



FACULTAD DE EDUCACIÓN

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Los trabajos prácticos en Bachillerato

Ángel Ullán Nieto
Especialidad de Física, Química y Tecnología
Trabajo dirigido por José Antonio Palacios Palacios
Curso 2013-2014
6 de Octubre de 2014

Índice

1. Introducción.....	2
2. Los trabajos prácticos.....	4
2.1. Situación actual en España.....	4
2.2. Estrategias de mejora en la enseñanza de las ciencias.....	6
2.3. Clasificación de los trabajos prácticos.....	8
3. Trabajos prácticos de Física para 1º de Bachillerato.....	15
3.1. Experiencias ilustrativas.....	15
3.1.a Experiencia de refracción.....	15
3.1.b Combustión de una vela.....	17
3.1.c Paradoja de Newton.....	18
3.2 Pequeñas investigaciones.....	19
3.2.a ¿Se cayó o lo lanzaron?	19
3.2.b ¿Cómo medir la velocidad de un proyectil?.....	24
3.2.c ¿Qué fuerza empuja a un ciclista en una rampa?.....	27
3.2.d ¿Qué cocina tiene mayor rendimiento?	31
3.2.e Medir la potencia útil de un Ferrari.....	34
3.2.f Construir un detector de campo eléctrico.....	36
4. Resumen y conclusiones.....	40
5. Bibliografía.....	42

Anexo A: Objetivos de la Física y Química en 1º de Bachillerato

Anexo B: Informes de prácticas de varios alumnos.

Anexo C: Prácticas de laboratorio tradicionales.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria es en la actualidad uno de los aspectos a mejorar de nuestro sistema educativo, como demuestran los pobres resultados obtenidos por nuestro alumnado en las pruebas de evaluación internacionales, situándose por debajo de la media europea, y el bajo interés por las ciencias en general, palpable en nuestra sociedad. No cabe duda de que la productividad científica de un país determina en gran medida su capacidad de desarrollo tanto a nivel tecnológico e industrial como, por extensión, a nivel económico y social. Por ello es de vital importancia estimular el interés por la ciencia entre los más jóvenes, de manera que aquellos que tienen capacidades e intereses en este campo puedan desarrollarlos plenamente, y que, por otro lado, aquellos que no los tengan puedan en todo caso adquirir unos conocimientos básicos que sin duda les serán de gran utilidad en su vida diaria, facilitándoles la toma de decisiones. En última instancia todo ello se traducirá en una sociedad más equilibrada, donde la convivencia será más fácil.

En este trabajo nos centraremos en la metodología seguida tradicionalmente para llevar a cabo los trabajos prácticos en las materias científicas, concretamente analizaremos varios ejemplos de trabajos prácticos de Física en 1º de Bachillerato. Se presentarán varios guiones de prácticas de laboratorio típicas, se analizarán sus ventajas e inconvenientes y se propondrán maneras alternativas de abordar los mismos o similares problemas desde un punto de vista experimental, más realista, que fomente la creatividad y el pensamiento crítico de los alumnos. Se trata de sustituir el concepto actual de las prácticas de laboratorio, concebidas como un refuerzo de las clases teóricas, por unas prácticas que supongan abordar problemas reales, que incluso pueden ser sugeridos por los propios alumnos, analizándolas desde la forma en que se presentan en la vida real, sin estar completamente estructuradas y desmenuzadas, de forma que el alumno no se limite a “seguir unos pasos”

como ha ocurrido tradicionalmente, sino que participe en la planificación del método de resolución.

Los propios alumnos señalan la ausencia o la escasez de trabajos prácticos como uno de los principales defectos de la enseñanza en materias científicas. Incluso cuando las realizan, acaban desmotivándose por el carácter mecánico y poco creativo que éstas suelen tener.

Se propondrán algunos ejemplos de experiencias ilustrativas, pequeñas demostraciones de fenómenos, especialmente llamativos, a realizar por el profesor en clase, así como seis ideas para que los alumnos lleven a cabo, en lugar de las prácticas típicas, pequeñas investigaciones científicas adecuadas para alumnos de 1º de Bachillerato, que puedan despertar en ellos la motivación y el interés por las ciencias.

2. Los trabajos prácticos

Los trabajos prácticos deben ser considerados como una de las actividades más importantes en la didáctica de las materias científicas. Son numerosos los motivos que apoyan esta afirmación. Por un lado, permiten un conocimiento vivencial de los fenómenos, ilustrándose la relación entre variables significativas de los mismos. Así, ayudan a la asimilación de los conceptos estudiados en las clases teóricas. Además, este tipo de actividades permiten contrastar las hipótesis emitidas en la elaboración de modelos, dotando al alumno de experiencia en el manejo de aparatos y técnicas de laboratorio y de campo, acercándose a la metodología científica desde un primer momento, y evitando esa visión superficial y deformada que el alumno suele tener de la ciencia. Por otro lado, constituyen una gran oportunidad para desarrollar la capacidad de trabajo en equipo y contribuyen a desarrollar actitudes de planificación, orden, limpieza y seguridad. Finalmente, y en nuestra opinión, el principal motivo por el cual se debe resaltar la importancia de los trabajos prácticos en la ESO y en el Bachillerato, es que este tipo de actividades motivan a los alumnos, algo imprescindible para despertar en ellos el interés por la ciencia.

2.1 Situación actual en España.

Una de las mayores dificultades que el alumno encuentra en las asignaturas científicas, provocando generalmente su desmotivación, es la complejidad y hermeticidad con la que se presentan estas materias. Se pretende que el alumno aprenda el mayor número de contenidos posible durante el curso escolar, sin que haya lugar a la asimilación de los conceptos y del método de trabajo científico mediante la experimentación, la formulación de hipótesis y su posterior validación o modificación. Es así como debe trabajar un científico, apoyado en la experimentación y, por supuesto, en la asimilación y comprensión completa de los conceptos que maneja. En ningún caso se debe

trabajar sobre conceptos que no están bien asimilados ya que esto conduce irremediabilmente a los malos resultados y a infundir en el alumnado una visión superficial de la ciencia. Un proverbio chino dice: *Leo, olvido. Veo, recuerdo. Hago, comprendo.* Y es precisamente esto lo que, a nuestro entender, falla primordialmente en la manera de enseñar ciencias en nuestro país. El currículo está en la mayoría de los casos por encima de todo lo demás, tratándose de alcanzar los contenidos fijados en la programación a costa de la correcta asimilación de éstos por parte del alumnado. Un ejemplo fehaciente de esta tendencia es la escasa, a veces incluso nula, presencia de trabajos prácticos en las asignaturas científicas. ¿Qué sentido tiene formar a un alumno en la teoría científica si no le permitimos actuar como un científico? Incluso en aquellas asignaturas donde las prácticas de laboratorio tienen más presencia, típicamente las materias de Física y Química en Bachillerato, éstas están muy limitadas en tiempo porcentualmente hablando con respecto a las clases magistrales donde se estudian los conceptos teóricos. Además, en la mayoría de los casos la manera de llevarlas a cabo resulta muy poco eficaz a la hora de lograr el objetivo de familiarización del alumnado con el laboratorio y la forma de trabajar en el mismo, entre otras cosas porque se limitan a completar un guión proporcionado por el profesor, donde toda la información y los pasos a seguir están perfectamente definidos y limitados, siendo únicamente necesario realizar las acciones concretas indicadas en el mismo. En general, las prácticas se dedican a comprobar leyes, teorías o conceptos estudiados en clase haciendo uso de aparatos demasiado sofisticados, que el alumno no puede llegar a comprender, de forma que la complejidad del montaje utilizado suele impedir que pueda ser realizado por el propio alumno y, en definitiva, se trabaja en situaciones alejadas de la realidad, que enmascaran lo que realmente se quiere enseñar. Esto tiene como resultado que la mayoría de los alumnos realizan estas tareas de manera mecánica, sin reflexionar sobre su utilidad y motivación y sin plantearse otras posibles maneras de abordar el problema en cuestión. Los objetivos fijados por la ley en materia de competencia científica son inalcanzables con esta metodología. Por poner un ejemplo concreto, observemos los objetivos fijados para la asignatura de Física y Química en

primero de Bachillerato (anexo A). El objetivo número tres dice *“utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión”* y el objetivo número 7 dice *“reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano”*. Esto es a todas luces irrealizable con la metodología tradicional.

En la actualidad, incluso siguiendo la didáctica tradicional de las ciencias en nuestro país, es decir, las clases magistrales en las que el profesor expone los conceptos teóricos y donde los trabajos prácticos escasean, el currículo propuesto en estas materias resulta demasiado extenso, siendo muy complicado cubrirlo en un curso escolar. Esto provoca la tendencia del profesorado a continuar con la didáctica basada en clases magistrales, pues de otra manera se ven incapaces de abordar todos los contenidos marcados. De hecho, en la mayoría de los casos, no se llegan a terminar los contenidos reflejados en el currículo para el curso, o el profesor se ve obligado a tratar algunos de los temas de manera muy liviana, y en ningún caso facilitando la asimilación de los conceptos por parte del alumnado.

2.2 Estrategias de mejora en la enseñanza de las ciencias.

Se impone por tanto, de cara al futuro, la necesidad de implementar una enseñanza de las ciencias eminentemente práctica, potenciando la creatividad del alumnado a la hora de trabajar en un laboratorio, facilitando la adquisición

de un método de trabajo independiente, donde ellos mismos sean los encargados de analizar un problema presente en la realidad, modelándolo para poder estudiarlo, simplificándolo cuando sea necesario, clarificando el objetivo, formulando hipótesis y diseñando y llevando a cabo los experimentos necesarios para validarlas, modificarlas o desecharlas. Todo ello bajo la tutela del profesor, que debe actuar como guía de su trabajo, así como una fuente de información (junto a otras) para llevarlo a cabo, y en ningún caso como figura magistral que impone el método de trabajo o los experimentos a realizar, sin dejar margen al desarrollo personal como científico de cada alumno. Obviamente, este tipo de enseñanza requiere una mayor dedicación de tiempo a tareas experimentales, de planificación, diseño y realización de experimentos, así como a su análisis, debiendo reducirse el número de contenidos teóricos exigibles al final de curso.

Otro de los factores que contribuyen a la falta de motivación o interés por parte del alumnado es que el conocimiento científico se presenta, generalmente, de manera aislada, fuera del contexto en que se desarrolló, sin mencionar el problema real que motivó la investigación de uno u otro fenómeno. Es conveniente situar los conocimientos adquiridos en su contexto, a fin de que los alumnos puedan entender la motivación y los condicionantes presentes en la construcción de los mismos, e identificando el trabajo científico como una actividad social, de interacción y complementariedad entre muchos científicos dedicados a resolver un problema común, apoyándose en un paradigma teórico y ensamblando el conocimiento adquirido como si de un puzle se tratase. Para ello, se propone plantear problemas reales, que los alumnos puedan abordar por sí mismos, con la ayuda del profesor actuando como guía y fuente de información, y creando situaciones de aprendizaje significativo (Coll, C., 1985).

Por último, otro aspecto muy importante para la eficacia de los trabajos prácticos es que deben corresponderse temporalmente con la adquisición de los conceptos teóricos, ya que si no éstos caen en el olvido y es más difícil que los alumnos puedan asimilarlos (Perales Palacios, F.J., et al.,2000).

