabla 2**, permitiéndonos observar cómo los participantes tienen unas medias superiores en la mayoría de los casos, siendo especialmente significativas en la asignatura de Física y Química.

1ª evaluación						
Física y Química			Matemáticas			
	Todos	Participantes	No participantes	Todos	Participantes	No participantes
Media	6,08	7,09	5,23	3,91	4,45	3,46
Mediana	6	7	5	4	4	4
2ª evaluación						
Física y Química			Matemáticas			
	Todos	Participantes	No participantes	Todos	Participantes	No participantes
Media	5,25	6,09	4,53	3,79	3,54	4,00
Mediana	5	6	4	3	3	3

Tabla 2. Medias y Medianas de todos los alumnos, los participantes y los no participantes.

El examen de evaluación que los alumnos realizaron en el tercer trimestre tuvo lugar a finales de mayo, correspondiendo con la mitad del trimestre. Fue creado por el tutor del instituto, ya que el “Practicum” había concluido en abril. Este examen supuso la evaluación de la mitad de los contenidos expuestos³ en el bloque 3 titulado el Movimiento y las Fuerzas. El examen tuvo 5 preguntas, calificadas cada una con dos puntos, tres de ellas se debían a la parte de cinemática y dos al de dinámica. De las tres preguntas de cinemática, una era referida a aceleración por lo que no se tuvo en cuenta para el análisis de conocimientos adquiridos en este trabajo.

El tutor facilitó las calificaciones de cada alumno en las dos preguntas que se encuadran en los movimientos rectilíneos uniformes.

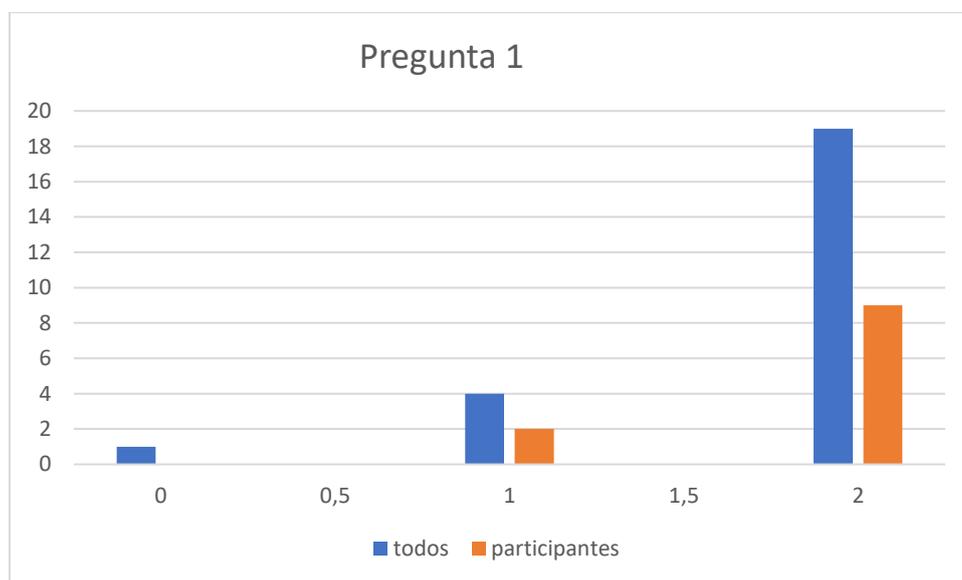


Gráfico 10. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la primera pregunta del examen de la tercera evaluación.

