



Universidad de Valladolid

Trabajo Fin de Máster

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

Especialidad de Tecnología e Informática

Diseño de actividades de aprendizaje basadas en dispositivos móviles personales

Autor:

D. Adrián Hernández Prieto

Tutor:

Dr. D. Miguel Ángel González Rebollo

Valladolid, 22 de Mayo de 2018

Agradecimientos

A Fernando Martín Velilla, mi tutor en el instituto durante las prácticas del máster en el instituto IES Parquesol, por acogerme durante el prácticum, y así recordar lo bonita que puede ser esta profesión cuando generas un buen clima en las clases, y por permitirme ir a otras clases para poder realizar este trabajo de fin de máster. Gracias a la etapa del prácticum ahora sí que quiero ser profesor de instituto.

A Cristina de la Fuente Sánchez y Ana Isabel Iglesias Gutiérrez por facilitarme todo lo posible la realización de este trabajo, por su amabilidad y por dejar que estuviera en sus clases sin ser yo alumno suyo de prácticas.

A Miguel Ángel González Rebollo por guiarme en este trabajo y por ponerme en contacto con Cristina y así aprovechar el prácticum para poner en práctica estas actividades.

A los profesores del máster porque a pesar de estar muchas veces hasta arriba de trabajos siempre me dieron alguna alternativa para poder seguir con el máster cuando no podía asistir a las clases.

A mi hermana Alba y a mis padres, por preocuparse de mí durante este tiempo y por ayudarme a desconectar en los momentos que más saturado estaba.

A los compañeros del máster, en especial a los del mus Laura, Rodrigo y Víctor, al resto de mi familia y amigos simplemente por estar ahí cuando necesito desconectar.

A todos vosotros muchas gracias.

Resumen

Actualmente en la vida cotidiana la tecnología juega un papel cada vez más importante. Los diferentes avances tecnológicos durante las últimas décadas han cambiado nuestra forma de hacer las cosas y acceder a la información. Uno de los avances que más han influido en este cambio de forma de vida ha sido la proliferación de los dispositivos móviles como los teléfonos móviles inteligentes y las denominadas tablets.

A día de hoy estos elementos cada vez están más presentes en el mundo educativo y en todos los niveles, desde primaria en adelante. Sin embargo su uso está destinado a seguir distintas aplicaciones educativas, como puede ser Kahoot! por ejemplo, y que sirven de apoyo en las clases normales. En este TFM buscamos utilizar los dispositivos móviles de una forma diferente, usándolos como instrumentos de medida ya que cuentan con una gran cantidad de sensores que recogen una gran cantidad de información. Accediendo a esos datos podremos diseñar distintas actividades que permitirán trasladar el entorno de aprendizaje a cualquier lugar porque nuestras herramientas serán los dispositivos móviles propios. Esto también permite una mayor creatividad al no tener que ceñirnos a las opciones que nos dé una aplicación móvil y al poder variar las condiciones en las que se realiza la actividad.

Abstract

Nowadays technology plays a greater role in our lives day by day. The different technological advances during the last decades have changed our lives and the way we access information. One of the most important advancements that has changed our everyday life has been the proliferation of smartphones and tablets.

Currently these devices are becoming more present in the education world, from elementary school to above. However, their use is mostly limited to educative apps, like Kahoot! for example, but in this TFM we will use these devices differently. For us, smartphones and tablets will be measuring instruments. These devices have a great number of sensors which give us access to lots of data, and so it allows us to expand the learning environment to wherever we want. Also, this give us the opportunity of being very creative with the experiments or activities because there is no longer a limitation within the app of what we can do or not, now the Smartphone or tablet is the measuring device and not the path we have to follow, and also this allow us to vary the conditions in which we do the experiments.

Introducción.....	5
Capítulo 1. Visión general y contexto de trabajo	7
1.1 Sensores de los dispositivos móviles	9
1.2 Requisitos de los dispositivos móviles para las actividades propuestas.....	11
Capítulo 2. Actividades realizadas	12
2.1 Medición de la velocidad a partir del sonido	13
2.1.1 Elementos necesarios por parte de los alumnos	14
2.1.2 Procedimiento.....	17
2.1.3 Realización de la actividad en el instituto	18
2.1.4 Resultado de la actividad.....	20
2.1.5 Variantes de la actividad.....	22
2.1.6 Interés pedagógico.....	22
2.1.7 Inconvenientes de la actividad.....	23
2.2 Reconocer la concentración de una disolución desconocida	24
2.2.1 Elementos necesarios por parte de los alumnos	27
2.2.2 Procedimiento.....	29
2.2.3 Realización de la actividad en el instituto	31
2.2.4 Resultados de la práctica	34
2.2.5 Variantes de la actividad.....	35
2.2.6 Interés pedagógico.....	36
2.2.7 Inconvenientes de la actividad.....	36
2.3 Punto de vista del alumnado	37
Capítulo 3. Futuras líneas de actuación	41
Capítulo 4. Conclusiones.....	45
Capítulo 5. Bibliografía	47
Capítulo 6. Anexos	51

Introducción

A la hora de hablar de la enseñanza en nuestras escuelas e institutos, uno de los puntos de debate en el que todas las partes están de acuerdo es en la necesidad de mantenerse a la vanguardia en la forma de enseñar en las clases. Las diferentes tecnologías que se han ido desarrollando durante las últimas décadas permiten enfocar y abordar distintos temas de contenidos desde un punto de vista muy diferente y que permiten asimilar y/o mostrar los distintos conocimientos de forma mucho más intuitiva y amena, tanto para el alumnado que aprende como para el docente que los enseña. Si bien es cierto que no en todas las materias nos es posible aplicar en la misma medida estas tecnologías a la hora de dar clase, siempre se pueden aplicar en cierta medida, permitiendo a los alumnos comprender conceptos que de la forma tradicional se aprenderían de forma más dificultosa.

Sin embargo, si nos fijamos en la mayoría de los centros vemos que muy poco ha variado en los últimos años. Las principales novedades, en el caso de materiales disponibles en los centros, son la presencia de un proyector y en algunos casos, pizarras digitales, y para el caso de los alumnos que hayan sustituido los libros de apuntes por tablets. Tanto las pizarras digitales como las tablets tienen un coste elevado afectando al presupuesto del centro y al presupuesto de las familias respectivamente con lo que en numerosas ocasiones no se puede disponer de estos medios por lo que se sigue dando clase como se ha hecho tradicionalmente, usando una pizarra y un libro de apuntes. Antes de todo hay que dejar claro que esto no es malo ni mucho menos, pero como dijimos antes, el uso de las nuevas tecnologías en ciertos ámbitos facilitará el aprendizaje del alumno en gran medida.

Es aquí donde entra en juego este proyecto de fin de máster, donde se busca diseñar una serie de actividades usando los dispositivos móviles, en concreto los smartphones que a día de hoy se encuentran tan extendidos en nuestra sociedad y que en un principio pueden pasar desapercibidos sin llegar a darnos cuenta de lo beneficiosos que pueden ser cuando se trata de aprender.

Las actividades que aquí se proponen están basadas en el principio BYOD (Bring your own device) o BYOT (Bring your own technology), por el que los trabajadores y estudiantes llevan sus propios dispositivos móviles al centro de trabajo o centro educativo, respectivamente y trabajan de manera individual o colaborativa haciendo uso de ellos.

Las ventajas de usar la filosofía BYOD son numerosas, como por ejemplo que permiten sacar el entorno educativo a cualquier parte, no es necesario encontrarse en un centro educativo para poder realizar estas actividades. Al estar usando cada uno su propio dispositivo se pueden realizar experimentos y mediciones en cualquier momento y lugar, bajo condiciones muy variadas fomentando la autonomía en el aprendizaje y la curiosidad en el alumno.

Además, utilizando estos dispositivos se pueden hacer clases más dinámicas basadas en la experimentación, ya sea personal o trabajando en equipo sobre los conceptos enseñados en clase. Durante este máster nos han mostrado estudios en los que se refleja que la probabilidad de asimilación de un concepto es mucho más alta cuando se “estudia y se hace” que cuando se “estudia solamente”. Por tanto, la aplicación y/o

experimentación posterior asentará los conceptos más firmemente en los alumnos porque transformamos una actividad principalmente teórica en práctica.

Esta forma de aprender mediante experimentos o pequeñas prácticas es muy importante en las asignaturas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) o CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en castellano. Quitando la asignatura de tecnología, donde es común realizar diferentes prácticas a lo largo del curso, para el resto de asignaturas lo más corriente es que tengan un carácter teórico en la etapa de secundaria. Las disciplinas STEM tienen un claro enfoque aplicado por ello la clave está en cómo se aprende y cómo se aplica ese conocimiento a la vida real. El uso de los dispositivos móviles en las aulas abre un mundo para el diseño de actividades prácticas en estas disciplinas que de otra forma no se podrían hacer.

Finalmente, otro aspecto positivo que tiene el uso de los dispositivos móviles en el ámbito escolar es que permiten sobreponerse a la falta de medios específicos que pueda tener un centro escolar. Las actividades se fundamentan sobre los dispositivos propios de los estudiantes, no sobre las características del centro con lo cual las actividades diseñadas de esta forma se pueden extrapolar a otros centros sin problema. Desaparece el problema material para la realización de experimentos.

Un cambio de mentalidad que haga ver los smartphones, por ser el dispositivo móvil por excelencia y ser el más extendido entre los jóvenes, como herramientas de medición de datos y de trabajo puede abrir nuevas posibilidades en cuanto a actividades que se realicen en una materia.

Vistas estas ventajas, los objetivos principales de este trabajo de fin de master los podemos resumir en:

- Diseñar actividades donde la herramienta principal de trabajo sea un dispositivo móvil.
- Buscar nuevas formas de realizar actividades educativas mediante el uso de dispositivos móviles para que el entorno educativo este mas desligado de las instalaciones disponibles que tenga cada centro.
- Incorporar actividades novedosas al mundo escolar
- Comprobar que el uso de dispositivos móviles en el aula es beneficioso para el alumno. Este punto lo comprobaremos mediante la observación en el desarrollo de las prácticas y con una encuesta que se les realizará tras las prácticas que aquí se proponen.

Capítulo 1.

**Visión general y contexto de
trabajo**

El centro en el que se llevaron a cabo las actividades propuestas en este trabajo de fin de máster fue el IES Parquesol, un instituto del barrio de Parquesol de Valladolid y es uno de los tres institutos que hay en el barrio, junto con el IES Julián Marías y el IES Jiménez Lozano, siendo el IES Parquesol el más antiguo de los tres. Su oferta educativa es de cuatro líneas de ESO y Bachillerato, no ofrece ningún tipo de ciclo formativo. Desde hace unos años también se ofrece enseñanza bilingüe en francés.



Foto 1. Entrada del IES Parquesol

Cuenta con dos salas de informática, laboratorio de física y química y un aula taller de tecnología como zonas donde potencialmente se pueden diseñar actividades de tipo laboratorio como las que se plantean en este trabajo.

A día de hoy, en la gran mayoría de los institutos, los dispositivos móviles personales están prohibidos mediante los reglamentos de régimen interno de los centros, excluyendo claro está el caso en que los alumnos usen una tablet en lugar de un libro de texto, pero esta es la única excepción. Cualquier otro tipo de dispositivo no está permitido, y en concreto los teléfonos móviles y/o smartphones. Estos elementos están asociados a distracciones continuas por parte del alumnado y por consiguiente con unos resultados pobres, con lo cual no se permite su uso. Si bien es verdad que un uso irresponsable va a tener efectos negativos hay que decir que lo mismo ocurre con cualquier tipo de dispositivo. A día de hoy es impensable que un instituto prohíba los ordenadores por poner un ejemplo. Lo que pretendo hacer entender con esto es que no solo porque su uso pueda ser irresponsable se debe apartar si nos puede beneficiar, y es por esto por lo que en lugar de prohibir los smartphones debería regularse su uso. Claro está, para el caso comentado antes en que los alumnos usen tablet en las aulas ya se pueden beneficiar de las ventajas que ofrecen los dispositivos móviles y realizar las actividades que aquí se proponen, si bien es cierto que en algunos casos puede resultar más complicado por el mayor tamaño de las tablets.

En España no existe ninguna ley que los prohíba ni que regule su uso, dejando a elección del centro cómo actuar frente a ellos, pero como acabamos de decir en la gran mayoría están prohibidos. En otros países como Francia, a partir del año 2018, llevar un

teléfono móvil a un colegio o un instituto estará prohibido hasta la edad de 15 años por el Ministerio de Educación francés, incluyendo todo el horario escolar, es decir, incluyendo recreos y comedores.

A pesar que en cuanto a las normativas internas normalmente la posición es claramente contraria hacia el uso de los móviles, cada vez proliferan mas los cursos de formación para profesores destinados al uso y diseño de actividades usándolos, y no solo en materias relacionadas con los móviles como puedan ser la tecnología y las TIC. Su uso va destinado principalmente para un uso en laboratorio, pero también se pueden realizar experimentos más sencillos en otros sitios como el patio o el aula.

En cuanto al IES Parquesol, su posición frente a los teléfonos móviles es la siguiente:

Artículo 50: conductas contrarias a las normas de convivencia en el centro:

- Punto 8. Con respecto a los teléfonos móviles:
 1. No está permitido traer teléfonos móviles al centro. Si algún alumno contraviniera esta norma, su teléfono móvil quedará retenido en Jefatura de Estudios hasta que sus padres lo reclamen personalmente. En caso de reincidencia, el alumno podrá ser objeto de medidas correctoras de mayor alcance.
 2. Si existieran circunstancias excepcionales que pudieran justificar el uso de un móvil por parte de un alumno, éste o sus padres deberán notificarlo previamente al jefe de estudios quien autorizará su uso si procediera.
 3. La comunicación con el exterior se realizará, como viene siendo habitual, a través de las Conserjes del Centro.

Por tanto, y por el artículo 50.8, apartado 1 el uso del teléfono móvil queda prohibido en el IES Parquesol.

A mi llegada al centro ya estaba planeado el uso del móvil en distintas actividades gracias a que dos profesoras del centro, Ana Isabel Iglesias Gutiérrez y Cristina de la Fuente Sánchez del departamento de Física y Química, se encontraban realizando uno de estos cursos de formación docente. La dirección del centro permitió que para esta ocasión se usaran los teléfonos móviles durante las horas de clase en las aulas en sus clases cuando ellas lo considerasen oportuno.

