



Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

**Las experiencias de cátedra y las ideas previas de los
alumnos en la enseñanza de la Física**

**Demonstration experiments and preconceptions in
Physics teaching**

Alumno: Daniel Rábago Gómez

Especialidad: Física, química y tecnología

Director: Julio Güémez Ledesma

Curso académico: 2014/2015

Fecha: Julio 2015

Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
2. Marco teórico.....	4
2.1. Antecedentes y situación actual en la enseñanza de las ciencias	4
2.2. Las experiencias de cátedra	8
2.3. Características e importancia de las ideas previas	10
3. Objetivos	12
4. Metodología.....	13
4.1. Materiales	13
4.2. Selección de grupos de estudio	15
4.3. Procedimiento operativo	18
4.3.1. Análisis estadístico	20
5. Resultados	22
5.1. Objetivo 1: Las experiencias de cátedra	22
5.1.1. Cuestionarios cerrados: previo-posterior	22
5.1.2. Cuestionarios abiertos: posterior	27
5.1.3. Conferencia: Jugando con la presión-La conquista del vacío....	28
5.2. Objetivo 2: Las ideas previas	29
5.2.1. Cuestionarios cerrados: previo	29
5.2.2. Cuestionarios abiertos: previo	30
6. Discusión.....	32
6.1. Las experiencias de cátedra	32
6.2. Las ideas previas de los alumnos	35
7. Agradecimientos.....	38
8. Referencias	39
Anexo A: Protocolo de experiencias.....	42
Anexo B: Cuestionarios	45

Resumen

Se han estudiado las experiencias de cátedra como recurso didáctico para enseñar Física a partir de las actividades realizadas en el Torreón de la Física de Cartes y el Aula Espacio Tocar la Ciencia situado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria. Con el mismo objetivo se han realizado experiencias en el IES Valle del Saja de Cabezón de la Sal. Conjuntamente al estudio de las experiencias de cátedra se han analizado los preconceptos de los alumnos en algunos temas de Física. El método escogido para la obtención de datos ha sido a partir de cuestionarios cerrados tipo test y abiertos a redactar por los alumnos. El análisis estadístico efectuado ha permitido demostrar que las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos. Como actividad complementaria se ha organizado una conferencia sobre presión y vacío con los alumnos. Las ideas previas de los alumnos en electricidad y magnetismo se pueden resumir como: para los alumnos de 4º ESO toda carga eléctrica generaría un campo magnético y podría magnetizar un material, ya que para ellos los imanes están formados por cargas eléctricas. La idea que no se intuye en 2º de Bachillerato es que un cuerpo cargado pueda cargar a otro neutro por inducción. Para el caso de óptica, la mitad de los alumnos de 4º ESO y 2º de Bachillerato no tienen claro la dualidad onda-corpúsculo de la luz, los de 4º no conocen que significa la polarización de luz, y respecto a comportamiento de la misma, para estos siempre se desplaza a la misma velocidad, mientras que para los de 2º siempre viaja en línea recta. Por último, los alumnos de 1º de Bachillerato tienen muchas de las ideas Aristotélicas en el tema de dinámica, ideas que surgieron en el S. IV a. C. y se extienden entre la intuición de muchos de los alumnos actuales.

1. Introducción

Uno de los retos más difíciles actualmente es enseñar ciencias de una forma que interese a los alumnos, relacione los contenidos nuevos con los anteriores y establezca una conexión entre lo aprendido en la escuela y la vida cotidiana.

Pese a todos los proyectos y teorías que han surgido alrededor de la enseñanza de las ciencias, en muchos casos los docentes siguen utilizando un modelo tradicional basado en la transmisión de información unidireccional del profesor al alumno. La forma de acercar los fenómenos físicos y su explicación es la pizarra y ocasionalmente alguna práctica de laboratorio.

Desde este trabajo se propone la introducción de las experiencias de cátedra como recurso didáctico a la hora de enseñar Física. Este tipo de experimentos o demostraciones en clase aumentan el interés y la motivación del alumnado, a la vez que establecen una conexión entre la teoría y el mundo físico.

Para comprobar si realmente este tipo de actividades mejoran el aprendizaje de los alumnos y les ayudan a comprender mejor los conceptos físicos, se han elaborado cuestionarios tipo test previos y posteriores a realizar inmediatamente antes y después de una sesión donde se discutan fenómenos y conceptos de Física a partir de experiencias de cátedra. Otra forma de comprobarlo ha sido a partir de cuestionarios que los alumnos han de redactar posteriormente a la sesión, de este modo se averigua si todos los conceptos expuestos quedan claros o habría que hacer más hincapié en alguno de ellos.

Esta forma de presentar la Física no es exclusiva del entorno escolar, sino que juega un papel importante en la divulgación de la misma. Por lo tanto, como colofón de este trabajo se ha organizado una conferencia para el público titulada “Jugando con la presión – La conquista del vacío”. Esta conferencia ha sido organizada por Alberto Aguayo, profesor de Física y Química del IES Valle del Saja, con la colaboración de Daniel Rábago. Además, la participación de los alumnos en los experimentos se hace notable, siendo estos responsables de una buena parte de ellos.

Como objetivo complementario, se ha propuesto estudiar las ideas previas de los alumnos en varios temas de Física. Se considera que el estudio de los preconceptos que tienen los alumnos es la base para el buen desarrollo de la actividad docente. Constituyen una buena herramienta desde la que empezar a trabajar y construir contenidos.

La forma en la que se ha realizado el estudio de las ideas previas ha sido similar al utilizado para estudiar las experiencias de cátedra, a partir de cuestionarios. En este caso los cuestionarios van a ser previos a la explicación de un tema de Física, el cual también se apoyará en experimentos y demostraciones. Como en el caso anterior habrá cuestionarios tipo test y a redactar por los alumnos.

Una vez analizados los datos obtenidos, se determinará si las experiencias de cátedra ayudan a comprender mejor los conceptos de Física y si constituyen una herramienta interesante que se debería incluir en el día a día de las clases. Por otra parte, una vez determinadas las ideas previas de los alumnos se relacionarán con estudios anteriores y se animará a los docentes a tenerlas muy en cuenta si pretenden mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes y situación actual en la enseñanza de las ciencias

Mientras el número de estudiantes universitarios de disciplinas relacionadas con la ciencia y la tecnología ha aumentado en los últimos años en los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el interés y motivación hacia la ciencia en dichos países ha ido disminuyendo (OCDE, 2008). Son muchas las pruebas que evidencian esta disminución del interés por parte de los estudiantes de los países desarrollados hacia los estudios científicos, entre los que se encuentra España, sobre todo en las ciencias físico-químicas.

En el informe PISA 2006, cuya área principal de estudio fueron las ciencias, se evaluaron, entre otros temas, las actitudes y valores que tienen los estudiantes hacia las ciencias a nivel general y personal. En el área general la valoración fue muy positiva mientras que a nivel personal solo el 54% considera la ciencia como algo relevante en su vida (OCDE, 2006).

Proyectos como el *The Relevance of Science Education* (ROSE), que estudia los factores y actitudes de los estudiantes hacia los estudios relacionados con la ciencia y la tecnología, corroboran la disminución del interés en las asignaturas relacionadas con los ámbitos científicos que se les enseña en la escuela (Sjoberg y Schreiner, 2010). Sin embargo, nuevamente la percepción de la ciencia por parte de los ciudadanos es positiva, y se considera que la ciencia y la tecnología son áreas fundamentales para el desarrollo de la sociedad y su bienestar.

Otra de las evidencias que ponen de manifiesto lo anterior es el estudio realizado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). La ciencia y la tecnología es un tema referido espontáneamente como entre los de su interés por un 15% de la población española. Por detrás del trabajo y empleo (30.8%), la medicina y la salud (28.2%), los deportes (27.1%) y la política (24.1%). A pesar de esto el 47.1% de los ciudadanos perciben un déficit en

formación científica considerándola baja o muy baja y superando al 41.6% que perciben su formación como normal (FECYT, 2014).

En este punto cabe destacar las dos visiones tan separadas que se tiene de la ciencia. En el ámbito escolar y personal es un área que carece de interés, mientras que socialmente está positivamente calificado y es considerado beneficioso en general. Las preguntas que surgen en este momento son: ¿Qué hace que se separen ambas visiones? ¿Por qué hay un desinterés generalizado en la escuela de estas áreas de conocimiento?

La respuesta a estas cuestiones y la falta de interés de los alumnos comienza en los primeros cursos de la ESO, donde se empieza a percibir a la ciencia como algo aburrido, que carece de interés y que no relaciona los contenidos con su vida cotidiana (Marbà y Márquez, 2010). Hecho que *a priori* está íntimamente ligado a la enseñanza de la ciencia, aunar el mundo físico y cotidiano con el estudio del mismo.

Según se pone de manifiesto en el informe de la Enseñanza de la ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España (COSCE, 2011), el problema reside en dos factores principalmente. El primer factor es la formación del profesorado tanto de primaria como de secundaria. En el caso de los alumnos de magisterio, futuros docentes en la educación primaria, reciben simultáneamente una formación pedagógica y de especialidad, donde, para el caso de ciencias, se reduce a unas pocas asignaturas. En contraposición a esta formación en España, en otros países europeos se hace más énfasis en la especialización de área. Respecto al profesorado de secundaria, se destaca el amplio conocimiento en un determinado área, pero hasta el curso 2009-2010, año de aparición del Master Universitario en Formación del Profesorado de Secundaria en sustitución del Curso de Aptitud Pedagógica (CAP), la falta de formación en didáctica conducía a la simple reproducción y transmisión de conocimientos. Hecho que terminaba por crear distanciamiento del alumnado hacia la ciencia. El segundo factor íntimamente ligado a lo anterior es la forma en la que se enseña ciencia desde un modelo tradicional que será analizado a continuación.

Desde hace unos cuantos años se discute sobre el modelo de enseñanza tradicional de las ciencias en general y en Física en particular (Porlán, Rivero, y Martín del Pozo, 1997). A grandes rasgos este modelo se basaba en la transmisión de conocimientos del profesor al alumno. El docente era un especialista o intelectual que dominaba a la perfección la materia y mediante sus explicaciones magistrales desarrolladas en la pizarra moldeaba al alumno que era considerado como una *tabula rasa* (Coll, 1986). El ámbito experimental de la Física se mostraba a través de anécdotas curiosas o a partir de la realización de alguna demostración que ilustrara el fenómeno que se quería poner de manifiesto (Iglesias, Oliva y Rosado, 1989). Es decir, mediante las denominadas experiencias de cátedra, tema principal y relevante en el presente trabajo, del que se hablará más adelante.

El cambio de paradigma se inicia en la década de los 60s donde surgen las bases del constructivismo. Se rechaza el valor de la adquisición puramente memorística de conocimientos y se empiezan a considerar entre otros asuntos las concepciones previas de los alumnos (Gil, 1987). Segundo tema principal del presente trabajo, y del cual también se hablará más adelante.

La historia y desarrollo de la enseñanza de la ciencia en Europa ha tenido muchas similitudes con la de Estados Unidos. Este desarrollo coincidió con el impacto que tuvo en Europa Jean Piaget y con la creación del Centro Internacional por la Epistemología Genética de Ginebra en 1955. El lanzamiento en 1957 por la Unión Soviética del primer satélite artificial de la historia, el Sputnik 1, produjo una gran impresión en Estados Unidos y se empezaron a desarrollar nuevos tipos de currículos en el área de ciencias (Jorde y Dillon, 2012). Según Jorde y Dillon (2012) en su libro *Science Education Research and Practice in Europe*, a partir de esta época se puede tomar a Inglaterra como un ejemplo del desarrollo de la enseñanza de la ciencia en Europa. Cabe destacar que las diferencias en el ámbito científico en Inglaterra y España han sido más que notables. Por ejemplo la *Royal Society* en Inglaterra se fundó en 1662 mientras que su homónimo en España, la Real Academia de las ciencias, fue fundado por Isabel II en 1847, casi 200 años después (Elias, 2008).

Uno de los cambios notables que sufrió la educación en ciencia vino de la mano del proyecto Nuffield. Este proyecto, que se extiende hasta nuestros días, resalta la necesidad de cambio en varios aspectos como son la profundización en los procedimientos y la renovación de los cursos de ciencias. El objetivo principal de estos programas consistía en elaborar material que sirva al docente a presentar la ciencia de una forma viva, clara y que estimule al alumno (The Nuffield Foundation, 1966).