³ Detallados en la **Tabla 1**

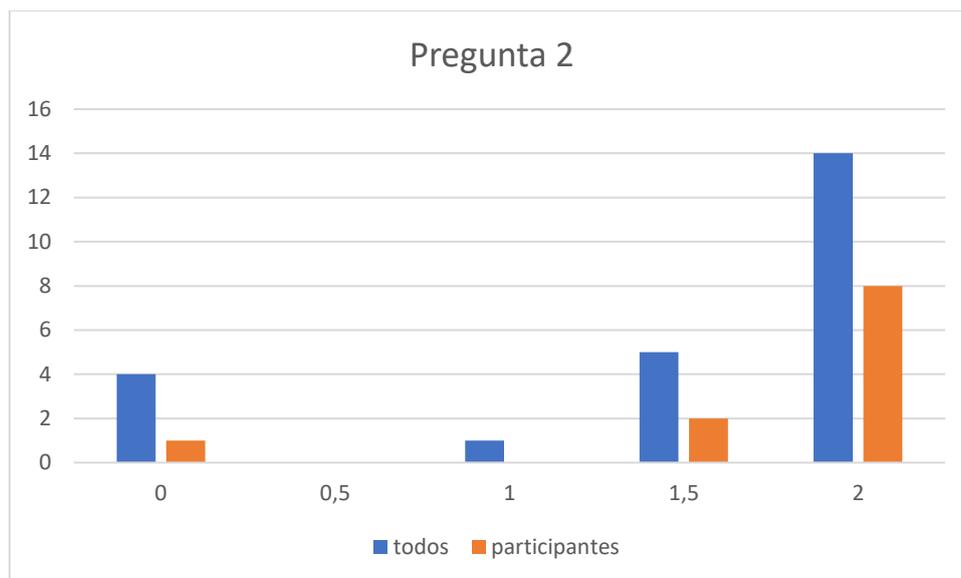


Gráfico 11. Número de alumnos que obtuvo cada nota de los participantes (naranja) y del total (azul), en la segunda pregunta del examen de la tercera evaluación.

A la vista de las **gráficas 10 y 11** se puede observar cómo la distribución de notas se aleja a la de una distribución normal. Parece que las preguntas están mal planteadas ya que no permiten discernir el conocimiento de los alumnos. Para comprobarlo se realizó un gráfico de correlación, de modo que en abscisas están las calificaciones obtenidas en la asignatura de física y química del segundo trimestre (que es aquel con mayor dificultad en el temario previo) y en ordenadas las notas de las preguntas 1 y 2 del examen del tercer trimestre. Las preguntas están calificadas sobre dos puntos, pero para poder compararlas con las notas previas de la primera y segunda evaluación se ha calculado su valor equivalente en una escala sobre 10. A estos valores se les denominó “Valores Normalizados”.