1.1 Sensores de los dispositivos móviles

Las actividades más habituales realizadas en los centros utilizando los dispositivos móviles son mediante aplicaciones o programas a los que accedemos bien sea por internet o a través de una aplicación específica que nos da un camino a seguir. Un ejemplo de estos programas pueden ser los cuestionarios tipo Kahoot!, Socrative, Google Classroom, etc. Estas actividades son muy útiles para otras facetas de la enseñanza pero están limitadas por la capacidad del dispositivo, el cual puede no ser compatible en el caso de necesitar una aplicación específica para su uso, y porque las aplicaciones tienen un camino determinado, tienes un margen de maniobra sobre una serie de opciones pero no se puede variar su funcionamiento. Lo que aquí buscamos es darle un enfoque distinto, usando el dispositivo móvil como herramienta de medición y toma de datos. La razón es que teniendo acceso a la gran cantidad de sensores que

tienen estos dispositivos, más en concreto los smartphones, no nos influyen las versiones de software u otros factores similares. Tendremos los datos que el móvil sea capaz de medir, usaremos el móvil como laboratorio

Las características de los smartphones son muy variadas y a medida que han ido pasando los años la cantidad de sensores que tiene ha ido creciendo.

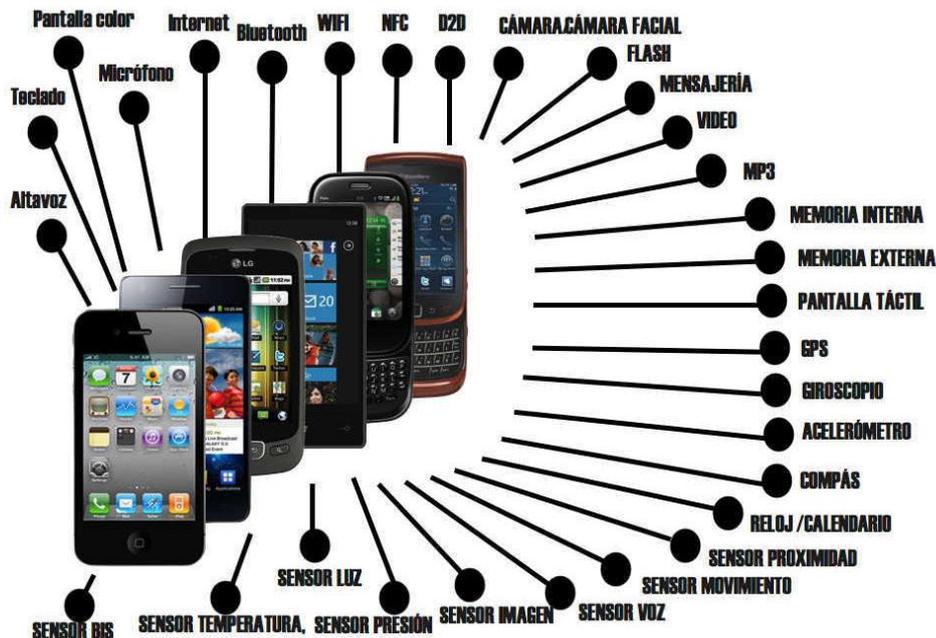


Ilustración 1. Sensores en los smartphones

De todos los sensores que puede tener un teléfono móvil, se busca que las actividades estén diseñadas de forma compatible con cualquier tipo de dispositivo, es decir, no es necesario tener un móvil de última generación para realizar las mediciones necesarias. De entre los sensores que pueden llegar a tener un móvil destacamos los siguientes, que son los que pueden dar juego en el ámbito escolar:

- **Acelerómetro:** como su nombre indica este sensor mide la aceleración del dispositivo en los tres ejes coordenados. Este sensor es de tipo MEMS (micro electromecánicos) y se basa en condensador compuesto una placa metálica fija y otra móvil enfrentada y un material dieléctrico. La distancia que hay entre las placas cambia con el movimiento del teléfono produciéndose en una variación de la capacidad del condensador, la cual se traduce en los valores de aceleración. Este dispositivo se suele usar para la orientación de la pantalla.
- **Giroscopio:** este sensor también es de tipo MEMS pero en este caso el cambio de capacidad del condensador se produce por el desplazamiento de una masa integrada en él. Como antes, estos cambios en la capacidad se traducen en velocidad angular del dispositivo.
- **Barómetro:** formado por una cavidad pequeña en la que hay un gas herméticamente cerrado. La parte superior de esta cavidad tiene una membrana que cambiara de forma de acorde a la presión ambiente. Esta membrana tiene unos resistores que con el cambio de forma varían su resistencia y que podemos relacionar con los cambios de presión.

- Cámara: mediante la cámara se obtiene una imagen del entorno que al transformarla al formato digital contiene la información sobre los colores que forman cada punto de la misma, y a la que podremos acceder a través de diferentes aplicaciones. A mayor resolución mayor cantidad de información.
- Micrófono: está compuesto por una membrana conductora que vibra cuando con las ondas sonoras y por un plato perforado conductor detrás de la membrana. La vibración de la membrana provocará un cambio en la diferencia de potencial entre ambos que se asociarán con el sonido, siendo de mayor intensidad a mayor diferencia de potencial.

En último lugar, aclarar que como el dispositivo móvil se mueve en las tres dimensiones, así que los valores de aceleración y velocidad de giro adquieren tendrán valor positivo o negativos según los sentidos que aparecen en la siguiente ilustración.

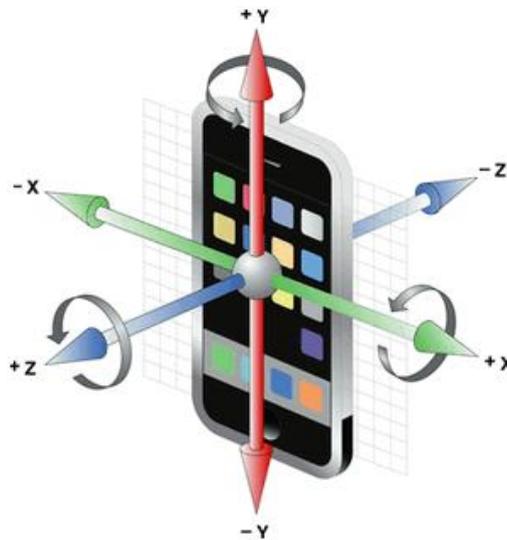


Ilustración 2. Sentidos positivos de las coordenadas de aceleración y giro

1.2 Requisitos de los dispositivos móviles para las actividades propuestas.

Para acceder a estos sensores usaremos distintas aplicaciones dependiendo de los datos que nos hagan falta para la actividad que se va a realizar y el tipo de sistema operativo de nuestro dispositivo móvil (Android e iOS por ser los que cubren la inmensa mayoría del mercado). Impondremos como característica imprescindible y necesaria que la aplicación sea gratuita. Buscaremos que la aplicación nos de acceso al mayor número de sensores posible, aunque no los utilicemos en estas actividades, para que los alumnos se tengan que familiarizar con la menor cantidad de aplicaciones y también porque los dispositivos móviles que utilizarán pueden ser de todo tipo, y en muchos casos serán antiguos al ser el primer teléfono que tengan, por lo que el espacio de almacenamiento es limitado. Es por esto que cuantas menos aplicaciones se necesiten será mejor, evitando instalar y desinstalar aplicaciones dependiendo del experimento que estén realizando.

Capítulo 2.

Actividades realizadas

Las actividades que se han realizado en el IES Parquesol durante la duración del prácticum del máster han sido la medición de una velocidad a partir del sonido y la determinación de la concentración de una disolución desconocida. De todos los sensores mencionados anteriormente, se usará la cámara para la actividad de determinar la concentración de una disolución desconocida, y el micrófono para la actividad de medición de una velocidad. Estas actividades aparecen detalladas a continuación.

2.1 Medición de la velocidad a partir del sonido

En esta actividad se busca que los alumnos sean capaces de medir la velocidad a la que se desplaza un objeto golpeado mediante la medición de los sonidos usando un dispositivo móvil. La actividad está enmarcada dentro del curso de Física y Química de 2º de ESO, dentro del bloque 3: el movimiento y las fuerzas, según la Orden EDU 362/2015, aunque también se podría plantear en otros cursos. El objetivo es que los alumnos sean capaces de medir una velocidad y apliquen los conocimientos adquiridos en clase a un problema real.

Bloque 3. El movimiento y las fuerzas		
<p>El movimiento. Posición. Trayectoria. Desplazamiento. Velocidad media e instantánea. M.R.U. Gráficas posición tiempo (x-t). Fuerzas. Efectos. Ley de Hooke. Fuerza de la gravedad. Peso de los cuerpos. Máquinas simples.</p>	<p>1. Establecer la velocidad de un cuerpo como la relación entre el desplazamiento y el tiempo invertido en recorrerlo. Diferenciar espacio recorrido y desplazamiento y velocidad media e instantánea. Hacer uso de representaciones gráficas posición-tiempo para realizar cálculos en problemas cotidianos.</p> <p>2. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.</p> <p>3. Valorar la utilidad de las máquinas simples en la transformación de un movimiento en otro diferente, y la reducción de la fuerza aplicada necesaria.</p> <p>4. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos. Diferenciar entre masa y peso y comprobar experimentalmente su relación en el laboratorio.</p>	<p>1.1. Determina, experimentalmente o a través de aplicaciones informáticas, la velocidad media de un cuerpo interpretando el resultado.</p> <p>1.2. Realiza cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad.</p> <p>2.1. En situaciones de la vida cotidiana, identifica las fuerzas que intervienen y las relaciona con sus correspondientes efectos en la deformación o en la alteración del estado de movimiento de un cuerpo.</p> <p>2.2. Establece la relación entre el alargamiento producido en un muelle y las fuerzas que han producido esos alargamientos, describiendo el material a utilizar y el procedimiento a seguir para ello y poder comprobarlo experimentalmente.</p> <p>2.3. Describe la utilidad del dinamómetro para medir la fuerza elástica y registra los resultados en tablas y representaciones gráficas expresando el resultado experimental en unidades en el Sistema Internacional.</p> <p>3.1. Interpreta el funcionamiento de máquinas mecánicas simples considerando la fuerza y la distancia al eje de giro y realiza cálculos sencillos sobre el efecto multiplicador de la fuerza producido por estas máquinas.</p> <p>4.1 Distingue entre masa y peso calculando el valor de la aceleración de la gravedad a partir de la relación entre ambas magnitudes.</p>

Ilustración 3. ORDEN EDU-589-2016, currículo de física y química de 2º de ESO, bloque 3

Se trata de una experiencia muy sencilla, de ahí que se plantee para el curso de 2º de ESO, en la cual se va a medir la velocidad entre dos puntos de un objeto a partir del sonido que provoca al chocar en dos puntos o a ser golpeado. Como todos sabemos la velocidad es:

$$Velocidad = \frac{espacio}{tiempo}$$

Cuando medimos una velocidad de forma experimental, los errores en los resultados van a estar provocados por errores en la medición del tiempo en la práctica totalidad de los casos. Para mediciones con valores de tiempo elevados los errores son menores porque una pequeña variación afecta poco al resultado final. Pongamos como ejemplo que queremos medir la velocidad con la que un ascensor baja desde un tercero hasta la planta baja. En este supuesto el tiempo que tarda en recorrer la distancia la podríamos medir con un cronómetro perfectamente porque el tiempo que tardará está en el orden de los segundos, un error de décimas de segundo no tendrá mucha importancia sobre el resultado final. Sin embargo, si quisiéramos medir la velocidad con la que chutamos un balón contra una pared a una distancia pequeña, como será uno de los casos propuestos a los alumnos, el tiempo transcurrido será tan corto que no seremos capaces de hacerlo con un cronómetro. Necesitamos medir el tiempo con mayor precisión para tener un valor real de la velocidad del disparo, y aquí es donde entra el sonido.

Usando el micrófono del dispositivo móvil grabaremos los sonidos de los dos impactos y obtendremos una gráfica en la que podremos medir el tiempo transcurrido de forma precisa. Buscaremos la forma de obtener la gráfica intensidad-tiempo de forma sencilla mediante distintas aplicaciones, intentando que la genera automáticamente el dispositivo móvil por la edad de los alumnos con los que se hace la práctica, que todavía no tienen los conocimientos necesarios para poder generarla a partir de otros datos que pueda facilitarnos el dispositivo móvil.

2.1.1 Elementos necesarios por parte de los alumnos

Como se ha comentado en el apartado anterior se trata de una actividad muy sencilla que se puede realizar en el exterior (patio) donde no haya mucho ruido que nos pueda distorsionar las mediciones. Los elementos necesarios para la realización de este experimento son:

- **Un dispositivo móvil:** sirve cualquier tipo de dispositivo sin importar el tamaño que tenga. Para la medición del sonido podemos cualquier aplicación que permita mostrar una gráfica entre la intensidad del sonido y el tiempo. De todas las posibles se han trabajado con las tres siguientes:
 - o **Physics Toolbox Sensor Suite:** esta aplicación está disponible tanto para dispositivos Android como para iOS pero como comentamos en la práctica del cálculo de una concentración en una disolución desconocida en su versión gratuita para el sistema iOS carece de las funciones necesarias para esta actividad. En su versión para Android tenemos acceso a un sonómetro que nos da una gráfica en tiempo real en la pantalla del dispositivo móvil y nos saca un fichero .csv con los datos de intensidad y tiempo que se han medido.



Ilustración 4. Icono de la aplicación Physics Toolbox Sensor Suite

- Phyphox: esta aplicación está disponible para dispositivos Android e iOS, pero con el pequeño inconveniente que es en inglés, aunque no supone mucho problema porque en el menú aparecen iconos que permiten encontrar el sonómetro sin gran dificultad.



Ilustración 5. Icono de la aplicación PhyPhox en Google Play (Android)

- AudiA: esta aplicación está solamente disponible para dispositivos Android y fue desarrollada como objeto de un proyecto de fin de carrera en la Universidad de Valladolid. Nos permite hacer estudios sobre las propiedades de los sonidos. Se graban los sonidos y se obtiene una gráfica por pantalla a posteriori de la grabación, así como un archivo a .csv (hay otros pero este es el que nos interesaría para un análisis más exhaustivo).



Ilustración 6. Icono de la aplicación AudiA

De todas las anteriores se utilizó la aplicación AudiA porque es la que permitía ver de forma más clara la gráfica intensidad-tiempo. No es tan intuitiva para encontrar donde se hace la medición, pero el resultado final es el mejor de las tres aplicaciones, teniendo los picos de intensidad más definidos.

Para obtener los datos se debe ir al apartado de herramientas y luego a la grabadora de sonido. Una vez ahí seleccionamos el fichero csv (en caso que queramos obtener los datos numéricos de toda la grabación) y le damos al símbolo del micrófono, iniciando la grabación.



Ilustración 7. Interfaz AudiA

Una vez acabada nos aparecerá una gráfica de la intensidad del sonido grabado. En esta aplicación en particular no se puede grabar la gráfica como tal pero si los datos que la componen. Para el nivel para el que va destinada esta actividad el tener que crear la gráfica a partir del archivo .csv es complicado por lo que deberán hacer una captura de pantalla de la gráfica final. Sobre la imagen guardada realizarán las mediciones pertinentes.