Otro de los grandes proyectos desarrollados en esa época similar al Nuffield fue el PSSC (*Physical Science Study Commite*). Este se centraba más en la enseñanza de la Física aunque ambos generalmente se concentraban en la estructura disciplinaria de base. El enfoque que se le daba a la enseñanza de la Física hacía énfasis en las actividades prácticas, cambiando por completo la perspectiva didáctica hasta la fecha. Una frase que puede resumir la forma en la que estos proyectos abordan la enseñanza de la ciencia es la siguiente: “La ciencia debería aparecer ante nuestros alumnos como una estructura creciente de saberes, en la cual un fragmento que ha sido aprendido reaccione con los otros fragmentos para construir un saber más completo” (Linjse, 1994:101).

La siguiente etapa en la que se empieza a cuestionar la postura con la que se está enseñando ciencia se puede situar en los años 90s. A partir de este periodo se empiezan a humanizar los campos educativos y se persigue el cambio en los planos del conocimiento y la metodología. Se busca trabajar desde un punto de vista en el que el alumno mantenga el vínculo entre lo que aprende y su entorno natural, cultural y social (Torres, 2010).

Se puede decir que uno de los mayores retos de esta época es enseñar ciencia de forma contextualizada y relacionada con la vida cotidiana. Los métodos que utilizan los docentes son muchos, desde utilizar como único instrumento el método científico, hasta tomar como principal forma de enseñar ciencia un conjunto de hechos y verdades incuestionables que vienen en los libros, el profesor conoce perfectamente y el alumno tiene la obligación de memorizar (Núñez, 2000). Esta tendencia se mantiene a pesar de la corriente que busca enseñar ciencia con múltiples metodologías en las que se impulse la realización de experimentos y demostraciones en clase. De este modo se intenta

contextualizar los contenidos y relacionar lo aprendido con la actividad cotidiana de los alumnos.

En el currículo español actual se proponen una serie de actividades relacionadas con los experimentos y demostraciones que muchas veces no son llevadas a cabo. Como señala Pérez (2005) en el informe Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos, el 60% de los alumnos encuestados expresaron que no realizaban ningún tipo de prácticas o actividades que impliquen la manipulación de material de laboratorio, ni directamente ni mediante demostraciones de cátedra. Los contenidos eran recibidos de forma teórica por parte del profesor y la evaluación consistía en la resolución de problemas numéricos.

2.2. Las experiencias de cátedra

Hasta este punto se ha puesto de manifiesto que pese a todos los esfuerzos y teorías en didáctica de la ciencia en general y de la Física en particular, la tendencia por parte del profesorado es seguir con una actitud tradicional basando su cometido en la simple transmisión de información. Se ha remarcado también la falta de nexo entre las clases que reciben los alumnos y su vida cotidiana a pesar de la estrecha relación que tiene la Física con la adquisición de la competencia, definida como básica por la LOE (MEC, 2007a), en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Para solventar el problema destacado anteriormente, el cual se ha contextualizado previamente, este trabajo propone la inclusión de las experiencias de cátedra en las clases de Física como recurso didáctico al igual que se hacía en los gabinetes de Física del siglo XIX (Fernández y Sánchez, 2013).

Las demostraciones de Física o experiencias de cátedra son experimentos llevados a cabo por el profesor cuya finalidad es ilustrar algún aspecto de la teoría o dar a conocer algún fenómeno físico. Normalmente este tipo de experiencias carecen de toma de datos y no pretenden sustituir las prácticas de laboratorio formales. El profesor debe exponer claramente el fenómeno que quiere ilustrar y debe indicar lo que sucede en cada momento a

la vez que le da un toque de suspense (Márquez, 1996). Pese a lo que a *priori* pueda parecer, la puesta en práctica de estas actividades no es unidireccional del profesor al alumno, en las experiencias de cátedra existe una continua interacción, lo que promueve un ambiente participativo y de discusión, mejorando las actitudes de los alumnos (Oliva et al., 2004).

Según se indica en el trabajo de Vázquez, García, y González (1996), las pautas que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar una demostración son:

- Explicar detalladamente los elementos que entran en juego en la demostración y los pasos que se van a seguir, relacionando los conceptos y teorías que se pretenden exponer.

- Dividir la demostración en varias partes.

- Intercalar en cada una de las partes pequeñas preguntas que guíen, mantengan la atención y comprueben la comprensión.

- Intentar que en el proceso se mantenga la continua interacción con el alumnado.

- Fomentar la participación directa de los alumnos dependiendo del tipo de experimento, número de alumnos, etc.

Normalmente las demostraciones se realizan en el laboratorio o en el aula como recurso por parte del profesorado para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física (Caamaño, 2003). Sin embargo, estas actividades se pueden extender fuera del contexto educativo (talleres, exposiciones al público, jornadas culturales, conferencias...) donde el alumnado puede ser partícipe en primera persona de las mismas (García, 2011). En este caso el profesor se convertiría en guía y administrador, con el fin de obtener el máximo rendimiento de las experiencias.

Entre las ventajas pedagógicas destacadas en algunos estudios (Solbes y Vilches, 1992; Márquez, 1996; Caamaño, 2003; Torres, 2010; García, 2011) de la realización de experiencias de cátedra se pueden señalar las siguientes:

- Motivan al alumnado.

- Muestran el carácter experimental de la Física.
- Ayudan a conocer el funcionamiento de la naturaleza y a afianzar conceptos a partir de la experimentación.
- Establecen conexiones entre la teoría estudiada y la vida cotidiana.
- Mantienen una conexión entre experimentación y teoría, ya que las experiencias de cátedra se insertan en el momento adecuado.
- Se favorece el método inductivo, donde a partir de premisas y casos particulares se obtienen conclusiones generales, desarrollando de este modo la intuición del alumno.

A pesar de las grandes ventajas que se le atribuyen a las experiencias de cátedra, el docente ha de pasar de los modelos teóricos y el papel a las demostraciones y la experimentación que apoye esos modelos. La realidad es infinitamente más compleja y existe una dificultad intrínseca para describir hasta los experimentos más sencillos (Jaime y Escudero, 2011). Por ejemplo, en el caso de incluir juguetes, recurso ampliamente utilizado en las demostraciones de Física, se ha de considerar la complejidad y la cantidad de aspectos que se ha de tener en cuenta para explicar su funcionamiento (Güémez, Fiolhais C. y Fiolhais M., 2009). Los accesorios excesivamente espectaculares y complejos no se recomiendan puesto que desviarían la atención fuera de los objetivos de la experiencia (Vázquez et al., 1996).

2.3. Características e importancia de las ideas previas

Como ya se puso en evidencia, el sistema tradicional de enseñanza no fomenta el aprendizaje significativo, entendiendo como tal la situación en que los alumnos son capaces de encontrar sentido a los nuevos conceptos y relacionarlos con los que ya tenían, integrándolos en sus propios esquemas cognitivos. Por ello, se ha de tener muy en cuenta las ideas previas que mantienen ya que “muchas de las concepciones de los estudiantes sobre los fenómenos naturales y cotidianos son opuestas a las científicas” como señalan los estudios de Driver et al. (1999) citado por Ariza y Quesada (2014:102).

Los aspectos por los cuales es importante conocer las ideas previas (Solis, 1984; Driver 1988), las cuales nacen de un proceso que combina inducción, intuición e imaginación del alumno mezclado con la influencia del entorno y el uso erróneo de la terminología científica en el lenguaje común, son:

- Generalmente no son congruentes con la realidad del fenómeno físico a estudiar.

- Son muy resistentes al cambio. Muchas de las ideas preconcebidas no cambian incluso después del paso por varias asignaturas en las que se encuentran contradicciones con las mismas.

- Interfieren fuertemente con la enseñanza de la Física, siendo responsables de muchas de las dificultades en el aprendizaje.

De modo general a la hora de desmontar una idea previa, las condiciones que han de cumplir dichos conceptos nuevos para que sustituyan a los anteriores son (Campanario y Moya, 1999):

- Se precisa que exista insatisfacción entre los conceptos nuevos y los previos.

- La nueva concepción debe ser entendida por el alumno, de modo que sea capaz de estructurar experiencias anteriores.

- La nueva concepción debe tener sentido para el alumno. Esta premisa es difícil de cumplir puesto que muchas teorías van en contra de la intuición.

- Debe ser útil, debe proporcionar nuevos puntos de vista al alumno. Debe explicar muchos de los aspectos que su idea previa no conseguía explicar.

Como se adelantó anteriormente, el segundo tema que se va a tratar en este trabajo es el estudio de las ideas previas de los alumnos en varias ramas de la Física. Para ello es necesario conocer lo que anteriormente han visto en su etapa académica, identificar si pese a lo estudiado las ideas previas erróneas persisten y por último proponer soluciones generales que puedan ayudar a los docentes a solventarlas.

La referencia que se va a tomar como los contenidos físicos estudiados por los alumnos son los marcados por la LOE para la etapa de la ESO y Bachillerato (MEC, 2007a, 2007b).

3. Objetivos

Este proyecto tiene dos finalidades bien definidas que se muestran a continuación:

1. Demostrar que las experiencias de cátedra en las clases de Física mejoran el aprendizaje de los alumnos.

2. Conocer e identificar las ideas previas de los alumnos en diferentes ramas de la Física para servir de referencia a la hora de desarrollar estrategias de aprendizaje.

Respecto a las concepciones previas de los alumnos que se van a estudiar van a ser las referentes a electricidad, magnetismo, óptica y dinámica.

4. Metodología

Para poder llevar a cabo este proyecto de investigación es necesario seguir una serie de pasos bien definidos. Durante todo el proceso se han de tener muy en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir. Para ello en el apartado 4.1 se muestra la técnica seguida para la recogida de datos conforme con la finalidad de la investigación. Posteriormente en el apartado 4.2 se seleccionan los grupos de los cuales se va a extraer la información, así como las áreas de Física que serán llevadas a estudio, estas dependen de los grupos seleccionados. Por último, en el apartado 4.3 se llevará a cabo el procedimiento operativo donde se planearán los cuestionarios siguiendo las pautas anteriores y se definen los procedimientos para el análisis estadístico de los mismos.

4.1. Materiales

En este apartado se recordarán cuáles son las finalidades de la investigación y, conforme con estas, se diseñarán el tipo de cuestionarios que servirán como recogida de datos.

El primer objetivo que se ha marcado ha sido demostrar que las experiencias de cátedra en las clases de Física ayudan al aprendizaje del alumnado. Es decir, hay que comprobar que al aplicar un tratamiento, que en este caso es explicar Física a partir de demostraciones, los alumnos mejoran o amplían sus conocimientos con respecto a los que tenían previamente.

La forma de evaluar la eficacia de las experiencias de cátedra ha sido a partir de cuestionarios cerrados tipo test previos y posteriores a una sesión en la que se exponga un tema de Física siguiendo la metodología de las demostraciones. Como segunda forma de evaluación se ha propuesto únicamente un cuestionario abierto posterior a una sesión en la que también se expliquen conceptos de Física de un tema concreto con esta metodología. Como forma complementaria de evaluar las experiencias, se ha organizado una conferencia cuyas características se mostrarán en el apartado 4.2.

Los cuestionarios de test previos y posteriores se han diseñado de tal manera que el número de preguntas o ítems se encuentren entre 7 y 9, con

únicamente 1 respuesta correcta de 3 a elegir. La elección del número de ítems se considera suficiente para evaluar una experiencia de estas características a la vez que no es tan largo que canse al encuestado. Este tipo de cuestionarios son dos versiones paralelas que contienen preguntas diferentes pero equivalentes en formato y dificultad. Es decir, los conceptos físicos tratados en cada pregunta de ambos cuestionarios, previo y posterior, coinciden pero no son las mismas. Los ítems del cuestionario previo intentan relacionar los conceptos con los contenidos que se supone que los alumnos han adquirido en su etapa educativa y el posterior trata esos mismos conceptos pero con matices observados en las demostraciones. Este tipo de evaluación se hace inmediatamente antes y después de cada sesión con sus correspondientes cuestionarios previos y posteriores a la misma.

