

EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN FÍSICA Y QUÍMICA

1. Presentación.

El trabajo experimental constituye un elemento esencial del trabajo científico. Los trabajos prácticos de carácter experimental representan una de las actividades más importantes de la enseñanza de las ciencias al permitir una multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia.

La presente materia pretende que el alumnado se familiarice con ese trabajo experimental mediante el conocimiento de las técnicas, sus fundamentos, los sistemas de tratamiento de los datos recogidos, los requerimientos en la recogida de muestras y las precauciones que se deben tomar a la hora de abordar dicho trabajo; pero, sobre todo, busca estimular la reflexión que precede a toda investigación experimental, insertándola en el marco teórico adecuado e identificando otros posibles marcos teóricos, así como estimular la emisión de hipótesis, la predicción y el análisis y discusión de resultados.

Este proceso de reflexión contribuye de manera notable a consolidar en el alumnado una madurez personal que le permitirá actuar de forma respetuosa, responsable y autónoma y desarrollar el espíritu crítico. Dicho de otro modo, se fomenta la competencia en autonomía e iniciativa personal, que se ve favorecida por las decisiones razonadas que se deberán tomar durante la realización de las tareas y por la necesidad de diálogo y acuerdo en el grupo para llevar a término el trabajo.

Otras competencias clave a cuya adquisición y desarrollo contribuye esta materia son, en primer lugar, y de manera evidente, la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería. Contribuye, asimismo, al desarrollo de la competencia clave en comunicación lingüística, ya que constantemente se tendrá que recabar información, elegir la más relevante, resumirla, exponer el trabajo realizado y las conclusiones alcanzadas, tanto de forma oral como escrita.

En tercer lugar, coopera en la consecución de la competencia clave digital, puesto que incide en el empleo apropiado de las tecnologías de la información y la comunicación, tanto para indagar en las múltiples posibilidades de obtener la información, como para realizar la presentación de los trabajos y establecer las redes de comunicaciones entre el alumnado, y entre este y el profesorado, en el marco de un trabajo colaborativo. En cuarto lugar, se potencia el desarrollo de la competencia clave personal, social y de aprender a aprender, en cuanto se promueve la valoración del conocimiento científico como parte de la cultura y de la formación integral de las personas.

En lo que respecta al enfoque didáctico, la materia intenta superar la tradicional distinción entre teoría, práctica y resolución de problemas. Los trabajos prácticos propuestos al alumnado adquirirán enfoques diferentes en función de los objetivos perseguidos. A este respecto, conviene considerar que la enseñanza de la ciencia abarca tres aspectos principales: por un lado, el aprendizaje de la ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales; en segundo lugar, el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, desarrollando un entendimiento de la naturaleza y métodos de la ciencia, siendo conscientes de las interacciones complejas entre ciencia y sociedad. Por último, la práctica de la ciencia, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la resolución de problemas. Así pues, la cobertura de objetivos tan distintos deberá realizarse mediante una amplia variedad de experiencias y situaciones de aprendizaje debidamente secuenciadas.

Por otro lado, la materia permite profundizar en la adquisición de las competencias propias de materia de Física y Química de 1º de Bachillerato y de Física de 2º y Química de 2º. Para ello, deben llevarse a cabo las experiencias que el profesorado considere oportuno integrar en el currículo de la forma más coherente posible con el cuerpo de las materias referidas.

Las competencias específicas seleccionadas se relacionan con aquellos aspectos que son relevantes en las distintas etapas de una investigación científica y suponen una profundización en aquellas competencias de la etapa de secundaria que están más estrechamente relacionadas con el razonamiento y la argumentación. Sin embargo, mientras en la etapa de secundaria obligatoria priman los aspectos cualitativos, esta materia incide en los aspectos cuantitativos y en la importancia de realizar un tratamiento adecuado de los datos recogidos.

Los saberes básicos necesarios para la adquisición y desarrollo de las competencias específicas están organizados en cinco bloques. Es importante señalar que esta distribución en bloques no implica una secuenciación lineal de los mismos. La realización de cada experiencia práctica requerirá la movilización de los saberes de varios bloques.

La propuesta curricular incluye también un apartado de situaciones de aprendizaje en el que se formulan una serie de principios y criterios para el diseño de situaciones y actividades de aprendizaje propicias que favorezcan la adquisición y desarrollo de las competencias específicas, así como los criterios de evaluación que han de permitir valorar el nivel de desarrollo competencial alcanzado en la adquisición de las competencias específicas.