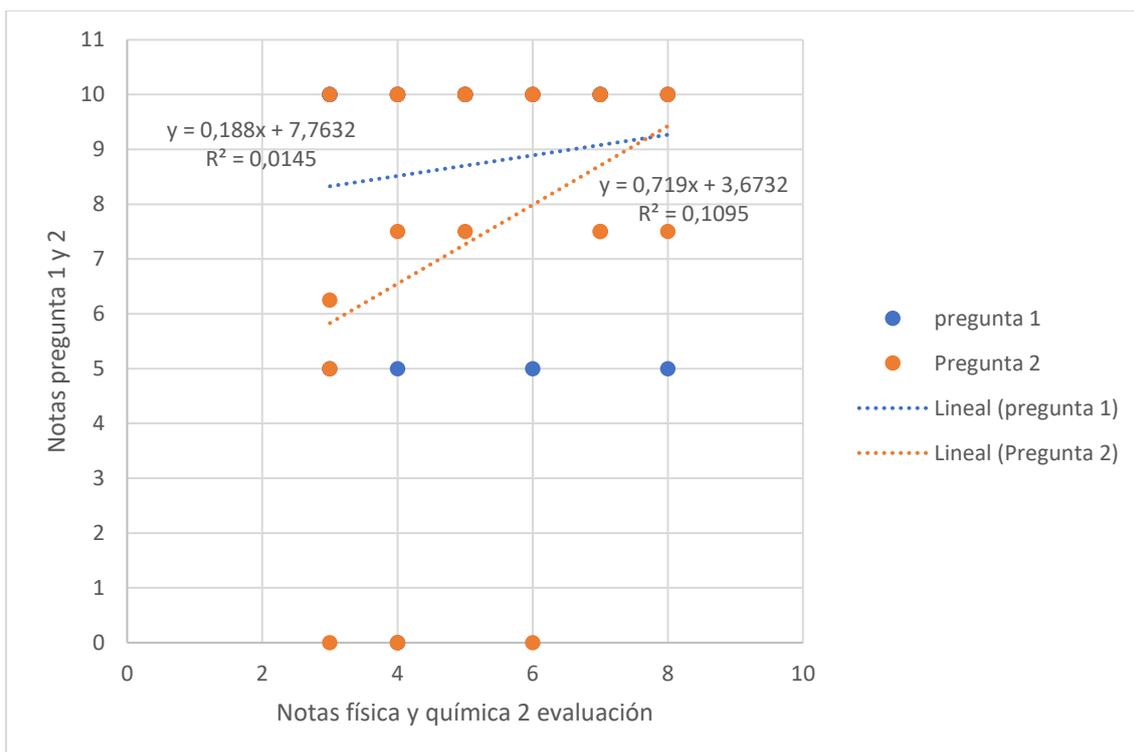


Gráfico 12. Correlación entre las notas de la pregunta 1 y 2 del examen y las notas globales del segundo trimestre.

En este **gráfico 12** se puede apreciar una nula correlación entre las preguntas del tercer trimestre y la calificación obtenida en el segundo trimestre. La correlación idélica implicaría que las notas estuviesen dispuestas en una recta con pendiente similar a 1. Sin embargo, se observan muchos dieces y muy pocas notas bajas.

Se realizaron las rectas por regresión a mínimos cuadrados, aun sabiendo que el resultado se veía sin ellas, para comprobar que la correlación es ínfima, como nos muestran los valores de “R²”, que se alejan mucho del valor de correlación máximo, el 1. De aquí se deduce que las preguntas están mal planteadas y no permiten distinguir alumnos con mayor y menor aprendizaje o comprensión.

Para hacer la comparación de la diferencia de notas entre la población de alumnos que participó en el experimento con la población que no lo hizo, se realiza la media de la calificación de las dos preguntas (una vez normalizadas) para hacer el estudio estadístico que nos permita saber si es significativa la diferencia de medias entre las poblaciones. Estos valores se denominarán “valores normalizados medios”.

	Calificaciones normalizadas medias del examen		
	Todos	Participantes	No participantes
Media	7,85	8,75	7,09
Mediana	9,38	10,00	8,75

Tabla 3. Calificación normalizada de las preguntas de cinemática del examen de la tercera evaluación.

Es evidente la diferencia de media y mediana entre participantes y no participantes, siendo los primeros aquellos que obtienen una media 1,66 puntos superior que el otro grupo poblacional. La diferencia de medianas, en este caso, es muy acusada ya que existen 1,25 puntos de diferencia entre poblaciones.

Con el objeto de saber si estadísticamente se confirma que las medias son iguales entre la población de participantes y no participantes, se analizaron las varianzas mediante la prueba F para varianzas de dos muestras.

En este análisis se tomó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las poblaciones son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de éstas son distintas. El resultado es:

$$F_{calc} = 0,48$$

$$F_{crit} = 0,34$$

Como $F_{calc} > F_{crit}$

$F_{calc} = F$ calculada

$F_{crit} = F$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las varianzas no son iguales.

Después se realizó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, tomándose como hipótesis nula (H_0) que las medias de las poblaciones son iguales, y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias no lo son. El resultado es:

$$t_{calc} = 1,40$$

$$t_{crit} = 2,08$$

Como $t_{calc} < t_{crit}$

$t_{calc} = t$ calculada

$t_{crit} = t$ crítica cuyo valor está tabulado

Se acepta H_1 , es decir, las medias no son distintas.

Todos estos análisis concuerdan en que las preguntas no han sido bien planteadas, ya que una gran cantidad de alumnos han obtenido calificación de 10, no existe correlación con el segundo trimestre y las medias entre los dos grupos poblacionales son iguales.

6. Conclusiones

Para concluir este trabajo y determinar si el estudio realizado confirma la hipótesis de partida, que se podría enunciar como “Los experimentos realizados con teléfonos móviles pueden mejorar tanto la motivación como el rendimiento en la asignatura de Física y Química” nos proponemos comparar los resultados obtenidos de los alumnos, tanto por las encuestas como por el examen de evaluación, con los resultados que habrían obtenido de no haber realizado el experimento. Sin embargo, esto no es posible, ya que han realizado el experimento y este hecho no se puede revertir, por lo que en su lugar utilizaremos los resultados de los alumnos que no han participado como muestra de control, comprobando si existe, o no, una diferencia entre ambos grupos.