2.3 Clasificación de los trabajos prácticos.

Existen varios tipos de trabajos prácticos que se pueden realizar con este objetivo. En la literatura se encuentran propuestas de diferentes autores en los últimos años (Gil, D., et al., 1991), (revista Alambique, 2004). Entre ellas podemos encontrar pequeñas actividades para explicitar las ideas previas del alumnado. Es fundamental conocer estas ideas previas para poder construir nuevo conocimiento. También encontramos actividades utilizadas como elemento motivador, de cara a presentar un problema a los alumnos de forma que pueda resultarles interesante, en un contexto atractivo para ellos. En general, la proyección de un vídeo es un método bastante efectivo como elemento motivador. También existen actividades específicas para adquirir conceptos o procedimientos, de duración limitada y objetivos claramente orientados a la adquisición y asimilación de unos conceptos o procedimientos científicos en particular. Por último, hay actividades prácticas que pueden ser utilizadas como síntesis o evaluación final de una secuencia. Existe una concepción atomista o analítica de las actividades prácticas que defiende la necesidad de realizar actividades destinadas al aprendizaje de los procedimientos básicos antes de iniciar procedimientos más complejos como los que se deben llevar a cabo en las pequeñas investigaciones, de las que hablaremos a continuación. Por otro lado, existe una visión holística o integrada, que defiende la realización de investigaciones desde un primer momento, aprendiendo los procedimientos y técnicas durante el desarrollo de las mismas (Jiménez Aleixandre, M.P. et al., 2003).

A continuación describiremos tres tipos de actividades prácticas: las experiencias ilustrativas, las prácticas de laboratorio y las pequeñas investigaciones.

Las **experiencias ilustrativas**, que son pequeñas demostraciones realizadas por el profesor en clase, tienen una duración corta y en ellas principalmente se observa. También pueden realizarse a través de laboratorios virtuales o experiencias de internet. Eran muy utilizadas a comienzos del siglo XX y pese a su demostrada eficacia cayeron en desuso debido a la escasez de tiempo y de

medios materiales. Sin embargo, existen muchos materiales simples y de uso habitual que pueden ser de gran utilidad para este tipo de actividades. Por ejemplo, se puede medir algo aparentemente tan difícil de determinar como el espesor de una pompa de jabón, con una simple pipeta de plástico, una regla, una balanza y un trozo de tela, además obviamente de la mezcla jabonosa y el instrumento para hacer las pompas. O comprobar las leyes de la óptica haciendo que un objeto transparente se haga invisible al introducirlo en otro medio transparente con el mismo índice de refracción. Para ello bastaría con dos vasos pequeños como los vasos de precipitado que suele haber en el laboratorio, de índice de refracción parecido al aceite, otros dos vasos más grandes, un poco de aceite de cocina y agua. Se coloca en un vaso grande el aceite de cocina y, dentro de éste, un vaso de precipitados. En el otro vaso grande se echa agua y el otro vaso de precipitados. Al observarlos se puede diferenciar perfectamente el vaso de precipitados en el que contiene agua, de índice de refracción diferente. Sin embargo, en el que contiene aceite se observa que el vaso de precipitados apenas se distingue en su parte sumergida, como si desapareciese. Al no existir un cambio en el índice de refracción cuando la luz pasa del aceite al vaso de precipitados, ésta no varía su trayectoria, por lo que nuestro ojo no puede apreciar la presencia del vaso dentro del aceite.

Otras actividades de este tipo pueden ser la observación de organismos vivos en el laboratorio, hacer crecer plantas y observar su evolución a lo largo del curso, comparar la dureza de diferentes materiales, observar cambios perceptibles en una reacción química (cambios de color, emanación de gases, formación de precipitados,..), comprobar la elasticidad de distintos materiales u observar las propiedades de las ondas en una cubeta de agua. En el siguiente apartado se describirán en detalle algunas actividades de este tipo.

Las experiencias ilustrativas son de gran utilidad para explorar las ideas previas de los alumnos, al pedirles que interpreten lo que observan, creando conflictos conceptuales cuando la experiencia no responde a las expectativas de los alumnos. Asimismo ayudan a consolidar nuevas ideas en contextos prácticos

diferentes y a evaluar el proceso de cambio conceptual en la interpretación de determinados fenómenos. No obstante, este tipo de demostraciones tienen la desventaja de que la espectacularidad del efecto puede restar atención a los alumnos a la hora de entender la física subyacente, si bien, éste es un problema menor, evitable pidiendo la participación de los alumnos para realizar hipótesis, predecir cualitativa y cuantitativamente los efectos del fenómeno en cuestión, y confrontar la teoría estudiada con la práctica observada. Como ya hemos comentado, este tipo de demostraciones plantean el problema del tiempo de preparación y el transporte del material, por lo que sería recomendable la organización entre varios profesores para reducir en lo posible estos inconvenientes.

Como ventaja, cabe destacar que este tipo de experiencias pueden adaptarse más fácilmente a cualquier momento del curso pues muchas de ellas pueden llevarse a cabo en la propia aula, sin necesidad de acudir a un laboratorio.

En cuanto a los materiales necesarios, en muchos casos se podrá pedir a los propios alumnos que los aporten, cuando se trate de objetos o juguetes viejos, fomentando así la reutilización, la colaboración y el cuidado de la naturaleza.

Otro tipo de trabajos prácticos son las clásicas **prácticas de laboratorio**, como tradicionalmente las conocemos, en las que se prepara una actividad a llevar a cabo por los alumnos en el laboratorio, generalmente dedicando una hora lectiva a realizar una serie de tareas, descritas por el profesor en un guión. En general, su objetivo es la comprobación de leyes y comportamientos de variables físicas medidas con equipos didácticos que, en ocasiones, pueden resultar demasiado complejos haciendo imposible que el alumno sea el encargado de realizar el montaje experimental. En ellas la capacidad de análisis y decisión por parte del alumno y, por tanto, de desarrollo personal como científico, es casi nula o inexistente. Como resultado, el alumno debe presentar un informe de prácticas que en general está prefabricado, donde sólo tiene que rellenar los datos en las casillas correspondientes y no se ve obligado a reflexionar sobre lo que ha hecho ni a sacar conclusiones de su trabajo. Esto

limita enormemente los objetivos que se pueden alcanzar con este tipo de actividades.

Por último, el tipo de trabajos prácticos más recomendables en las asignaturas científicas son los conocidos como *pequeñas investigaciones*. Se trata de reconvertir las tradicionales prácticas de laboratorio de forma que en este caso el alumno se enfrente a una situación real, que pueda resultar más motivadora para él. Los materiales utilizados no tienen por qué ser complejos y el método de resolución no debe implicar la utilización excesiva de herramientas matemáticas.

Desarrollar una investigación implica extrañarse por un determinado fenómeno observado, preguntarse los motivos por los que ocurre de esa manera, plantear un sistema que permita encontrar respuesta a esas preguntas y, por último, sacar conclusiones y compartirlas en sociedad. Y ese es el proceso que se pretende incentivar en el alumno con este tipo de actividad, si bien debe estar adaptado a estudiantes de secundaria. Las fases de una investigación según el proyecto APU, desarrollado por el National STEM Centre en 1984 se ilustran en la figura 1. (Assessment of Performance Unit, 1984)

En la fase de identificación el alumno debe intentar aislar el problema a resolver para poder conceptualizarlo y formularlo para emitir hipótesis y decidir cuáles van a ser las variables significativas. A continuación, en la fase de planificación se debe estimar cómo pueden oscilar dichas variables, cómo medirlas y controlarlas cuando sea necesario, o con qué precisión deben realizarse las medidas. Los estudiantes deben elaborar un plan de trabajo, y discutirlo con el profesor antes de iniciar la investigación. En la fase de realización se llevan a cabo los experimentos o la toma de los datos necesarios y se analizan los resultados. El proceso sigue con una fase de interpretación y evaluación en la que se valoran los resultados obtenidos teniendo en cuenta su plausibilidad y la comparación con los resultados de investigaciones similares. Por último, la fase de comunicación implica la redacción de un informe y puede incluir la comunicación pública de los resultados por cualquiera de sus medios.

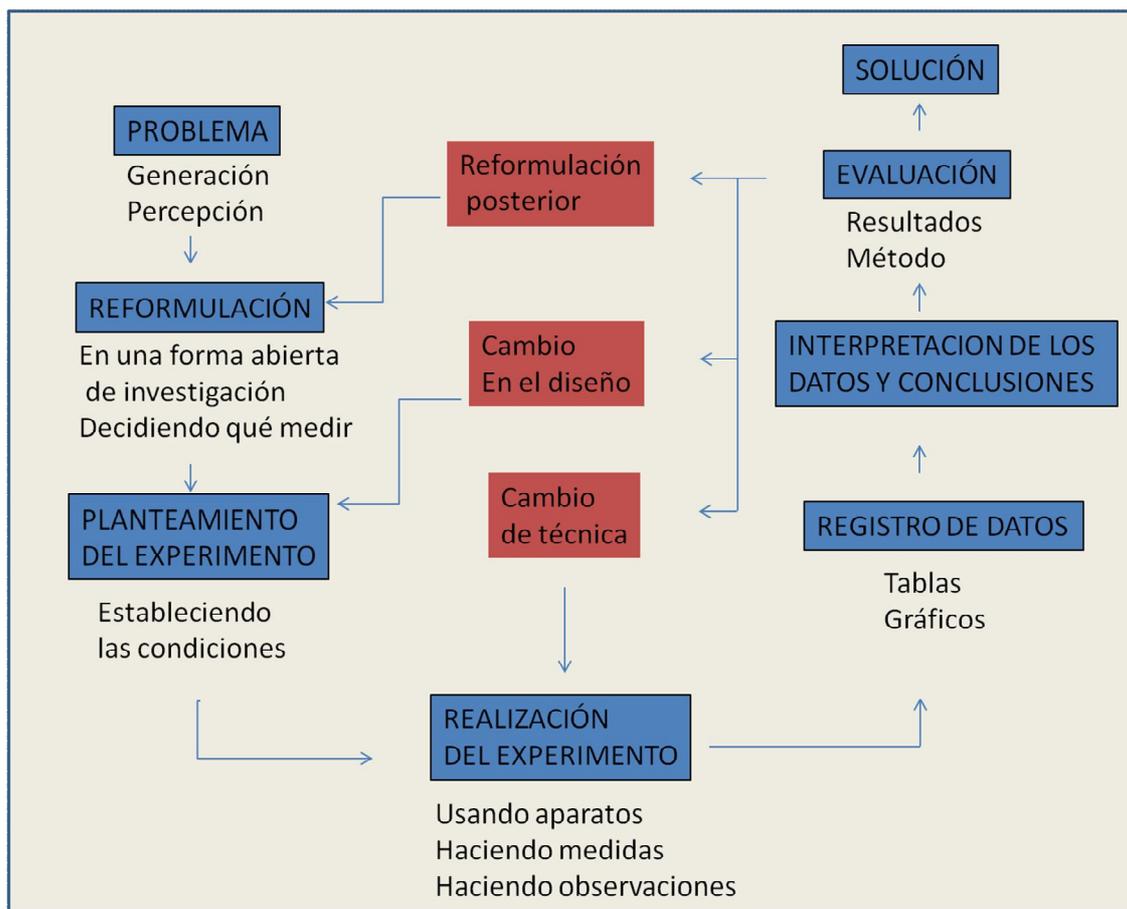


Figura 1. Etapas de una investigación según el proyecto APU.

En la elección de contenidos se deben evitar los grandes temas, tratados por los profesionales, de forma que el trabajo permita que el alumno aporte algo de su propia cosecha sin que se convierta en una mera recopilación y reorganización de la información existente. Además es muy importante evitar que el alumno necesite una gran cantidad de información nueva que le resulte imposible asimilar. Estudiar problemas de la vida cotidiana de los alumnos o replicar en un marco local investigaciones de ámbito más general son opciones convenientes.