Por otra parte, en la segunda forma de evaluar si las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos, se han diseñado cuestionarios abiertos a realizar posteriormente a una sesión de experiencias donde el encuestado pueda responder sin tener que elegir entre un conjunto de respuestas predeterminadas. Con este tipo de cuestionario se busca una mayor riqueza de detalle en las contestaciones. Cabe destacar que estos cuestionarios no se efectúan nada más acabar la experiencia, están planteados para ser realizados fuera del horario destinado a la sesión. Por tanto, al principio del mismo se incluye una pequeña introducción histórica que pone al encuestado en contexto y 4 preguntas abiertas a redactar que se pueden abordar de varias maneras. Las 3 primeras cuestiones hacen referencia a la experiencia, mientras que la cuarta propone que el encuestado investigue por su cuenta y sugiera experiencias que pongan en evidencia los mismos conceptos físicos vistos en la sesión. Con esta última pregunta se intenta averiguar el grado de interés que se muestra hacia actividades de este tipo.

El segundo objetivo marcado en el trabajo ha sido conocer e identificar las ideas previas, en diferentes ramas de la Física, de los alumnos. La forma de trabajar en este caso ha sido similar a la anterior, a partir de cuestionarios. Estos serán contestados previamente a la explicación del tema del cual se quiere conocer dichas ideas previas. Realmente para identificar las ideas previas de un alumno en cualquier tema no es necesario hacerlo previo a la presentación del

mismo, pero se ha decidido hacer de este modo para intentar desmontar dichas preconcepciones y fomentar el debate a *posteriori*.

Por una parte se utilizarán los cuestionarios previos que se diseñaron para la evaluación de las experiencias de cátedra, objetivo número 1. Y por otra parte se han elaborado otros específicos para este objetivo, en los que el alumno ha de redactar la respuesta. Con este último tipo de cuestionario abierto se persigue obtener una idea más detallada de cómo se abordan los distintos problemas planteados. En este último caso el número de preguntas serán cinco con varios apartados siempre interrelacionados.

4.2. Selección de grupos de estudio

En el apartado anterior se ha determinado la técnica de recogida de datos que se ha escogido para llevar a cabo la investigación. A continuación, se procederá a definir los diversos grupos, de los cuales se obtendrán los datos necesarios para evaluar los dos objetivos marcados, analizar si las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos e identificar las ideas previas que tienen en varias ramas de la Física.

Para verificar el primer objetivo, el referente a las experiencias de cátedra, se necesita un espacio donde se realicen este tipo de actividades y acudan al mismo un volumen de alumnos considerable. Por esta razón se ha considerado trabajar con el Aula de la Ciencia, espacio a través del cual la Universidad de Cantabria organiza todo tipo de actividades para la divulgación de la ciencia. En este caso se han seleccionado dos iniciativas del Aula de la Ciencia, el Torreón de la Física de Cartes, cuya profesora encargada es Ana Isabel Diego García, y el Aula Espacio Tocar la Ciencia situado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria, cuyo profesor encargado es José Miguel Ruiz Sordo.

El Torreón de la Física y el Aula Espacio Tocar la Ciencia son lugares donde se desarrollan experiencias de cátedra y demostraciones, apoyadas por las correspondientes explicaciones teóricas. La finalidad de estos espacios es servir como referencia pedagógica a profesores y presentar a los alumnos, de Secundaria y Bachillerato, una forma alternativa de aprender Física. Las áreas de Física que se tratan son: mecánica, electricidad y magnetismo, óptica, Física

moderna, fluidos, y oscilaciones y ondas. Por todas estas características, estos dos espacios se convierten en ideales para llevar a cabo esta investigación.

Hay que destacar que la toma de datos ha sido en los meses de marzo y abril del 2015, lo que condiciona las áreas de Física que se pondrán a estudio así como los grupos. Esto es debido a la programación de estos espacios, donde ya vienen predeterminadas las experiencias que se van a realizar y los grupos que van a acudir, según reserva, de los distintos institutos. En este intervalo de tiempo en el Torreón de la Física se han realizado experiencias del área de electricidad y magnetismo a alumnos de 4º ESO, 1º y 2º de Bachillerato, mientras que en el Aula Espacio Tocar la Ciencia se han llevado a cabo de óptica y Física moderna a alumnos de 4º ESO y 2º de Bachillerato. El protocolo de experiencias se pueden observar en el Anexo A.

Adicionalmente al estudio llevado a cabo en los dos espacios anteriores, se han seleccionado grupos de alumnos del IES Valle del Saja de Cabezón de la Sal con la misma finalidad que en el caso anterior: demostrar que las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos y la de identificar las ideas previas en distintas ramas de Física. En este caso se han realizado experiencias de fluidos a alumnos de 4º ESO, la experiencia de la electrolisis del agua a alumnos de 3º ESO, y por último se han analizado las ideas previas de dinámica de los alumnos de 1º de Bachillerato.

Como forma complementaria de evaluar las experiencias de cátedra, se ha organizado una conferencia dentro del ciclo de actividades de la Asociación Cultural ÍCARO de Cabezón de la Sal. En este caso los conferenciantes van a ser Alberto Aguayo, profesor de Física y Química del IES Valle del Saja, y Daniel Rábago, autor del presente trabajo. El título de la conferencia es “Jugando con la presión – La conquista del vacío” (ver Figura 1). En esta conferencia, se realizaron experimentos haciendo un repaso histórico del concepto de vacío, poniendo de manifiesto la presión atmosférica y a través de dispositivos variopintos se estudió el concepto de presión. El valor añadido de esta actividad fue que una parte importante de los experimentos fueron llevados a cabo por alumnos del IES Valle del Saja. El protocolo de experimentos se puede ver en el Anexo A.

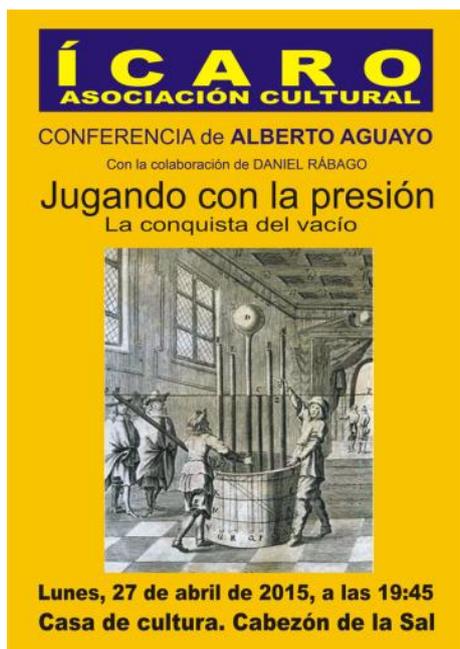


Figura 1. Cartel de la conferencia “Jugando con la presión – La conquista del vacío”, organizada como actividad complementaria donde se realizaron experimentos y demostraciones de presiones y vacío.

Puesto que en los espacios del Aula de la Ciencia se realizan experiencias de cátedra, la forma de obtención de datos será mediante la realización de cuestionarios cerrados previos y posteriores. En el caso de la experiencia de la electrolisis del agua en el IES Valle del Saja se ha procedido del mismo modo. Los experimentos de fluidos con los alumnos de 4º ESO de este mismo IES se han desglosado en dos partes. Un día se realizó la experiencia de Torricelli con agua y otro se realizaron experiencias sobre el principio de Arquímedes. En ambos casos los cuestionarios propuestos han sido de tipo abierto a realizar posteriormente a la sesión de experimentos. El cuestionario de evaluación de ideas previas de dinámica propuesto a los alumnos de 1º de Bachillerato ha sido previo a la explicación teórica de los conceptos, los cuales se apoyaron en experimentos. Por último, la forma de evaluación de la conferencia ha sido puramente cualitativa, se han recogido fundamentalmente las opiniones e impresiones del autor del presente trabajo.

En la Tabla 1 se recopila la selección de grupos para cada experiencia, el número de alumnos N que van a realizar los cuestionarios, las características de los mismos que se detallan en el apartado 4.1 y los objetivos que se pretende conseguir con cada batería de experimentos.

Experiencia	Curso	N	Cuestionario		Objetivo
			Forma evaluación	Nº ítems	
Electricidad	2ºBach.	126			
y magnetismo	1ºBach.	40	Previo-posterior (C)	9	1, 2
	4º ESO	47			
Óptica	2ºBach.	81	Previo-posterior (C)	7	1, 2
	4º ESO	17			
Electrolisis	3º ESO	8	Previo-posterior (C)	7	1
Fluidos	4º ESO	25	Posterior (A)	4	1
Dinámica	1ºBach.	15	Previo (A)	5	2
Conferencia	-	-	Cualitativa	-	1

Tabla 1. Selección de grupos por curso, número de alumnos N que han participado en cada experiencia, características de los cuestionarios que han realizado y objetivo que se pretende conseguir. Se indica en la forma de evaluación si es cuestionario es abierto (A) o cerrado (C).

4.3. Procedimiento operativo

Una vez definidos los grupos de estudio y la forma de evaluación de cada uno de ellos, como se muestra en la Tabla 1, es necesario planificar los cuestionarios con las premisas que se indican en el apartado 4.1. En el caso de las experiencias de la electrolisis, fluidos y dinámica, llevadas a cabo en el IES Valle del Saja, estas se adaptan al nivel de conocimientos de los alumnos y por lo tanto los cuestionarios también. Sin embargo, se han analizado las experiencias de los espacios del Aula de la Ciencia y el nivel de las experiencias y explicaciones se ajustan más bien al de Bachillerato. Por esta razón y porque el número de alumnos de Bachillerato supera ampliamente a los de 4º ESO, los cuestionarios se han planteado para el nivel superior.

En los cuestionarios cerrados tipo test, que se realizan uno previo y otro posterior a una sesión de experiencias de cátedra, los resultados que se van a analizar son las notas obtenidas por los alumnos en cada caso. Las notas en todos los casos se mostrarán sobre 10 puntos para tener la misma referencia en los tres casos (Electricidad y magnetismo, óptica y la experiencia de la electrolisis). Para comprobar si las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje, objetivo número 1, se compararán las distribuciones de notas de

cada curso en cada batería de experiencias. Mediante un análisis estadístico se determinará si las distribuciones de notas de cada grupo han sufrido cambios estadísticamente significativos, no debidos al azar, después de acudir a una sesión de experimentos. Este análisis se detallará en este mismo apartado más adelante. Para detectar las ideas previas de los alumnos, objetivo número 2, se analizarán los cuestionarios previos. Se expondrá qué preguntas entrañan más dificultad, mostrando el porcentaje de aciertos en cada ítem del cuestionario.

En el caso de los cuestionarios abiertos realizados en las experiencias de fluidos y dinámica se prestará más atención a las respuestas de cada alumno. Se detectarán los errores y la forma de abordar las distintas cuestiones planteadas. Esto se pondrá especialmente de manifiesto en el cuestionario de dinámica cuyo objetivo es identificar las ideas preconcebidas en esta rama de la Física.

A modo ilustrativo, en la Figura 2 se muestra alguna de las preguntas tipo test de los cuestionarios previo y posterior. Los cuestionarios que han servido para la toma de datos en todos los casos se muestran en el Anexo B.

Cuestionario Electricidad y Magnetismo	
Previo	Posterior
<p>1- En la naturaleza existen fuerzas a distancia como la gravitatoria o la eléctrica:</p> <p>a) ambas son atractivas b) ambas son repulsivas c) la gravitatoria es siempre atractiva y la eléctrica no siempre</p>	<p>1- Cuando una barra de ámbar y una de vidrio son frotadas con lana y seda respectivamente</p> <p>a) no existe interacción entre ambas b) se atraen puesto que están cargadas con cargas diferentes c) se repelen puesto que están cargadas con cargas diferentes</p>
<p>2- Cuando a un cuerpo neutro se le acerca otro eléctricamente cargado:</p> <p>a) se magnetiza b) se produce una separación de cargas por inducción c) no sucede nada</p>	<p>2- Cuando una barra de ámbar frotada con lana se acerca a una semilla de diente de león</p> <p>a) la semilla es atraída porque también estaba cargada b) no sucede nada c) la semilla es atraída por el fenómeno de inducción eléctrica</p>

Figura 2. Ejemplo del cuestionario previo y posterior realizado en la sesión de experiencias de electricidad y magnetismo del Torreón de la Física de Cartes.

4.3.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico que se va a realizar en esta investigación es el contraste de hipótesis. Este tipo de análisis consiste en aceptar o rechazar la validez de ciertos supuestos acerca de los valores de los parámetros de alguna distribución basándonos en la información aportada por la muestras. Con este proceso se alcanzarán unas conclusiones basadas en un proceso de muestreo, comportando el riesgo de tomar una decisión errónea.