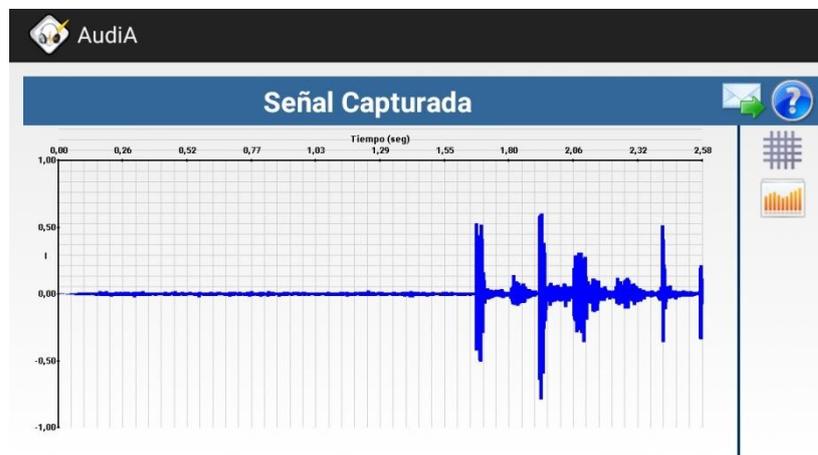


Ilustración 8. Gráfica intensidad-tiempo capturada por AudiA

- **Un balón:** en realidad puede servir cualquier objeto al que puedan golpear y/o que emita ruido al chocar contra una superficie, por lo que valdría cualquier tipo de pelota. Se recomienda un balón porque el golpeo con el pie y su rebote contra una pared produce un buen sonido. Una pelota de ping pong por ejemplo tiene un sonido mucho menos intenso con lo que puede ser más difícil de escuchar en nuestro caso, además que al lanzarlo con la mano solo tendríamos el ruido del

rebote. Al final de esta actividad se plantean otras variantes para realizar esta actividad, pero en esta ocasión proponemos el balón porque es la que menos material requiere y produce un sonido lo suficientemente intenso.

2.1.2 Procedimiento

Esta actividad tiene lugar en cualquier recinto donde se pueda realizar una medición con poco ruido ambiente y esté permitido golpear un balón u cualquier otro objeto. Tal y como se comentó al principio de esta actividad, estamos tratando con los alumnos de 2º de ESO en la asignatura de física y química, durante el periodo del curso en el que se estén explicando la parte del movimiento.

La actividad comenzará en el aula, idealmente en la última parte de la clase previa a la sesión en la que se va a realizar la actividad, pidiendo que calculen de forma práctica una velocidad utilizando los medios que se les ocurran, que salvo sorpresa serán un reloj o cronómetro para medir el tiempo y una regla para calcular la distancia. El docente planteará dos casos, uno en el que se pueda medir sin problemas la velocidad y otro en el que sea muy complicado.

Por ejemplo, para el caso de la medición de la velocidad con cronómetro se puede medir la velocidad de un alumno al ir de un punto a otro de la clase. En esta ocasión los resultados obtenidos por el resto de la clase deberán ser muy parejos porque los errores en la medición del tiempo serán poco significativos. Estamos hablando de tiempos en el orden de segundos.

En el segundo caso usamos un vaso, de cristal preferentemente, y un bolígrafo o cualquier otro objeto que moveremos dentro del vaso a modo de campana. Daremos dos “campanadas” y les pediremos que midan la velocidad del objeto que hace badajo. En esta ocasión los resultados que obtendrán deberían variar mucho porque el tiempo que transcurre desde que el badajo toca un lado de la campana hasta el otro está en el orden de las décimas de segundo y por tanto es muy difícil medir la velocidad con precisión.

Estos dos casos son meras propuestas, cualquier tipo de situación donde se den los dos casos anteriores pueden sustituir a las que aquí se mencionan perfectamente.

Tras las mediciones se piden los valores que han calculado haciendo ver la gran variación de resultados y la complejidad para medir la velocidad en el caso de la campana. Es ahora cuando se plantea el sonido como forma para medir la velocidad en estos casos y se les explica la actividad que harán en la clase siguiente y el material necesario.

El día de la puesta en práctica se les explica el funcionamiento de la aplicación móvil (AudiA en nuestro caso) viendo qué datos proporciona tras las mediciones y se divide la clase en grupos de dos como mínimo. Después se ira con los alumnos a la zona donde se vayan a hacer las mediciones (patio, pabellón,...) y se pasara a las mediciones. Recordar que ahora será necesaria una cinta métrica para saber las distancias desde las cuales se va a chutar el balón.

Una vez finalizada la parte anterior se pide a los alumnos que calculen las velocidades en cada caso y que entreguen una pequeña memoria con los datos de la práctica. Para la

medición del tiempo deben establecer el valor que tiene cada cuadrado de la gráfica porque la escala de tiempos dependerá de cada medición.

2.1.3 Realización de la actividad en el instituto

En esta actividad se trabajó con los alumnos de 2º de ESO del instituto IES Parquesol del curso 2017/2018, en la asignatura de física y química. En esta clase asisten un total de 25 alumnos y a se agruparon de tres en tres, siendo ellos mismos los que formaron los grupos y durante toda la práctica no fue necesario hacer ningún cambio.

2.1.3.1 Modo de trabajo

De las partes mencionadas anteriormente, solo se estuvo presente en la sesión en la que se iban a realizar las mediciones. Ya se les había hablado sobre las aplicaciones del móvil que podían usar y además de la parte de medición de sonido también se les enseñó otra aplicación con la que medían la aceleración de la gravedad, pero no la usaron para hacer ningún experimento más que el ver las mediciones que hacía según la posición del móvil y cómo se le mueva.

Tras esto se bajó a la clase al patio del instituto para que realizasen las mediciones y se volvió a explicar lo que se tenía que hacer y se ayudó a interpretar las gráficas que daba la aplicación móvil.

No todos los alumnos tenían balones, que es con lo que mejor salían los datos, y algunos grupos tenían pelotas de ping pong así que se hizo una pequeña adaptación del experimento para estos casos. Se hacía rebotar la pelota sobre la pared y luego sobre el suelo, midiendo la distancia recorrida con una cinta métrica para poder hacer el cálculo de la velocidad. Aun así todos los grupos realizaron varias mediciones con el balón porque es cuando mejor salen las gráficas.

Había también pelotas de tenis y se planteó que para otra vez se puede usar una raqueta de pádel para hacer las mediciones, cualquiera otra raqueta valdría pero nuevamente es la que más sonido produce en el golpeo.

Después de todo esto se pidió a los alumnos que entregaran un pequeño documento con los resultados obtenidos, pudiendo hacer otro tipo de mediciones en su tiempo libre si quisieran.

2.1.3.2 Incidencias durante las prácticas

1. **Comportamiento:** juntar alumnos de 2º de ESO con balones y teléfonos móviles en un patio provoca múltiples distracciones. En muchas ocasiones se tuvo que llamar la atención a los alumnos porque se lo tomaban como si fuera un recreo. Se llegó a amenazar incluso con volver al aula sin llegar a hacer las mediciones por este motivo. Durante la actividad se estuvo pendiente de que los alumnos se dedicaran a hacer la práctica en vez de a jugar y es una tarea que para un profesor solo puede ser muy complicada al tener un espacio tan grande que controlar.

Como posible solución se plantea hacer estas mediciones durante un pequeño periodo de una clase de educación física, siempre con la aprobación del profesor de la asignatura claro está, aprovechando que las mediciones se pueden hacer en

poco tiempo y que la duración de una sesión de educación física son dos horas. De esta forma el mismo grupo de alumnos está controlado por dos profesores.

En caso de haber solo un profesor la solución que se propone es tener solo un balón para las mediciones, de forma que es el docente quien organiza todo, pero con el inconveniente de que se tarda mucho más tiempo en tener las mediciones.

2. **Ruido ambiente:** el día que se hicieron las mediciones había aire con lo que las gráficas salían peor de lo esperado. Los picos de intensidad no eran todo lo claros que se esperaban en muchas de las mediciones. A esto hay que sumar que si las personas que haya cerca no están en silencio la gráfica resultaba ilegible. Era necesario que tanto los miembros del grupo como los de los grupos más próximos no hiciesen ruido ni estuvieran haciendo mediciones porque el sonido del golpeo/rebote de un grupo próximo también aparecería en la gráfica.
3. **Configuración del lugar donde se hacen las mediciones:** el patio donde se hizo la práctica es el que aparece en la imagen inferior.

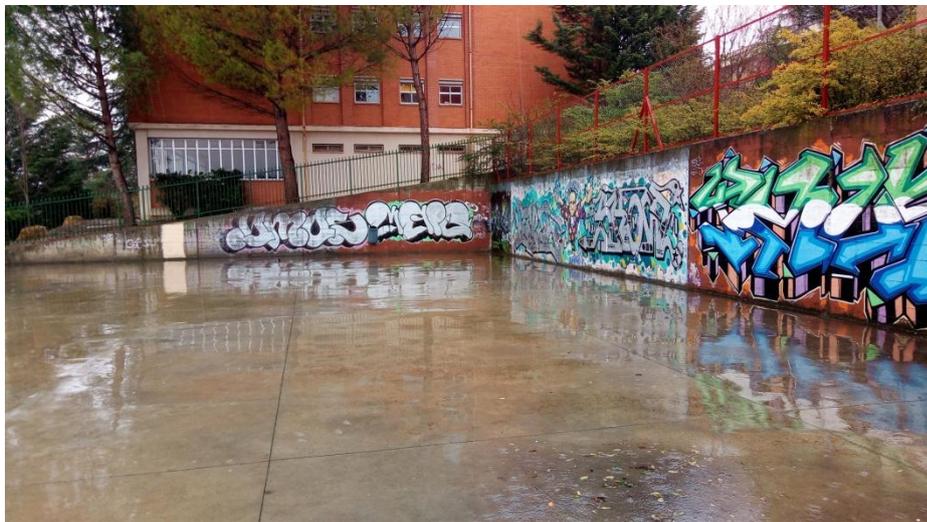


Ilustración 9. Patio del IES Parquesol donde se realizó la actividad

El balón se chutaba sobre la pared de la derecha y como se ve en el fondo hay otra pared. Las mediciones que se hacían cerca del fondo se veían afectadas por el rebote del sonido en el fondo del patio apareciendo tres o más picos en las gráficas. Este fenómeno es beneficioso y perjudicial a la vez porque da pie a explicárselo a los alumnos y que en futuras mediciones lo tengan en cuenta a la hora de elegir el espacio donde van a hacer el experimento, pero hace que tener unos resultados aceptables cuando se hace en el instituto sea más complicado.

4. **Sensibilidad del teléfono:** como con todas las actividades en las que se usan dispositivos móviles, estamos condicionados por la calidad de los componentes y sensores del mismo. Hubo un caso que no había forma de sacar una gráfica en condiciones, ya fuera porque tenía una sensibilidad muy alta o porque tuviera un problema el micrófono. Esto se solucionó usando otro móvil.
5. **Entregas:** en este caso en concreto solo uno de los alumnos entregó un documento con los resultados obtenidos a tiempo, el resto no entregó nada. Hubo que insistirles en que presentaran o entregaran el trabajo. Esto se puede corregir haciendo este trabajo calificable, que en nuestro caso no lo era.

2.1.4 Resultado de la actividad

Como se ha destacado en el apartado de incidencias, las entregas fueron tardías y variadas a pesar de la sencillez de la misma. Podemos diferenciar dos casos, uno en donde se consigue una gráfica muy correcta y clara con la que realizar el cálculo de la velocidad y otro en el que la gráfica si tiene picos claros pero no son únicos, sino que se mantienen durante un cierto tiempo, que son los que nos salieron el día que se llevó a cabo. A continuación se pueden observar ambos casos.

En la primera se trata de una medición del caso del balón de futbol, apareciendo los dos picos del golpeo y del rebote contra la pared, y en la segunda es un caso particular en donde se probó con una pelota de ping pong haciéndola rebotar en tres sitios. Este tipo de gráficas se obtuvieron en condiciones muy controladas, por ejemplo las pruebas de preparación de la práctica, por lo que es muy complicado que salga algo similar durante el desarrollo de la actividad con los alumnos.

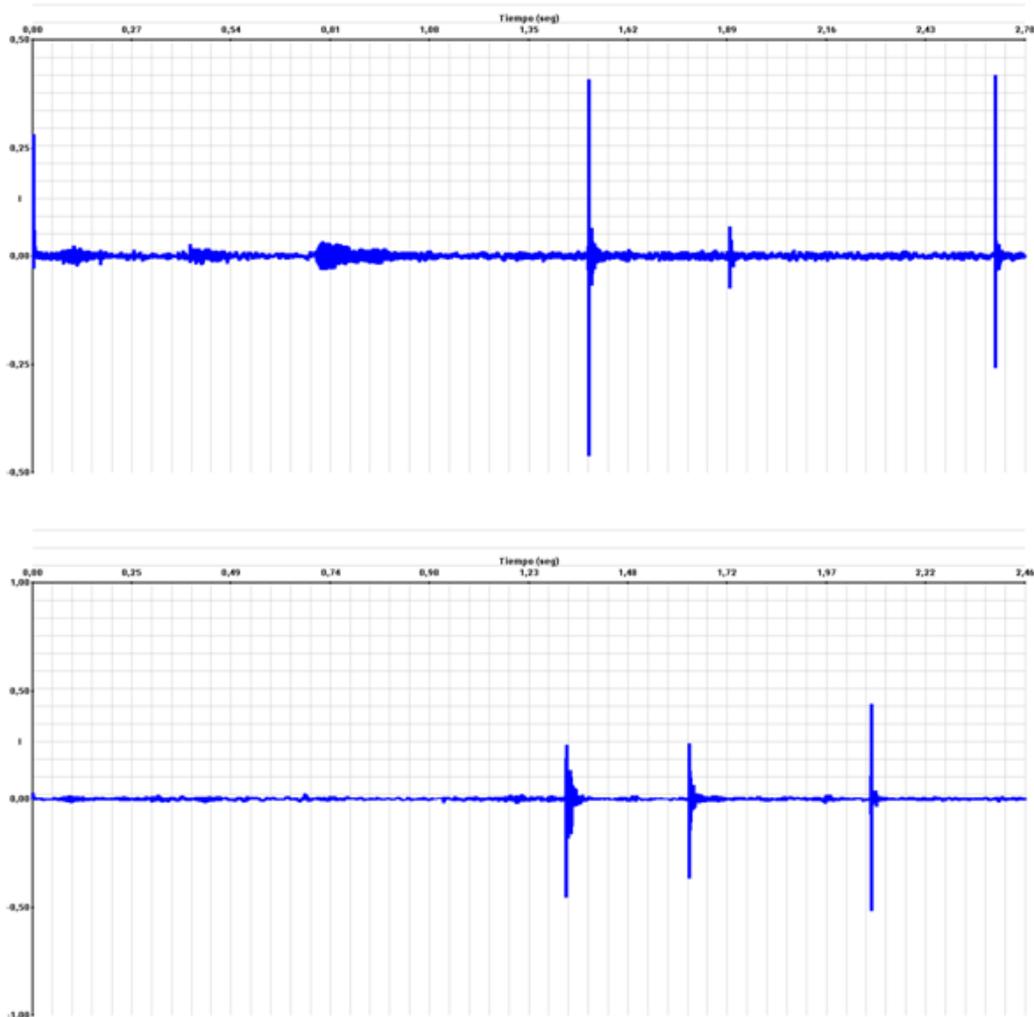


Ilustración 10. Gráficas experimentales en un entorno controlado

Por otro lado tenemos las gráficas resultantes que nos entregaron los alumnos. Las mediciones no son limpias pero aun así se puede estimar la velocidad del objeto porque podemos ver cuando se produjeron los impactos. El problema es que estos picos son

muy gruesos en algunas mediciones, con lo cual es difícil saber cuándo se produjeron los golpes exactamente, por ejemplo en la ilustración 8, en la primera gráfica el primer máximo se alcanza en tres ocasiones