Entre las dificultades para llevar a cabo este tipo de actividades se encuentra la insuficiente formación del profesorado que, en su gran mayoría, nunca ha desarrollado una investigación a lo largo de sus estudios universitarios, por lo que carece de los conocimientos y la experiencia necesarios para guiar a los

alumnos en el proceso de la investigación. Así, suelen cometerse errores típicos entre los que cabe destacar:

- La elección de un título llamativo y espectacular en lugar de uno serio, descriptivo y riguroso, transmitiendo al alumnado una visión poco realista del trabajo científico.
- La ausencia de estado del arte y de la técnica. Si bien este contenido puede excluirse en la etapa de la ESO, para los alumnos de Bachillerato sí debe exigirse, a fin de que comprueben que su investigación es original y conozcan, al menos brevemente, lo realizado en ese campo con anterioridad.
- Demasiado cuerpo teórico, debiéndose limitar los conceptos introducidos a aquellos que sean necesarios para llevar a cabo la investigación.
- Diseño erróneo de las experiencias (falta de control de variables, número insuficiente de muestras y de repetición de medidas, etc.)
- Errores en el tratamiento de datos, introduciendo gráficos o tablas injustificadas y sin su comentario respectivo.
- Seguimiento insuficiente del trabajo del alumnado, sin establecer plazos para entregas parciales, que evitan que el alumno deje todo el trabajo para el final.
- Ausencia de comunicación de resultados a la sociedad, privando al alumno de la parte más gratificante del trabajo científico.

Otras de las dificultades que se suelen encontrar a la hora de llevar a cabo este tipo de actividades es la desconfianza del profesorado en que sus alumnos sean capaces de llevar una investigación en sentido estricto. Sin embargo, hay muchos ejemplos de investigaciones realizadas a nivel de ESO y Bachillerato, con al menos 4 patentes obtenidas por personas de entre 13 y 17 años (Caamaño, A., 2011). Incluso algunas revistas dedicadas a profesionales han reservado un espacio dedicado a la difusión de este tipo de investigaciones.

Otro de los grandes errores que se cometen es la excesiva intervención del tutor, consecuencia de la desconfianza antes mencionada. El papel del tutor

debe ajustarse al de un guía, que enseñe a los alumnos cómo es el proceso de una investigación y formarles como investigadores, permitiéndoles que lo experimenten, lo disfruten y lo sufran, haciendo de la actividad una vivencia personal. Cuando surjan los problemas, el tutor no debe inmediatamente hacer valer su conocimiento para aportar una solución, sino ser paciente y esperar a que los alumnos la encuentren por sí mismos, con su consejo y tutela. Así, el tutor debe comentar, sin corregir, las propuestas del alumno investigador, guiándolo hasta que éste perciba sus errores, y animándole a corregirlos. El conocimiento del profesor se debe utilizar para que el alumno optimice su esfuerzo, pero en ningún caso para sustituir la tarea personal del estudiante.

El objetivo de las pequeñas investigaciones es no sólo familiarizarse con los fenómenos investigados, observarlos e interpretarlos, sino también aprender a formular hipótesis y a contrastarlas, a manejar instrumentos y técnicas de laboratorio, así como diferentes estrategias de investigación. En definitiva, conocer e interiorizar el método científico. Cabe destacar el aspecto relativo al trabajo en equipo, y al desarrollo de actitudes fundamentales como la planificación, el orden, la limpieza y la seguridad. Es conveniente que los alumnos no se limiten a escuchar e intentar respetar unas normas de seguridad en el laboratorio, sino que entiendan completamente los riesgos a los que se enfrentan. En este sentido lo ideal sería dedicar la primera sesión a identificar dichos riesgos, proponiendo conjuntamente las normas de seguridad a seguir, para evitarlos de una manera más eficaz.

A continuación se presentan 6 propuestas de pequeñas investigaciones de Física a desarrollar en 1º de Bachillerato, así como varias experiencias ilustrativas. Se presentarán y explicarán sus guiones y los objetivos que se persiguen con ellas, y se compararán con ejemplos de prácticas tradicionales sobre el mismo tema.

3. Trabajos prácticos de Física para 1º de Bachillerato

En este apartado se presentan varias experiencias ilustrativas adecuadas para 4º de ESO y Bachillerato, así como 6 propuestas de actividades prácticas en forma de pequeñas investigaciones, adecuadas para la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, con una perspectiva innovadora y siguiendo las pautas apuntadas en la introducción de este trabajo. Las dos prácticas relacionadas con la dinámica se han llevado a cabo durante las prácticas ligadas al Máster, con muy buena acogida por parte del alumnado, mientras que las otras cuatro han sido desarrolladas partiendo de las clases de la asignatura de *Aprendizaje y Enseñanza de la materia*, con la colaboración y tutela del profesor José Antonio Palacios Palacios.

3.1 Experiencias ilustrativas.

3.1.a Experiencias de refracción.

Se trata de estudiar el comportamiento de la luz cuando llega a una superficie que separa dos medios con diferente índice de refracción. Utilizaremos 2 boles opacos, 2 monedas y agua. En un primer experimento colocaremos las monedas en el fondo de cada uno de los boles y nos moveremos hasta que dejemos de ver las monedas. A continuación, y sin cambiar la posición de nuestro ojo, echaremos agua en uno de ellos hasta comprobar que empezamos a ver la moneda en dicho bol. Esto se debe a que a que la luz reflejada por la moneda se refracta, esto es, cambia su dirección de propagación, al cambiar de un medio a otro con diferente índice de refracción, en este caso del agua al aire, posibilitando que los rayos provenientes de la superficie de la moneda lleguen a nuestro ojo. En el caso del bol vacío estos rayos ven interrumpida su trayectoria por las paredes del bol, por lo que no podemos ver la moneda. En definitiva, el agua proporciona a los rayos de luz provenientes de la moneda una trayectoria posible hasta nuestro ojo, gracias al fenómeno de la refracción. De este modo podemos ver la moneda cuando está sumergida bajo un cierto espesor de agua.

Otra experimento sencillo relacionado con la refracción de la luz consiste en colocar un frasco de cristal sobre una moneda, de forma que la moneda estará perfectamente visible, incluso parecerá que se encuentra dentro del frasco. Sin embargo, si llenamos el frasco de agua, la moneda desaparecerá como si se hubiese disuelta en ella. Todo ello mirando siempre desde una posición lateral suficientemente por encima de la base del frasco. Esto se debe al fenómeno de la reflexión total interna. Debido a la diferencia en el índice de refracción entre el aire y el agua, y al ángulo de los rayos de luz provenientes de la moneda respecto a la superficie de contacto de ambos medios, todos los rayos se reflejan en la pared del frasco, sin poder llegar a nuestro ojo, haciendo parecer que la moneda ha desaparecido.

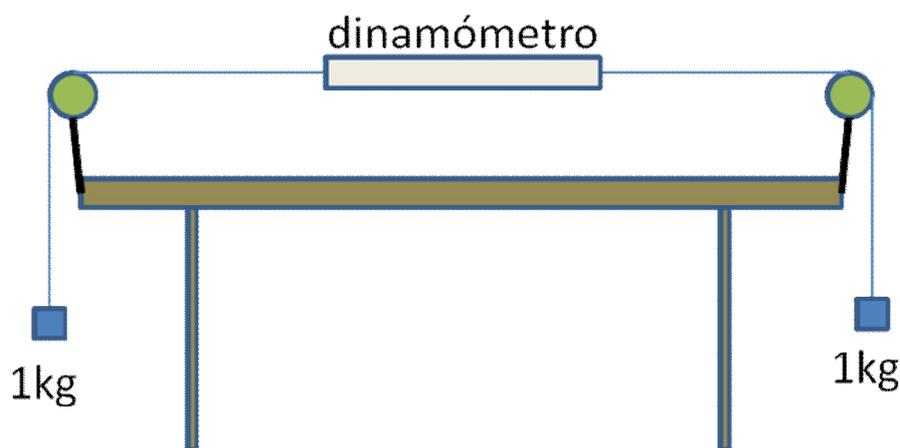
Por último, una tercera experiencia ilustrativa referida al tema de la óptica geométrica, e introductoria al campo de la transmisión de señales, podría ser observar y comprender la propagación de la luz mediante reflexión total interna, a través de una fibra óptica, tecnología cada vez más extendida en la vida cotidiana y de plena actualidad en todo el mundo. Para realizarla necesitaremos un láser, no especialmente potente, un trozo de fibra óptica de cualquier tipo debidamente conectorizada para poder insertar la luz del láser y un medidor de potencia óptica. Apuntando la luz emitida por el láser en una determinada dirección podemos medir la potencia óptica que llega a un punto situado a una distancia dada, que si es suficientemente grande será muy baja. Hay que tener cuidado de restar la potencia óptica de fondo, debida a la iluminación de la clase, por lo que sería conveniente hacerla con el aula a oscuras. A continuación, sin mover el láser, conectamos la fibra óptica a su salida y llevamos el otro extremo hasta el punto donde antes medimos la potencia. Observaremos que en este caso la potencia óptica medida es muy superior, siendo muy similar a la potencia total emitida por el láser. Esto demuestra que la luz ha sido transportada por la fibra sin apenas generar pérdidas, lo que constituye la base de las tecnologías de comunicaciones terrestres en la actualidad y un claro ejemplo del fenómeno de reflexión total interna y su aplicación en la vida cotidiana.

3.1.b Combustión de una vela

Otra experiencia muy sencilla de realizar en clase es la de la **combustión de una vela**. Se coloca una vela encendida en un recipiente con agua y se tapa con un vaso. Poco después de haberla tapado, se observa que la vela se apaga y el nivel del agua sube dentro del vaso. Se trata de interpretar lo que ha sucedido para saber por qué se apaga la vela y por qué sube el nivel del agua. Además podemos extraer información sobre la composición del aire en base al aumento relativo del nivel de agua. Una primera hipótesis podría suponer que la vela se apaga en el momento en que se acaba el oxígeno contenido en el vaso, y que el aumento del nivel del agua se debe a la disminución de presión debido a la desaparición del oxígeno. Sin embargo, esta hipótesis no tiene en cuenta que en la reacción de combustión se genera dióxido de carbono que puede compensar la diferencia de presión producida por el consumo de oxígeno. Además, se ha demostrado experimentalmente que la combustión de sustancias en presencia de aire en recipientes cerrados finaliza antes de que se consuma todo el oxígeno. Otra hipótesis entonces podría ser que la vela se apaga cuando la cantidad de oxígeno restante es inferior a un cierto umbral, por debajo del cual no se puede mantener activa la reacción de combustión. Una observación detallada del fenómeno permite constatar que la subida del nivel de agua no es uniforme mientras dura el proceso de combustión, como cabría esperar con dichas hipótesis, sino que aumenta drásticamente en el momento en que la vela se apaga. Esto se debe a que el aumento del nivel de agua es provocado por la disminución de la presión al enfriarse los gases contenidos en el vaso, tras apagarse la llama. Así, esta experiencia que se suponía adecuada para calcular la concentración de oxígeno en el aire, se convierte en un ejemplo claro de observación de la variación de presión de un gas en función de la temperatura. Esta experiencia también sería adecuada a nivel de ESO para constatar, prescindiendo de la cubeta de agua, la necesidad de la presencia de oxígeno para que tenga lugar una reacción de combustión, y que dicha reacción se para cuando la concentración de oxígeno es muy pequeña. Realizando la misma experiencia con vasos de diferentes tamaños y midiendo el tiempo que tarda en apagarse se puede corroborar esta hipótesis.

3.1.c Paradoja de Newton.

Otra experiencia ilustrativa muy interesante para realizar en clase de 1º de Bachillerato o en 4º de ESO es la conocida como **paradoja de Newton**. Para realizarla necesitaremos un dinamómetro de 20 N, una mesa con soportes para sujetar dos poleas, las propias poleas y dos pesas de 1 kg de masa, aparte de un trozo de hilo para sujetarlas. Se cuelga inicialmente una de las pesas utilizando la polea para transmitir su peso al dinamómetro que estará colocado horizontalmente sobre la mesa. Así, tendremos una lectura de 9.8N en el dinamómetro, que es la fuerza con que la masa de 1 kg es atraída hacia el centro de la Tierra por atracción gravitatoria. A continuación colgamos la otra pesa del otro extremo del dinamómetro como se indica en la figura.