El contraste de hipótesis está ligado a la estimación mediante intervalos de confianza. Para este trabajo en concreto mediante el contraste de hipótesis se quiere determinar si es razonable aceptar o rechazar si dos distribuciones de notas son significativamente distintas o si, por el contrario, los cambios observados entre ambas se deben al azar.

El primer concepto que se debe introducir es la denominada hipótesis nula H_0 , hipótesis que va a ser objeto de análisis mediante una prueba de significación. En este caso H_0 será que las distribuciones a comparar son estadísticamente iguales o que sus cambios son debidos al azar. Es la hipótesis considerada correcta, a no ser que se encuentren fuertes evidencias en su contra. En caso de encontrarse dichas evidencias, la H_0 se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que indicará que ambas distribuciones son significativamente distintas.

A partir de aquí se debe definir el nivel de confianza α que nos indica, a priori, si, después de la realización de una prueba de significación, se puede aceptar como cierta la hipótesis propuesta con una seguridad de $100 \cdot (1 - \alpha)\%$. Los valores que se suelen utilizar en estadística para el nivel de confianza son el 95%, 99% y 99.9%. En este caso se utilizará el nivel del 95%, es decir, un valor de $\alpha = 0.05$.

Para realizar la prueba de significación se ha utilizado el método de la t de Student. Esta prueba compara dos distribuciones normales y nos indica si es cierta o no la H_0 con un nivel de confianza dado. Previamente a realizar esta prueba se ha de comprobar si las distribuciones son normales y si sus varianzas son homogéneas. Para ello es necesario realizar la prueba Kolmogorov-Smirnov (para el caso de distribuciones con menos de 30 elementos se aplicará la prueba

Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad) y estadístico de Levene respectivamente.

Si las pruebas Kolmogorov-Smirnov y el estadístico de Levene determinan que las distribuciones no son normales y que sus varianzas no son homogéneas, se ha de buscar una prueba de significación alternativa a la *t* de Student. La prueba escogida ha sido la W^+ de Wilcoxon. Esta prueba tiene la mismas características que la anterior pero no requiere que las distribuciones sean normales y sus varianzas homogéneas.

Para aceptar la H_0 de las pruebas de significación, tanto para la *t* de Student como para la W^+ de Wilcoxon, se ha de cumplir que el resultado de dichas pruebas sea mayor que α , en caso contrario se aceptará la H_1 .

Se ha descrito brevemente la teoría estadística usada en este trabajo, para ampliar información se puede acudir a libro Estadística aplicada básica (Moore, 2005). Para el análisis estadístico de los datos se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics v.20.

5. Resultados

En este apartado se van a mostrar los resultados de los cuestionarios que se han programado para investigar los dos objetivos planteados en el trabajo.

En el apartado 5.1 se van a mostrar los resultados referentes a las experiencias de cátedra, como se indica en la Tabla 1, estas corresponden a las experiencias de electricidad y magnetismo, óptica, la electrolisis y fluidos. Excepto en el caso de fluidos, los resultados de las otras tres experiencias se analizarán comprobando si hay mejora significativa entre las distribuciones de resultados de los cuestionarios previo y posterior. Como forma de evaluación complementaria se incluye el resultado de la conferencia “Jugando con la presión – La conquista del vacío”.

En el apartado 5.2 se muestran los resultados referentes al estudio de las ideas previas de los alumnos en electricidad y magnetismo, óptica, y dinámica. En los dos primeros casos se analizarán las preguntas según el porcentaje de aciertos, ya que se trata de cuestionarios tipo test. Sin embargo, el cuestionario de dinámica se puede analizar más en detalle al tratarse de un cuestionario abierto en el que los alumnos redactan sus respuestas.

5.1. Objetivo 1: Las experiencias de cátedra

5.1.1. Cuestionarios cerrados: previo-posterior

En esta sección se van a analizar los cuestionarios cerrados previos y posteriores a una sesión de experiencias de cátedra. En cada caso se mostrarán las distribuciones separadas por curso y una tabla resumen que indicará las variables estadísticas. Se analizará si las distribuciones son normales y tienen varianzas homogéneas, en ese caso se realizará la prueba t de Student. En caso contrario, se realizará la prueba de significación W^+ de Wilcoxon.

Experiencias de Electricidad y Magnetismo

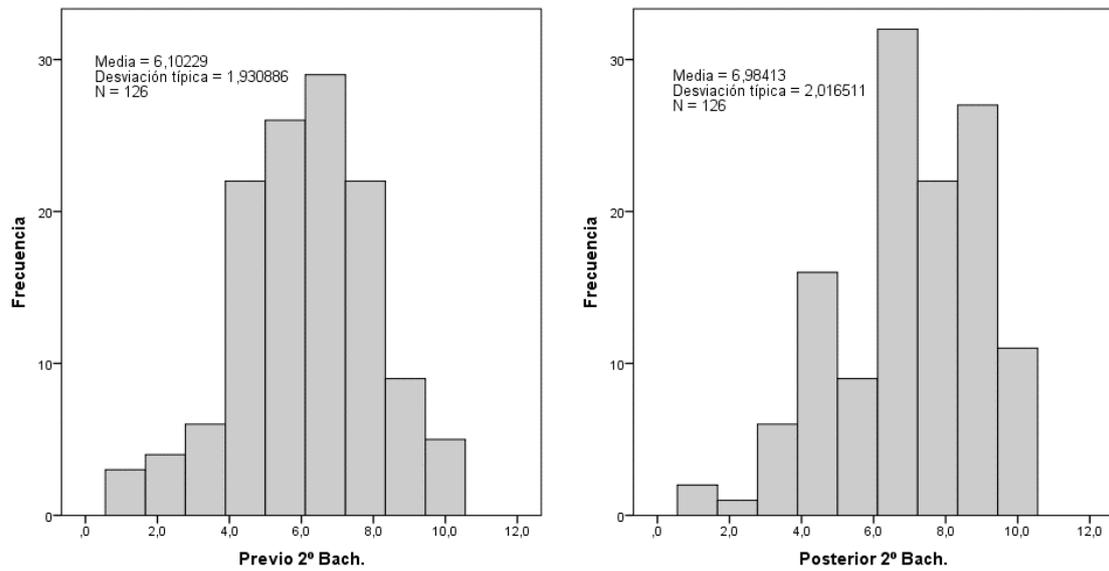


Figura 3. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de las experiencias de electricidad y magnetismo para los alumnos de 2º de Bachillerato.

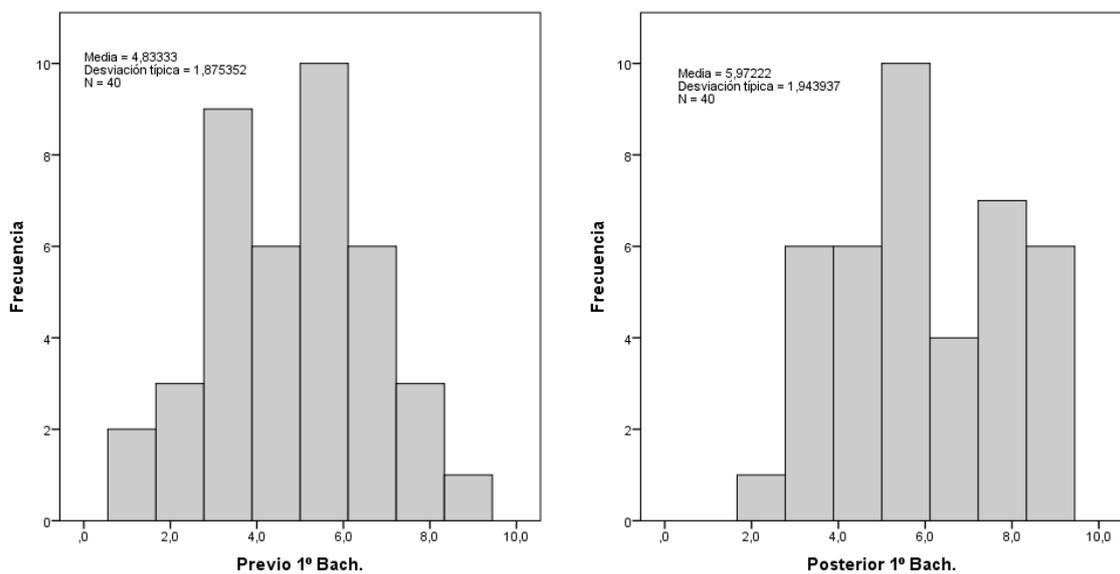


Figura 4. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de las experiencias de electricidad y magnetismo para los alumnos de 1º de Bachillerato.

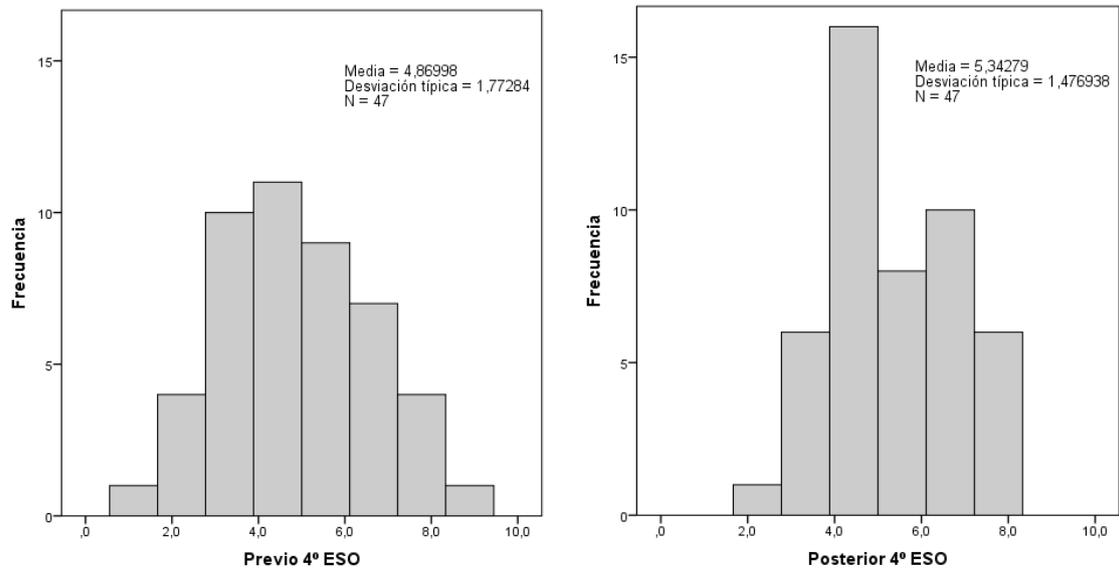


Figura 5. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de las experiencias de electricidad y magnetismo para los alumnos de 4º ESO.

Electricidad y Magnetismo						
	2º Bachillerato		1º Bachillerato		4º ESO	
	Previo	Posterior	Previo	Posterior	Previo	Posterior
<i>N</i>	126		40		47	
Media	6.10	6.98	4.83	5.97	4.87	5.34
Desv. Std.	1.93	2.02	1.87	1.94	1.77	1.47
K-S	0.27 > α	0.02 < α	0.33 > α	0.26 > α	0.25 > α	0.23 > α
¿Normalidad?	si	no	si	si	si	si
Levene	-		0.69 > α		0.25 > α	
Varianzas	-		iguales		iguales	
t de Student	-		0.02 < α		0.19 > α	
W+ Wilcoxon	0.03 < α		-		-	
Distribuciones	Distintas		Distintas		Iguales	

Tabla 2. Variables estadísticas de los cuestionarios previo y posterior de electricidad y magnetismo realizados en el Torreón de la Física para los *N* alumnos de 4º ESO, 1º y 2º de Bachillerato. Se muestran los resultados de las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov (K-S), de homogeneidad de varianzas (Levene) y las pruebas de significación t de Student y W+ Wilcoxon. Se indica al final de la tabla si las distribuciones de notas son significativamente distintas o iguales. El nivel de confianza es del 95%, $\alpha=0.05$.