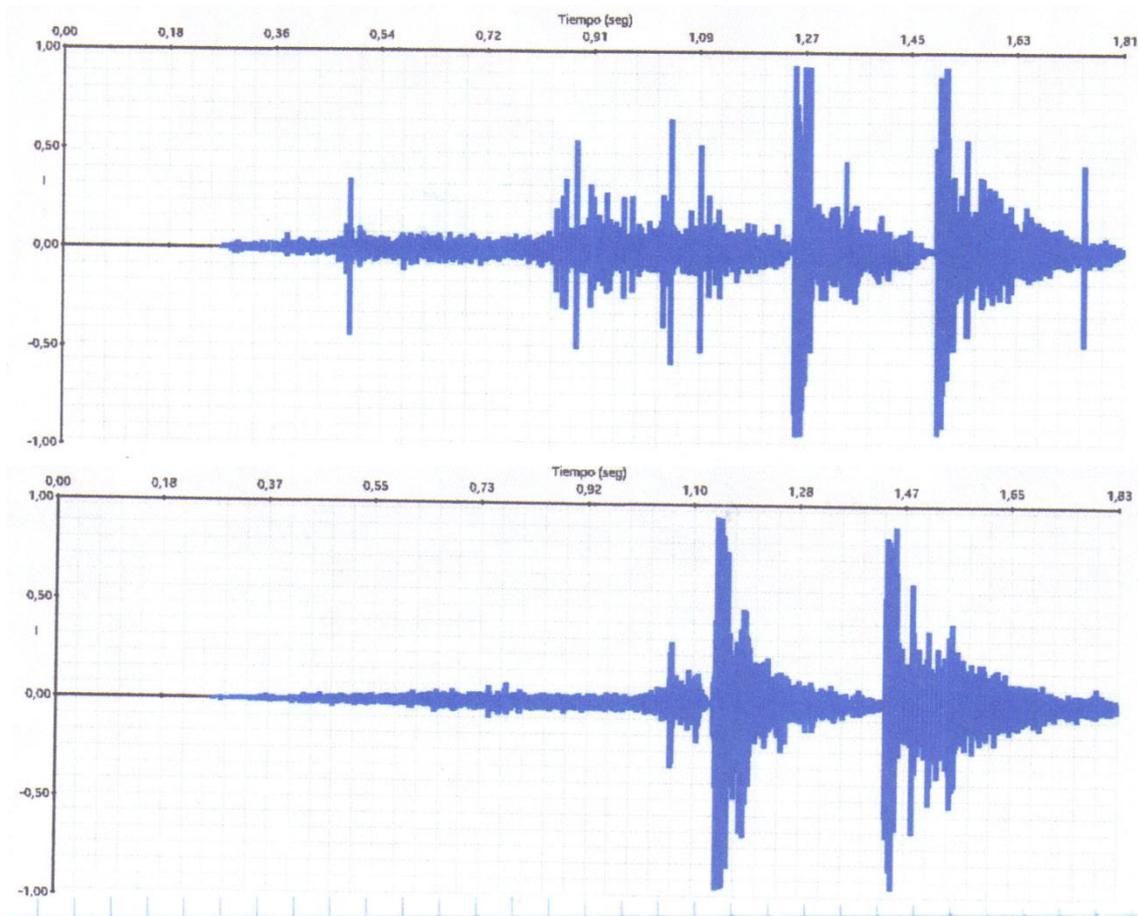
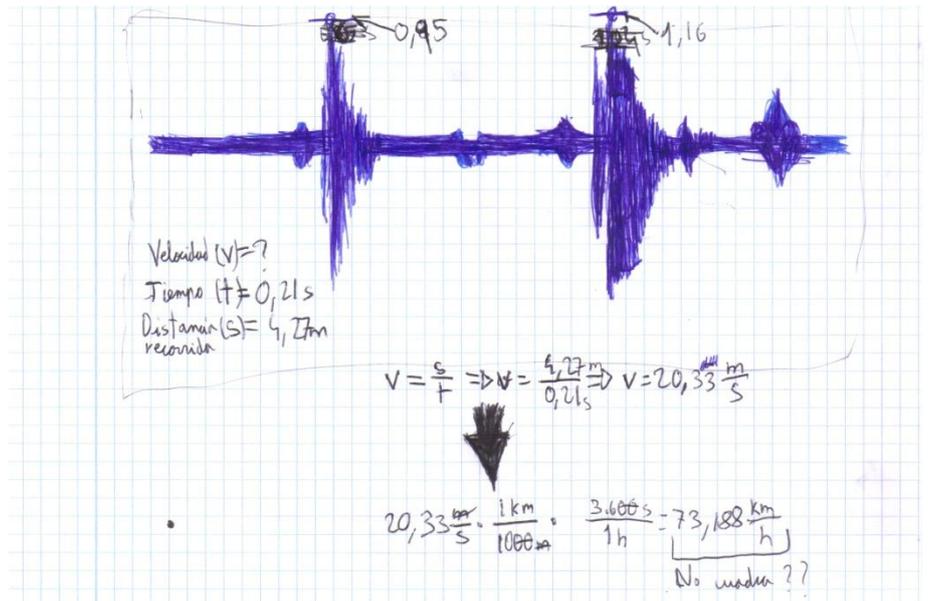


Ilustración 11. Gráficas entregadas por alumnos

Ya en último lugar y como anécdota, alguno de los trabajos presentados ni siquiera tenía la gráfica como tal y si una gráfica hecha a mano por el propio estudiante a partir de la cual calculaba la velocidad. Sin embargo esto nos puede servir para un curso superior, donde se trabajen con gráficas u hojas de datos, donde se podría repetir el experimento introduciendo un tratamiento de los datos más exhaustivo.



2.1.5 Variantes de la actividad

Si no se quisiera utilizar un balón se puede realizar usando una raqueta y pelotas apropiadas (de tenis, ping pong, frontón, squash...). En esta variante es casi seguro que las velocidades que lograremos serán más elevadas.

Esta misma práctica también se puede plantear a pequeña escala para cada alumno en su casa para cuando no sea posible realizarla en grupo, basta con “reducir el tamaño de todo”.

Se cambia el balón por una pelota de ping pong que, en vez de chutarla, la golpearemos con la uña (como cuando se juega a las chapas o a las canicas) contra una pared. La distancia en vez de ser de metros será de centímetros claro está. Esta versión se hace en casa donde se puede controlar mucho mejor las condiciones ambientales y desaparecerían los problemas de comportamiento.

2.1.6 Interés pedagógico

Desde el punto de vista de afianzar conocimientos esta actividad permite a los alumnos asimilar mejor un concepto con el que están muy familiarizados al estar presente en el día a día. Sin embargo, el principal atractivo de esta actividad es enseñar que no siempre se deben utilizar los mismos procedimientos para medir una magnitud, y que dependiendo de las condiciones en ocasiones los métodos tradicionales nos generan errores lo suficientemente grandes como para no poder darlos como buenos.

A priori no es lógico asociar el sonido como herramienta para poder medir una velocidad y es verdad que no siempre se puede usar el método enseñado porque es necesario tener dos sonidos, uno de impacto y otro de rebote; por ejemplo si se lanzara el balón con la mano solo tendríamos el último sonido. Sin embargo el mostrar nuevas formas para calcular una magnitud usando métodos alternativos despierta el ingenio y el pensamiento lateral ante problemas futuros, intentando asociar distintos conocimientos

previos con el problema al que se enfrentan. El principio en el que se basa esta actividad es similar al que utilizan los radares, que emiten ondas electromagnéticas para calcular la velocidad de un objeto basándose en el rebote de estas ondas con lo que puede servirnos de nexo de conexión para actividades en cursos más avanzados usando esta actividad a modo de introducción.

Otra ventaja es que se trabaja la competencia digital, una de las siete competencias básicas, y se hace pronto dentro de la etapa de secundaria. La actividad sirve para introducir los distintos sensores del teléfono móvil, en este caso, y que los alumnos vean una forma sencilla con la que acceder a ellos para ver la información que recopilan. Estas aplicaciones nos dan acceso a una gran variedad de datos que en muchos casos se verán a media que avance el curso o en cursos superiores, como pueden ser aceleraciones, magnetismos, fuerzas gravitatorias, etc., con la ventaja que podrán ver una aplicación real de estos conceptos sobre un objeto muy cotidiano.

En caso de plantearla para cursos superiores se pueden utilizar los datos registrados por el dispositivo móvil para obtener la gráfica mediante una hoja de cálculo y comparar los resultados.

También, usando este principio, se puede plantear una actividad donde se calcule el coeficiente de restitución de un objeto en el cual usaremos el micrófono para medir el tiempo que hay entre impactos con precisión y calcular dicho coeficiente.

2.1.7 Inconvenientes de la actividad

El principal inconveniente es el control de los alumnos, sobre todo si son grupos numerosos. Es por eso que se planteó en el apartado anterior el realizarla con la colaboración del profesor/a de la asignatura de educación física.

Otro aspecto negativo es la interpretación de los resultados por parte de los alumnos. A pesar de que la aplicación del móvil es sencilla y su uso es intuitivo, la interpretación de los resultados en estas edades tan tempranas es costosa. Si se quiere tener un resultado fiable se debe usar el fichero Excel que nos proporciona la aplicación y para la etapa en la que nos encontramos no es viable por el nivel del alumnado.

2.2 Reconocer la concentración de una disolución desconocida

Esta actividad está diseñada para la asignatura de laboratorio de ciencias de 4º de la ESO y se engloba dentro del bloque de 3 de la asignatura de laboratorio de ciencias, asignatura que puede no ser ofertada en todos los institutos al tratarse de una asignatura de libre configuración autonómica. Aun así esta actividad se podría desarrollar en la asignatura de Física y Química porque las disoluciones también aparecen en los contenidos.

Se desarrolla en el laboratorio de química del centro y como su nombre indica, se pretende averiguar la concentración de una disolución desconocida partiendo de una gráfica que elaboraran los propios alumnos.

Bloque 3. Química: separación de mezclas, cambios químicos y análisis químico

<p>Mezclas y disoluciones. Técnicas de separación: Destilación, Cristalización, Extracción, Cromatografía. Ley de conservación de la masa y ley de proporciones definidas. Estequiometría. Balances de energía en reacciones endotérmicas y exotérmicas. Velocidad de una reacción. Análisis Cuantitativo Químico Clásico: aplicación a reacciones ácido-base. Análisis Cuantitativo Químico Moderno: aplicación en la Espectroscopia VISIBLE-UVA (colorímetro): determinación de iones coloreados.</p>	<p>1. Preparar disoluciones utilizando estrategias prácticas para comprobar los conceptos de solubilidad, saturación, sobresaturación y precipitación y los factores que influyen en ellos. 2. Utilizar técnicas para separar líquidos no miscibles, recuperar y extraer sustancias. 3. Realizar experiencias que ayuden a comprender las leyes de la Química de Lavoisier y Proust: determinación de la fórmula empírica de un compuesto. 4. Diseñar y realizar experiencias donde se realicen balances de masas entre reactivos y productos: determinación de coeficientes estequiométricos. 5. Utilizar el calorímetro para realizar reacciones exotérmicas y endotérmicas. 6. Reconocer formas de medir la velocidad de una reacción y comprobar mediante experiencias sencillas de laboratorio la influencia de determinados factores en la velocidad de las reacciones químicas. 7. Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el peachímetro. 8. Reconocer las volumetrías como un procedimiento clásico de análisis cuantitativo químico: determinación volumétrica de la acidez de un vinagre. 9. Comprender el fenómeno de absorbancia o transmitancia de la luz, para la determinación cuantitativa de concentraciones de determinados iones coloreados, haciendo uso del colorímetro.</p>	<p>1.1. Prepara disoluciones y comprueba cómo actúan diferentes factores en la solubilidad. 1.2. Construye e interpreta curvas de solubilidad. 2.1. Identifica qué tipo de técnicas han de utilizarse dependiendo del tipo de mezcla. 2.2. Experimenta procedimientos para la separación de mezclas. 3.1. Entiende y asocia un cambio químico como una consecuencia más del Principio de Conservación de la masa. 3.2. Asocia la Ley de Proust con los balances de masas en los problemas de estequiometría. 4.1. Relaciona los resultados experimentales con los teóricos y comprueba el rendimiento en el balance de masas de una reacción. 5.1. Calcula experimentalmente las variaciones de calor una reacción. 6.1. Relaciona la variación de la velocidad de reacción con los diferentes factores que influyen en ella 7.1. Reconoce el carácter ácido, básico o neutro de una disolución utilizando medidores o indicadores de pH. 8.1. Realiza volumetrías ácido – base y calcula la concentración de uno de ellos. 9.1. Realiza cálculos de concentraciones de muestras de iones coloreados, haciendo uso del colorímetro.</p>
---	--	---

Ilustración 12. ORDEN EDU-589-2016, currículo de laboratorio de ciencias, bloque de química

La actividad está inspirada en la espectrofotometría UV-visible que utiliza la luz para detectar elementos químicos y su concentración en una disolución midiendo la intensidad de la luz que atraviesa la disolución. Esta actividad requiere de un espectrofotómetro como el de la imagen inferior y cuyo precio suele rondar los mil euros. El objetivo principal de la actividad es que los alumnos sean capaces de preparar disoluciones de diferentes concentraciones. Esto lo enmarcamos dentro del campo de la espectrofotometría aprovechando para introducir este concepto y que les suene en el futuro en caso que lo tengan que estudiar. De esta forma, la preparación de distintas disoluciones es más amena al tener un objetivo final, y no preparar disoluciones de concentraciones determinadas sin más.



Ilustración 13. Espectrofotómetro

El principio de funcionamiento de estos aparatos es el siguiente. Consiste en hacer incidir un haz de luz monocromático sobre la disolución, teniendo una intensidad lumínica I_0 inicial. Al pasar por la disolución las moléculas absorberán ciertas radiaciones electromagnéticas dando una intensidad lumínica de salida I . a continuación se muestra como sería el funcionamiento del espectrómetro.