2. Competencias específicas.

Todas las competencias específicas de la materia contribuyen a la adquisición de la competencia clave matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería.

2.1. Competencia específica 1.

Analizar el fenómeno a estudiar o la situación problemática a resolver mediante una aproximación cualitativa e identificando sus características principales.

2.1.1. Descripción de la competencia.

Antes de abordar la resolución de cualquier situación problemática, es fundamental discutir cuál puede ser el interés de la misma. Esta discusión, además de favorecer una actitud más positiva, permitiendo una aproximación funcional a las relaciones Ciencia-Técnica-Sociedad, contribuye a proporcionar una concepción preliminar de la tarea, evitando que los estudiantes se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora.

Será necesario realizar un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, tomando decisiones sobre las condiciones que se consideran relevantes. En esta fase habrá que emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física.

Esta competencia se relaciona con la competencia personal, social y de aprender a aprender, en la medida en que implica la interacción y la colaboración con otros de forma constructiva, aceptar diferentes enfoques y llegar a acuerdos que permitan abordar la tarea.

2.2. Competencia específica 2.

Diseñar experiencias para la recogida de datos, aplicando el método de control de variables y teniendo en cuenta el error experimental asociado a la medida.

2.2.1. Descripción de la competencia.

Se requiere elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a la realización de la misma, para posibilitar un contraste riguroso de las hipótesis y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.

El diseño del experimento implica definir los objetivos del mismo, identificar todas las posibles fuentes de variación, especificar las medidas que se realizarán y el procedimiento experimental. Es, por tanto, un proceso complejo que requiere una planificación adecuada, incluyendo una estrategia para la recogida de datos. En este sentido, es fundamental comprender que toda medida lleva asociado un error y conocer el valor del mismo es relevante para poder discutir los límites de validez del estudio realizado. Es igualmente relevante dentro del diseño la discusión sobre la manera de minimizar este error experimental.

Abordar esta tarea requiere un trabajo de planificación en cooperación con otros que contribuye especialmente a la adquisición de la competencia emprendedora.

2.3. Competencia específica 3.

Utilizar los métodos experimentales adecuados y aplicar correctamente las normas de seguridad del trabajo experimental.

2.3.1. Descripción de la competencia.

Antes de iniciar cualquier trabajo experimental, es fundamental conocer el funcionamiento de los instrumentos, el proceso de toma de muestras, las técnicas a utilizar y las medidas de seguridad a aplicar durante el proceso.

Esta competencia requerirá del alumnado que sepa desenvolverse con soltura y autonomía en un laboratorio científico o en un espacio exterior en el cual se desarrolle el trabajo, por lo tanto, contribuye a la adquisición de la competencia personal, social y de aprender a aprender.

2.4. Competencia específica 4.

Extraer conclusiones debidamente argumentadas a partir de la organización, representación y evaluación de los datos recogidos y hacer predicciones.

2.4.1. Descripción de la competencia.

Dar razones lógicas y matemáticas para fundamentar conclusiones y defenderlas es un paso importante para llegar a comprender que el razonamiento es más fiable que la intuición, aunque esta nos lleve a resultados correctos en algunas ocasiones.

En el terreno científico, para que la argumentación esté bien fundamentada, debe apoyarse en los datos recogidos, pero los datos por sí mismos no “hablan”, si no se realiza un trabajo previo que implica agruparlos, representarlos y establecer relaciones entre ellos.

Para la adquisición de esta competencia es preciso que exista un estímulo permanente a la interacción dialógica entre profesorado y alumnado, a través del cual, junto con la adquisición de nuevos conocimientos científicos, se produce una intensa y extensa actividad argumentativa y de exploración del pensamiento crítico que, por tanto, contribuye especialmente a la adquisición de la competencia en comunicación lingüística.

2.5. Competencia específica 5.

Comunicar con rigor y claridad las reflexiones realizadas a lo largo de todo el proceso, así como las conclusiones extraídas, utilizando un lenguaje adecuado.

2.5.1. Descripción de la competencia.

En la actividad científica, las habilidades comunicativas tienen un papel destacado porque la actividad científica es, eminentemente, una actividad discursiva. Hablando y discutiendo con las compañeras y los compañeros, los científicos y las científicas (y el alumnado) están actuando sobre el mundo, al igual que lo hacen cuando experimentan.