Se cubre el dinamómetro con un trapo y se pregunta a los alumnos cuánto medirá ahora, 9.8 N o 19.6 N. En general hay respuestas de todo tipo, pero la correcta es 9.8 N. Al colgar una masa del dinamómetro, éste indica 9.8N que, según el tercer principio de la dinámica, es exactamente la fuerza que debe realizar el soporte para aguantar el dinamómetro inmóvil en su posición. Al conectar la segunda pesa al otro extremo, y gracias al sistema de poleas, esta fuerza de soporte del dinamómetro no es necesaria, ya que el sistema está en equilibrio por compensación de fuerzas opuestas, pero el dinamómetro sigue señalando lo mismo, los 9.8 N que ejerce la primera masa sobre él por la acción del campo gravitatorio terrestre.

3.2 Pequeñas investigaciones.

A continuación, presentamos los guiones y explicaciones de los ejercicios prácticos propuestos como pequeñas investigaciones científicas. En el anexo B se pueden observar los informes realizados por varios alumnos (de nivel medio) de Bachillerato tras la realización de una de ellas.

3.2.a ¿Se cayó o lo lanzaron?"

Trabajo Práctico de Cinemática. 1º de Bachillerato

Descripción

En esta práctica se trata de aplicar los conocimientos de cinemática a un problema real, la caída de un coche por un acantilado. Se plantea el problema de conocer la velocidad que tenía cuando salió de la parte superior conociendo el punto de impacto con el suelo. Es un problema que se le puede plantear a un investigador que, ante un hecho tal, quiere saber dicha velocidad para inferir las causas, accidentales o provocadas, del suceso. De ahí la pregunta "Se cayó o lo lanzaron". Se utilizan, como elementos motivadores, fotografías para entender el accidente y extraer de ellas la información necesaria, y el video de un coche cayendo por el acantilado:

http://www.youtube.com/watch?v=iUy_61hkGPM

En éste se puede identificar la trayectoria parabólica que sigue en su caída, tantas veces estudiada en las clases teóricas. Además permitirá al alumno ponerse en situación y comprender el problema.

Como conocimientos previos a trabajar y consolidar con este trabajo práctico se encuentran los conocimientos de cinemática y el concepto de velocidad instantánea. También se trabajará el uso de las puertas fotoeléctricas como aparato de medida de tiempo.

Introducción

La policía de Santander ha encontrado un coche estrellado en un acantilado cercano al faro de Cabo Mayor.

Necesitan averiguar si se trata de un accidente o si el coche fue empujado al vacío.

Se trata de que los alumnos, por grupos, discutan sobre las posibles soluciones al problema y, con la tutela del profesor, acaben encontrando la manera de deducir lo que la policía necesita saber. En efecto, si el coche salió del borde del acantilado con una velocidad considerable, se habría tratado de un accidente, mientras que si esta velocidad fue muy pequeña, el coche habría podido ser empujado.

Es importante que observen que el coche no ha sufrido daños de ningún tipo en el techo y no demasiados en los laterales, por lo que se puede deducir que ha caído directamente hasta el emplazamiento donde ha sido encontrado, sin haber rodado por el acantilado.

El alumno debe decidir la mejor manera de averiguar la velocidad con la que salió por el borde del acantilado, con la tutela del profesor y teniendo en cuenta los datos de los que puede disponer.

La distancia horizontal desde el emplazamiento del coche hasta el borde del acantilado es de 41.6 m, pero este dato no se le proporciona al alumno. Se le muestra la siguiente fotografía.



La cruz indica el lugar donde se halló el vehículo. Y se sabe que la altura del acantilado es de 45 metros. Si se dispone de un mapa topográfico de la zona se pondría a disposición del alumno para que ellos mismos obtengan el valor de la altura de salida. Con este dato y por comparación de distancias en la fotografía, el alumno debe estimar la distancia horizontal que recorrió el vehículo en su vuelo, asumiendo que el error cometido será relativamente pequeño de manera que no influirá en la deducción final.

Con estos datos y aplicando sus conocimientos de cinemática, el alumno debe darse cuenta de que es posible saber la velocidad con la que el coche circulaba al salirse por el acantilado. El coche describe un movimiento parabólico, que se puede descomponer en sus componentes vertical y horizontal. De esta forma, la altura desde la que cayó el coche nos permitirá saber cuánto tiempo estuvo en el aire, ya que en el movimiento vertical sólo tenemos que tener en cuenta la aceleración de la gravedad, asumiendo que el coche se movía en dirección horizontal antes de caer. La ecuación del movimiento vertical será:

$$y = y_0 + v_y \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Siendo y_0 la altura del acantilado, v_y la velocidad inicial en dirección vertical (nula en este caso) y g la aceleración de la gravedad (9.8 m/s^2).

Así, obtenemos que el tiempo de vuelo del coche fue de 3 segundos aproximadamente.

Conocido este dato los alumnos deben analizar el movimiento en la dirección horizontal para averiguar cuál era la velocidad del coche en el punto de salida. Este movimiento se puede describir análogamente al vertical mediante la ecuación:

$$x = x_0 + v_x \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a_x \cdot t^2$$

Siendo x_0 la posición de salida, v_x la velocidad del coche en el momento de la salida y a_x la aceleración en dirección horizontal (se considera nula en este caso).

De esta forma se calcula que la velocidad del coche era de 15 m/s (54 km/h), por lo que se puede deducir que fue un accidente.

Tras ver el vídeo y analizar las fotografías, se pretende que los alumnos experimenten la caída realizando un montaje a escala 1:100 (los metros se convierten en centímetros) con una rampa y un coche de juguete. Medirán la posición de caída en función de la velocidad de salida por el borde del carril. Para medir dicha velocidad podrán utilizar las puertas fotoeléctricas o deducirla a partir del punto de caída, comprobando la validez de las expresiones estudiadas en clase. Las puertas fotoeléctricas sirven para medir tiempos con mucha precisión, y están formadas por unos sensores detectan el paso de cualquier objeto a través de ellas. En cada puerta hay un sensor que activa el cronómetro cuando un objeto pasa por ella y lo detiene cuando pasa por la otra. Colocándola muy juntas, en un espacio de unos pocos centímetros, justo al borde de la rampa, medimos la velocidad del coche al pasar por ese tramo,

que si reducimos al máximo se corresponderá con la velocidad instantánea. Este método es conveniente para repasar el concepto de límite y su significado físico. También pueden utilizar las puertas fotoeléctricas para medir el tiempo de caída y verificar así sus cálculos previos.



Puertas fotoeléctricas

El punto de caída se observa utilizando arena, o un corcho blando para que deje una huella fácilmente legible. Es preferible que el carril tenga poca inclinación, para evitar tener una componente vertical en la velocidad inicial del coche, simplificando así el problema, y adecuándolo al problema real estudiado en este caso. Si la carretera al borde del acantilado tuviese inclinación también se podría simular inclinando la rampa y teniendo en cuenta las dos componentes de la velocidad de salida. De hecho, esta es una variante que se puede utilizar para que aquellos grupos que avancen más deprisa, puedan completar su experimentación en el tiempo de clase restante.

Resumen

En definitiva con esta práctica se trata de que los alumnos averigüen, a partir del punto de caída, la velocidad a la que el coche inicio su vuelo, y lo

comprueben mediante medidas experimentales, imposibles de realizar en el caso real. Con esta información, que traten de deducir las posibles causas del accidente.

3.2.b ¿Cómo medir la velocidad de un proyectil?

Trabajo práctico de Dinámica. 1º de Bachillerato

Descripción

Medir la velocidad de un proyectil es aparentemente una tarea complicada para alumnos de Bachillerato, ya que implica la medida de tiempos muy pequeños, del orden de las milésimas de segundo. Esto plantea un reto interesante para ellos, ya que deberán realizar dichas medidas sin utilizar equipos sofisticados, sino con equipos sencillos y aplicando las leyes y conceptos que han estudiado en clase. Se comprobará la utilidad del teorema de conservación del momento lineal, aplicado a un caso real e interesante. Es por todos conocido que el tema de las armas y los proyectiles es muy atractivo para los alumnos de esta edad, en especial para los chicos, dada su presencia constante en el mundo de los videojuegos o en el cine. También se podrían haber tratado choques de automóviles, u otros casos pero la modelización en el laboratorio es mucho más compleja.

La investigación es una evolución del problema teórico sobre el péndulo balístico que normalmente involucraba medida de ángulos y principio de conservación de la energía para medir la velocidad del péndulo. En nuestro caso hemos simplificado el problema y proporcionamos al alumno la fórmula de la velocidad del péndulo en la parte inferior por lo que reducimos el campo teórico implicado.

Para completar la investigación se pide al alumno determinar la fuerza media ejercida por el proyectil sobre la plastilina del péndulo. A partir de medidas de la huella dejada por el proyectil el alumno deberá determinar la fuerza media y sacar conclusiones en torno a la peligrosidad de estos aparatos.

Como elemento motivador se mostrará un video sobre el péndulo balístico:

<https://www.youtube.com/watch?v=MdwVrrnRaCE>



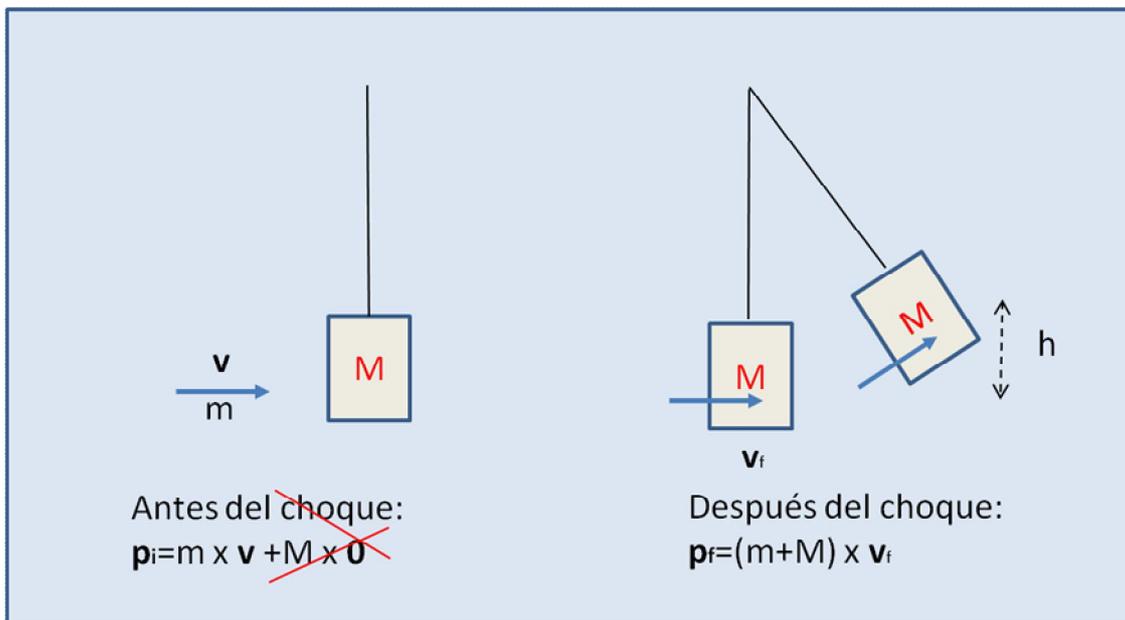
Los conocimientos previos a trabajar en esta práctica son la segunda ley de Newton y el momento lineal y su conservación en ausencia de una fuerza externa neta.

Introducción

Se trata de averiguar la velocidad a la que sale despedida un balín de una pistola de aire comprimido. También podríamos intentar medir la velocidad de una flecha al ser lanzada con un arco, aunque en este caso no podríamos medir la fuerza media que realiza la flecha sobre el péndulo.

Para ello, el alumno deberá realizar el montaje experimental de un péndulo balístico, decidiendo entre los diferentes tipos en función de la medida que deberán realizar de longitud de oscilación y periodo de la misma. Deberá detallar en un esquema las diferentes magnitudes implicadas en el problema.

Para realizar las medidas de la longitud de oscilación y periodo de la misma podrá utilizar cualquier material disponible en el laboratorio o que aporten ellos mismos. Asimismo, deberá medir las masas del proyectil y del péndulo.