Sin embargo, los resultados de las dos primeras preguntas del examen se muestran incapaces de discernir entre un excelente alumno y uno bueno, por lo que está mal planteado. Conclusión a la que se llega tras el análisis gráfico de correlación, así como al ver que las notas no adquieren una forma de distribución normal. Además, las medias entre los alumnos que participaron y la muestra de control son iguales (y muy altas) al realizar una prueba t para dos muestras.

Por ello el aprendizaje se tiene que valorar en vista a los resultados de las memorias y las encuestas. Los resultados de las memorias dejan entrever un aprendizaje claro ante la realización de gráficos en Excel, así como compañerismo y trabajo en equipo.

En las memorias los alumnos destacaron que la práctica ha sido divertida, así como sencilla de realizar. Y en las encuestas nos damos cuenta de cómo la falta de madurez, causada por su temprana edad, puede interferir en los resultados de la encuesta, así como la inexperiencia del entrevistador al diseñar la encuesta. Los resultados de la encuesta nos indican la importancia del interés en este tipo de actividades voluntarias, ya que son aquellos alumnos con más interés los que participan, alejándose del objetivo inicial de atraer a los alumnos que piensan que la física y química es teórica, abstracta y lejana de la realidad.

En vista de este resultado en la encuesta pudiera ser de interés proponer recompensas inmediatas al realizar el experimento, como una subida de nota, o alguna penalización en caso de no realizarlo, como una bajada de nota. También podría ser de interés dedicar tiempo a tratar que los alumnos se interesen por la asignatura, antes de realizar este tipo de actividades voluntarias o la realización de los experimentos en horario escolar, aunque en 3º de ESO es algo problemático al solo disponer de 2 horas semanales de clase.

A pesar de no haber podido completar el estudio debido a la falta de idoneidad de las preguntas propuestas, es posible que aun estando bien planteadas no se pudiera notar un

aumento en la calificación del grupo de participantes al realizar solo una actividad. Desde el principio del proyecto se trató de realizar otros experimentos, pero la situación en el instituto no lo propició. La parte de física se empezó a impartir al final del "Practicum", lo que imposibilitó la realización de más ensayos, y además, el tutor no creía en este tipo de experiencias que se salen del "libro" y menos al ser voluntarias en casa.

Otro de los problemas es la pequeña muestra poblacional de la que se ha dispuesto, que imposibilita la generalización de los resultados, así como la no homogeneidad de los participantes con respecto al resto de alumnos. En estudios posteriores, podría ser interesante forzar que los alumnos que participen sean homogéneos.

Por todo lo anterior, se puede concluir que la experiencia resultó motivadora e interesante para los alumnos a la vista de los resultados de las encuestas, pero la mejora del aprendizaje de los estudiantes no ha podido ser evaluada debido a que el examen estaba mal diseñado impidiendo la discriminación en función del conocimiento. Esto se suma a la realización de un solo experimento, lo que dificulta la observación de mejora en el aprendizaje y más cuando la muestra es de 24 alumnos, claramente insuficiente.

7. Bibliografía

1. Area, M. (2006). Veinte años de políticas institucionales para incorporar las tecnologías de la información y comunicación al sistema escolar. *Tecnologías para transformar la educación*. Madrid: Akal, 199-232.
2. Area Moreira, M., Alonso Cano, C., Correa Gorospe, J. M., Moral Pérez, M. E. D., Pablos Pons, J. D., Paredes Labra, J., ... & Valverde Berrocoso, J. (2014). Las políticas educativas TIC en España después del Programa Escuela 2.0: las tendencias que emergen. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13 (2), 11-34.
3. OCDE (2010). 1:1 en Educación. Prácticas actuales, evidencias del estudio comparativo internacional e implicaciones en políticas. Madrid instituto de Tecnologías Educativas. Disponible en:
http://www.ibertic.org/evaluacion/sites/default/files/biblioteca/28_1a1_en_educacion-ite_espana.pdf (Última vez visitado el 16/6/2019)
4. One Laptop per Child deployment guide (2011). Disponible en
http://wiki.laptop.org/images/1/1c/OLPC_Deployment_Guide_2011. (Última vez visitado el 16/6/2019)
5. Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
6. Sánchez-García, J. M., & Toledo-Morales, P. (2017). Tecnologías convergentes para la enseñanza: Realidad Aumentada, BYOD, Flipped Classroom. *Revista de Educación a Distancia*, (55).
7. Lewis, S., Pea, R., & Rosen, J. (2010). Beyond participation to co-creation of meaning: mobile social media in generative learning communities. *Social Science Information*, 49(3), 351-369.
8. Berth, M. (2006). Informal learning with mobile devices: Moblogging as learning resource. *Proceedings of The Informal Learning and Digital Media: Constructions, Contexts, Consequences*, 1-18.
9. Linnell, N., Bareiss, R., & Griss, M. (2012). Contextualized Mobile Support for Learning By Doing in the Real World. *Ubiquitous Learning Journal*.
10. Adams Becker, S., Freeman, A., Giesinger Hall, C., Cummins, M., and Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

11. Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., and Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
12. Alonso-Gordillo, D. (2013). *Re-Unir Repositorio Digital*. Ventajas y desventajas del trabajo práctico como recurso educativo para conseguir un aprendizaje significativo en la asignatura de Química en 2º de bachillerato. Disponible en: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1414>. (Última vez visitado el 16/6/2019)
13. Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35.
14. Dumas Carré, A., Furió-Mas, C., & Garrett, R. (1990). Formación inicial del profesorado de ciencias en Francia, Inglaterra y Gales y España: análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 274-281.
15. Vieyra, R., Vieyra, C., Jeanjacquot, P., Marti, A., & Monteiro, M. (2015). Turn your smartphone into a science laboratory. *The Science Teacher*, 82(9), 32.
16. Gil, S., & Di Laccio, J. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(1), 5.
17. Kuhn, J., & Vogt, P. (2015). Smartphones & Co. in physics education: effects of learning with new media experimental tools in acoustics. In *Multidisciplinary research on teaching and learning* (pp. 253-269). Palgrave Macmillan, London.
18. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
19. Vogt, P., Kuhn, J., & Neuschwander, D. (2014). Determining ball velocities with smartphones. *The Physics Teacher*, 52(6), 376-377.
20. Phyphox. Google Play Store. Disponible en: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.rwth_aachen.phyphox&hl=es (Última vez visitado el 16/6/2019)

21. Physics Toolbox Sensor Suit. Google Play Store. Disponible en: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=es_419 (Última vez visitado el 16/6/2019)
22. Sensor Mobile. Google Play Store. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sensor.mobile&hl=es> (Última vez visitado el 16/6/2019)
23. Pérez, R. C. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Avances en psicología latinoamericana*, 23(1), 43-61.
24. Manrique, C. R. C., & Puente, R. T. (1999). El constructivismo y sus implicancias en educación. *Educación*, 8(16), 217-244.
25. ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo en Castilla y León. Disponible en: <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2015/05/08/pdf/BOCYL-D-08052015-4.pdf> (Última vez visitado el 16/6/2019)
26. Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf> (Última vez visitado el 16/6/2019)
27. IES María Moliner. (2015). Proyecto Educativo. Disponible en: http://ies-mariamoliner.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_seccion=18 (Última vez visitado el 16/6/2019)

8. Anexos

8.1. Anexo I: La aplicación de phyphox

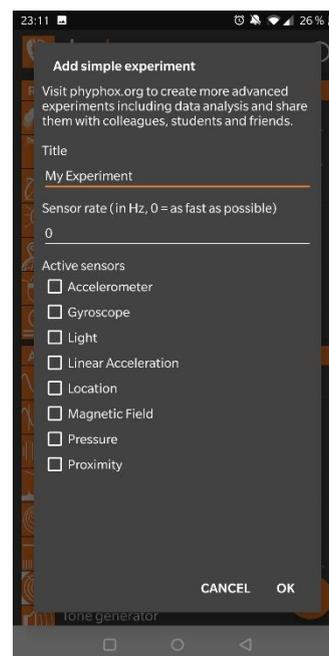
Menú principal:



Más opciones:



Añadir un experimento determinado:



8.2. Anexo II: El guion de prácticas

Guión de practicas

Materiales:

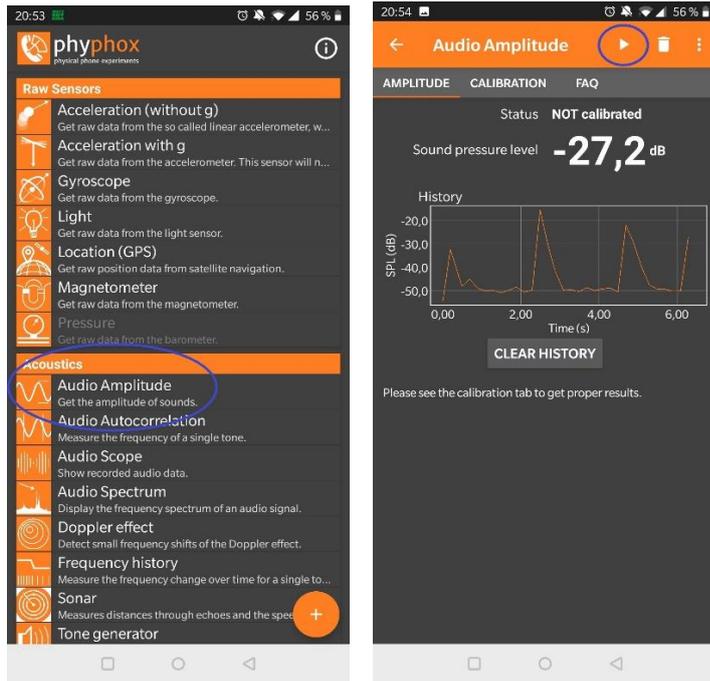
- ✚ Balón
- ✚ Metro
- ✚ Smartphone con la aplicación “phyphox”.

Procedimiento:

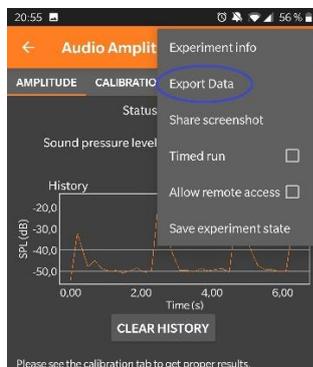
En primer lugar, encontrar un lugar sin mucho ruido con una pared a la que se pueda golpear con el balón.

Posteriormente medir con el metro una distancia de entre 3 y 5 metros. Una vez elegida (por ejemplo 4,32 m) anotar en un cuaderno.

Antes de golpear situar uno de los participantes en la distancia media entre el balón y la pared con el teléfono. Abrir la app, seleccionar “Audio Amplitude”, y cuando se esté preparado para golpear y en silencio, clicar en play y que la otra persona golpee el balón. Una vez que el balón ha golpeado la pared y se han registrado los picos (el primero con la patada y el segundo al chocar con la pared), parar pulsando la tecla pause. Antes de continuar con el experimento anotar los tiempos aproximados de los picos, ya que, si no, puede haber confusiones después. En vez de ello es conveniente dibujar en el cuaderno la forma de la gráfica señalando los picos de interés.

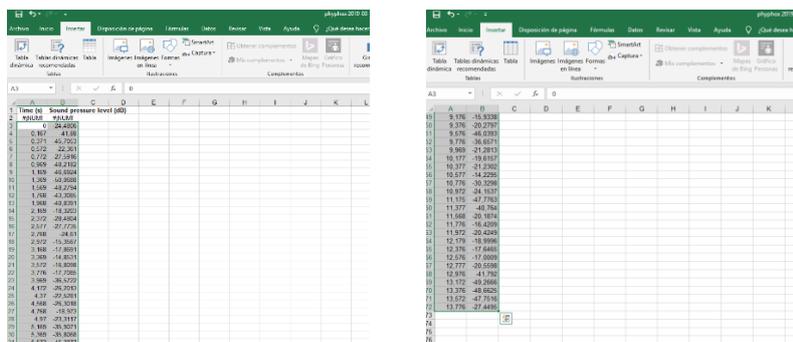


Una vez realizada la medición, haga clic en “export data”, posteriormente en Excel y enviar el archivo por email, whatsapp... o cualquier otra aplicación para recoger el archivo en el ordenador.