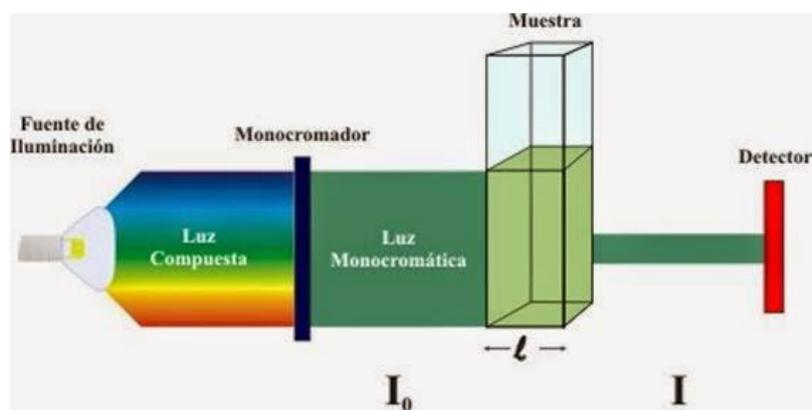


Ilustración 14. Principio de funcionamiento de un espectrómetro

Una vez conocidas estas intensidades podemos calcular la absorbancia (A) de la disolución. Esta magnitud nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma y se calcula a partir de las intensidades de entrada y salida mediante la siguiente fórmula:

$$A = -\log \frac{I}{I_0}$$

Donde:

- A es la absorbancia
- I es la intensidad lumínica inicial (Cd)
- I_0 es la intensidad lumínica tras pasar el rayo monocromático por la disolución (Cd)

En los espectrómetros y en nuestro experimento utilizamos haces de luz monocromáticos, es decir, rayos con una longitud de onda determinada. Cuando la absorbancia sea cero la disolución no absorberá esa determinada longitud de onda.

El valor de la absorbancia lo podemos relacionar con la concentración del absorbente en la disolución mediante la ley de Lambert-Beer. Esta ley tiene la siguiente expresión:

$$A_\lambda = \alpha l = \epsilon_\lambda l c$$

Donde:

- A_λ es la absorbancia.
- c es la concentración del soluto.
- l es la longitud atravesada por la luz en el medio (longitud del continente de la disolución).
- ϵ_λ es la absorptividad, propiedad constante de cada elemento.

Esta ley permite describir bien el comportamiento de disoluciones diluidas (concentraciones de menos de 10 mM). A mayores concentraciones la distancia entre moléculas es menor y afectan unas a otras electrostáticamente cambiando sus propiedades de absorptividad. También se debe tener en cuenta que esta ley sólo se cumple con radiaciones monocromáticas.

Por tanto el objetivo de esta práctica será la elaboración de una grafica a partir de disoluciones con concentraciones conocidas, que irán creando ellos mismos, determinando los valores de absorbancia para cada caso. El resultado debería ser similar al que aparece abajo, donde las mediciones de los alumnos aparecen en rojo y la concentración de la disolución desconocida en azul.

Los móviles tienen sensor de intensidad de luz, pero no todos los modelos cuentan con él. En particular, los smartphones más antiguos no cuentan con este sensor, por lo que utilizaremos la cámara del móvil para detectar el color y sacar su composición RGB y así medir la intensidad de luz monocromática. El formato RGB del color se basa en el control de las intensidades de los colores rojo (red), verde (green) y azul (blue) para crear el resto de los colores. Esta tecnología es la que se usa en las pantallas de los móviles, ordenadores, televisiones, etc y en los procesos de captura de imágenes. Usaremos siempre la misma fuente de luz e iremos viendo cómo cambia el color detectado a medida que variamos la concentración. Esta fuente de luz no puede ser cualquiera, debe ser monocromática y por tanto será siempre de un color determinado, no puede ser el flash del móvil por ejemplo porque la luz emitida no cumple los requisitos.

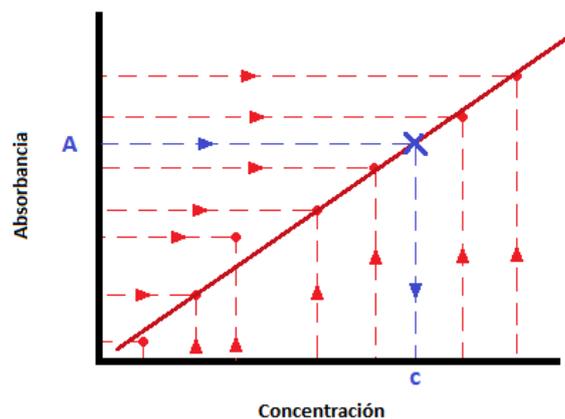


Ilustración 15. Ejemplo de cómo debería ser la gráfica tras las mediciones

2.2.1 Elementos necesarios por parte de los alumnos

El experimento que vamos a realizar en el laboratorio de química será la creación de un espectrómetro de forma casera, que calibraremos y que nos servirá para determinar la concentración desconocida de una disolución. Los elementos necesarios serán:

- **Una caja y el material necesario para hacer cortes en ella:** la caja será donde crearemos una cámara negra en la que colocaremos la disolución sobre la que haremos pasar la luz monocromática. A continuación vemos como sería la caja que usaremos tras cortarla:



Ilustración 16. Caja donde se realizan las mediciones

Como se puede observar tiene tres aperturas; una central donde colocaremos la probeta o vaso de precipitados con la disolución y otras dos en los extremos de la tapa, enfrentados entre sí y de tal forma que la muestra nos quede entre medias. En estas ranuras irán colocados los teléfonos móviles.

Vemos que las aperturas no es necesario que tengan las mismas medidas que el contenedor de la muestra ya que las holguras las podremos tapar usando un trapo evitando que pase luz de fuera al interior.

- **Dos móviles:** estos serán nuestros emisores y captadores de luz. Para poder realizar la práctica necesitaremos descargarnos una aplicación que nos permita usar la cámara como un detector de color en uno de los móviles y la pantalla como emisor de luz monocromática en el otro. Cualquier aplicación que tenga este tipo de funciones puede servirnos para esta actividad. Para mi caso, que el sistema operativo del móvil es Android, se usó la aplicación Physics Toolbox Sensor Suite, que es gratuita y nos permite acceso a un gran número de sensores.



– Ilustración 17. Aplicación utilizada para dispositivos Android

Para los sistemas iOS también existe esta aplicación pero sus funciones están limitadas a la lectura de los giroscopios, acelerómetros y magnetómetro, por lo que es necesaria otra aplicación. Como no hemos sido capaces de encontrar una aplicación que tenga ambas funciones necesitaremos una aplicación para cada función. Para el reconocimiento del color he encontrado la aplicación Color ID que permite identificar el color y para emitir un color determinado la aplicación Display Test Pattern.



Ilustración 18. Aplicaciones utilizadas para dispositivos iOS

Dentro de esta aplicación y para este experimento se usarán las funciones de generador de color en un móvil y detector de color en el otro. Cualquier aplicación que tenga este tipo de funciones puede servirnos para esta actividad.

Algunas aplicaciones alternativas son:

- Color Grab (Android)
- Color Detector (Android)
- Color Capture (Android e iOS)
- On Color (Android)

Como podemos ver el coste es prácticamente nulo ya que está pensada para alumnos de 4º de ESO y es muy fácil que tengan un teléfono móvil en estas edades y la caja puede ser cualquiera que tengan por casa. También destacar, y como se ha mencionado antes, que las aplicaciones necesarias en los dispositivos móviles para esta actividad deben cumplir el requisito de gratuidad.

2.2.2 Procedimiento

Los alumnos se distribuyen en grupos de tres personas y serán los encargados de realizar sus mediciones y documentos necesarios para la práctica. Se comenzaría dando una explicación de lo que queremos lograr con esta actividad y de cómo usar la aplicación móvil necesaria. En estas explicaciones aparecerían los términos de absorbancia e intensidad lumínica, sin entrar en mucha profundidad, adaptados al curso en el que nos encontramos. Se menciona la ley de Lambert-Beer pero simplemente para enmarcar la relación lineal entre la absorbancia y la concentración de la disolución.

La disolución que utilizamos es el permanganato potásico (KMnO_4) por su color morado intenso y como luz monocromática escogeremos el color verde, por ser el color complementario a éste.

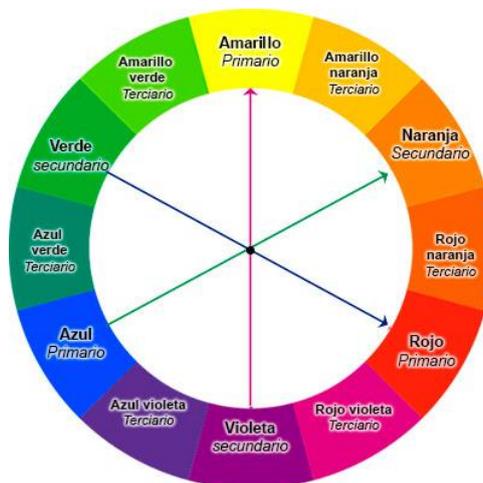


Ilustración 19. Rueda de colores complementarios

Los colores complementarios nos sirven para generar un contraste elevado, en este caso el verde y el violeta terciarios que aparecen en la ilustración 19. De esta forma la cámara del móvil detectará mejor el color tras atravesar el haz luminoso por la disolución.



Ilustración 20. Disoluciones de permanganato potásico con distintas concentraciones

El primer paso será calibrar el contenedor de la disolución para poder averiguar si afecta al paso de la luz a través de él. Esta medición de calibración se hace con el contenedor lleno de agua destilada de forma que para las mediciones futuras las variaciones solo dependen de la concentración del permanganato potásico y también para tener un punto inicial de partida. En esta medición con agua destilada I debe ser igual a I_0 , con lo que la absorbancia debería ser cero. Si no fuera así significaría que el contenedor absorbe algo de la luz que lo atraviesa. A continuación aparece la captura de pantalla cuando se realiza dicha medición.



Ilustración 21. Captura de pantalla en la medición con agua destilada (aplicación Physics Toolbox)

Se puede apreciar que nos aparece un número en formato hexadecimal correspondiente al color que ve la cámara y nos quedaremos con las dos cifras centrales, correspondientes al verde. Estas cifras se convierten a formato decimal RGB teniendo así la intensidad de la parte verde de la luz, o es decir, la intensidad monocromática correspondiente al verde. En el móvil que emite la luz el color elegido será el verde puro, es decir, si miramos su composición RGB será 0 para el rojo y azul, y 255 ó FF

(máximo en decimal y hexadecimal respectivamente) para el verde. Para hacer los cálculos necesitaremos pasar de la escala hexadecimal a la decimal y así saber su valor RGB.

Decimal number	Hexadecimal number
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

Tabla 1. Equivalencias decimal y hexadecimal

Por ejemplo en la imagen superior la intensidad del verde sería E5, que tras pasar de base hexadecimal a base decimal obtenemos su valor en la escala RGB que es 229, ($E5 = 15 \times 16^1 + 5 \times 16^0 = 255$)

Una vez hechas estas mediciones se procederá a ir midiendo distintas disoluciones con concentración conocida para sacar distintos puntos de la recta concentración-absorbancia. Hemos mencionado anteriormente que serán los propios alumnos los que se encargaran de prepararlas, de forma que puedan aplicar los conocimientos de la unidad (concentración, solutos y disolventes, molaridad, etc). Comienzan desde una disolución muy concentrada que ha sido preparada por el profesor/a y a partir de ella irán preparando el resto de disoluciones realizando los cálculos que sean necesarios.

2.2.3 Realización de la actividad en el instituto

En esta actividad se trabajó con los alumnos de 4º de ESO del instituto IES Parquesol del curso 2017/2018, en la asignatura de laboratorio de ciencias. En esta clase asisten un total de 13 alumnos y a la hora de trabajar se agrupan en grupos desde 4 a 2, según los alumnos que haya por cada fila. Los grupos los formaron los propios alumnos y durante toda la práctica no fue necesario hacer ningún cambio.

2.2.3.1 Modo de trabajo

La actividad ocupa varias sesiones por la complejidad que tiene. Se necesita hacer una pequeña introducción sobre el material necesario, mencionado en la parte anterior, para que en la siguiente sesión los alumnos dispongan de todo lo necesario para empezar a trabajar. Esto se puede hacer al final de una clase porque la explicación teoría se hará al inicio de la práctica.

Una vez en el laboratorio, se pasa a la exposición teórica sobre lo que van a hacer en el resto de clases. Hay que recalcar que el trabajo será autónomo por grupos; el profesor les explica que deben hacer y lo que deben entregar y son los propios alumnos los que

se encargarán de elaborar la documentación necesaria que deberán entregar al final de la actividad. Este periodo de explicación puede ocupar aproximadamente la mitad de la sesión y es muy importante que cualquier duda que tengan quede resuelta desde el principio al no tener un guion sobre el que trabajar. También se debe explicar si fuera necesario como se realizan las gráficas en una hoja de cálculo, porque puede haber casos en los que haya alumnos que no tengan la asignatura de tecnología, donde se da este tema.

Las siguientes sesiones son de trabajo por parte del alumnado. La tarea del profesor será ir resolviendo dudas y supervisando el trabajo de los distintos grupos de alumnos. El número de sesiones que se les deja para realizar las mediciones y elaborar las disoluciones variara dependiendo de lo numeroso del grupo, que en nuestro caso se dejaron tres sesiones completas a mayores del tiempo que sobro después de la explicación teórica. En estas sesiones deben realizar los ensayos necesarios para crear la gráfica concentración-absorbancia.

2.2.3.2 Incidencias durante las prácticas

1. **Falta de material:** Se trata de una actividad en la que los alumnos se encargan de realizar un trabajo autónomo y en las primeras sesiones es fácil que en algunos grupos falten cosas como la caja e incluso los móviles. Esto hace que la actividad se alargue algo más de lo inicialmente pensado. En nuestro caso particular se contaba con una caja negra de muestra permitiendo que fueran avanzando algo, pero no mucho porque eran varios grupos los que no tenían la caja. En los días sucesivos es más raro que esto pase y cuando pasaba era solamente un grupo con lo que podían trabajar con normalidad usando la caja negra de repuesto. En los casos en los que no se podía usar la caja de repuesto el grupo que no tenía caja se dedicó a preparar las distintas disoluciones con las que crear la gráfica.



Ilustración 22. Disoluciones preparadas por un grupo

En cuanto a los móviles, en nuestro grupo se dio el caso de un móvil muy antiguo donde no era posible instalar ninguna de las aplicaciones, no por características técnicas, sino por otros inconvenientes relacionados con el dispositivo. Se solucionó utilizando mi móvil para la emisión de la luz.