Aplicando el principio de conservación del momento lineal, y conocidos los datos mencionados anteriormente, el alumno obtendrá las velocidades del péndulo y del proyectil. Teniendo en cuenta que en ausencia de fuerzas externas, o si la resultante de las mismas es nula, el momento lineal (**p**) es constante:

$$\Delta p = 0 \Rightarrow p_f = p_i$$

Se realizarán también medidas de la huella dejada en el péndulo y se calculará la fuerza media ejercida por el proyectil sobre el éste. Finalmente, el alumno deberá buscar información para completar el trabajo de investigación y extraer las principales conclusiones.

Este trabajo también se puede utilizar para calcular la energía elástica que almacena la pistola y calcular la constante elástica equivalente del mismo, en sustitución de los clásicos trabajos con un muelle. Esto también podría entenderse como una posible ampliación del trabajo para los alumnos más aventajados.

Resumen

En este trabajo práctico se repasa el concepto de momento lineal y se observa, en un caso real e interesante para los alumnos, el teorema de conservación del mismo, aplicándolo para deducir la velocidad de una flecha lanzada por un arco. Se introduce al alumno en el funcionamiento de un péndulo balístico y sus principales aplicaciones.

3.2.c ¿Qué fuerza empuja a un ciclista en una rampa?

Trabajo práctico de Dinámica. 1º de Bachillerato

Descripción

En esta práctica se trata de aplicar los conocimientos de Dinámica a un problema real, la velocidad que adquiere un ciclista o un patinador en una pendiente. Esta fuerza que te empuja pendiente abajo la hemos experimentado

todos en alguna ocasión, pero, ¿De qué factores depende? ¿Cómo está relacionada con la pendiente? ¿Qué papel juega el peso de la bici?

Se trata de un problema atractivo para los alumnos y que está situado en su zona de conocimientos teóricos. Se trabajará por tanto en la zona de desarrollo próximo tanto en lo referente a la experiencia como en lo referente a la teoría.



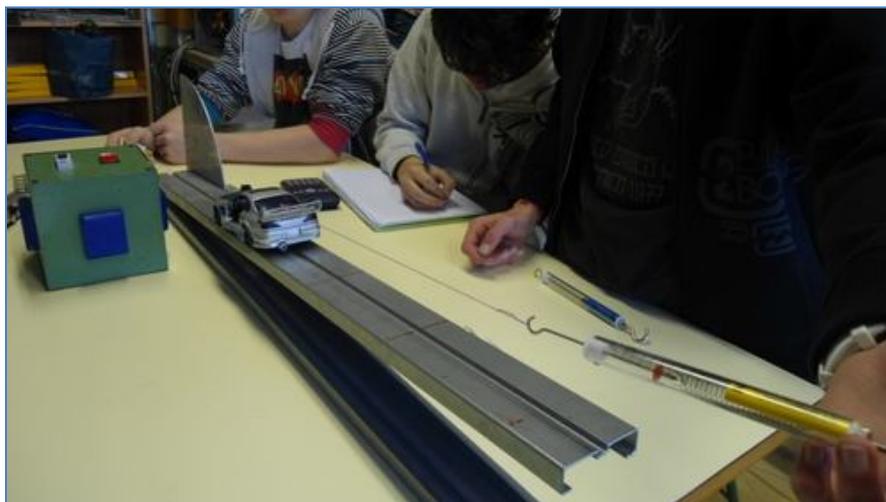
Es un problema con aplicaciones prácticas en el campo deportivo y en el que los alumnos van a poder transferir sus conocimientos a situaciones reales. Como elemento motivador al comienzo de la práctica se mostrará el video de un ciclista realizando un descenso por fuertes pendientes, que de nuevo permitirá al alumno ponerse en situación y comprender el problema.

<http://www.youtube.com/watch?v=RxXqQqAc2pA>

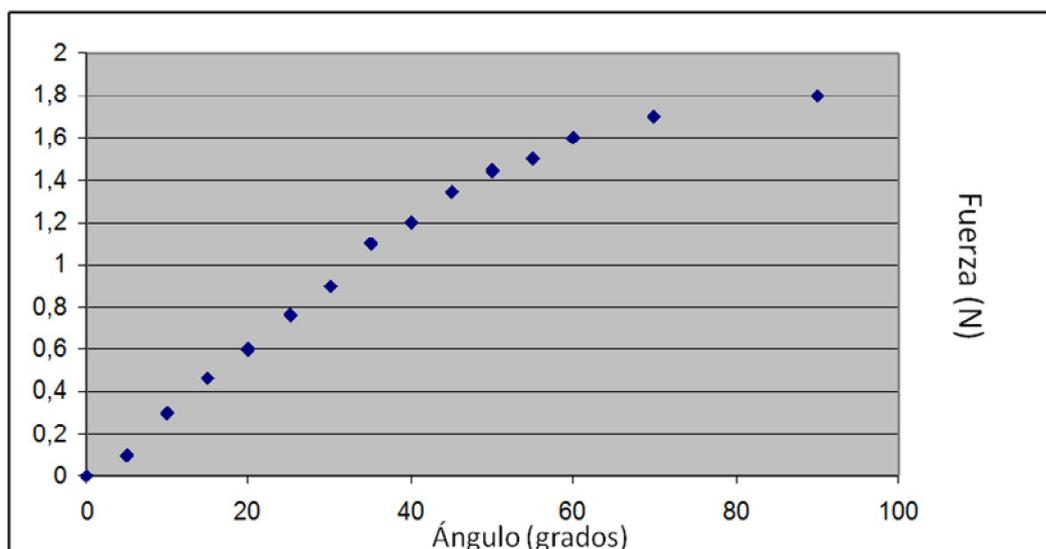
Los conocimientos previos a trabajar y consolidar con esta práctica son la primera ley de Newton y la manera de calcular pendientes. Además se trabajará el uso de una Hoja Excel como herramienta de cálculo y de un dinamómetro como aparato de medida.

Introducción

Se quiere conocer la influencia del peso de un ciclista y su bicicleta en la velocidad que adquiere al descender una pendiente, y cómo varía en función del ángulo de inclinación. Para ello el alumno deberá simular la situación real haciendo uso de una rampa y un objeto cualquiera que represente al ciclista. Al mismo se conecta el dinamómetro, que nos servirá para medir la fuerza que está actuando sobre el objeto.



Realizando medidas de la fuerza en función del ángulo de inclinación y manteniendo constante la masa del objeto, el alumno debe darse cuenta de la relación sinodal entre ambos parámetros, ayudándose de una hoja Excel, o cualquier otro programa matemático disponible, para buscar la función que mejor se ajusta a los datos obtenidos y representarlos gráficamente.



Para una inclinación dada se trata de que observen la relación lineal y directa entre la masa del objeto y la fuerza que la atracción terrestre ejerce sobre él, según lo establecido por la primera ley de Newton.

Deberán realizar un esquema donde se explique en detalle el sistema utilizado para investigar el problema, señalando la inclinación de la rampa y la posición del dinamómetro.

Finalmente sería conveniente que los alumnos se diesen cuenta de la influencia del rozamiento, que no podemos tener en cuenta en nuestras simulaciones estáticas, pero que tiene mucha influencia en una situación real, especialmente a altas velocidades, siendo una fuerza en dirección opuesta al movimiento. Para aquellos con mayor interés por el problema, se puede proponer que calculen la velocidad que adquirirían ellos mismos con su bici o patines en una rampa cercana al centro, a ser posible dentro de sus instalaciones por motivos de seguridad. Para ello deberán hacer medidas de la pendiente de la rampa y tomar tiempos de su movimiento de bajada. Así trabajarían en una situación real muchos de los conceptos de cinemática y dinámica estudiados, y podrán estimar la influencia de la fuerza de rozamiento por comparación de los cálculos teóricos y las medidas experimentales.

Como conclusión a la situación real del ciclista, se puede deducir que para realizar un ascenso es mejor que el ciclista pese lo menos posible, mientras que para bajar es conveniente que su peso sea elevado, aunque en este caso la importancia es menor debido a la necesidad de frenar para afrontar las curvas. Así, la mejor opción será aquel que tenga la mayor potencia muscular con el mínimo peso posible.

Resumen

En conclusión, en esta práctica el alumno debe comprender la influencia de la pendiente en la fuerza que actúa sobre el ciclista, y su relación sinodal, además

de experimentar la primera ley de Newton verificando la relación directa y lineal entre la fuerza y la masa.

3.2.d ¿Qué cocina tiene mayor rendimiento?

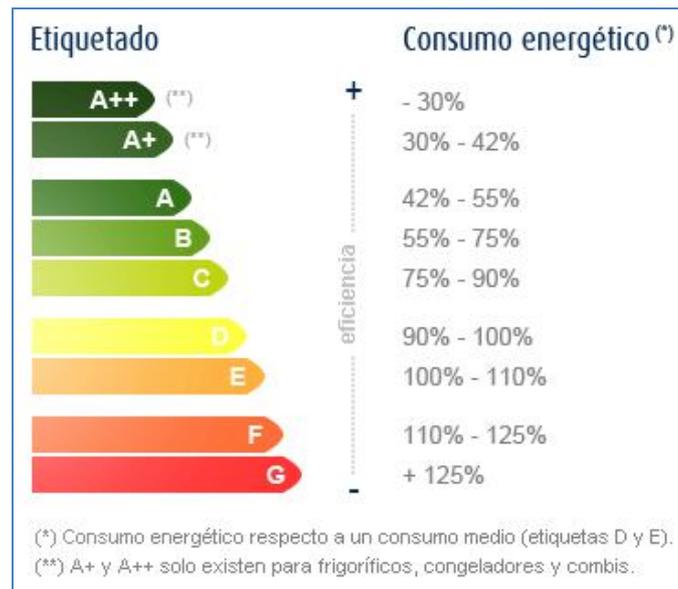
Trabajo práctico de Trabajo y Energía. 1º de Bachillerato

Descripción

Este trabajo práctico está dirigido a estudiar los conceptos de calor y potencia eléctrica, así como a hacer un estudio comparativo del rendimiento de varios calentadores que utilizan diferentes tecnologías. Hoy en día, el tema del ahorro energético está muy de actualidad por lo que, averiguar experimentalmente qué tipo de cocina tiene mayor rendimiento energético para calentar los alimentos es un problema de interés para los alumnos.

En los calentadores clásicos, basados en el efecto Joule, un conductor se calienta al ser atravesado por una corriente eléctrica debido a los choques de los electrones con los átomos del material. En las placas de inducción, se produce una agitación magnética del recipiente colocado encima, que debe tener algún componente ferromagnético para responder ante el campo electromagnético alternante creado por la placa. Así, midiendo la potencia consumida por cada uno de ellos y el tiempo empleado en calentar, por ejemplo, una determinada cantidad de agua, podemos calcular y comparar el rendimiento de ambos calentadores y etiquetarlos según la clasificación energética existente en el mercado. Además servirá para repasar los conceptos de calor específico, calor de vaporización, punto de ebullición, etc., estudiados en la parte de Química de 1º de Bachillerato. Se han estudiado diferentes tipos de energía, de transferencias de energía y la definición de rendimiento. Los alumnos conocen la expresión del calor transferido en función de la masa, el calor específico y el incremento de temperatura ($Q=m.c.\Delta t$) para calcular la energía ganada por el agua cuando se calienta a partir de una fuente externa. Las principales fuentes de energía que vamos a utilizar van a ser la energía química y la energía eléctrica. En un caso podemos calcular la energía

proporcionada a partir de la masa de combustible utilizada y la entalpía de combustión. En el caso de la energía eléctrica lo podemos hacer utilizando las fórmulas $E = I \cdot V \cdot t = P \cdot t$. Si el aparato es más complejo, como cocinas con sensores de temperatura, podemos medir el consumo directamente utilizando aparatos sencillos para medir el consumo que podremos encontrar en cualquier comercio de bricolaje.



Como elemento motivador de la investigación se utiliza un vídeo de Youtube donde se explica la clasificación energética de los electrodomésticos.