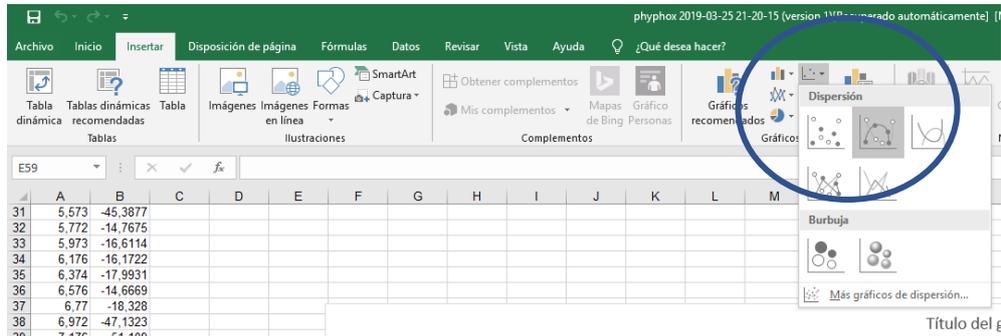


En el ordenador descargamos el archivo y lo abrimos con Excel.

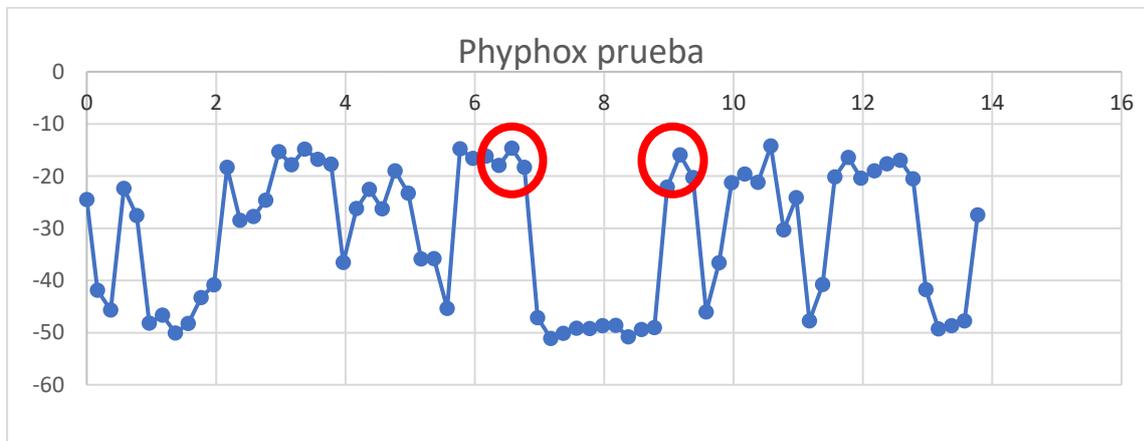
Seleccionamos los números de las dos primeras columnas.



Una vez seleccionados vamos a la pestaña de insertar, gráfico de dispersión con líneas suavizadas y marcadores.



Saldrá la gráfica que nos salía en la app, pero ahora podemos escoger exactamente los picos. Para saber los picos podemos posar el ratón en el marcador, y nos dice las coordenadas. Y las anotamos. Posteriormente ponemos el ratón en el segundo pico y nos da las coordenadas de éste, lo anotamos también.



En este caso: $t_1 = 6,576$ s; $t_2 = 9,176$ s

Realizamos la resta de tiempos y sustituimos los datos en la ecuación de velocidad ($v=e/t$) siendo **e**, el espacio medido con el metro y **t** el tiempo que hemos sacado de Excel. Es importante usar correctamente las unidades, no es lo mismo segundos que horas que centímetros o metros.

Una vez realizado el experimento con éxito hay que realizar una breve memoria que explique lo siguiente:

- Una foto del lugar con el metro, balón...

- Los metros escogidos
- La gráfica de Excel (se puede pasar a Word con CTR+C y CTR+V)
- Unas breves conclusiones sobre el experimento, velocidad obtenida, opinión, dificultad del experimento o problemas que se han tenido....

Cualquier duda, podéis contactar conmigo tanto por los pasillos, sala de profesores... como por mi email:

roberto.torre.garcia@alumnos.uva.es