El avance tan espectacular de la ciencia durante los últimos siglos ha sido posible por el intercambio y compartición de información. Lejos de las épocas en que los conocimientos eran ocultados y restringidos, las personas que investigan son conscientes de la importancia de la información en el desarrollo de sus investigaciones, puesto que les permite conocer aspectos relacionados con las mismas, valorar nuevos aspectos útiles y verificar sus descubrimientos, para lo cual realizan congresos, reuniones y publican sus trabajos en revistas especializadas.

En el proceso de comunicación, es importante que el alumnado utilice con profusión dibujos, diagramas y ecuaciones para comunicar el fundamento teórico del método propuesto y dibujos secuenciados para mostrar cada una de las operaciones del método experimental propuesto. Especial atención deberá prestarse al uso adecuado de la terminología, a la escritura correcta de las magnitudes, tablas y gráficos, a la expresión adecuada de los cálculos y de las cifras significativas correctas, de acuerdo con la sensibilidad de los instrumentos utilizados.

Esta competencia contribuye especialmente a la adquisición de la competencia en comunicación lingüística.

3. Saberes Básicos.

Los saberes básicos seleccionados, agrupados en seis bloques, no constituyen una secuencia de unidades didácticas, sino que deben ser tratados, de manera transversal, en cada uno de los trabajos experimentales propuestos, que se seleccionarán de acuerdo con criterios dados para la elaboración de situaciones de aprendizaje.

3.1. Bloque 1: Elementos de un laboratorio y normas de uso.

- Distribución y organización del laboratorio.
- Material básico de laboratorio.
- Organización y almacenamiento del material. Conservación y limpieza.
- Tratamiento y gestión de residuos.
- Normas básicas de seguridad.

3.2. Bloque 2: La medida.

- Importancia de la medida.
- Error en la medida. Tipos de errores y cómo minimizarlos.

3.3. Bloque 3: Operaciones básicas

- Pesada
- Volumetría
- Preparación de disoluciones
- Calibración
- Filtración

3.4. Bloque 4: Experiencias controladas.

- Cualitativas/cuantitativas.
- Para confirmar una ley/Ilustrar un principio.
- Para calcular magnitudes (ej. Fuerza de fricción).
- Para establecer correlaciones.
- Para sintetizar compuestos.

3.5. Bloque 5: Tratamiento de los datos.

- Gráficos y búsqueda de correlaciones.
- Tratamientos estadísticos: medidas centrales y medidas de dispersión.
- Cambio de variables.
- Linealización de una gráfica.

3.6. Bloque 6: Características del discurso científico.

- Características generales: objetividad, universalidad, especialización, precisión, verificabilidad
- Modos del discurso científico y tipos de escritos: exposición, argumentación y descripción.
- Rasgos lingüísticos: sintaxis, vocabulario especializado.

4. Situaciones de aprendizaje.

Como marco general de las situaciones de aprendizaje, con el objetivo de atender a la diversidad de intereses y necesidades del alumnado, se incorporarán los principios del diseño universal, asegurando que no existen barreras que impidan la accesibilidad física, cognitiva, sensorial y emocional para garantizar su participación y aprendizaje.

Cabe resaltar la conveniencia de que la labor desarrollada en los laboratorios escolares sea coherente con la actividad científica: los trabajos prácticos han de cubrir todas las fases de una investigación y no quedarse reducidos a la parte experimental.

- Se elegirán situaciones problemáticas de interés abordables con los conocimientos y equipamiento disponibles.
- Situaciones que estimulen la reflexión que precede a una investigación experimental.
- Se seleccionarán situaciones con tratamientos que complementen aspectos cualitativos y cuantitativos.
- Situaciones que pongan en práctica la modelización, lo cual implica acotar el problema a tratar, las condiciones en que se abordará, las variables significativas y las conceptualizaciones relevantes, entre otros.
- Situaciones que favorezcan las actividades de síntesis (esquemas, memorias, recapitulaciones) y la formulación de nuevos problemas.
- Situaciones de aprendizaje que impliquen diferentes tipos de experiencias: experiencias que ilustren nociones teóricas, experiencias de investigación,

experiencias de diseño y síntesis, experiencias para adquirir entrenamiento en las técnicas de medida.