<http://www.youtube.com/watch?v=l6KwhQcxMKo>

Introducción

Se quiere comprobar cuál de los 5 métodos de calentamiento de los que disponemos en el laboratorio es más eficiente, un calentador clásico de resistencia, una placa de inducción y un calentador de butano y uno de alcohol, y un microondas. Para ello, los alumnos deberán medir la energía consumida por cada uno de ellos al calentar un 1 litro de agua hasta el punto de ebullición. Lo primero será definir, en grupo, las condiciones en que se van a realizar las medidas, para que éstas sean fácilmente reproducibles para otros investigadores. En nuestro caso definimos la masa a calentar (1L. de agua) y la utilización de recipientes adecuados con cada calentador.



El alumno debe calcular la energía necesaria para llevar 1 litro de agua desde la temperatura inicial hasta el punto de ebullición, y anotar el tiempo que el calentador emplea para ello. De esta forma se podrá calcular la potencia eficaz de cada calentador que vendrá dada por el cociente entre la energía calorífica cedida al agua (igual en todos los casos) y el tiempo empleado para ello.

Finalmente, para los alumnos más aventajados, se puede proponer otra situación real, pero en este caso relativa a energía mecánicas:

¿Qué eficiencia energética tiene un trampolín de educación física?

Se trata de medir en el trampolín que se utiliza en el gimnasio del centro su eficiencia energética. Para ello habrá que seguir los mismos pasos que hemos realizado con los diferentes calentadores.

Resumen

En este trabajo práctico se estudian los conceptos de potencia de un aparato eléctrico y eficiencia calorífica. Se pretende que los alumnos aprendan a diferenciar entre potencia consumida y potencia eficaz, interiorizando el concepto de eficiencia, o rendimiento, de un calentador, y comprendiendo las diferencias de funcionamiento entre los distintos calentadores.

3.2.e Medir la potencia útil de un Ferrari

Trabajo práctico de Trabajo y Energía. 1º de Bachillerato.



Descripción

En este trabajo se trata de ayudar al alumno a asimilar el concepto de rendimiento, repasando además otros conceptos relacionados con el tema de trabajo y energía de 1º de Bachillerato. El trabajo que realizan las máquinas (trabajo útil, W_u) es siempre menor que el teóricamente posible (trabajo motriz W_m), puesto que siempre existen fuerzas de rozamiento que realizan un trabajo (W_r), de signo negativo. Por tanto, la potencia útil será:

$$P_u = \frac{W_u}{t} = \frac{W_m + W_r}{t}$$

Siendo t el tiempo durante el cual se realiza el trabajo. Así, el rendimiento de una máquina (η), es el coeficiente entre el trabajo útil y el trabajo motriz, o análogamente, entre la potencia útil y la potencia motriz.

$$\eta = \frac{W_u}{W_m} = \frac{P_u}{P_m}$$

Ninguna máquina tiene un rendimiento del 100% ya que para ello deberían desaparecer completamente las fuerzas de rozamiento. Los automóviles suelen tener un rendimiento inferior al 40%.

Como elemento motivador se mostrará el vídeo de un coche partiendo del reposo y acelerando hasta alcanzar diferentes velocidades, algunas de ellas muy elevadas. <http://www.youtube.com/watch?v=rceFEqL906I>

Los conocimientos previos a trabajar en esta práctica son los conceptos de aceleración, trabajo, energía y rendimiento de una máquina.

Introducción

Un vehículo acelera partiendo del reposo como se observa en el vídeo citado anteriormente.



Se trata de que los alumnos calculen la aceleración sufrida por el vehículo en determinados tramos de tiempo, sobre todo en el momento de arrancar. Por otro lado, deben buscar información en internet o con los medios que consideren oportunos, sobre el peso del coche y la potencia anunciada por el fabricante.

Calculando la potencia útil a partir de los datos tomados del vídeo del velocímetro y conociendo la masa del vehículo, el alumno podrá compararlos con los datos de potencia proporcionados por el fabricante y deducir la energía perdida por rozamiento, así como analizar sus causas.

También se puede utilizar esta actividad como repaso del concepto de aceleración estudiado en cinemática, o como actividad introductoria de dicho concepto en cuarto de la ESO. Además, se puede proponer que calculen la aceleración normal que sufre el vehículo en un tramo de curva sabiendo la velocidad de paso y averiguando el radio de la misma por medios gráficos o buscando información sobre el circuito en cuestión.

Resumen

En este trabajo práctico se pretende que los alumnos analicen un caso real y cotidiano donde la potencia de una máquina se ve reducida debido al rozamiento, en todas sus formas, debiendo calcular la potencia efectiva de un vehículo y comparándola con los valores teóricos, afianzando e interiorizando así el concepto de rendimiento y repasando otros conceptos tanto de cinemática como de trabajo y energía.

3.1.f Construir un detector de campo eléctrico

Trabajo práctico de Electricidad. 1º de Bachillerato

Descripción

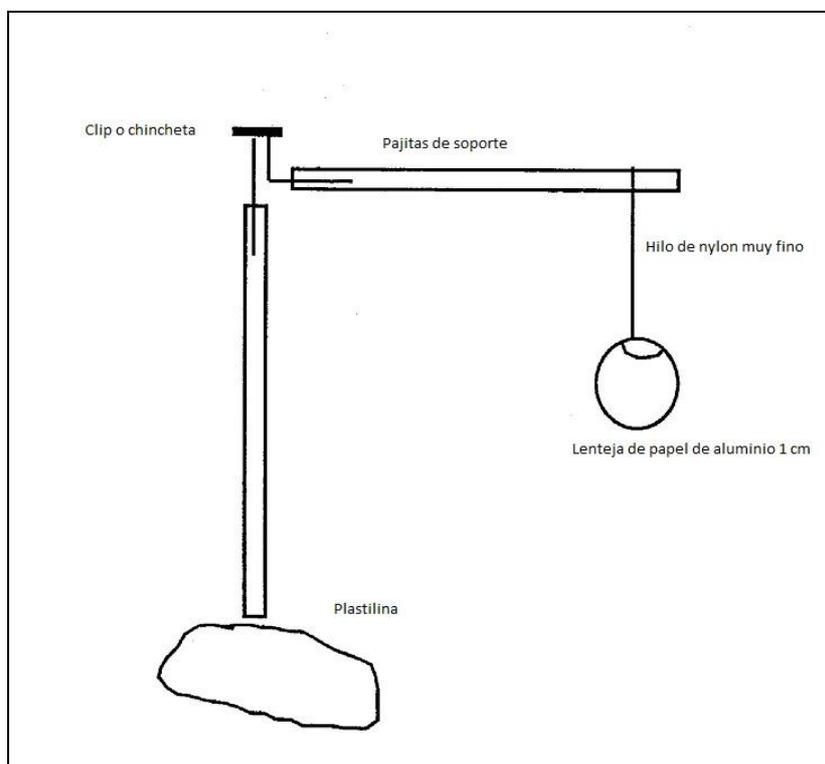
En esta práctica se trabaja el tema de la electrostática que, en general, es uno de los temas que peor se aborda en la enseñanza de la Física en 1º de Bachillerato. Siendo uno de los de mayor carga conceptual, las demostraciones prácticas se limitan, en la mayoría de los casos, a la observación de las fuerzas de atracción o repulsión entre objetos cargados por rozamiento. Así, la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos es muy precaria, con una carga teórica difícil de asimilar y aplicar a situaciones nuevas, incluso sencillas, y conducente a la permanencia de ideas previas o concepciones alternativas pre-científicas incluso en estudiantes universitarios (Guisasola J.,

1996). Algunos autores (Cardoso Ferreira, N., 1987) han sugerido la construcción de aparatos sencillos para detectar fuerzas electrostáticas, adquirir la noción de campo eléctrico o fabricar electroscopios elementales (Andre Koch Torres Assis).

Otro aparato sencillo que puede ser fabricado por los alumnos es un detector de campo eléctrico que les ayudará a comprender el carácter vectorial del campo y entender el concepto de líneas de campo, como propone Jenaro Guisasola (Guisasola Aranzábal, J., et al., 2001). La realización de estas actividades aporta una importante mejora en la comprensión de conceptos y a la transferencia de este conocimiento a situaciones novedosas, como han demostrado Furió y Guisasola en el artículo citado anteriormente.

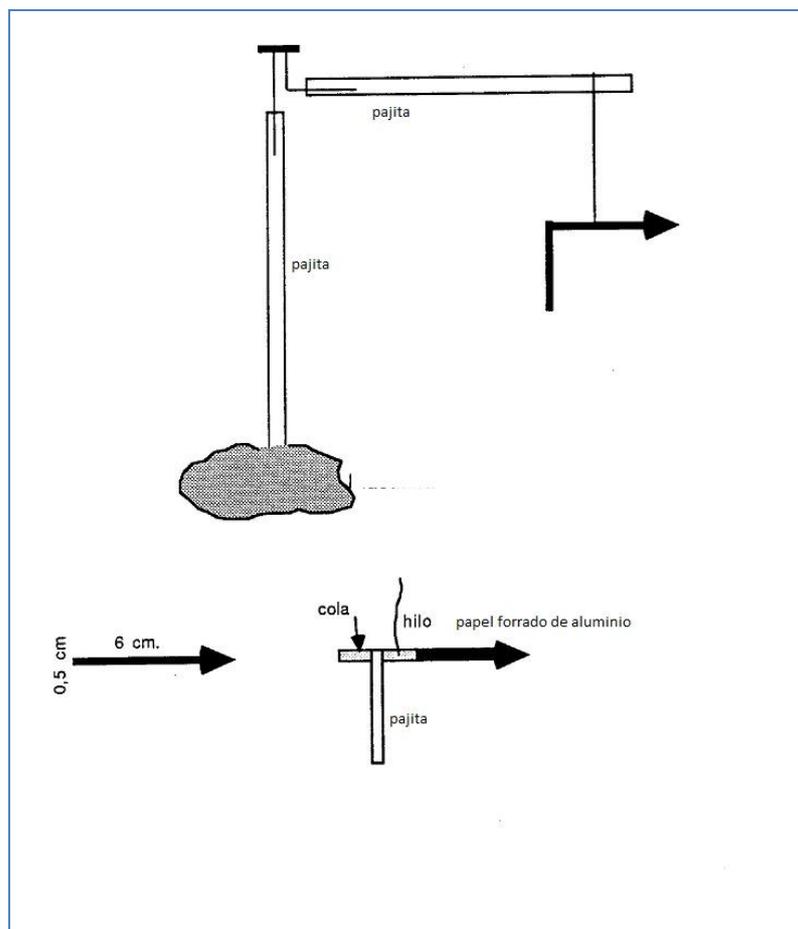
Introducción

Se quiere detectar la presencia de carga eléctrica en algunos objetos. Para ello se propone a los alumnos construir su propio detector con materiales sencillos de uso diario. En la figura se muestra el montaje de dicho aparato:



Con este aparato se puede experimentar la fuerza de atracción o repulsión experimentada por objetos cargados. Es muy importante que el alumno comprenda cómo un objeto cargado puede interactuar con uno descargado, como es el péndulo. Se procurará que utilicen sus conocimientos teóricos del modelo eléctrico para comprender los movimientos del mismo. La redistribución de cargas elementales dentro de un conductor es un fenómeno que se puede ilustrar muy bien con este aparato. Además, se puede cargar el propio péndulo para observar fenómenos de atracción y repulsión con objetos cargados.

A continuación se quiere detectar el campo eléctrico creado por un objeto cargado. Para ello se propone a los alumnos la construcción del detector que se describe en la siguiente figura:



De esta forma, en presencia de un campo eléctrico, la flecha se colocará en paralelo al mismo, indicando su dirección y sentido. Este pequeño instrumento se puede utilizar para determinar las líneas de campo de una carga puntual, de una placa cargada uniformemente o incluso observar fenómenos de apantallamiento por metales, campo en el interior de un conductor etc.