2. **Tipos de caja:** las cajas de cada grupo eran muy variadas, desde cajas de zapatos a cajas de colonias. en ocasiones la distancia entre las ranuras para el

móvil generador de color y el móvil detector de color era muy grande haciendo que fuera más difícil enfocar el detector solamente sobre el contenedor de la muestra.

3. **Mediciones en distintos contenedores:** a pesar de indicárselo, muchos grupos no hicieron las mediciones sobre el mismo contenedor, de modo que la calibración de la gráfica (la medición con agua destilada) puede no ser acorde a todos los puntos de la gráfica. No se les mando repetir por la naturaleza de los aparatos de toma de datos, porque la variación sería tan pequeña que los resultados no se verán afectados significativamente.
4. **Creación de las gráficas:** no todo el grupo sabe manejar un programa de hojas de cálculo como puede ser el Excel, por lo que se hace necesario destinar una pequeña parte de la última clase a explicar cómo crearla. En nuestro grupo parte del alumnado acude a clases de Tecnología de la Información y de la Comunicación y se enseña a manejar estos programas. Aun así no eran capaces de obtener la ecuación de la recta para poder saber si las medidas que tenían eran correctas.
5. **Medidas erróneas:** en los grupos más rápidos es frecuente que alguna de las mediciones no fueran coherentes con el resto, por ejemplo, teniendo una disolución más concentrada que otra pero que absorbía menos luz.
6. **Dependencia de la calidad de la cámara del móvil:** en uno de los grupos un teléfono veía la luz blanca a través de la cámara a pesar que a simple vista se veía de otro color y con el resto de móviles también. Puede deberse al brillo del móvil emisor a reflejos internos de la caja, porque por dentro se ve el tipo de cartón con el que están hechas y en este caso se trataba de una caja de zapatos de un cartón muy blanco. Esto pudo afectar al teléfono a la hora de enfocar donde era necesario. Con otro móvil del grupo no pasaba y fue el que se uso para las mediciones.
7. **Enfoque de la cámara:** las ranuras permiten introducir el móvil pero una vez dentro es muy complicado poder ver donde enfoca la cámara porque, a pesar de que se sigue viendo un trozo de la pantalla, el cuadrado donde mide el color no se ve o es muy complicado. Esto afecta a las mediciones de color de forma significativa. Otro inconveniente es que se utilizase una cantidad baja de disolución porque las superficies de la disolución se ven oscuras por fenómenos de reflexión y difracción de los rayos de luz (se puede ver en la Ilustración 23 como haz zonas más negras correspondientes a la superficie).
Se encontró la solución al ver que las cajas de zapatos tienen un agujero en uno de los fondos por el que se podía ver la pantalla completamente y enfocar al punto correcto, así que se hizo lo mismo para otras cajas. Luego estos orificios se tapaban usando bolas de papel. También se tapaban las holguras que quedaban en las ranuras y agujeros de la caja para evitar que afectara la luz exterior.

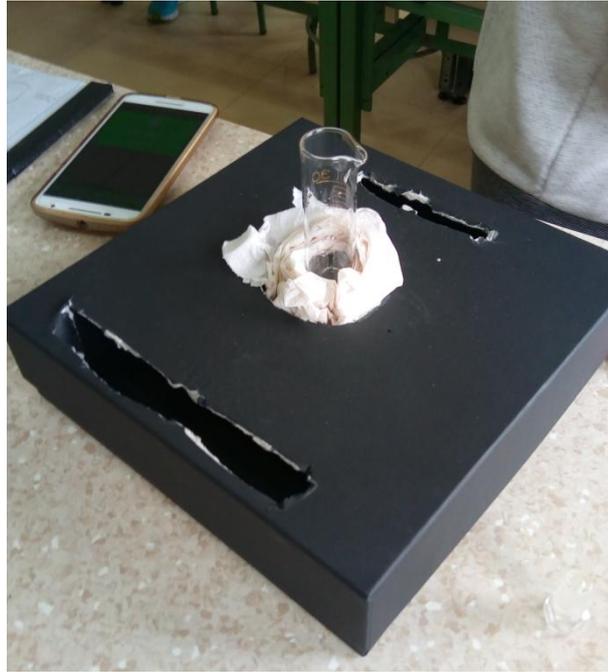


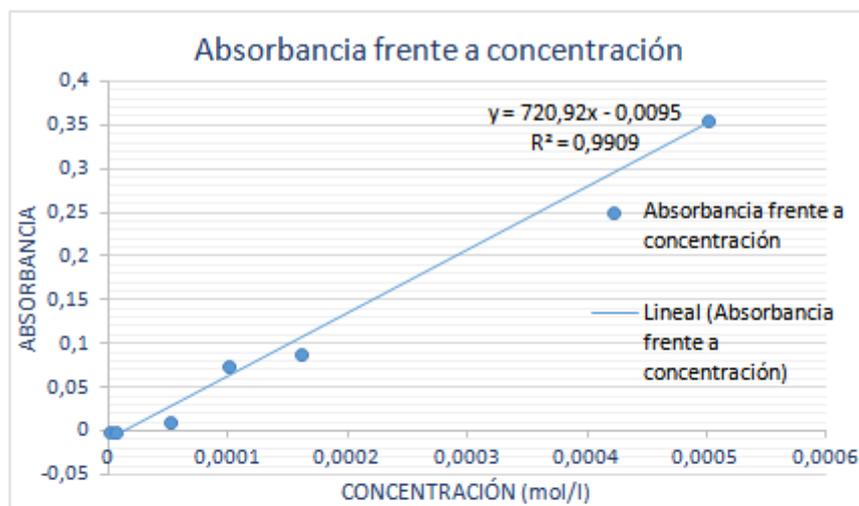
Ilustración 24. Papel tapando la holgura en el agujero para el vaso de precipitados

8. **Protección:** en esta práctica se usa permanganato potásico, que aun no siendo peligroso mancha mucho. Es muy recomendable tener batas para proteger la ropa de los alumnos durante la actividad.
9. **Errores en la preparación de las disoluciones:** en algunos casos al preparar las distintas disoluciones para crear la gráfica las cantidades de disolvente no eran las que debían ser. Paso muy pocas veces pero aun así hubo algún error con el manejo de goteros y pipetas.

2.2.4 Resultados de la práctica

Como se mencionó en apartados anteriores, a los alumnos se les exigieron dos cosas, un guión de trabajo sobre la práctica y un archivo donde estuviera la gráfica y los datos necesarios para obtenerla, así como la concentración de la disolución desconocida final. Los documentos que entregaron los alumnos son bastante buenos en general en cuanto a los guiones de trabajo y contaban principalmente con los apartados de objetivo, materiales, fundamento teórico y procedimiento (alguno incluso tenía un apartado de notas aclaratorias al final del mismo sobre cualquier posible duda y dando explicación en caso que otro miembro de su grupo tuviera unas mediciones ligeramente distintas).

En cuanto a las gráficas bastantes grupos tuvieron alguna medida errónea que tuvieron que desechar para lograr una buena línea de regresión. En esta ocasión, a diferencia de la práctica anterior los alumnos si son capaces de hacer un tratamiento de datos de calidad. Es necesario dar alguna indicación en la sesión inicial cuando se explica la actividad y lo que deben de entregar porque no todos los alumnos cursan la asignatura de tecnología, en la que se trabajan las hojas de cálculo. La media de los R^2 de las gráficas entregadas es de 0,98073 demostrando la calidad del trabajo que hicieron. A continuación algunas de las gráficas entregadas.



ABSORBANCIA FRENTE A CONCENTRACIÓN MOLAR

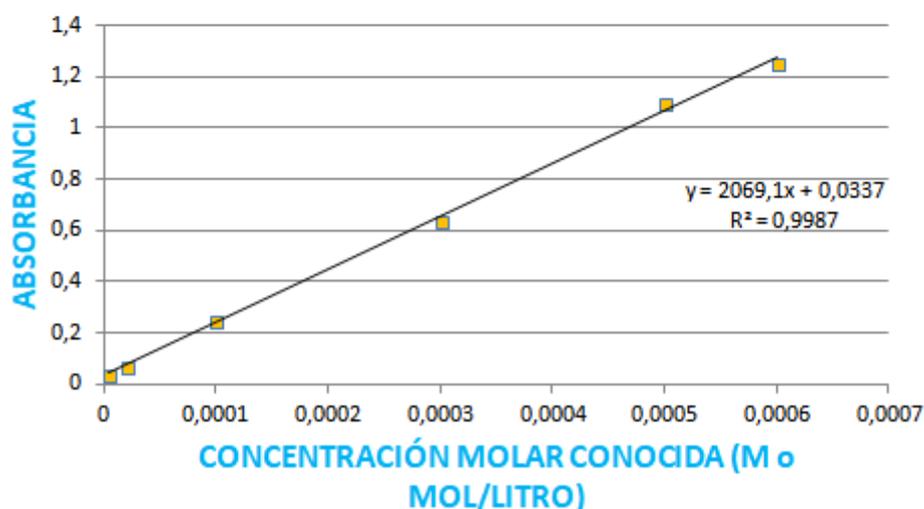


Ilustración 25. Ejemplo de gráficas entregadas por los alumnos

Los mejores documentos de esta parte tenían una explicación detallada de los pasos a seguir durante el procedimiento, tanto de creación de la gráfica como del cálculo de la concentración de la disolución desconocida.

En cuanto a errores o fallos, los más comunes son no poner los datos de la disolución desconocida y que el planteamiento teórico no aparezca.

2.2.5 Variantes de la actividad

Existe una variante casera usando el sensor de intensidad luminosa del móvil, un diodo LED como emisor de luz y un colorante normal para preparar las disoluciones, pero no he podido comprobar si los resultados son satisfactorios. Esta versión casera además posee la ventaja de tener que usar solo un móvil, pero es necesario el tener un LED emitiendo la luz monocromática. Esta variante casera se puede encontrar en la bibliografía de este trabajo.

2.2.6 Interés pedagógico

Se trata de una actividad muy interesante porque el coste es nulo prácticamente y es fácil de implementar en un laboratorio de química.

El principal beneficio, es la aplicación de los conocimientos que se han enseñado a un experimento real. La asimilación de conceptos se observa de claramente, pudiendo diferenciar los alumnos que más refuerzo necesitan, gracias al planteamiento de trabajo autónomo de la actividad. La exigencia de que elaboren su guión de trabajo implica que tengan que partir de lo que ya saben, lo único que tienen nuevo es la fórmula de la absorbancia en la que sustituyen directamente los valores de intensidad de color, el resto de cálculos de concentraciones, cantidad de disolvente, etc., que son los que deben conocer de clases anteriores y son exigibles de esta etapa, son los que deben hacer ellos mismos.

En muchas otras actividades se proporcionan guiones de trabajo que siguen durante la experimentación. Desde mi punto de vista están muy bien para ir enseñándoles distintos conceptos, pero que al final más que un aprendizaje significativo se convierte en una muestra de distintos conocimientos porque en muchas ocasiones se limitan a seguir el guion sin realmente saber qué es lo que están haciendo. La forma de trabajo es más fiel a lo que ocurre en el mundo laboral donde se piden una serie de cosas y cada uno debe trabajar con lo que sabe y tiene disponible. Además de comprobar que los conceptos previos han sido asimilados se potencia la autonomía del alumnado porque no se pone ninguna restricción en cuanto a fuentes de información que puedan consultar en caso de que no sepan hacer una cosa.

Durante el desarrollo de la actividad se pudo comprobar que el nivel de atención era muy alto comparado con las clases normales, no hubo distracciones por la naturaleza práctica de la actividad.

A mayores de trabajar conceptos previos sirven para introducir conceptos más elevados como la absorbancia o el funcionamiento de un espectrofotómetro visible, que no se exigirán en este curso pero que para los años siguientes pueden servirles. Además al relacionarlos con una actividad práctica es más fácil que se acuerden en un futuro.

Otro aspecto positivo es que permite trabajar competencias básicas como la competencia digital mediante el uso de dispositivos móviles y hojas de cálculo, o el fomento de la autonomía del alumnado. La predisposición de los alumnos para realizar este tipo de actividades es muy alta fomentando el trabajo en equipo.

2.2.7 Inconvenientes de la actividad

El principal inconveniente es que es necesario que los alumnos tengan cierto conocimiento del manejo de las hojas de cálculo. Como se ha mencionado antes, parte de la clase si sabe manejar programas como el Excel al tener la asignatura de Tecnologías de la Información y de la Comunicación de 4º de ESO, pero al resto de alumnos es necesario explicarles como se realizan las graficas y el tratamiento de los datos, lo que consumirá parte del tiempo destinado a la práctica.

Y por último, si bien es cierto que es una actividad muy recomendable desde el punto de vista pedagógico hay que tener muy en cuenta la naturaleza del grupo (número, disciplina, etc.). Basándome en esta experiencia diría que el número máximo de alumnos para realizar esta práctica sería el que hemos tenido, es decir, 13 alumnos. A la hora de su puesta en marcha llegamos a estar la profesora habitual de la materia y dos personas de prácticas. En los primeros días las dudas eran muy frecuentes pero el resto de sesiones nos dedicábamos principalmente al seguimiento de los distintos grupos

2.3 Punto de vista del alumnado

En este apartado se analiza la respuesta del alumnado a la introducción del teléfono móvil como instrumento de toma de medidas en actividades prácticas en el instituto. Para conocer su opinión al respecto se les pasó una encuesta anónima tras finalizar las actividades para conocer su opinión respecto a estos métodos. Esta encuesta aparece en los anexos de este trabajo de fin de máster.

En total tenemos dos grupos de estudio, la clase de 2º de ESO con un total de 25 estudiantes (14 alumnos y 11 alumnas), y la clase de 4º de ESO con un total de 13 estudiantes (4 alumnos y 9 alumnas). Los resultados a cada respuesta son los siguientes:

1. ¿Usas el móvil o tablet como elemento de aprendizaje en alguna asignatura en clase?

Los alumnos de 2º de ESO usaban el móvil en la asignatura de cultura clásica, lengua y matemáticas, aunque estas dos últimas solo eran puestas como respuesta en algún caso, lo cual parece ilógico ya que todos están en el mismo grupo.

Los alumnos de 4º de ESO no usaban el móvil en el resto de asignaturas.

2. ¿Te resulta atractiva la idea de usar el móvil para aprender física respecto a los métodos tradicionales?

En la gráfica 1 se puede comprobar que a la gran mayoría de estudiantes ven de forma positiva o muy positiva la incorporación del móvil como herramienta de estudio (21 de 25 en 2º de ESO y 11 de 13 en 4º de ESO), y que en ningún caso ven este tipo de métodos como algo engorroso o poco motivador.

Para los alumnos de 2º de ESO las razones más frecuentes fueron que es más divertido, cambiar de aires y salir al exterior, y que se mejora la comprensión haciéndolo de esta forma.

Los alumnos de 4º de ESO respondieron que les resultaba más motivante porque se junta la ciencia con las nuevas tecnologías, ven la enseñanza de forma más moderna al no usar siempre métodos tradicionales, le dan importancia al uso del teléfono móvil de una forma diferente a la cotidiana, la actividad les resulta más interactiva, diferente y dinámica.