Experiencias de Óptica - Experiencia de la Electrolisis

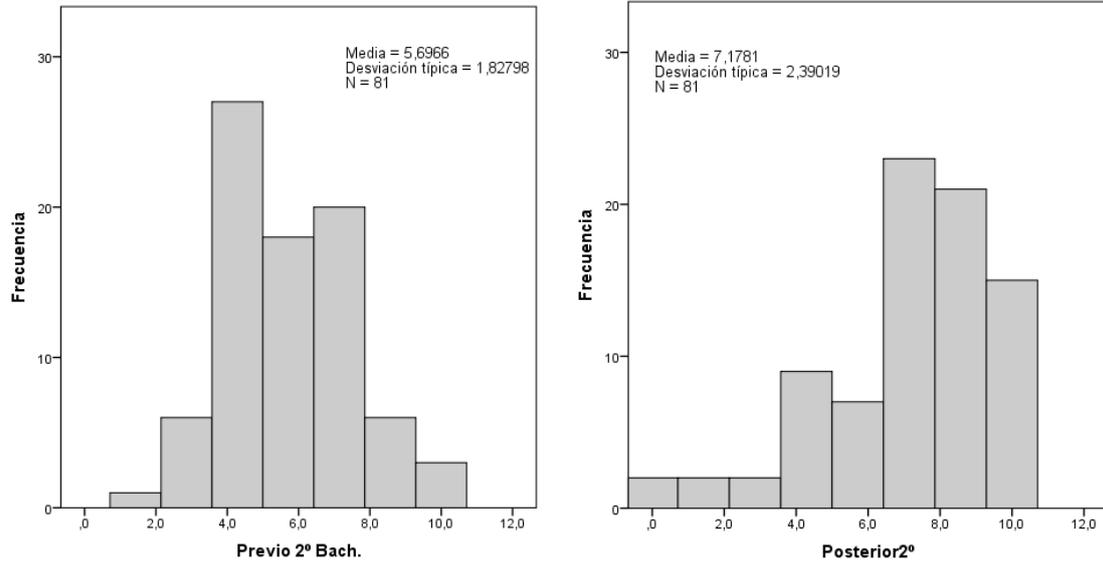


Figura 6. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de las experiencias de óptica para los alumnos de 2º de Bachillerato.

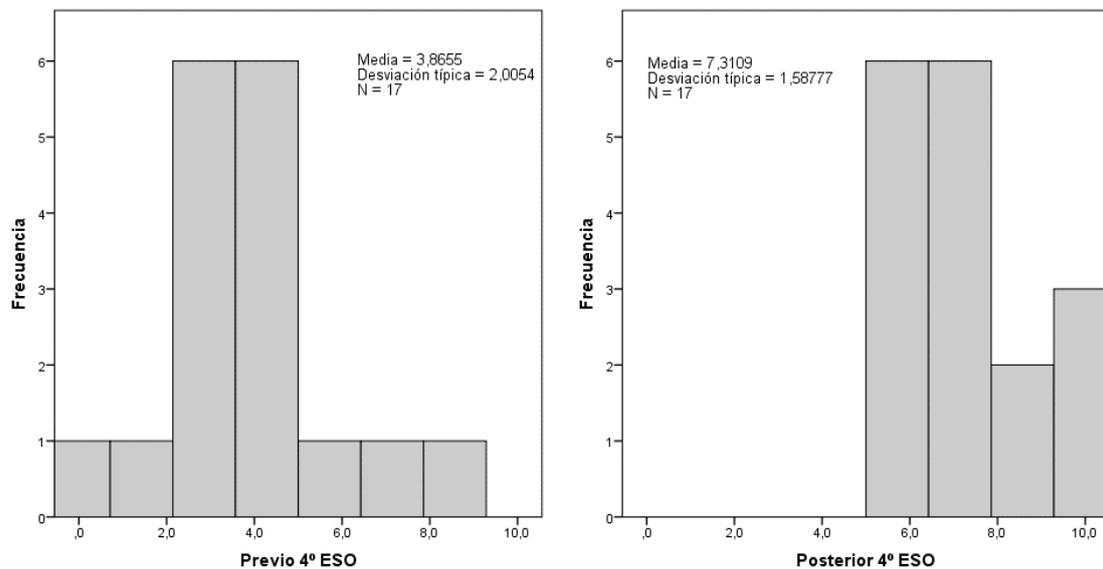


Figura 7. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de las experiencias de óptica para los alumnos de 4º ESO.

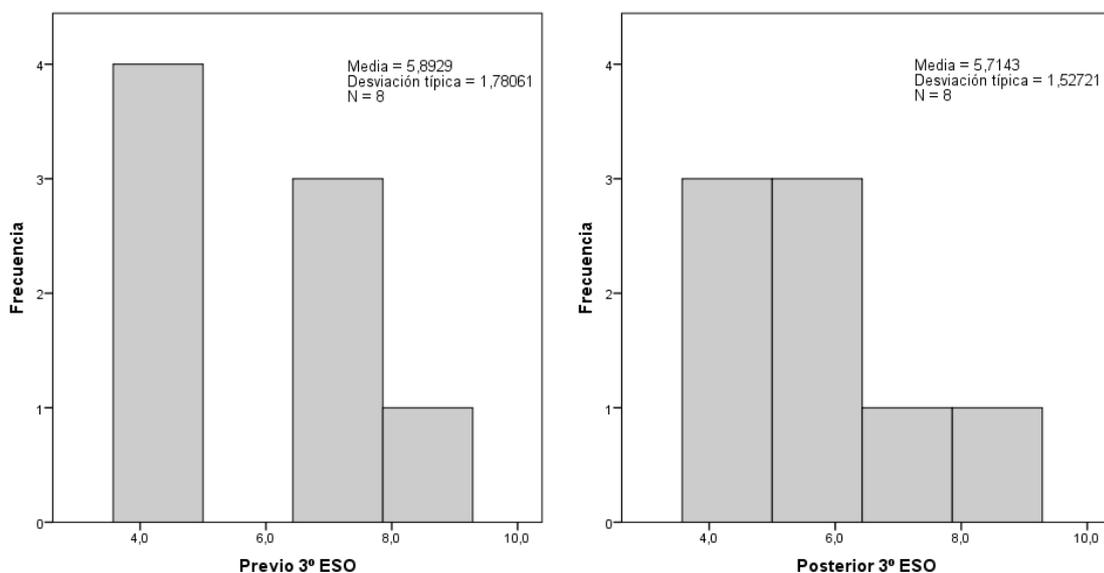


Figura 8. Distribuciones de notas de los cuestionarios previo y posterior de la experiencia de la electrolisis para los alumnos de 3º ESO.

	Óptica		Electrolisis			
	2º Bachiller		4º ESO		3º ESO	
	Previo	Posterior	Previo	Posterior	Previo	Posterior
<i>N</i>	81		17		8	
Media	5.70	7.17	3.86	7.31	5.89	5.71
Desv. Std.	1.82	2.39	2.00	1.58	1.78	1.52
K-S / S-W	0.03 < α	0.01 < α	0.28 > α	0.25 > α	0.02 < α	0.70 > α
¿Normalidad?	no	no	si	si	no	si
Levene	-		0.60 > α		-	
Varianzas	-		iguales		-	
t de Student	-		0.00 < α		-	
W ⁺ Wilcoxon	0.00 < α		-		0.60 > α	
Distribuciones	Distintas		Distintas		Iguales	

Tabla 3. Variables estadísticas de los cuestionarios previo y posterior de óptica (realizados en el Aula Espacio Tocar la Ciencia) y de la experiencia de la electrolisis para los *N* alumnos de 4º ESO, 2º de bachiller y 3º ESO respectivamente. Se muestran los resultados de las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov (K-S) o Shapiro-wilk (S-W), de homogeneidad de varianzas (Levene) y las pruebas de significación t de Student y W⁺ Wilcoxon. Se indica al final de la tabla si las distribuciones de notas son significativamente distintas o iguales. El nivel de confianza es del 95%, $\alpha=0.05$.

5.1.2. Cuestionarios abiertos: posterior

En esta sección se van a analizar los cuestionarios abiertos realizados posteriormente a las sesiones de fluidos, la experiencia de Torricelli y la experiencia en la que se puso de manifiesto el principio de Arquímedes. Los resultados de este tipo de cuestionarios se muestran planteando cada una de las 4 preguntas. A continuación se muestran las estrategias acertadas (marcadas con un tick) o no seguidas por los alumnos para la resolución de las mismas. Para el caso de la cuarta pregunta, la cual implica investigar acerca de los fenómenos físicos vistos en la experiencia, solo se hará referencia al número de alumnos que sugirieron experimentos, no se describirán los mismos.

Experiencia de Torricelli (N= 16)

1- ¿Cuál sería la longitud que debería tener el tubo de silicona? ¿Cómo lo calcularías?

- Utiliza la ecuación de la hidrostática: 9 ✓
- Compara densidades agua-mercurio: 4 ✓
- No queda claro como calcularlo: 3

2- En la época de Torricelli, ¿Por qué se utilizó mercurio en vez de agua?

- Necesidad tubo más corto: 12 ✓
- Mayor densidad mercurio: 12 ✓
- Agua pesa menos: 4

3- Actualmente, ¿Por qué usamos agua en vez de mercurio?

- Toxicidad del mercurio: 14 ✓
- Económico/fácil conseguir: 8 ✓
- Referencia a tubo silicona: 4 ✓

4- ¿Qué otros experimentos se te ocurrirían para poner de manifiesto la presión atmosférica?

- Sugerencia de experimentos: 15 ✓

Principio de Arquímedes (N= 9)

1- ¿Por qué la masa del agua desalojada y del cuerpo que flota es la misma?

- Peso objeto = Peso volumen agua desalojada: 6 ✓
- Volumen objeto = Volumen agua: 1 ✓
- Aplicación del principio solo a cuerpos que flotan: 2

2- En un cuerpo que no flota: ¿La masa del agua desalojada sería la misma que la del objeto? ¿Por qué?

- No, porque Peso objeto > Peso agua desalojada: 8 ✓
- Si, porque Peso objeto < Peso agua desalojada: 1

3- Si introducimos 1 kg de Oro ($\rho_{\text{oro}} = 19290 \text{ kg/m}^3$) y un 1kg de Plata ($\rho_{\text{plata}} = 10500 \text{ kg/m}^3$) ¿Desalojarán el mismo volumen de agua? Es decir, ¿Sufrirán el mismo empuje?

- No, volúmenes distintos: 5 ✓
- Si, misma masa: 1
- Depende del líquido: 1
- Confusión entre densidad y peso: 2

4- ¿Qué otros experimentos se te ocurrirían para comprobar el Principio de Arquímedes?

- Sugerencia de experimentos: 8 ✓

5.1.3. Conferencia: Jugando con la presión-La conquista del vacío

La conferencia se desarrolló en la Casa de la Cultura de Cabezón de la Sal el día 27 de abril con una duración aproximada de 2 horas. Se completó el aforo de 110 personas de la sala. A parte de los dos conferenciantes, Alberto Aguayo y Daniel Rábago, participaron 9 alumnos que llevaron a cabo buena parte de los experimentos. La aceptación por parte del público fue completa que mostró su apoyo y expectación durante toda la sesión.

5.2. Objetivo 2: Las ideas previas

5.2.1. Cuestionarios cerrados: previo

En este apartado se van a analizar los cuestionarios cerrados previos de las experiencias realizadas en los espacios del Aula de la Ciencia, el Torreón de la Física de Cartes y el Aula Espacio Tocar la Ciencia. Se van a tabular los resultados de cada pregunta según sus aciertos para poder detectar los conceptos erróneos e ideas previas de los alumnos en cada uno de los temas propuestos. En este caso son los de electricidad y magnetismo, y óptica.

Ítem	Electricidad y Magnetismo			Óptica	
	4º ESO	1º Bach.	2º Bach.	4º ESO	2º Bach.
1	89	93	87	24	27
2	28	25	28	77	95
3	28	53	66	35	43
4	45	53	53	82	96
5	47	53	65	35	42
6	64	53	62	24	56
7	34	17	48	12	40
8	35	40	52	-	-
9	68	50	56	-	-

Tabla 4. Porcentaje de acierto por curso de cada ítem de los cuestionarios realizados en las experiencias de electricidad y magnetismo, y óptica llevadas a cabo en los espacios del Aula de la Ciencia. Se indica en negrita las preguntas que tuvieron menos del 35% de acierto.

A la vista de los resultados de la Tabla 4, se han seleccionado aquellos ítems con un porcentaje de acierto menor al 35%. Se muestra por tanto en la Tabla 5 el porcentaje de elección de cada opción en esos ítems. En este caso se indican en negrita las respuestas correctas y se sombrea el resultado que obtuvo mayor porcentaje de elección.