Resumen

Se trata de trabajar experimentalmente conceptos relacionados con el campo eléctrico y la electrostática, de forma que el alumno pueda comprender e interiorizar los conceptos más importantes en un contexto práctico, facilitándose así su posterior aplicación en situaciones nuevas.

4. Resumen y conclusiones.

En este trabajo se ha analizado la necesidad de las actividades prácticas como parte fundamental de la didáctica de las ciencias y se han descrito las características que estas actividades deben tener para infundir en los alumnos la motivación necesaria y despertar en ellos el interés por las ciencias. Se ha estudiado la situación actual de los trabajos prácticos en nuestro país y clasificado estas actividades en función de su dificultad, su duración y sus objetivos. Asimismo, se han señalado los factores clave para mejorar la didáctica de las ciencias, basándose en el incremento de los trabajos prácticos y el cambio de la metodología tradicional. Finalmente se han presentado propuestas de experiencias ilustrativas y pequeñas investigaciones que, a nuestro entender, son las actividades prácticas más apropiadas para la didáctica de las ciencias en ESO y Bachillerato, y deben comenzar a tener un peso cada vez más importante dentro del Curriculum de estas materias, si queremos que el panorama científico español mejore a medio y largo plazo.

Como conclusiones principales podemos señalar:

- Actualmente es imposible alcanzar los objetivos señalados en el currículo para las enseñanzas científicas. Se impone una actualización de las actividades prácticas.
- La didáctica de las ciencias señala que las pequeñas investigaciones son el modo idóneo para alcanzar dichos objetivos.
- Las pequeñas demostraciones prácticas en clase pueden utilizarse en diferentes situaciones y son enormemente útiles en diferentes momentos de las secuencias de aprendizaje.
- Las actividades prácticas son imprescindibles para que el alumno conozca e interiorice el método científico, así como el aspecto social e interactivo que implica el trabajo de un científico, contribuyendo al desarrollo de varias competencias clave.
- Mi propia experiencia me ha mostrado que la motivación de los alumnos aumenta enormemente con este tipo de trabajos y que

también la adquisición de los conceptos teóricos es mucho más completa y segura.

- También he encontrado que la aplicación de dichos conocimientos a nuevas situaciones es más fácil y que los alumnos se muestran seguros e interesados en esta traslación.
- La transformación de las experiencias clásicas en pequeñas investigaciones está al alcance de cualquier profesor interesado en la mejoría de su práctica docente. Solo es necesario convencerse de la necesidad de este cambio y luego las buenas experiencias vividas en el laboratorio harán el resto.
- La colaboración entre los profesores del Departamento e incluso de la región en este campo permitiría la confección de bancos de experiencias a las que creo que he contribuido con este TFM.

5. Bibliografía.

Assessment of performance unit (APU), 1984. *Science report for teachers*. Association for science education.

Andre Koch Torres Assis. *Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade*. Se puede encontrar en <http://www.ifi.unicamp.br/~assis/Eletricidade.pdf>.

Caamaño, A. 2011, *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*, ed. Graó.

Cardoso Ferreira, N., 1987. II Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias – Artículos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol.: Extra Parte 5. Construcción de un "KIT" de electrostática.

Coll, C., 1985. *Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas*. Anuario de Psicología, nº 33, pp.59-70.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregosa, J., 1991. *Cuadernos de educación*, ed. Horsori.

Guisasola, J., 1996, *Análisis crítico de la enseñanza de la Electrostática en el Bachillerato y propuesta alternativa de orientación constructivista*. Tesis doctoral. Departamento de Física Aplicada, Universidad del País Vasco.

Guisasola Aranzábal, J. y Furió Más, C., 2001. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, Vol. 19, nº 2, pp. 319-334

Perales Palacios, F.J., Cañal de León, P., 2000. *Didáctica de las ciencias experimentales*, ed. Marfil.

Jiménez Aleixandre, M.P., Caamaño A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., de Pro, A., 2003. *Enseñar Ciencias*, ed. Graó

Revista Alambique, nº 39, monográfico Enero-Febrero-Marzo 2004. *Trabajos prácticos de física y química*.

ANEXO A:

Objetivos de la Física y Química en 1º de Bachillerato:

1. Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores mas específicos.
2. Comprender vivencialmente la importancia de la física y la química para abordar numerosas situaciones cotidianas, así como para participar, como ciudadanos y ciudadanas y, en su caso, futuros científicos y científicas, en la necesaria toma de decisiones fundamentadas en torno a problemas locales y globales a los que se enfrenta la humanidad y contribuir a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.
3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.
4. Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica.

5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones.
6. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.
7. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.
8. Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente, contribuyendo a la toma de decisiones que propicien el impulso de desarrollos científicos, sujetos a los límites de la biosfera, que respondan a necesidades humanas y contribuyan a hacer frente a los graves problemas que hipotecan su futuro.

ANEXO B:

Informes de prácticas elaborados por varios alumnos de nivel medio de Bachillerato tras realizar una de las pequeñas investigaciones.

Medir la velocidad de un proyectil y la fuerza que hace cuando choca:

Pablo 1ºD bach.

1- Resumen:

El experimento consiste en medir la velocidad de un proyectil y la fuerza que hace al chocar para ello dispondremos de un péndulo en el cual hemos puesto plastilina para dispararle y se pegue el proyectil, y haga las veces de la piel de una persona, contra esto vamos a disparar... Midiendo la velocidad del péndulo mediremos la velocidad del proyectil y observando la huella que este hace obtendremos la fuerza. Hay que tener en cuenta que hay que utilizar un péndulo acorde a la práctica.

2- Procedimiento:

Calcularemos el periodo con 10 oscilaciones de tiempo y el resultado es 18 segundos por lo que cada oscilación se realiza en 1,8 segundos. Después de disparar relativamente cerca observamos que el péndulo se ha movido 2 cm. Realizamos lo mismo desde 1 metro y el péndulo se mueve menos.

El movimiento del péndulo al no ser horizontalmente del todo la velocidad que obtendremos no será la exacta, pero se acercará mucho al resultado correcto. Con la fórmula de $V = 2 \times 3,14 \dots \times (A/T)$ obtendremos la velocidad del péndulo cuando choca el proyectil.

El proyectil en este caso pesará 0,12 gr. y el péndulo 142 gr. Con todos estos datos los metemos en la fórmula y nos tiene que dar la velocidad: $V = 2 \times 3,14 \times$

$(0,02/1,8) = 0,069$ redondearemos a 0,7. Aplicando el principio de conservación de la cantidad de movimiento que dice que la cantidad de movimiento inicial es igual a la final.

INICIAL		DESPUÉS DEL CHOQUE
$0,12 \times v$	=	$142,2 \times 0,07$

$$V = (142,12 \times 0,07) / 0,12 = 83 \text{ m/s igual a } 298 \text{ km/h, velocidad perdigón.}$$

Para averiguar ahora la fuerza miramos la distancia que ha tardado en frenar, que es la abolladura que deja en la plastilina. En este caso es la mitad de la bola y si sabemos que tiene un calibre de 6mm, la distancia de frenado es la mitad 3mm. Para llevar acabo las cuentas sabremos antes que:

$$d = 3\text{mm. } V_0 = 83 \text{ m/s } V_f = 0\text{m/s}$$

Con esto lo metemos en las fórmulas del movimiento acelerado, y nos quedan:

$$0,003 = 83 + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$

$$0 = 83 + at$$

$$0,003 = 4,5 \times t$$

Con la última que es la de la velocidad media obtenemos la t:

$$T = 0,003 / 41,5 = 0,000072 \text{ segundos, que es lo que tarda en frenar el balón.}$$

Este resultado le metemos en una de las dos otras fórmulas y obtenemos que:

$$a = -83 / 0,000072 = -1.148.000 \text{ m/s}^2$$

Teniendo ya la aceleración lo metemos en $F = m \times a$ y obtenemos que $0,00012 \times 1148000 = 138 \text{ Nw}$. Esta fuerza es la que ejerce el balón sobre un único punto.

3- Conclusión:

Es muy importante la forma de la punta del proyectil ya que depende como sea se clavará o no. En este caso al ser redonda en la piel no haría nada pero si se dispararía en ojo, si se clavaría.

4- Más allá:

El gel balístico es utilizado por los cuerpos de seguridad a la hora de entrenarse o realizar prácticas. Si material primario es agua e imita a la perfección la piel humana. Es utilizado también en películas o series en las que tienen que imitar la muerte por arma blanca.

El gel balístico se puede realizar en casa utilizando glicerina, gelatina, agua y un molde. A continuación dejo un link donde te enseñan a hacerlo y un video. El resultado en mi opinión es bastante seguro.

Preparación:

http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/7472618.R/Como-hace-Gel-de-Balistica_.html

Video:

<http://www.youtube.com/watch?v=ei9EPuuhWVM>

VELOCIDAD DE LOS BALINES DE UNA PISTOLA.

Javier . 1-Bach

Resumen

Vamos a medir la velocidad de un balín de pistola haciéndole chocar contra un péndulo. Midiendo la amplitud del movimiento del péndulo y el periodo de este, podremos averiguar la velocidad del balín en el momento del impacto contra el péndulo.

Procedimiento

Lo primero que debemos realizar es medir la **masa de un balín** como un balín pesa demasiado poco cogemos 45 para que la báscula lo pese mejor:

$$45 \text{ balines} \rightarrow 4,6 \text{ g} \quad M = 4,6\text{g}/45\text{g} = \mathbf{0,1\text{g}}$$

1 balín pesa $\rightarrow M$

A continuación medimos el **periodo** del péndulo, para ser más exactos medimos el tiempo que tarda en dar 10 oscilaciones y el resultado le dividimos entre 10 para calcular el tiempo que tarda en realizar una oscilación:

$$10 \text{ oscilaciones} \rightarrow 19,5 \text{ s} \quad T = 19,5\text{s} / 10 \text{ oscilaciones} = \mathbf{1 \text{ s}}$$

1 oscilación $\rightarrow T$

Medimos la **masa del péndulo** con una báscula y el resultado nos da **41,6 g**

Por último hemos de medir la **amplitud** del movimiento del péndulo al recibir el impacto del balín este valor resulta ser **7 cm**.

CÁLCULOS

1- Velocidad del péndulo en el centro: $2\pi A/T$

$$V = 2 \times 3,1416 \times 0,07 / 1,95 \text{ s} = 0,23 \text{ m/s}$$

2- Velocidad del balín:

Para calcular la velocidad del balín debemos observar el choque entre el balín y el péndulo, durante este choque la cantidad de movimiento no cambia y el sumatorio de las fuerzas es igual a cero, lo que nos permite deducir la velocidad del balín

ANTES, Balín
 $mv = 0,0001v$

DESPUÉS
 $mv = 0,0416 \times 0,23 + 0,0001 \times 0,23$

$$0,0001V=0,0416 \times 0,23 + 0,0001 \times 0,23$$

$$V= 95,91m$$

ELEMENTOS UTILIZADOS



Pistola balines



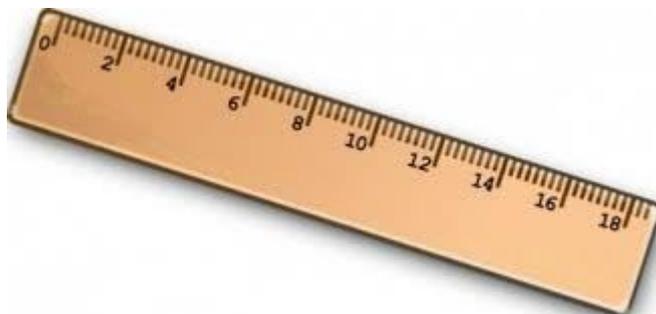
Plastilina



Cronómetro



Péndulo



Regla

CONCLUSIONES

El balín alcanza una velocidad de 345,276 km/h lo cual es una velocidad realmente alta.

A partir de un metro de distancia del objetivo el balín empieza a perder velocidad.