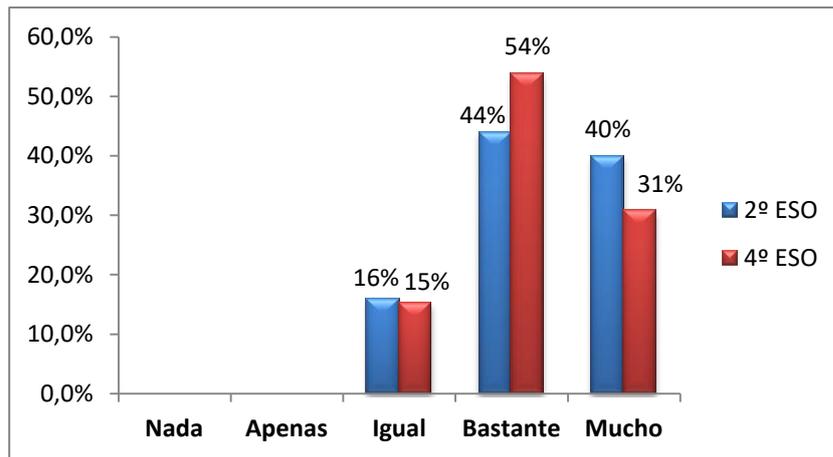


Gráfico 1. Respuestas sobre la atracción hacia este tipo de enseñanza

Si atendemos al género, apenas hay diferencia, siendo la distribución muy similar al gráfico superior.

3. ¿Te gustaría tener más actividades así a lo largo del curso para estudiar física?

Una inmensa mayoría de los alumnos quieren hacer mas actividades de este tipo, destacando los alumnos de 4º de ESO donde la totalidad de la clase está a favor. Los motivos que dieron son muy similares a los de la respuesta anterior, siendo las respuestas más comunes que es más divertido el aprendizaje, la curiosidad por estos enfoques alternativos, facilidad y que el método se acerca más a la época actual en que nos encontramos.

En cuanto a 2º de ESO, hubo 2 de los 25 estudiantes, uno de cada sexo, cuya respuesta fue negativa las razones fueron que la actividad provocó mucho barullo en un caso y que le parecía una pérdida de tiempo en el otro.

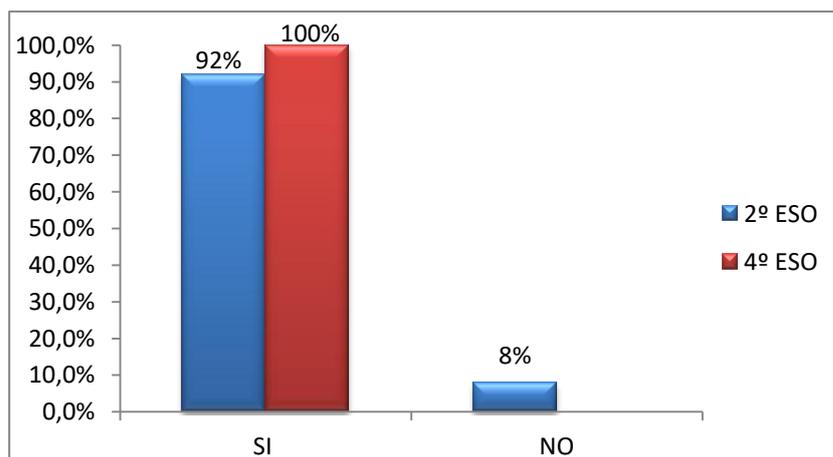


Gráfico 2. Respuestas sobre hacer más actividades similares

4. ¿Te ha resultado fácil emplear el Smartphone para tomar datos en experimentos de física?

Para los alumnos de 2º de ESO la actividad les resulto sencilla en la gran mayoría. Para 2º de ESO un total de 15 alumnos lo ven como bastante o muy

fácil, 7 alumnos como normal y 1 alumno lo ve poco sencillo. Las dificultades que encontraron fueron la presencia del ruido ambiente, parar a tiempo la medición del sonido e identificar los picos; todas ellas mencionadas en el apartado de incidencias. El estudiante que respondió que le resultó poco fácil hace alusiones al ruido exterior.

Los alumnos de 4º de ESO la dificultad que encontraron fue mayor, aun así en ningún caso fue superior a la de una actividad normal por las respuestas de la encuesta. Los resultados fueron 7 alumnos que les pareció bastante o muy fácil, y 6 alumnos que la dificultad fue normal. Para esta clase las dificultades que encontraron no estaban relacionadas con la toma de datos exceptuando la conversión desde el sistema hexadecimal y el ajuste de todas las medidas. El resto de respuestas hacían mención a las fórmulas para el cálculo de las concentraciones. En la gráfica 3 quedan reflejados estos resultados.

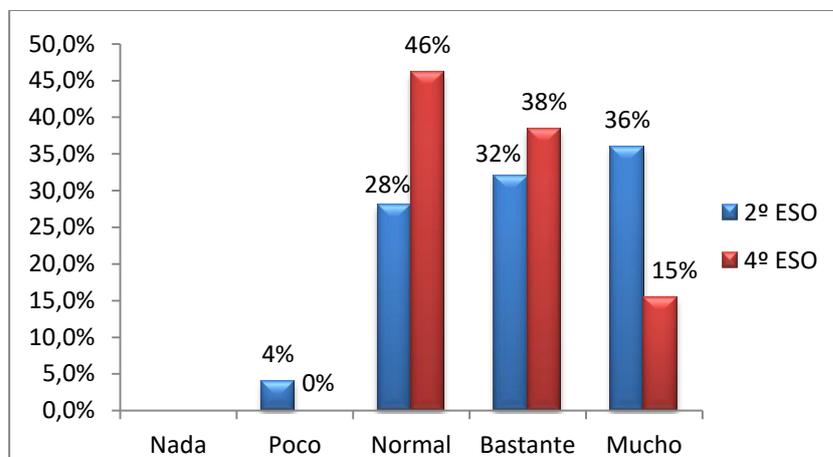


Gráfico 3. Respuestas sobre la facilidad del uso del móvil en las actividades

Respecto a las contestaciones según el género, en 2º de ESO a las mujeres les resulta un poco más complicado que a los hombres, mientras que en 4º de ESO ocurre lo contrario.

5. ¿Crees que usar el móvil para hacer experimentos de física te puede ayudar a comprender mejor los conceptos teóricos que se ven en el aula?

A partir de las respuestas se ve como en 2º de ESO la gran mayoría creen que si puede resultar beneficioso o muy beneficioso a la hora de comprender los conocimientos que se trabajan. Un total de 22 alumnos creen que les pueden ayudar mucho o bastante y 3 alumnos que lo ven como normal.

Los alumnos de 4º de ESO en su mayoría también creen que les ayudaría a entender mejor los conceptos pero el margen es menor, 9 alumnos lo creen que les ayudaría mucho o bastante, 3 lo ven normal y 1 que le ayudaría poco. El alumno que respondió que le ayuda poco a mejorar su comprensión contestó a la pregunta anterior de si deseaba hacer mas actividades de este tipo que si porque simplemente le gustaba la física, así que quizás es ese el motivo por el que le ayuda menos que a sus compañeros, porque está interesado en esta asignatura y le resulta asequible. A continuación, en la gráfica 4 aparecen estos resultados.

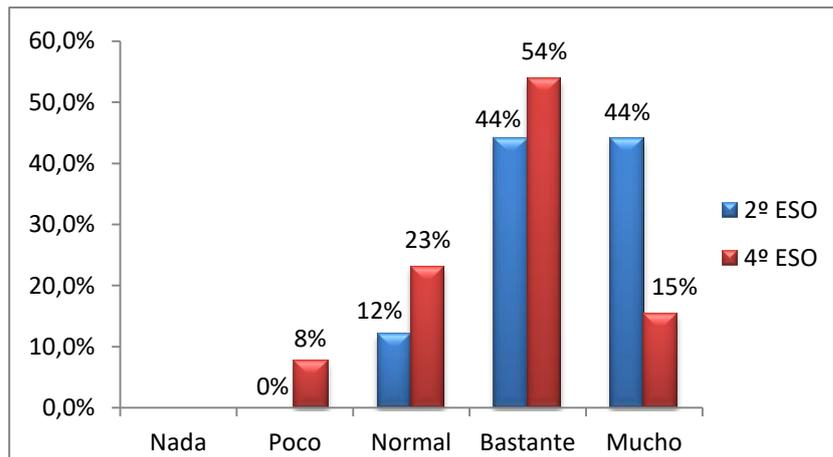


Gráfico 4. Respuestas sobre la ayuda del dispositivo móvil para comprender conceptos

Atendiendo al género, la mayoría creen que supone una ayuda por encima de lo normal, habiendo un único caso de un hombre que cree que estas actividades sirven de poca ayuda. Para las chicas las respuestas fueron siempre normal o por encima.

A la vista de estos resultados se puede determinar que para los alumnos de 4º de eso no les resulta tan fácil el uso del dispositivo. Esto puede ser a raíz de la naturaleza de la actividad, que hace necesario convertir los datos que proporciona el teléfono (color en hexadecimal) y porque es necesario manipularlo cuando se encuentra dentro de la caja para poder determinar el color. Se deduce también que estas actividades tienen un gran éxito entre el alumnado porque la inmensa mayoría se decanta por seguir haciendo actividades de este tipo.

Capítulo 3.

Futuras líneas de actuación

Durante mi estancia en el centro también se plantearon otras actividades pensadas para la asignatura de laboratorio de física para el bloque del movimiento pero que hubo tiempo para poder llevarlas a cabo. Lo que se pudo hacer, junto con otro compañero que estaba de prácticas, fue montar cuatro estaciones, cada una con una práctica diferente, por las que rotarían los alumnos en grupos. Solo dio tiempo a plantearlas y a explicarlas en clase a los alumnos en la sesión de introducción.

En esta actividad se busca una nueva forma de hacer estas experimentaciones usando un teléfono móvil, aprovechando que en el centro contamos con puertas fotoeléctricas, comparando los resultados que se obtienen haciéndolos de las dos maneras. En caso que los resultados sean similares significaría que esta actividad se puede realizar en cualquier otro lugar que no cuente con estas puertas, reforzando y demostrando una de las ventajas que se remarcaban al principio de este trabajo, que el uso de los dispositivos móviles permite eliminar las barreras provocadas por falta de material.

Otro aspecto a destacar es que cambiarían los datos con los que trabajan los alumnos porque pasan de trabajar con tiempos a trabajar con aceleraciones, con lo que el problema se debe plantear desde otra perspectiva.

Las estaciones que componen esta actividad son las siguientes:

- 2º ley de Newton: se coloca un carrito unido mediante un cordel unas masas a través de una polea. El objetivo es ver si se cumple la 2º ley de Newton utilizando distintas masas y midiendo la aceleración con la que mueve el carro al dejar caer las masas. El teléfono móvil se sube encima del carrito y se mide la aceleración del carrito. Esto se repite para distintas masas comprobando que la ley efectivamente se cumple.

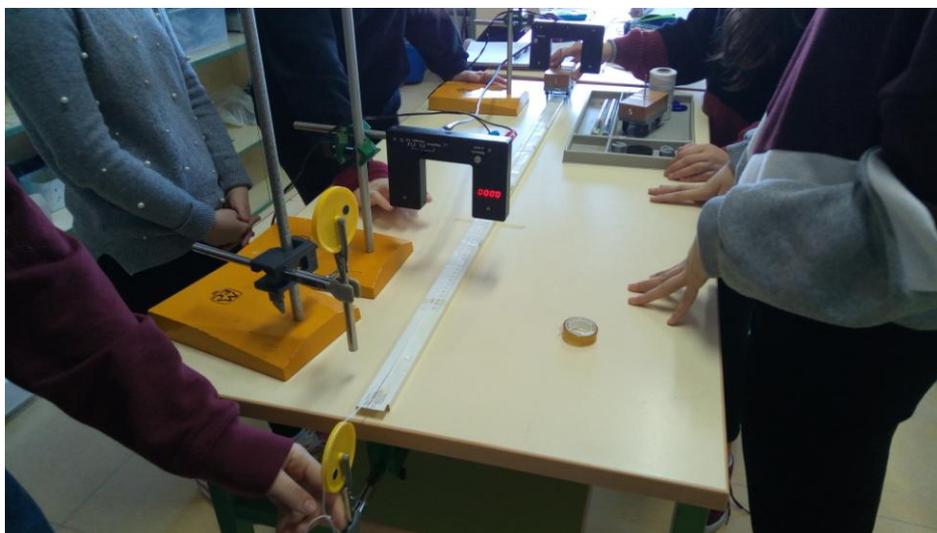


Ilustración 26. Estación primera: segunda ley de Newton

- Coeficientes de rozamiento: en esta estación se usa un plano inclinado por el que se deja caer un cuerpo con distintas masas y superficies de roce calculando los diferentes coeficientes de rozamiento. De nuevo, se coloca el móvil sobre el cuerpo para medir la aceleración y calcular los distintos coeficientes de rozamiento entre las superficies.

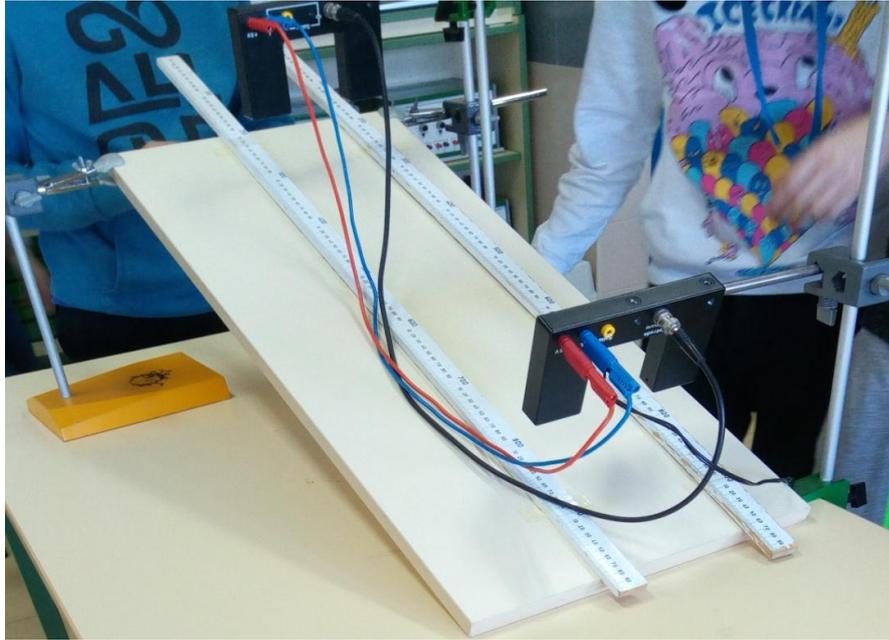


Ilustración 27. Estación segunda: coeficientes de rozamiento

- La gravedad: en esta estación usaremos un dispositivo móvil para medir la aceleración de la gravedad en el lugar en el que nos encontramos. La compararemos midiendo la aceleración de distintos objetos usando puertas fotoeléctricas. Además se aprovechara para demostrar que o importa la masa, que los objetos caen a la misma velocidad cuando no hay fuerzas de rozamiento.