Electricidad y Magnetismo					Óptica			
Ítem	Opción	4º	1º	2º	Ítem	Opción	4º	2º
2	a	55	55	44	1	a	0	62
	b	28	25	28		b	77	11
	c	17	20	28		c	23	27
3	a	42	28	15	3	a	12	5
	b	28	53	66		b	53	52
	c	30	19	19		c	35	43
7	a	43	68	34	5	a	35	42
	b	23	15	18		b	24	6
	c	34	17	48		c	41	52
8	a	28	33	22	6	a	24	10
	b	37	27	26		b	24	56
	c	35	40	52		c	52	34
					7	a	59	44
				b		12	40	
				c		29	16	

Tabla 5. Porcentaje de elección de los alumnos en cada opción de los ítems con un porcentaje de acierto en cualquier curso menor al 35%. Se indica en negrita la respuesta correcta. Se sombrea en cada caso la opción más elegida por los alumnos.

5.2.2. Cuestionarios abiertos: previo

Los resultados que se van a mostrar en este apartado son los referentes a las ideas previas de dinámica de los estudiantes de 1º de Bachillerato del IES Valle del Saja. Al tratarse de un cuestionario abierto se analizará cada pregunta por separado y se reflejarán las respuestas de los alumnos. En este caso al tratarse de preguntas más largas se resumirán, el cuestionario completo se puede ver en el Anexo B.

Ideas previa Dinámica (N= 15)

1- Dibujar fuerzas que actúan sobre un bloque en reposo y sobre otro que empieza a deslizar.

- Bloque reposo: Sumatorio fuerzas=0: 2 ✓
- Bloque comienza deslizar: Sumatorio fuerzas $\neq 0$ 2 ✓
- Suma vectorial de fuerzas \neq dirección movimiento: 11

2- Fuerza resultante sobre un objeto que se mueve con velocidad constante.

- Velocidad cte implica Sumatorio fuerzas=0: 1 ✓
- Fuerza es proporcional a la velocidad: 11
- Asociación velocidad cte con fuerza rozamiento: 6

3- Trayectoria de una bola en un aro de inercia.

- Sale en línea recta (v cte $\Rightarrow \sum F = 0$) 3 ✓
- Sigue girando: 11
- Sale hacia arriba, contrario a fuerza centrípeta: 1

4- Caída de bola y pluma en el vacío.

- Caen al mismo tiempo: 12 ✓
- Solo actúa fuerza gravedad: 7 ✓
- Con aire hay fuerza rozamiento: 5 ✓
- No actúan fuerza alguna: 2
- Aceleración de la gravedad depende de la masa: 4

5- Peso aparente en una persona en un ascensor que arranca, se mueve a velocidad constante y frena.

- Arranca: Aumenta (11) ✓; Disminuye (1)
- Velocidad cte: Se mantiene con el aumento anterior (8); inicial (3) ✓
- Frena: Peso inicial (7); Aumenta (2); Disminuye (3) ✓

6. Discusión

En el presente trabajo se han establecido dos objetivos. Por una parte se ha tratado de determinar si las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos. Y por otra, se han estudiado las ideas previas en varias ramas de Física.

En los siguientes apartados se analizarán y discutirán los resultados obtenidos. Estos indicarán si realmente tiene sentido incluir las demostraciones de Física en las clases y si es lógico tener en cuenta las ideas previas de los alumnos.

6.1. Las experiencias de cátedra

Las experiencias de cátedra han sido evaluadas de dos maneras. La primera ha sido mediante cuestionarios previos y posteriores a una sesión de demostraciones. Y La segunda a partir de cuestionarios posteriores a redactar por los alumnos. Como forma de evaluación complementaria se ha tenido en cuenta la conferencia “Jugando con la presión – La conquista del vacío”.

Se han comparado las distribuciones de notas de los cuestionarios previos y posteriores, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2 y Tabla 3. A partir del análisis estadístico se ha determinado si las notas de los alumnos han mejorado o no.

Para el caso de las experiencias de electricidad y magnetismo, los resultados mejoran significativamente tras la sesión para los alumnos de 1º y 2º de Bachillerato. Sin embargo, para el caso de los alumnos de 4º ESO las distribuciones son estadísticamente iguales. Estos resultados están dentro de lo esperado, las experiencias de cátedra ayudan a entender mejor los conceptos de Física notablemente en los cursos más avanzados, realmente para los que en principio iban dirigidas estas experiencias. En el caso de los de 4º ESO mejoran pero no significativamente, por lo que se ha de suponer que dicha mejoría es debida al azar. En este último caso es lógico que ambas distribuciones de notas sean iguales ya que los conceptos tratados en dicha sesión son lo suficientemente complejos para que no sean entendidos al cien por cien por todos los alumnos.

En las experiencias de óptica la mejoría ha sido notable tanto para los alumnos de 2º de Bachillerato como para los de 4º ESO. Los alumnos de 2º de Bachillerato tenían conocimientos aceptables de óptica, media 5.7, y los mejoran punto y medio hasta 7.17 puntos. Por otro lado, los conocimientos de los alumnos de 4º ESO en la materia no eran demasiados, con una media en el cuestionario previo de 3.86, mejorándola en el posterior 3.5 puntos, obteniendo después de la sesión 7.31 puntos. Además, la desviación estándar es menor para la nota posterior de los de 4º ESO, esto quiere decir que la distribución es más estrecha y todos los alumnos han mejorado más homogéneamente en 4º que en 2º.

Los resultados en 2º de Bachillerato en las experiencias de óptica están dentro de lo esperado, el comportamiento es similar a las experiencias de electricidad y magnetismo, aun así la mejoría es mayor en óptica. Sin embargo, los resultados de 4º ESO no son para nada lo que se esperaban, han incluso mejorado las calificaciones de los de 2º de bachillerato. La primera razón que se puede dar para esta mejoría es el tema, la óptica a diferencia de electricidad y magnetismo puede parecer más intuitiva y fácil de entender. La segunda es que un grupo de 17 personas en 4º ESO parece el adecuado para estas sesiones mientras que en 2º de Bachillerato ha habido grupos de hasta 30 alumnos. La mejoría respecto a las experiencias de electricidad y magnetismo puede estar debida al número de preguntas, que se reducen en 2 ítems en el caso de óptica.

La experiencia de la electrolisis, realizada con 8 alumnos de 3º ESO del IES Valle del Saja, no ha dado lugar a cambios significativos en las notas de los cuestionarios previo y posterior. Sin embargo, la participación de los alumnos en esta sesión fue completa y ellos fueron los artífices de muchos de los procedimientos, que con la ayuda del profesor se llevaron a cabo. Al tratarse de un grupo reducido, la forma de trabajar fue distinta en este caso con respecto a las realizadas en los espacios del Aula de la Ciencia. Las notas en ambos cuestionarios se establecen aproximadamente en un 6, no es una mala calificación aunque lo esperado hubiera sido una mejora de la misma en el cuestionario posterior.

Respecto a las experiencias de fluidos, las cuales se analizaron mediante cuestionarios abiertos a redactar posteriormente a la sesión, han sido

generalmente favorables. Los alumnos han utilizado distintas estrategias para resolver los problemas propuestos y en principio, para la mayoría, los conceptos han quedado claros. Se nota un interés generalizado, alrededor del 90% de los alumnos ha respondido a la pregunta 4, donde se pedía que se sugirieran experimentos que pusieran de manifiesto los conceptos vistos en las experiencias. Este trabajo extra, a sabiendas que no iba a influir en la calificación de la asignatura, denota que se sienten interesados y atraídos por actividades de este tipo.

La forma complementaria de evaluación de la metodología que se basa en enseñar Física con la ayuda de experiencias y demostraciones, ha sido a partir de la conferencia “Jugando con la presión – La conquista del vacío”. Los resultados que se han obtenido han sido cualitativos, fundamentalmente las impresiones de los conferenciantes y las opiniones recogidas por el autor de este trabajo. En este caso la finalidad era la divulgación de la Física y acercar a todo tipo de públicos experimentos sorprendentes y sencillos de entender. La participación de los alumnos ha sido una parte fundamental, y así se considera por parte de los conferenciantes para estimular y motivar a los mismos.

Como análisis de la conferencia se puede decir que ha sido una experiencia increíble, todo el público estuvo entregado y los alumnos que participaron salieron muy contentos y se sintieron parte del proceso. Esta última cuestión es la que hace una herramienta muy potente a este tipo de actividades que todo docente debería tener muy en cuenta a la hora de realizar cualquier proyecto con sus alumnos.

Como conclusión final, a la vista de todos los resultados analizados, se puede decir que se ha alcanzado el objetivo número 1 del trabajo. Se ha demostrado que las experiencias de cátedra mejoran el aprendizaje de los alumnos. Aunque las notas no aumenten como en el caso de la experiencia de la electrolisis, la motivación y la relación alumno-profesor mejoran sustancialmente.

6.2. Las ideas previas de los alumnos

Las ideas previas de los alumnos han sido analizadas de dos maneras. La primera ha sido a partir de cuestionarios previos tipo test de las sesiones del Torreón de la Física de Cartes y del Aula Espacio Tocar la Ciencia. La segunda mediante los cuestionarios a redactar de dinámica realizados en el IES Valle del Saja.

En el primer caso se ha analizado el porcentaje de alumnos que respondía acertadamente cada ítem de los cuestionarios de test (ver Tabla 4). Se ha considerado que menos del 35% de acierto, es lo suficientemente bajo para analizar ese ítem más en profundidad y estudiar por cuál de las 3 opciones se decantan los alumnos. En la Tabla 5 se puede observar el porcentaje de elección de cada una de las 3 opciones en esas preguntas que obtuvieron menos 35% de acierto.

A la vista de los resultados, se puede concluir que los alumnos de 4º ESO relacionan directamente las cargas eléctricas con los efectos magnéticos y viceversa, como indican los ítems 2, 7 y 8. Por tanto toda carga eléctrica generaría un campo magnético y podría magnetizar un material, esto parece lógico desde su punto de vista puesto que según indica el ítem 8, un imán estaría formado por cargas eléctricas. Tampoco se tiene muy claro que las cargas de mismo signo se repelen y las de distinto se atraigan, ya que la mayoría de alumnos contestan que cargas distintas se separarían espontáneamente como indica el ítem 3. La idea que se mantiene durante el primer curso de Bachillerato es que cualquier carga eléctrica genera un campo magnético y puede magnetizar un material. Sin embargo, desaparece la idea de que el magnetismo de los imanes es debido a cargas eléctricas.

En 2º de bachillerato no se mantiene la idea de que todas las cargas generan campos magnéticos, puesto que realmente solo los generan las que se encuentran en movimiento. A pesar de esto no se intuye que un cuerpo eléctricamente cargado pueda separar las cargas de uno neutro por inducción, sino que algo menos de la mitad de los alumnos se decantó por la opción que sugería que puede magnetizarle.

Para el caso de los cuestionarios previos tipo test realizados en el Aula Espacio Tocar la Ciencia sobre óptica, se observa lo siguiente. La mayoría de los alumnos de 4º ESO y 2º de Bachillerato consideran que la luz siempre cambia de dirección al pasar de un medio material a otro. La intuición de estos alumnos no les conduce a pensar en la luz como una partícula y una onda al mismo tiempo, como indica el ítem 5 se decantarían por considerarlo únicamente una onda electromagnética. El concepto de polarización de la luz es conocido por los alumnos de 2º mientras que los de 4º consideran que las gafas que usan cristales polarizadores sirven para eliminar la luz ultravioleta. Por último en el ítem 1, los alumnos de 4º piensan que la luz nunca cambia su velocidad, idea que desaparece en 2º que piensan siempre se propaga en línea recta.

Es lógico este último cambio de pensamiento en los alumnos de 2º de Bachillerato, se estudia que la luz cuando entra en un medio transparente disminuye su velocidad respecto la que tenía en el vacío. Sin embargo cotidianamente se observa que se propaga en línea recta pero hay casos en los que se curva, como por ejemplo por el efecto gravitatorio, demostrado por la relatividad general de Einstein.

Respecto a las respuestas del ítem número 7, donde se entra un poco más en la Física del átomo, los alumnos consideran que el espectro atómico es continuo, hecho que la vida cotidiana y la intuición te dice que es así, sin embargo en el mundo atómico surge la discretización de la energía.

Las ideas previas de dinámica de los alumnos de 1º de Bachillerato se pueden resumir como: para que un cuerpo tenga una velocidad distinta de cero necesita que se le aplique una fuerza resultante distinta de cero, la velocidad que se le imprime al cuerpo además es proporcional a esa fuerza. Este pensamiento es el descrito por la Física de Aristóteles del siglo IV a. C. Sin embargo, los alumnos en esta etapa tienen claro que la aceleración con la que caen los cuerpos en el campo gravitatorio de la tierra no depende de la masa de los mismos. Las ideas previas en dinámica y en cinemática son temas de los cuales hay una cantidad de estudios considerable, el cuestionario se ha pensado a partir de estos estudios y se corroboran los resultados de los mismos (Mora y Herrera, 2009).