- Situaciones de aprendizaje del campo de la física (mecánica, óptica, movimiento ondulatorio, electromagnetismo) y de la química (reacciones ácido base, equilibrio, velocidad de reacción, electroquímica, termoquímica).
- Situaciones que impliquen el uso de simulaciones.
- Situaciones que impliquen el tratamiento de datos recogidos de manera automatizada por redes de diferentes organismos, incluyendo los datos provenientes de experiencias de ciencia ciudadana.

5. Criterios de evaluación.

5.1. Competencia específica 1.

Analizar el fenómeno a estudiar o la situación problemática a resolver haciendo una aproximación cualitativa a los mismos e identificando sus características principales.

5.1.1. Razonar cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada.

5.1.2. Realizar un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, tomando decisiones sobre las condiciones que se consideran relevantes.

5.1.3. Formular hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, explorando, en particular, casos límite de fácil interpretación física.

5.1.4. Elaborar, explicitar y discutir posibles estrategias de resolución antes de proceder a esta.

5.2. Competencia específica 2.

Diseñar experiencias para la recogida de datos, aplicando el método de control de variables y teniendo en cuenta el error experimental asociado a la medida.

5.2.1. Diseñar y realizar distintas experiencias de laboratorio analizando fenómenos físicos relacionados con la mecánica, la electricidad, la óptica o las ondas, midiendo distintas magnitudes de interés.

5.2.2. Diseñar y realizar distintas experiencias de laboratorio relacionadas con la química, tales como analizar la presencia de elementos o iones en una muestra, valorar su concentración o medir propiedades de las sustancias.

5.2.3. Diseñar pequeñas investigaciones aplicando el método de control de variables.

5.2.4. Elaborar a escala de laboratorio algunos productos, relacionándolos con su producción industrial.

5.2.5. Valorar los problemas de selección de muestras, exactitud, precisión e incertidumbre durante la recogida, registro y análisis de datos.

5.2.6. Diferenciar la imprecisión absoluta de la relativa y sus significados.

5.2.7. Calcular el valor y la imprecisión de una medida indirecta sencilla.

5.2.8. Usar la imprecisión relativa para valorar la calidad de una medida.

5.3. Competencia específica 3.

Utilizar los métodos experimentales adecuados y aplicar correctamente las normas de seguridad del trabajo experimental.

5.3.1. Trabajar en el laboratorio con respeto y cumplimiento de las normas de seguridad.

5.3.2. Utilizar de forma correcta los instrumentos de medida y observación en el laboratorio respetando sus normas de uso y conservación, y usar sensores y programas informáticos para recoger algunas medidas y procesarlas.

5.3.3. Actuar de manera ordenada y sistemática en la recogida de información.

5.4. Competencia específica 4.

Extraer conclusiones debidamente argumentadas a partir de la organización, representación y evaluación de los datos recogidos y hacer predicciones.

5.4.1. Manejar las técnicas de cálculo, elaborar tablas de valores y representaciones gráficas a partir de datos experimentales para el análisis de los resultados y la extracción de las conclusiones pertinentes, usando para ello programas informáticos de cálculo.

5.4.2. Adaptar modelos ya conocidos a nuevos datos experimentales.

5.4.3. Obtener la ley empírica que relaciona las variables representadas en una gráfica.

5.4.4. Identificar los principios físicos esenciales que intervienen en un fenómeno y hacer un modelo matemático del mismo.

5.4.5. Hacer estimaciones de órdenes de magnitud y, en consecuencia, hacer aproximaciones razonables que permitan simplificar el modelo sin perder los aspectos esenciales del mismo.

5.4.6. Justificar las respuestas a preguntas planteadas siguiendo una secuencia clara y ordenada, relacionándola con el análisis de los datos obtenidos.

5.5. Competencia específica 5.

Comunicar con rigor y claridad las reflexiones realizadas a lo largo de todo el proceso, así como las conclusiones extraídas, utilizando un lenguaje adecuado.

5.5.1. Elaborar memorias e informes utilizando el vocabulario propio de la materia, así como sistemas de notación y representación propios del lenguaje científico.

5.5.2. Comunicar de manera oral las reflexiones y conclusiones, estableciendo un diálogo, considerando diferentes posturas y aceptándolas o descartándolas de manera razonada.