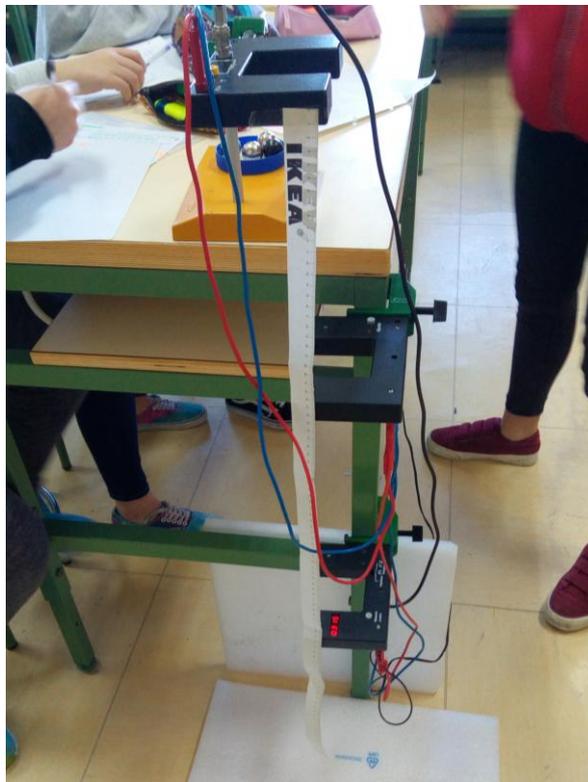


Ilustración 28. Estación tercera: gravedad

- **Movimiento giratorio:** en esta estación se busca calcular la velocidad angular de un plato que gira y ver como la velocidad lineal de un punto de este depende de la distancia que guarde con el centro de giro. En este caso se coloca un teléfono móvil sobre el plato y se busca comprobar que la velocidad angular es constante en todos los puntos del plato. También deberán medir la aceleración centrípeta para diferentes puntos del plato.

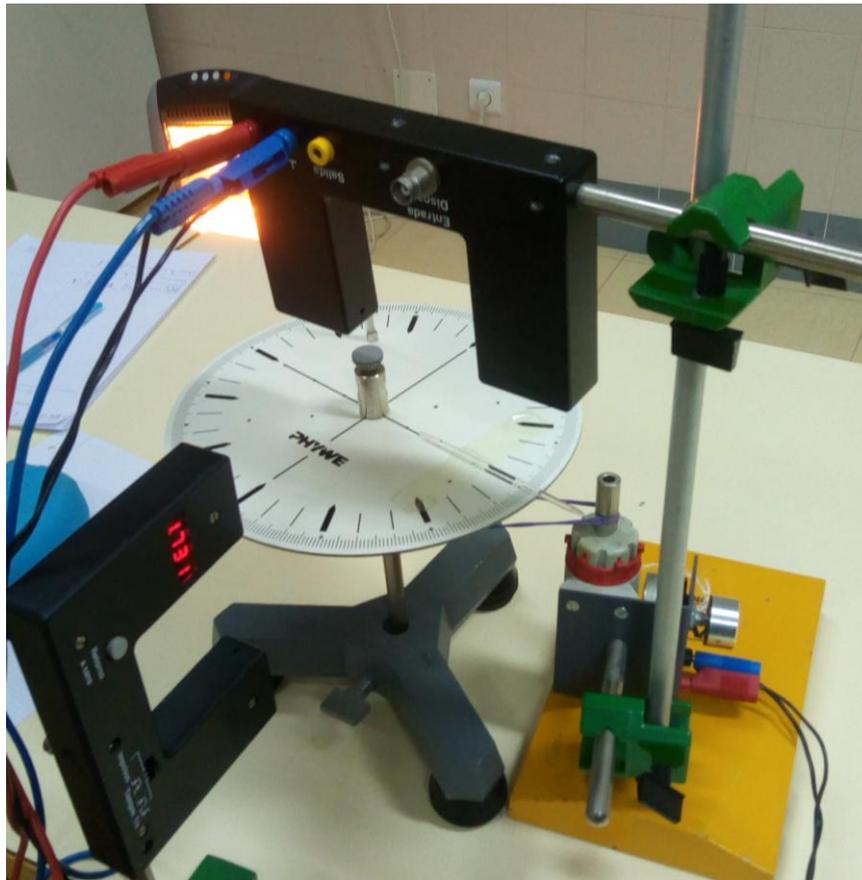


Ilustración 29. Estación cuarta: movimiento circular

El modo de funcionamiento de esta práctica es similar a la del cálculo de una concentración en una disolución pero esta vez cada grupo hace el guión de una estación y una vez hechos, los grupos van rotando por las diferentes estaciones siguiendo los guiones que han elaborado sus compañeros.

Esta actividad es una de muchas posibles y sobre las que cada vez hay más bibliografía, como por ejemplo la medición de la velocidad del sonido en el aire y en el agua, aumentar la potencia de la cámara del móvil usando una gota de agua, medir la velocidad de rotación un “spinner” a partir de su sonido, etc. De entre toda la bibliografía disponible cabe destacar al profesor Martín Monteiro, un profesor de física que realiza este tipo de experimentos con smartphones y que resultan muy creativos e interesantes.

Capítulo 4.

Conclusiones

El objetivo que nos marcamos con este TFM era el diseñar actividades usando los dispositivos móviles de una forma diferente a la que se viene haciendo en las escuelas, saliéndonos de lo convencional y dejar de lado las limitaciones que nos ofrecen las distintas aplicaciones para estos dispositivos. Tras realizar estas dos actividades propuestas hemos visto que el resultado es muy positivo. Nos han permitido hacer actividades que de otra forma no sería posible realizar en un instituto como es el caso de la actividad de calcular la concentración de una disolución desconocida, que de otra forma no se podría haber realizado una actividad similar. Para la parte de disoluciones tendríamos que limitarnos a las actividades tradicionales y gracias a los dispositivos móviles podemos realizar este tipo de actividades menos convencionales en un instituto.

Destacar también que estas actividades nos permiten adaptarnos al nivel que queramos variando pequeñas cosas. Por ejemplo en este TFM la actividad de medición de la velocidad se ha planteado para introducir el concepto de la velocidad en un curso de 2º de ESO, pero también se puede realizar en un curso más avanzado como método introductorio al funcionamiento de un radar o un sonar (en este caso para medir distancias conociendo la velocidad) que se basan en la emisión-rebote de ondas para medir velocidades y distancias respectivamente. Además de esta adaptabilidad permite poder adaptarnos a las condiciones de nuestro centro. Por ejemplo en nuestro caso se hizo en el patio y un balón, pero la misma práctica se puede hacer con otros materiales y en otros lugares dándonos opciones de trasladar el entorno de aprendizaje. Hemos propuesto diferentes variaciones de esta actividad que permiten realizarla en todo tipo de situaciones (en casa, en el aula, diferentes objetos) que para un curso más avanzado pueden servirnos para poder establecer comparaciones entre distintos casos.

Un aspecto fundamental e importantísimo es la capacidad de motivación que suponen en el alumnado en general. Los datos muestran una clara predisposición hacia este tipo de aprendizaje más práctico e independiente. Los niveles de atención son bastante altos porque este tipo de aprendizaje les resulta atractivo y les sirve para aprender de una forma diferente, más dinámica que les saca de la rutina del instituto y, en palabras de los alumnos, cambiar de aires.

Es importante también no tener grupos muy grandes porque el control de la clase puede ser dificultoso, sobre todo en cortas edades. Esto puede echar para atrás incluso a los alumnos como ha quedado reflejado en los datos estadísticos. Son actividades de carácter autónomo pero es necesaria la supervisión del maestro y si el grupo es muy numeroso puede ser dificultoso.

Aun a pesar de esto, las actividades basadas en dispositivos móviles son muy positivas y tal y como es la perspectiva de la educación, donde se tiende a aprendizajes más individualizados y autónomos, tienen un gran futuro. Permite que el alumno haga sus propias experimentaciones, poniendo en práctica lo aprendido en clase usando objetos cotidianos reforzándolos, mostrando la utilidad de lo aprendido y fomentando la creatividad y el pensamiento lateral, cosas que serán muy útiles a la hora de resolver los problemas con los que se pueda encontrar en el futuro.

Capítulo 5.

Bibliografía

- Cano, C. (2014, 15 octubre). El número de niños que utilizan tablets y dispositivos móviles sigue creciendo. Consultado 4 mayo, 2018, de <https://www.puromarketing.com/12/23147/numero-ninos-utilizan-tablets-dispositivos-moviles-sigue-creciendo.html>
- Síntesis aditiva del color. Consultado el 24 de febrero de 2018, de https://es.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADntesis_aditiva_de_color
- Francia prohibirá desde 2018 a los estudiantes llevar móviles al colegio y al instituto. Consultado el 18 de febrero de 2018. de <https://www.20minutos.es/noticia/3210893/0/francia-prohibe-moviles-colegios-institutos-2018/>
- BOCyL nº86 del 8 de mayo de 2015: ORDEN EDU-362-2015, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Consultado el 20 de febrero de 2018.
- BOCyL nº122 del 27 de junio de 2016: ORDEN EDU-589-2016, por la que se regula la oferta de materias del bloque de asignaturas de libre configuración autonómica en tercer y cuarto curso de educación secundaria obligatoria, se establece su currículo y se asignan al profesorado de los centros públicos y privados en la Comunidad de Castilla y León. Consultado el 20 de febrero de 2018.
- de Miguel Díaz, M. (2005 diciembre). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior. Oviedo: Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo. Consultado el 26 de abril de 2018, de http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/42/42376/modalidades_ensenanza_competencias_mario_miguel2_documento.pdf
- Delgado, A. Expertos en Educación, contra la retirada de móviles en el aula como en Francia. Consultado el 18 de febrero, de https://www.elespanol.com/espana/sociedad/20171217/expertos-educacion-retirada-moviles-aula-francia/269973183_0.html
- Espectrofotometría. Consultado el 19 de febrero de 2018, de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Espectrofotometr%C3%ADa>
- Ley de Lambert-Beer. Consultado el 19 de febrero de 2018, de https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Beer-Lambert
- Transmitancia y absorbancia. Consultado el 20 de febrero de 2018, de <https://elespectrofotometro.com/transmitancia-y-absorbancia/>
- García, E. Aplicación de la ley de Lambert-Beer en espectroscopía UV-visible. Valencia. Universitat Politècnica de València – UPV. Consultado el 20 de febrero de 2018, de https://www.youtube.com/watch?v=xJZIOOkvTOo&feature=player_embedded

- Crisol, L. ¿Conoces todos los sensores que tiene tu teléfono y para qué sirven? Consultado el 22 de febrero de 2018, de <https://www.elgrupoinformatico.com/conoces-todos-los-sensores-que-tiene-telefono-para-que-sirven-t38905.html>
- Fariñas, A. Los 10 sensores más importantes que hay en tu Android. Consultado el 22 de febrero de 2018, de: <https://andro4all.com/2015/03/10-sensores-mas-importantes-android-video>
- Zárate, O. Aplicaciones móviles para el aprendizaje II: Los sensores del móvil, Consultado el 29 de marzo de 2018, de <https://blogs.deusto.es/aprender-ensenar/aplicaciones-moviles-para-el-aprendizaje-ii-los-sensores-del-movil/>
- Onorato P, Gratton LM, Polesello M, Salmoiraghi A, Oss S. The Beer Lambert law measurement made easy. Phys Educ. 2018;53:35033. Consultado el 23 de mayo de 2018
- Silva Calpa, A.C.; Martínez Delgado, D: G. Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza. Consultado el 25 de mayo de 2018, en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X17300010> ()
- Caro, M. Presente y futuro de las tecnologías móviles en la educación. Consultado el 25 de mayo de 2018, en: <http://ideasqueinspiran.com/2015/10/21/presente-y-futuro-de-las-tecnologias-moviles-en-la-educacion/>
- Espeso, P. BYOD, trae tu propio dispositivo: el modelo que quiere revolucionar la educación. Consultado el 25 de mayo de 2018, en: <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/byod-bring-your-own-device-educacion/32857.html>
- El Asri, L. Así funcionan las tripas de tu móvil: el acelerómetro, un sensor que te puede salvar la vida. Consultado el 4 de abril de 2018, en https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/acelerometro-funciones-giroscopio-GPS-interior-magnetometro-sensor-sensor-de-humedad-sensor-de-temperatura-telefono-movil_0_275772515.html
- Diseñando el aula del futuro. Bring your own device (BYOD): una guía para directores y docentes. INTEF. Consultado el 15 de abril de 2018, en <http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2016/02/Informe-resumen-BYOD-EUN-Enero-2016-INTEF.pdf>
- Zaplana I, Rosell J. Una estrategia docente basada en el “Flipped Classroom” para mejorar la enseñanza de contenidos prácticos en asignaturas STEM. Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales, Universitat Politècnica de Catalunya. Consultado el 21 de abril de 2018, en https://ioc.upc.edu/ca/personal/jan.rosell/publications/papers/2016_JA/view

- Monteiro, M. Martin Monterio @fisicamartin. Consultado el 30 de mayo de 2018, en: <http://fisicamartin.blogspot.com/>
- Hochberg K. Using Smartphones as Experimental Tools — Effects on Interest , Curiosity , and Learning in Physics Education. 2018. Consultado el 5 de junio de 2018.

Capítulo 6.

Anexos

DATOS GENERALES

1. Sexo: Hombre Mujer
2. Edad:
3. ¿Qué estudias?: ESO Bachillerato
4. Curso en el que estás:

USO Y PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

5. **¿Usas el móvil o tablet como elemento de aprendizaje en alguna asignatura en clase?**
Sí No
¿En cuáles?
6. **Ahora que has empleado el móvil para aprender física, la experiencia respecto a una enseñanza más tradicional, ¿te parece más atractiva?**
Nada Apenas Igual Bastante Mucho
¿Por qué?
7. **¿Te gustaría tener más actividades así a lo largo del curso para estudiar física?**
Sí No
¿Por qué?
8. **¿Te ha resultado fácil emplear el Smartphone para tomar datos en experimentos de física?**
Nada Poco Normal Bastante Mucho
9. **¿Cuál ha sido la mayor dificultad en la toma de medidas?**
10. **¿Crees que usar el móvil para hacer experimentos de física te puede ayudar a comprender mejor los conceptos teóricos que se ven en el aula?**
Nada Poco Normal Bastante Mucho