Como conclusión del estudio de las ideas previas se puede decir que se han obtenido unas cuantas en los temas de electricidad y magnetismo, óptica, y dinámica, como se estableció en el objetivo 2. Ha sido muy acertado estudiar conjuntamente las ideas previas con las experiencias de cátedra puesto que los cuestionarios utilizados para el Aula de la Ciencia han servido para ambas finalidades. Sin embargo, personalmente considero que para el estudio de ideas previas es más lógico usar cuestionarios abiertos, como el de dinámica, ya que permite al alumno expresarse y no elegir una respuesta entre tres propuestas.

Este tipo de estudio como ya se remarcó anteriormente es imprescindible para establecer estrategias de enseñanza, es un buen punto de partida desde el cual abordar e intentar desmontar los conceptos erróneos. Como se remarca en el artículo de García y Dell'Oro (2001), en el caso de dinámica las ideas Aristotélicas constituyen importantes obstáculos a la hora de estudiar las leyes de Newton, agravándose el problema cuando se usa una metodología tradicional de enseñanza.

7. Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento al director del este trabajo, Julio Güémez Ledesma, por su gran ayuda y dedicación. A los profesores Ana Isabel Diego García y José Miguel Ruiz Sordo, responsables del Torreón de la Física de Cartes y del Aula Espacio Tocar la Ciencia respectivamente, por su colaboración en la recogida de datos. Y por último, a los integrantes del departamento de Física y Química del IES Valle del saja, Covadonga Gutiérrez García y Alberto Aguayo Díaz, por permitirme llevar a cabo muchas de las tareas indispensables para realizar este proyecto.

8. Referencias

- Ariza, M. R. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 101-115.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar ciencias*. 95-118.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Coll, C. (1986). Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas. *Revista de Educación*, 279: 9-23.
- COSCE. (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas. Rubes E. Madrid.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (2), 109-120.
- Elias, C. (2008). *La razón estrangulada: Un ensayo sobre los problemas de la ciencia en la sociedad actual*. Debate Ed. Madrid.
- FECYT. (2014). VII encuesta de percepción social de la ciencia. Informe de resultados. FECYT.
- Fernández, M. y Sánchez, J. (2013). Los instrumentos antiguos de los gabinetes de Física. Propuesta de clasificación y estudio comparativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2): 231-249.
- García, M.B. y Dell'Oro G. (2001). Algunas dificultades en torno a las leyes de newton: una experiencia con maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- García, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (Núm. Extraordinario), 370-392.
- Gil, D. (1987). Los programas-guía de actividades: una concepción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 3: 3-12.

- Güemez, J., Fiolhais C. y Fiolhais M. (2009). Toys in physics lectures and demonstrations-a brief review. *Physics education*, 44 (1), 53-64.
- Iglesias, A., Oliva, J. M. y Rosado, L. (1989). Propuesta de un modelo constructivista para la enseñanza/ aprendizaje de la Física en educación secundaria. *Revista de Educación*, 289: 333-356.
- Jaime, E. A. y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 371–380
- Jorde, D. y Dillon, J. (2012). *Science education research and practice in Europe* (pp. 1-11). SensePublishers.
- Lijnse, P. (1994). La recherche-développement: une voie vers une "structure didactique" de la physique empiriquement fondée. *Didaskalia*, 3: 93-108.
- Marbà, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 19-30.
- Márquez, R. (1996). Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Española de Física*, 1: 36-40.
- MEC. (2007a). REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. *BOE*, 5: 677-773.
- MEC. (2007b). REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. *BOE*, 266: 45381- 45477.
- Moore, D. (2005). *Estadística aplicada básica*. New York: Freeman and Co.
- Mora, C. y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 3(1): 72-86.
- Núñez, J. (2000). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales: Lo que la educación científica no debería olvidar*. Felix Varela Ed.

- OCDE. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*, OCDE Publishing, Paris.
- OCDE. (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. OCDE Publishing, Paris.
- Oliva, J. M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3): 425-440.
- Pérez, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*: FECYT.
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15:155-171.
- Sjoberg, S. y Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings. *Oslo: University of Oslo*.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia/ técnica/ sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las ciencias*, 10 (2), 181-186.
- Solis, R. (1984). Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 83-89.
- The Nuffield Foundation. (1966). *Nuffield Physics Questions Book III*. Longmans/Penguin Books. London.
- Torres, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 1:131-142.
- Vázquez, J. B., García, E. y González, P. (1996). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (1), 63-65.

Anexo A: Protocolo de experiencias

Torreón de la Física de Cartes: Electricidad y Magnetismo

Electrostática

Frotamiento de ámbar.

Tubo electrostático.

Frotamiento de barras de ámbar y barras de vidrio.

Inducción: Globo metálico.

Inducción. Chorro de agua que se dobla.

Midiendo la electricidad: electroscopio.

Electróforo de Volta: transportando electricidad.

Produciendo electricidad: máquina de Winshurst.

Máquinas electrostáticas: obtención de trabajo mecánico.

Experimentos con el generador Van de Graaff.

Magnetismo

Piedra imán.

Brújulas.

Experiencias de Gilbert.

Experiencias de Oersted, Faraday

Experiencia de Oersted.

Ley de Biot y Savart.

Ley de Ampere.

Experiencia de Faraday.

Ley de Inducción de Faraday:

Experiencia de Henry.

Transformadores.

Ley de Lenz

Imanes en bobinas.

Imán en tubo de cobre.

Generador o dinamo.

Aula Espacio Tocar la Ciencia: Óptica y Física moderna

La luz como energía

La temperatura de una vela.
Temperatura de un mechero de alcohol.
Temperatura de un mechero Bunsen de butano
Temperatura de un filamento de hierro.
Temperatura de una barra de grafito.
Temperatura del Sol.
Placa fotoeléctrica.
Radiómetro de Crookes.

Óptica geométrica

Luz láser. Ley de Snell de la reflexión.
Espejos formando ángulo.
Formación de la imagen en un espejo. Reflexión de palabras.
Ley de Snell de la Refracción.
Angulo límite.
El ojo como instrumento óptico.

Óptica ondulatoria

Experiencia de Newton. Descomposición de la luz blanca. Arco Iris.
Experiencia del doble prisma de Newton. Recomposición de la luz blanca.
Polarización. Polarizadores. La luz como onda electromagnética.
Difracción por una rendija. Interferencias.
Experiencia de Young. Difracción por doble rendija.
Cubeta de ondas. Interferencias.
Colores en superficies jabonosas.

Física moderna

Ruptura dieléctrica del aire. Máquina de Wimshurst.
Lámpara de plasma.
Transformador. Escalera de Jacob.
Espectros de gases enrarecidos.
Redes de difracción.
Rayos catódicos. Aparato cruz de Malta.
Medida de la relación carga-masa del electrón. Aparato de Thomson.
Efectos ondulatorios en electrones. Aparato de la dualidad onda-corpúsculo en electrones.
Fluorescencia. Fosforescencia.

Conferencia “Jugando con la presión – La conquista del vacío”

Experiencia de Torricelli.

Experiencia de Puy de Dôme, probeta invertida en equipo de vacío.

Zumbador colgado en el interior de la campana de vacío.

Hemisferios de Magdeburgo.

Campana de vacío: Bolsas herméticas, golosinas, espuma, globo.

Huevo y globo en matraz con agua hirviendo.

Colapso lata de refresco.

Colapso bidón.

Cañón de aire.

Fuente esmeralda.

Tornado en una botella.

El aplasta-huevos.

La cama de clavos.

Anexo B: Cuestionarios

En este Anexo se muestra cada cuestionario en una página tal y como se le proporcionó a los alumnos para la recogida de datos.

Cuestionario previo Electricidad y Magnetismo Curso.....

- De las tres posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
 - **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta
- 1- En la naturaleza existen fuerzas a distancia como la gravitatoria o la eléctrica:
- a) Ambas son fuerzas atractivas.
 - b) Ambas son repulsivas
 - c) La fuerza gravitatoria es siempre atractiva y la eléctrica no siempre.
- 2- Cuando a un cuerpo neutro se le acerca otro eléctricamente cargado:
- a) el cuerpo neutro se magnetiza;
 - b) en el cuerpo neutro se produce una separación de cargas por inducción;
 - c) no sucede nada.
- 3- Para separar las cargas de un cuerpo neutro:
- a) No hay que hacer nada, pues como tiene cargas distintas, éstas se separan espontáneamente.
 - b) Es necesario realizar un trabajo.
 - c) No es posible separarlas.
- 4- ¿Es posible realizar un trabajo a partir de un sistema neutro en el que se han separado las cargas eléctricas?
- a) No, las cargas permanecerán por siempre separadas.
 - b) Sí, pues las cargas tenderán espontáneamente a unirse.
 - c) No, pues el sistema es neutro en su totalidad.
- 5- En la naturaleza existen los imanes.
- a) Estos están dotados de exceso de cargas positivas.
 - b) En el polo norte del imán hay exceso de cargas positivas y en el sur de negativas.
 - c) Estos están dotados de polo norte magnético y polo sur magnético.
- 6- Un imán atrae un clavo de hierro:
- a) porque el clavo de hierro también es un imán;
 - b) por el fenómeno de inducción magnética;
 - c) porque se separan las cargas eléctricas en el hierro.
- 7- ¿Los fenómenos eléctricos puede producir efectos magnéticos?
- a) Sí, pues toda carga eléctrica genera un campo magnético.
 - b) No, puesto que no hay relación entre los campos eléctricos y magnéticos.
 - c) Sí, pero siempre que se trate de cargas eléctricas en movimiento.
- 8- El principio de inducción de Faraday indica:
- a) que todos los fenómenos magnéticos producen efectos eléctricos.
 - b) que un imán puede afectar a las cargas eléctricas de otro imán.
 - c) que un imán en movimiento puede producir corriente eléctrica.
- 9- ¿Para producir corriente eléctrica es necesario realizar un trabajo?
- a) Si, pues los fenómenos eléctricos inducidos se oponen a la causa que los genera
 - b) No, pues no hay relación entre corriente eléctrica y trabajo mecánico.
 - c) No, porque los fenómenos eléctricos y magnéticos se convierten unos en otros espontáneamente

Questionario posterior Electricidad y Magnetismo Curso.....

- De las tres posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
 - **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta
- 1- Cuando una barra de ámbar y una de vidrio son frotadas con lana y seda respectivamente
- a) no existe interacción entre ambas;
 - b) se atraen puesto que están cargadas con cargas eléctricas diferentes;
 - c) se repelen puesto que están cargadas con cargas eléctricas diferentes.
- 2- Cuando una barra de ámbar frotada con lana se acerca a una semilla de diente de león
- a) la semilla es atraída porque también estaba eléctricamente cargada;
 - b) no sucede nada;
 - c) la semilla es atraída debido al fenómeno de inducción eléctrica.
- 3- En la máquina de Wimshurst se consigue separar cargas eléctricas que se depositan en 2 esferas.
- a) Este proceso de separación de cargas es espontáneo.
 - b) Solo una de las dos esferas se carga eléctricamente, la otra permanece neutra.
 - c) Es necesario realizar un trabajo para separar las cargas eléctricas.
- 4- ¿Sería posible obtener trabajo a partir de las cargas que separa la máquina de Wimshurst?
- a) Si, pues podrían mover un motor electrostático
 - b) No, pues siempre salta la chispa entre las esferas.
 - c) Si, únicamente a partir del calor que genera la chispa que salta.
- 5- El planeta tierra se comporta como un gigantesco imán, lo que ha dado el nombre a los polos norte y sur de las brújulas.
- a) En el polo norte geográfico se encuentra el polo norte magnético
 - b) En el polo norte geográfico se encuentra el polo sur magnético
 - c) Los polos magnéticos están en el ecuador y la brújula se orienta perpendicular a estos.
- 6- Un imán no atrae un clavo de aluminio debido:
- a) a que el aluminio es un material ferromagnético;
 - b) a que el aluminio no tiene dominios magnéticos internos que se puedan inducir;
 - c) a que no está imantado previamente.
- 7- La experiencia de Hans Christian Oersted demuestra que:
- a) una corriente eléctrica produce un efecto magnético;
 - b) todos los fenómenos eléctricos producen efectos magnéticos;
 - c) los imanes se ven influidos por todas las cargas eléctricas.
- 8- Para producir corriente eléctrica es necesario:
- a) que un imán se encuentre cerca de una bobina hecha de un hilo de metal conductor;
 - b) un campo magnético constante;
 - c) que un imán en movimiento se encuentre cerca de una bobina de hilo de metal conductor.
- 9- Cuando se deja caer un imán por un tubo de cobre:
- a) la energía potencial del imán se transforma primero en corriente eléctrica y después en calor;
 - b) el imán se acelera debido al campo magnético inducido;
 - c) ambas respuestas anteriores son erróneas.