El balín penetra en la plastilina unos mm, la plastilina es más blanda que un ojo humano, por lo que es lógico pensar que un balín podría realmente hacer mucho daño en un ojo.

¿Qué fuerza tira de una bici hacia abajo?

Elena 1ºB

1-Resumen

El experimento consistía en averiguar qué fuerzas tiran o influyen en una bici que está inclinada hacia abajo. Los elementos que influyen son: el rozamiento, el ángulo de inclinación y el peso.

Para ello colocamos un coche de plástico (bicicleta) en una barra de hierro inclinada; debíamos comprobar, cambiando el ángulo de inclinación, como variaba la fuerza del coche (con un dinamómetro), comprobar también el rozamiento que hay y cómo influye el peso de la bicicleta en la fuerza que tira de esta.

2- Procedimiento

Respecto a los ángulos, lo primero que hicimos fue averiguar cuánto pesaba el coche de plástico y a continuación pasarlo a Newtons. (2,7N). Después de esto colocamos el coche en la barra de hierro inclinada; comenzamos por poner la inclinación en 45 grados y a continuación, con un dinamómetro medimos la fuerza del coche. (Para ello debíamos colocar el dinamómetro detrás del coche y paralelamente respecto con la barra de inclinación. Medimos la fuerza que ejercía el coche hasta llegar al ángulo 65, ya que superior a este ángulo la inclinación era prácticamente vertical, por lo que ya sería el peso propio del coche.

Respecto al rozamiento, lo medimos con un dinamómetro también y para ello colocamos este detrás del coche y en cuánto el coche empezó a moverse, ya sabíamos su rozamiento; pudimos comprobar que el rozamiento era de: 0,01.

Y por último respecto a cómo influye el peso, debíamos realizar el mismo experimento del principio con otro objeto que tuviera mayor peso (no era necesario

comprobar todos los ángulos, con dos o tres era suficiente). De esta forma, pudimos comprobar que cuanto mayor peso, mayor fuerza

MATERIALES UTILIZADOS



Coche de plástico



Dinamómetros



Barra de hierro (rampa de inclinación)

3- Cálculos

Ángulos:

5° → 0,25 N	50° → 2,2 N
10° → 0,53 N	55° → 2,3 N
15° → 0,8 N	60° → 2,4 N
20° → 0,9 N	65° → 2,6 N
25° → 1,2 N	
30° → 1,5 N	
35° → 1,7 N	
40° → 1,8 N	
45° → 1,9 N	

El peso:

Otro coche → 4,8 N	Otro coche → 5,4 N
20° → 1,5 N	20° → 1,8 N

4- Conclusión

Como conclusión podemos decir cómo influyen estos tres elementos:

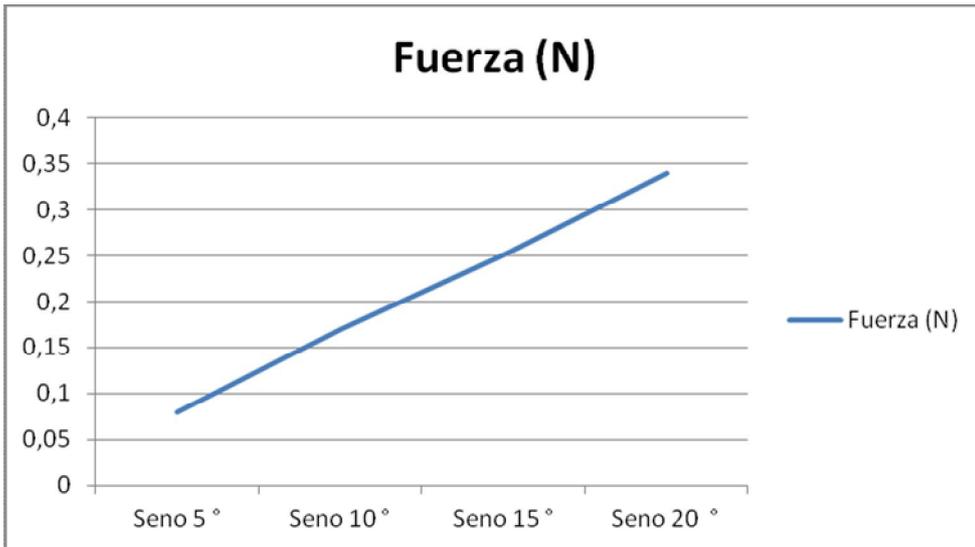
El primero, el rozamiento, no influye prácticamente nada, ya que tiene un valor de 0,01 N.

El segundo elemento, el ángulo de inclinación, como podemos observar en los cálculos a medida que el ángulo aumenta, aumenta la fuerza del coche, por lo que podemos decir que cuanto mayor sea el ángulo de inclinación de una pendiente, mayor es la fuerza que ejerce la bicicleta. También encontramos una relación de proporcionalidad, no obstante, la relación no se encuentra entre el ángulo y la fuerza, sino, entre el seno de cada ángulo con el dicho ángulo, ya que:

el seno de 5° corresponde a 0,08 y el seno de 10° corresponde a 0,17

Por lo que podemos decir que hay una relación de proporcionalidad.

Lo podemos observar con la siguiente gráfica:



Finalmente el último elemento es cómo influye el peso. Con los datos que hemos obtenido se puede comprobar que a mayor peso, mayor fuerza, además también existe otra relación de proporcionalidad, ya que en los cálculos anteriores podemos observar que:

con un ángulo de 20° y un objeto con una fuerza de 2,7 N, este objeto ejerce una fuerza de 0,9 N y con el mismo ángulo, sin embargo, con un objeto de 5,4 N, se ejercerá una fuerza de 1,8 N.

Esto quiere decir que un objeto con el doble de fuerza que otro y con el mismo ángulo, ejerce una fuerza del doble valor que el otro.

5. Más allá

Los datos que hemos obtenido anteriormente y a las conclusiones que hemos llegado, son utilizadas en el ciclismo. Las personas que practican este deporte tienen en cuenta estos aspectos comprobados, es decir, tienen en cuenta el ángulo de inclinación que quiera subir el ciclista, el peso de este y el rozamiento, aunque en esta práctica no haya influido prácticamente nada.

Por esta razón escogen a ciclistas con poco peso, no obstante, con mucha potencia en las piernas (como por ejemplo, Contador) y así pueden ascender con más facilidad y rapidez que otros adversarios que no tengan estas características.

ANEXO C:

Ejemplos típicos de prácticas de laboratorio tradicionales:

COMPROBAR EL TEOREMA DE ARQUÍMEDES

Resumen: En esta práctica vamos entender y saber aplicar correctamente este Teorema. Para ello mediremos el empuje que ejerce un líquido sobre un cuerpo sólido. Mediremos el peso de un objeto, y después el peso con el cuerpo sumergido en agua. La diferencia entre estos dos valores se debe al empuje del líquido.

El empuje lo podemos calcular por la fórmula de Arquímedes y podremos comparar este valor con el obtenido anteriormente.

Procedimiento y materiales:

- Soporte.
- Objeto sólido.
- Agua.
- Dinamómetro.
- Calibre.

Realizamos tres medidas del diámetro de la bola y realizamos la media aritmética de los resultados y calculamos el error correspondiente:

--	--	--

El diámetro de la bola será: $d = \text{ +/- } \boxed{}$

Utilizamos la fórmula del volumen de una esfera:

$V = \text{ +/- } \boxed{}$
--

Realizamos la medida del peso de la bola fuera del agua y dentro del agua:

Peso= +/-

Peso aparente= +/-

La diferencia será el empuje:

E= +/-

Conclusión:

Comprobamos el Teorema de Arquímedes usando los datos obtenidos.

CAÍDA SIN ROZAMIENTO

Comentario:

Desde el siglo XVI nos hemos ido acercando al conocimiento de la forma de la curva que describen los cuerpos en su caída en el aire. Galileo y Leonardo da Vinci se preocuparon de estas cuestiones, sobre todo por sus aplicaciones artilleras. Ahora, y mediante un sencillo montaje, tu mismo puedes deducir la forma exacta de esta curva así como averiguar la velocidad de salida del cuerpo que cae. Es evidente que el rozamiento cambia la forma de las curvas pero nosotros al emplear una pesada bola de hierro y una altura muy pequeña de caída vamos a disminuir casi totalmente sus efectos observables.

Modernamente tenemos a nuestro alcance técnicas más sofisticadas como el registro cinematográfico a cámara lenta, la fotografía estroboscópica, ó los cronómetros con célula fotoeléctrica que permiten estudiar exactamente estos movimientos de caída. En el laboratorio dispones de un reloj que mide el tiempo que tarda en atravesar la bola por la barrera fotoeléctrica. !Son milésimas de segundo;

Material:

- Rampa de lanzamiento.
- Tablas a diferente altura.
- Bola de acero.
- Nivel.
- Papel de calco y regla milimetrada.
- Reloj con célula fotoeléctrica

Realización de la práctica

Colocaremos la rampa al borde de la mesa de manera que la bola caiga por el aire hasta encontrarse la tabla horizontal. La inclinación de la rampa será aproximadamente del 8% (100m de longitud por 8 de altura).

En la tabla horizontal colocaremos dos folios blancos y papel de carbón, todo sujeto con cinta adhesiva. Esta tabla la iremos bajando por medio de los tornillos correspondientes. Siempre estará nivelada. Señalaremos sobre los folios blancos el punto que está en la vertical de la salida de la bola. En cada posición apuntaremos además la altura (distancia entre la salida de la bola y la tabla horizontal).

Al caer la bola dejará una huella sobre el folio lo que nos permitirá tener un registro del movimiento. Para mejorar la precisión dejaremos caer tres veces la bola sin mover la tabla con lo que tendremos tres huellas de la caída muy próximas entre si. Con esta medida y la anterior disponemos de los valores (x,y) del movimiento.

Esquema:

Dibuja en tu propia hoja un esquema detallado de la práctica. Señala en él las diferentes medidas que vas a realizar.

Representación gráfica:

Representaremos los valores de x e y obtenidos en un papel milimetrado. Coloca el punto (0,0) en la salida de la bola. Cada punto tendrá alrededor una cruz que representará el error que tiene esa medida. Así pues obtendremos una serie de cruces (NO PUNTOS GEOMÉTRICOS) que uniremos con una curva sencilla. No utilizaremos líneas quebradas en ningún caso.

En esta gráfica representa (a escala) también la rampa de salida comprobando que es tangente a la curva.

Cálculos.

1) Vamos a calcular con la curva que hemos obtenido antes, el valor de la velocidad vertical inicial. Para simplificar las operaciones vamos a suponer que

la velocidad horizontal es casi 0. Supondremos que la aceleración de la gravedad es $(0,-10)\text{m/s}^2$ es decir, que despreciamos el efecto del rozamiento contra el aire. Elige un punto de la curva y sustitúyelo en la ecuación del movimiento. Puedes calcular la velocidad y el tiempo de caída.

2) Para comprobar que el rozamiento es despreciable escoge otro punto y calcula otra vez la velocidad. Debes obtener, si todo se ha hecho correctamente, el mismo valor anterior.

3) Con el dato de la inclinación, intenta calcular la velocidad horizontal comprobando que es muy pequeña.

4) Mide con un calibre el diámetro de la bola. Mide el tiempo que tarda en atravesar la barrera fotoeléctrica. Así se saca la velocidad. Compara este resultado con el obtenido en los apartados 1 y 3.

5) Calcula gráficamente el valor de x que corresponde a una caída de 0.5m.

6) Haz un cálculo del tiempo que tarda en caer la bola y compáralo con la medida real del tiempo de caída.

OTRAS POSIBILIDADES

- ¿Qué es la fotografía estroboscópica?
- Estudios de Galileo sobre la caída de los cuerpos.
- Aplicando el Principio de Conservación de la Energía estudiado en tercero, obtener la velocidad de salida de la bola, comparándola con la obtenida en la práctica.

Realizar la práctica con una bolita de diferente diámetro comparando los resultados.