Cuestionario previo Óptica

Curso.....

- De las tres posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
- **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta

1- La luz se propaga:

- a) Siempre en línea recta
- b) Siempre con la misma velocidad
- c) Las respuestas a y b no son correctas

2- Cuando luz incidente pasa de un medio material a otro distinto:

- a) Parte de la luz se refleja en la misma dirección de incidencia
- b) Cambia de dirección y se refracta
- c) Cambia su frecuencia y mantiene su velocidad

3- Una característica de la luz que incide en la superficie de separación de dos medios materiales es que:

- a) Tiene la capacidad de atravesar cualquier medio material
- b) Parte de la luz siempre se refracta
- c) Puede quedar atrapada en uno de los medios

4- Los objetos en la naturaleza son visibles por un observador porque:

- a) Tienen un índice de refracción igual al medio en el que se encuentran
- b) Absorben toda luz que les llega
- c) Reflejan hacia el observador parte de la luz que les llega

5- Los rayos de luz:

- a) En ciertos experimentos, puede decirse que están constituidos por fotones
- b) Nunca se puede decir que sean ondas electromagnéticas
- c) Las respuestas a y b son ambas incorrectas

6- Las gafas de cristales polarizadores tienen la propiedad de:

- a) Reflejar muy bien toda la luz incidente
- b) Dejar pasar sólo parte de la luz incidente
- c) Proteger completamente de los rayos Ultravioleta

7- Los electrones dentro de un átomo:

- a) Tienen un espectro continuo de energía hasta llegar a un máximo
- b) Sus energías no se distribuyen de forma continua sino discreta
- c) Al girar en órbitas circulares pierden parte de su energía

Questionario posterior Óptica

Curso.....

- De las tres posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
 - **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta
 -
- 1- Cuando luz monocromática se propaga por un medio material transparente:
- a) Su longitud de onda es igual a la que tiene la misma luz en el vacío
 - b) su frecuencia es diferente de la que tiene la misma luz en el vacío
 - c) Su velocidad de propagación depende del índice de refracción del medio
- 2- Cuando luz monocromática incidente llega a la superficie de separación de dos medios:
- a) Parte de la luz siempre pasa de un medio al otro
 - b) Toda la luz siempre se refleja
 - c) Puede darse el fenómeno de reflexión interna total
- 3- La propiedad fundamental de la fibra óptica es que:
- a) La luz puede viajar a través de ella por reflexión interna total
 - b) La luz puede viajar a través de ella por refracción total
 - c) La luz puede viajar a través de ella como una onda de presión
- 4- Cuando se introduce un objeto transparente en un medio material con su mismo índice de refracción:
- a) Aumenta la cantidad de luz que dicho objeto refleja
 - b) Aumenta la cantidad de luz que dicho objeto refracta
 - c) El objeto aparenta ser invisible
- 5- Cuando luz blanca, compuesta de diferentes frecuencias, pasa de un medio material transparente a otro medio diferente:
- a) Todas las longitudes de onda de las ondas que lo componen se desvían lo mismo
 - b) Todas las longitudes de onda viajan a la misma velocidad
 - c) El índice de refracción del medio es diferente para cada color (frecuencia)
- 6- La función principal de una lámina polarizadora es:
- a) Dejar pasar solo luz que oscila en un determinado plano
 - b) Absorber parte de la luz incidente
 - c) Dejar pasar solo ciertas frecuencias de la luz compuesta incidente
- 7- El espectro de emisión atómico muestra que:
- a) Son espectros iguales para todos los átomos
 - b) Los niveles electrónicos dentro del átomo pueden ser interpretados como continuos
 - c) Los niveles electrónicos dentro del átomo pueden ser interpretados como discretos

Cuestionario previo Experiencia Electrolisis

Curso.....

- De las tres posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
- **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta

1- Las mezclas y las sustancias puras son sistemas:

- a) Homogéneos
- b) Heterogéneos
- c) Las sustancias puras son homogéneos y las mezclas heterogéneos
- d) Las sustancias puras son homogéneos y las mezclas depende

2- La diferencia entre elementos y compuestos es:

- a) No hay diferencia
- b) En los elementos todos los átomos son iguales y en los compuestos no
- c) En los compuestos todos los átomos son iguales y en los elementos no

3- ¿Los elementos y compuestos se pueden separar en sustancias más sencillas?

- a) Si
- b) Los elementos si pero los compuestos no
- c) Los compuestos si pero los elementos no

4- Una sustancia pura se puede separar en otras más sencillas mediante:

- a) Métodos físicos
- b) Métodos químicos
- c) No se puede

5- ¿Qué implica que haya un cambio químico?

- a) Que la sustancia cambia de estado
- b) Que la sustancia cambia su naturaleza
- c) Que la sustancia no cambia pero si sus propiedades

6- El hidrógeno y oxígeno en la naturaleza se encuentran en estado:

- a) Gaseoso
- b) Líquido puesto que el agua es H₂O
- c) El oxígeno gaseoso y el hidrógeno líquido

7- Las sustancias químicas pueden ser:

- a) ácidas
- b) ácidas o básicas
- c) básicas

Questionario posterior Experiencia Electrolisis

Curso.....

- De las posibles respuestas de cada pregunta **solo una** es correcta
- **Rodea la letra** de la respuesta que consideres correcta

1- Al disolver sulfato de sodio en agua destilada se obtiene:

- a) Una sustancia pura
- b) Una mezcla homogénea
- c) Una mezcla heterogénea
- d) Un compuesto

2- El agua destilada es:

- a) Un elemento
- b) Un compuesto
- c) Una mezcla puesto que está formado por átomos de H y O

3- En la experiencia de la electrolisis:

- a) El sulfato de sodio se descompone
- b) Se obtiene aire e hidrógeno
- c) el agua se descompone en los elementos que la constituyen

4- Cuando el agua se descompone se produce:

- a) Un cambio físico
- b) Un cambio químico
- c) a y b son correctas

5- En la electrolisis el agua:

- a) Cambia de estado
- b) Se transforma en otras sustancias
- c) cambia su densidad

6- En la experiencia de la electrolisis se observa que el H y O están en estado:

- a) Gaseoso
- b) Líquido puesto que el agua es H₂O
- c) El oxígeno gaseoso y el hidrógeno líquido

7- En los electrodos en la experiencia de la electrolisis:

- a) La acidez cambia
- b) En ambos se observa un medio ácido
- c) En ambos se observa un medio básico

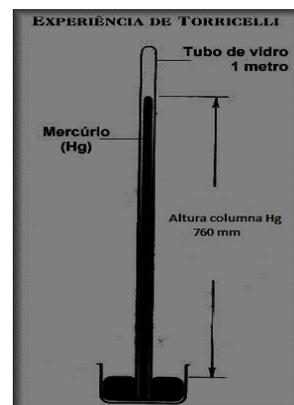
Alumno:

Curso:

Fluidos: Experiencia de Torricelli y la presión atmosférica

En el siglo XVII Torricelli realizó un experimento para poner de manifiesto la presión atmosférica. Las características del experimento fueron:

- Tenía un **tubo de vidrio de 1m** cerrado por un extremo
- Llenaba el tubo con mercurio
- Le daba la vuelta sobre un recipiente con mercurio
- Observaba que la **columna disminuía hasta 760 mm**



Experiencia propuesta clase: Similar a la anterior pero se va a utilizar un **tubo de silicona** y **agua**.

Contesta a las siguientes preguntas:

1- ¿Cuál sería la longitud que debería tener el tubo de silicona? ¿Cómo lo calcularías?

2- En la época de Torricelli, ¿Por qué se utilizó mercurio en vez de agua?

3- Actualmente, ¿Por qué usamos agua en vez de mercurio?

4- ¿Qué otros experimentos se te ocurrirían para poner de manifiesto la presión atmosférica? (investiga en internet)

Alumno:

Curso:

Fluidos: El principio de Arquímedes y el empuje

En el siglo III A.C. Arquímedes de Siracusa observó la fuerza del empuje cuando intentaba comprobar si la corona del rey Herón era de oro puro o por el contrario el orfebre había incluido un porcentaje de plata. Enunció así el **Principio de Arquímedes** como:

“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba que es igual al peso del fluido que desaloja”

$$E = \rho_{\text{liquido}} \cdot g \cdot V_{\text{liquido desalojado}}$$



Experiencia propuesta clase: Sumergir en agua un cuerpo que flota y medir la masa del cuerpo y del agua desalojada.

Contesta a las siguientes preguntas:

- 1- ¿Por qué la masa del agua desalojada y del **cuerpo que flota** es la misma?
- 2- En un **cuerpo que no flota**: ¿La masa del agua desalojada sería la misma que la del objeto? ¿Por qué?
- 3- Si introducimos **1 kg de Oro** ($\rho_{\text{oro}} = 19290 \text{ kg/m}^3$) y un **1kg de Plata** ($\rho_{\text{plata}} = 10500 \text{ kg/m}^3$) ¿Desalojarán el mismo volumen de agua? Es decir, ¿Sufrirán el mismo empuje?
- 4- ¿Qué otros experimentos se te ocurrirían para comprobar el Principio de Arquímedes? (investiga en internet)

Cuestionario ideas previas Dinámica

Apellidos:

Nombre:

1. Tenemos un bloque sólido sobre una superficie lisa, en un extremo está atado con una cuerda que conecta con un peso que se encuentra suspendido en el aire. En la figura de la izquierda se ha colgado una masa M_1 y se observa que el bloque permanece en reposo. Sin embargo, si colocamos una masa M_2 el bloque se empieza a deslizar.

a) Dibuja y nombra las fuerzas que actúan sobre cada bloque, así como la fuerza resultante F_{RES} en cada caso.



b) ¿Cuáles son las diferencias en cada caso desde el punto de vista de las fuerzas?

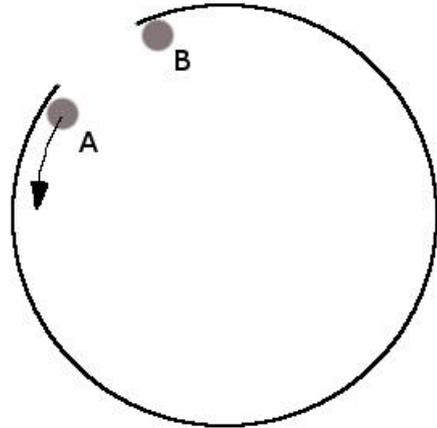
c) ¿Qué diferencias habría si realizamos el experimento en la luna?

2. Se observa que un objeto se mueve en línea recta con velocidad constante. ¿Cuál es la fuerza resultante que actúa sobre el objeto? ¿Por qué?

¿Si la velocidad del objeto anterior es el doble? ¿Cuánto valdría ahora la fuerza resultante?

Si este objeto choca contra otro de igual masa y se detiene ¿Qué sucede? ¿Y si choca contra otro que tiene el doble de masa?

3. Tenemos un aro metálico con una abertura. Lanzamos la bola desde el punto A en la dirección que se indica, al llegar al punto B: ¿Qué trayectoria sigue la bola? Razona tu respuesta.



4. Dejamos caer una pluma y una bola de acero por un tubo en el que se ha hecho el vacío previamente.

a) ¿Qué objeto llega antes al suelo? ¿Por qué?

b) ¿Qué fuerzas actúan sobre la pluma y la bola? ¿Cuál sería la diferencia si el tubo tuviera aire?

5. Supón que te encuentras en un ascensor y bajo tus pies hay una balanza. El ascensor se encuentra en el primer piso y quieres subir al último. Le das al botón y el ascensor arranca, a continuación se mueve con velocidad constante y al llegar al último piso se detiene.

¿Se moverá la aguja de la balanza en cada caso? ¿Hacia dónde? Razona tu respuesta.

